



D 136 005268 9

8

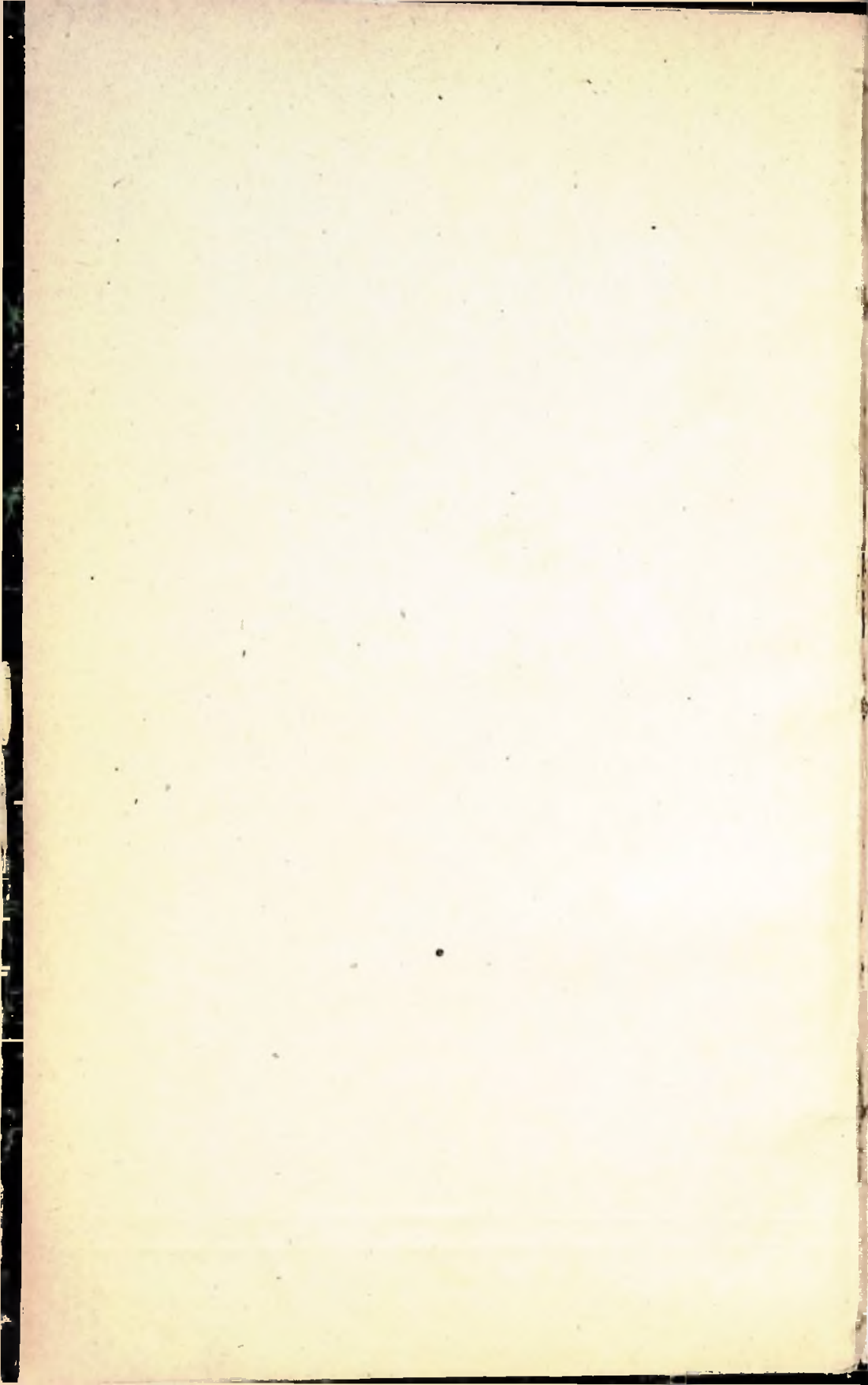














M0388

224(B)07

ABR







D 136 005 2689

137-50

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE

M0388

# RENÉ ABRARD

PROFESSEUR AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

# GÉOLOGIE RÉGIONALE DU BASSIN DE PARIS

LA LORRAINE. - LA CHAMPAGNE. - LA BOURGOGNE  
ET LE NIVERNAIS. - LE BERRY. - LE SEUIL DU POITOU  
ET SES ABORDS. - L'ANJOU ET LA TOURAINE. - LE  
MAINE ET LE PERCHE. - LA NORMANDIE. - LA PICAR-  
DIE ET L'ARTOIS - L'ILE-DE-FRANCE. - L'ORLÉANAIS

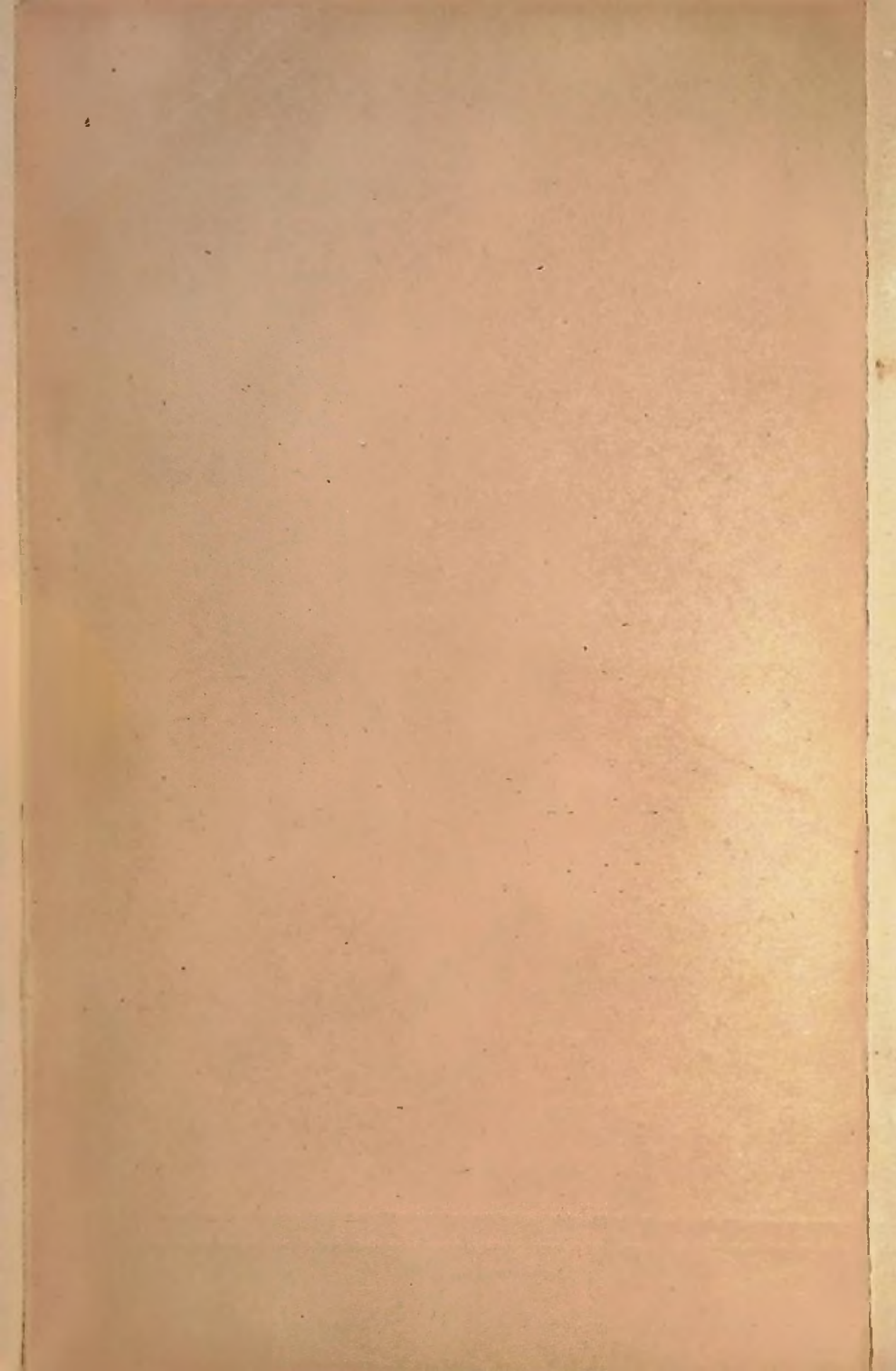


*Avec trente-quatre croquis et cartes*

**PAYOT, PARIS**













## A LA MÊME LIBRAIRIE

- René ABRARD, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle : *Géologie de la France*. Constitution. Structure et histoire géologique de la France. Le Massif armoricain. Le Massif Central. Les Vosges et la plaine alsacienne. L'Ardenne et le bassin houiller du Nord de la France. Le Boulonnais. Le bassin de Paris. Le bassin aquitain. La vallée du Rhône et les régions voisines. Les Pyrénées. Le Jura. Les Alpes. La Corse. In-8 de 508 pages, avec 131 croquis..... 1.500 fr.
- W. BESNARD, directeur de l'Institut Océanographique de Sao-Paulo (Brésil) : *Les Produits d'origine marine et fluviale*. Étude des matières premières. Leurs origines. Applications alimentaires et industrielles. Leur importance dans l'économie mondiale. Les poissons. Les crustacés. Les céphalopodes. Les pinnipèdes. Les reptiles. Les mollusques. Nacres et perles. Coraux. Algues. Le sel marin. In-8, avec 23 planches, 14 figures, 66 tableaux et 1 carte..... 750 fr.
- Jacques BOURCART, professeur à la Sorbonne, membre du comité d'océanographie et d'études des côtes de la marine nationale : *Géographie du fond des mers*. Étude du relief des Océans. Le lever du relief sous-marin. Les formes du relief océanique. Le contour des océans. La marge continentale. Le relief des grands océans. Les influences du relief océanique. In-8, avec 107 croquis, cartes et planches. . . 1.200 fr.
- E. BRUET, professeur de l'Enseignement supérieur à l'étranger, vice-président d'honneur de l'Association des Prospecteurs de Québec : *Le Labrador et le Nouveau-Québec*. Géographie. Exploration. Géologie. Minéralogie. Faune. Flore. Peuplement. Ressources naturelles. In-8, avec 68 photographies et carte de l'auteur..... 840 fr.
- Victor FORBIN : *Les Richesses de l'Asie*. Le règne animal. Le règne végétal. Le règne minéral. In-8..... 220 fr.
- Raymond FURON, sous-directeur au Muséum national d'Histoire naturelle : *Les ressources minérales de l'Afrique*. Leur découverte. Leur exploration. Les nouveaux problèmes. In-8, avec 56 cartes et diagrammes ..... 300 fr.
- *L'érosion du sol*. Origine et évolution des sols. Influence de l'homme sur la dégradation et la disparition des terres arables. L'érosion du sol dans les cinq parties du monde. L'organisation scientifique de la protection du sol. In-8, avec 24 figures et 16 photographies hors texte ..... 500 fr.
- *Géologie de l'Afrique*. I. Géologie générale : échelle stratigraphique de l'Afrique et Paléogéographie. II : Géologie régionale des 25 principales régions du continent noir. In-8, avec 34 cartes..... 4.380 fr.
- Félix HERMANN, docteur ès sciences, ingénieur-conseil des Mines : *Les Richesses minérales du monde*. Les minéraux à travers les siècles. Utilisation des minéraux. Aperçu de géographie minière. Les ressources minérales du monde. Production mondiale des minéraux. Potentiel minier des pays et des continents. Traduction de L. Lamorlette, agrégé des Sciences naturelles. In-8 avec 27 figures..... 600 fr.
- *Les Gemmes et les Perles dans le Monde*. Le diamant. La perle. L'émeraude. Le rubis. Le saphir. Le grenat. Le lapis-lazuli. La turquoise. L'aigue-marine. Le chrysoberyl. L'améthyste. L'opale. Le jade. L'ambre. Le corail, etc. Symbole. Magie. Production et commerce. In-8..... 330 fr.
- Ed. LE DANOIS, docteur ès sciences, ancien directeur de l'Office scientifique et technique des pêches maritimes : *Les profondeurs de la Mer*. Trente ans de recherches sur la faune sous-marine au large des côtes de France. La formation du plateau continental. Les climats marins. Les facies subcôtiers, de bordure continentale, de la pente atlantique, de la plaine bathypélagique. In-8, avec 64 figures et un répertoire zoologique des espèces ..... 4.200 fr.
- Fairfield OSBORN, président de la Société Zoologique de New York : *La Planète au pillage*. La détérioration de la terre surpeuplée. Traduction de Maurice Planiol, ancien professeur à l'Université de Téhéran. In-8..... 480 fr.
- J. ROUCH, directeur du Musée océanographique de Monaco : *Traité d'Océanographie physique*.
- Tome I : Sondages. In-8, avec 100 figures..... 500 fr.
- Tome II : L'eau de mer. In-8, avec 150 figures..... 500 fr.
- Tome III : Les mouvements de la mer. In-8, avec 176 figures ..... 800 fr.



M0388

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE

---

RENÉ ABRARD

Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

Service Commun de la Documentation

INPL

Nancy-Brabois

# GÉOLOGIE RÉGIONALE

DU

# BASSIN DE PARIS

---

*Avec 34 croquis et cartes*

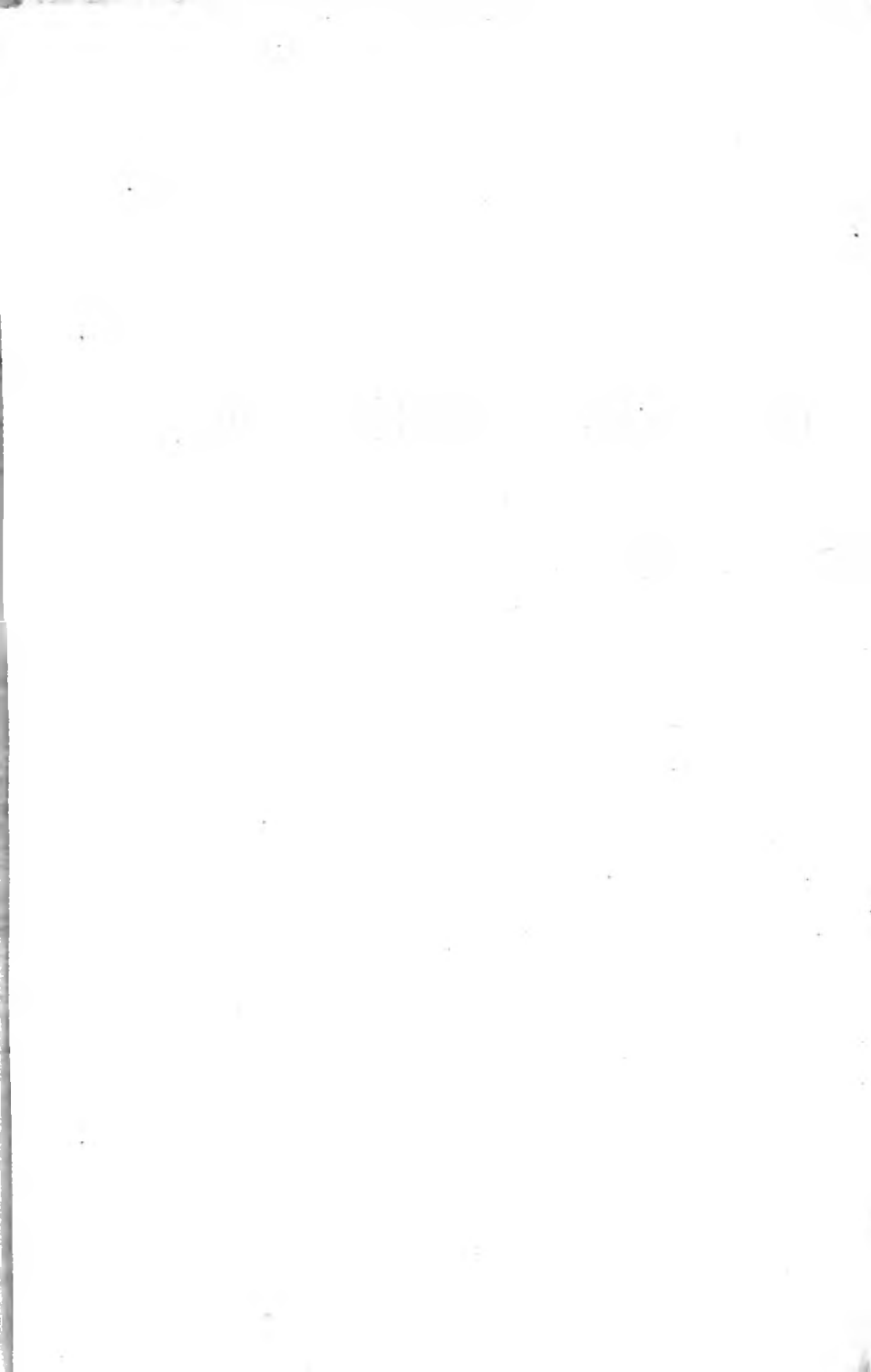


PAYOT, PARIS

106, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1950

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation  
réservés pour tous pays.





## PRÉFACE

*Le Bassin de Paris, berceau de la stratigraphie de détail, est l'une des régions du globe les plus anciennement étudiées et l'une des mieux connues au point de vue géologique. Il le doit à ce qu'il réunit, à proximité d'un grand centre intellectuel, une série d'assises très variée et presque complète, s'étendant du Trias au Quaternaire, et présentant les multiples changements de faciès que l'on peut s'attendre à rencontrer dans les sédiments laissés par des mers épicontinentales peu profondes, soumises à des conditions bathymétriques fort diverses. Il a également été rendu classique par sa richesse en fossiles et par sa structure, simple et régulière, tout au moins dans ses grandes lignes.*

*On ne peut donc être surpris du nombre élevé des publications qui lui ont été consacrées, et dont beaucoup sont signées des plus grands noms de la Géologie française. Mais, cette multiplicité même de documents, d'une valeur très inégale, ne traitant presque toujours que de questions limitées, et aboutissant souvent à des conclusions diamétralement opposées, est un obstacle à la formation d'une idée synthétique ; elle rend délicate et difficile la tâche de suivre un niveau dans toute l'étendue du Bassin de Paris, ou de saisir rapidement, dans un secteur déterminé de celui-ci, la succession des couches de la plus ancienne à la plus récente.*

*Malgré sa médiocrité, la « Géologie des environs de Paris » de Stanislas Meunier, parue en 1875, dans laquelle sont rassemblées des données jusqu'alors éparses, a pu rendre quelques services, mais elle ne porte que sur la craie et les terrains tertiaires et quaternaires.*

*Le seul travail d'ensemble que l'on puisse citer est la « Géologie du Bassin de Paris » de Paul Lemoine, éditée en 1911, dans laquelle sont coordonnés et résumés les principaux résultats obtenus par ses devanciers. Ce livre est depuis longtemps épuisé, et d'autre part, au cours des trente dernières années ont vu le jour des études très importantes, non seulement par la somme de faits inédits qu'elles apportent, mais aussi et surtout par l'esprit nouveau qui les anime, par une manière de voir tout à fait différente de celle des anciens auteurs. Les notions de faciès et d'associations paléontologiques, cette dernière toute récente, largement appliquées et développées ont permis des recherches paléocéanographiques détaillées auquel le Bassin de Paris se prête particulièrement bien. On ne s'est plus contenté de constater l'existence de telles ou telles espèces dans un gisement ou dans un secteur déterminé, mais on s'est demandé pourquoi elles s'y trouvaient, d'où elles venaient, et ce que leur présence signifiait. Bien souvent a été ainsi démontrée l'inexactitude de conclusions qui paraissaient acquises.*

*Il est toujours téméraire d'entreprendre un travail de vaste synthèse, même sur un territoire que l'on connaît bien pour l'avoir, pendant de longues années, parcouru en tous sens ; on ne peut tout voir et tout vérifier, il s'y glisse forcément des erreurs, et il comporte obligatoirement des lacunes. Nous pensons*

cependant qu'il n'est pas inutile de faire à nouveau le point sur ce que l'on sait, ou croit savoir, concernant une région entre toutes classique, et d'essayer d'en dégager quelques résultats généraux.

La description d'un bassin un peu étendu, comportant plusieurs contrées de caractères différents, peut se concevoir de deux manières. La première, la plus communément employée, consiste à suivre successivement dans l'espace, de la plus ancienne à la plus récente, les diverses formations géologiques, étages ou groupes d'étages ; elle s'appuie sur des divisions conventionnelles et, de ce fait, simplifie beaucoup l'exposé. La seconde, d'une mise en œuvre plus compliquée, mais moins sèche et moins fastidieuse, plus attrayante et plus vivante, étudie l'évolution dans le temps de chacune des parties, contrées, pays ou provinces, constituant le secteur dont il s'agit de faire comprendre l'histoire.

C'est cette dernière que nous avons choisie, car l'expérience nous a montré que le plus souvent, professionnels mis à part, les géologues locaux, les ingénieurs, s'intéressaient plus à une petite région déterminée, qu'aux vicissitudes d'une même auréole d'une extrémité à l'autre du Bassin de Paris.

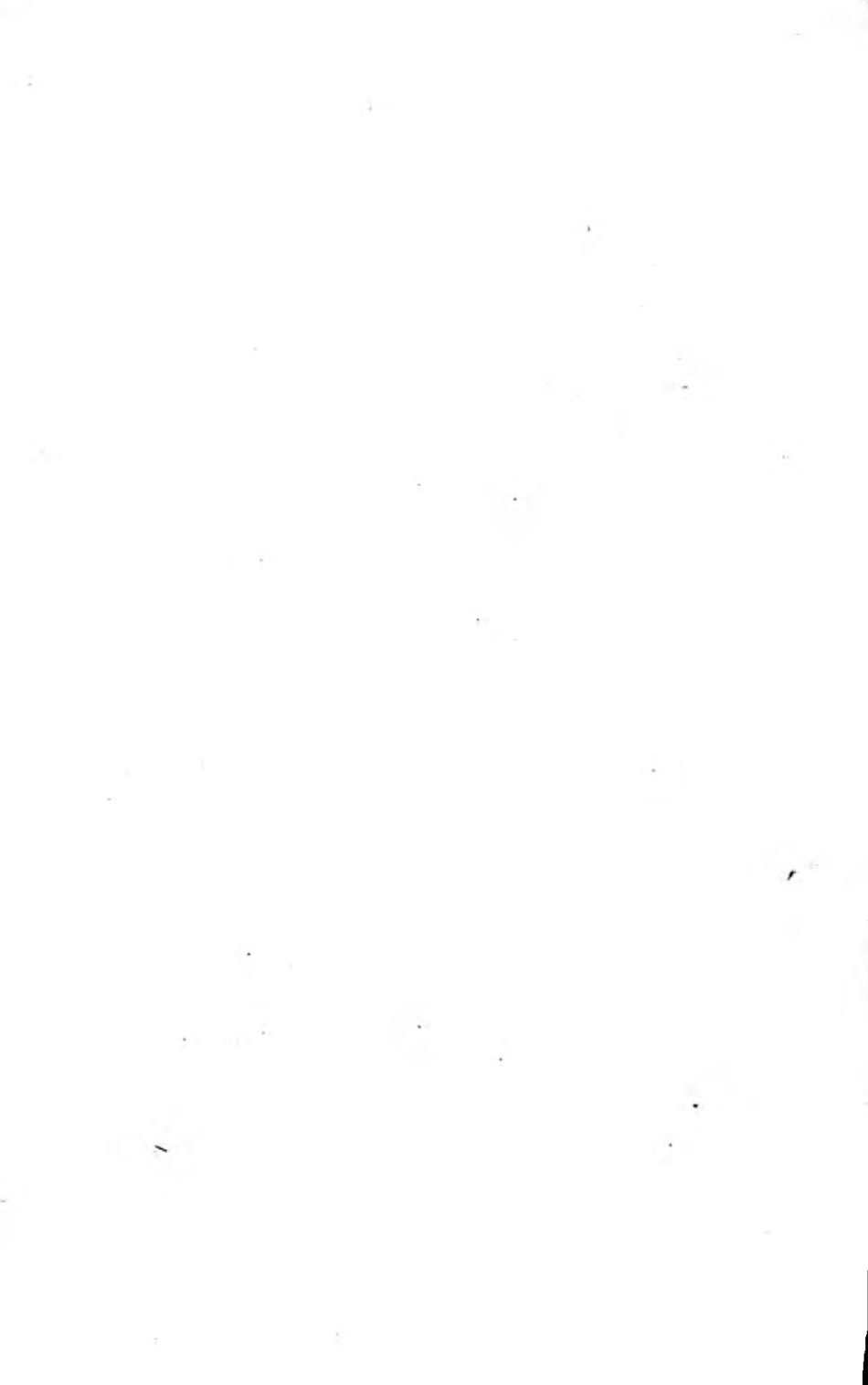
Ainsi que l'a montré L. Gallois, les limites entre les anciennes provinces coïncident assez rarement avec des changements dans la nature du sous-sol. Cependant, les facteurs géologiques leur donnent une grande partie de leurs caractères ; la Lorraine triasique et jurassique, la Picardie crétacée, l'Île-de-France tertiaire, si profondément différentes, démontrent qu'en somme cette division n'est guère plus artificielle qu'une autre lorsqu'on l'assouplit un peu.

Les considérations sur les limites entre les étages et formations seront réduites au minimum. On peut palabrer à perte de vue par exemple sur le fait de savoir si le Vraconnien est encore de l'Albien ou déjà du Cénomanién, si le Villafranchien doit être placé dans le Pliocène supérieur ou dans le Quaternaire inférieur, ou encore s'il ne vaut pas mieux faire passer la limite Éocène-Oligocène entre deux masses de gypse, plutôt qu'au-dessus de celui-ci comme on l'admet généralement. Ces discussions byzantines ne paraissent pas présenter un bien grand intérêt, et il paraît permis de ne pas saisir en quoi elles font progresser la Science géologique.

Toute classification comporte une part d'arbitraire ; l'essentiel est d'en adopter une et de s'y tenir afin de savoir de quoi on parle. On trouvera ci-après celle qui est employée dans ce travail, ainsi que les zones à Ammonites du Jurassique et du Crétacé auxquelles le lecteur aura maintes fois à se reporter.

Une bibliographie complète du Bassin de Paris comprendrait plusieurs milliers de références, ce qui ne peut surprendre en raison de sa variété et de son étendue. La situation a d'ailleurs été aggravée par certains auteurs qui ont mis au point une technique de la multiplicité des notes, qui s'est manifestée tantôt par l'éirement en plusieurs articles de ce qui aurait pu être condensé en un seul, tantôt par la publication simultanée dans trois ou quatre périodiques différents de la même observation, en ne modifiant que quelques mots ou quelques lignes. Nous nous bornerons à citer les travaux les plus importants, et particulièrement ceux dans lesquels le lecteur pourra trouver des listes bibliographiques étendues qui lui permettront de se faire une idée exacte de ce qui a été écrit sur le sujet qui l'intéresse, qu'il s'agisse d'un niveau stratigraphique ou d'une région déterminée.





## SUBDIVISIONS EN ÉTAGES DES TERRAINS SECONDAIRES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

		Types marins	Sous-étages	Types saumâtres ou continentaux	Synonymes		
<b>QUATERNAIRE</b>	Holocène	FLANDRIEN .....			}	Actuel Postglaciaire Tardiglaciaire	
	Pléistocène	TYRRHÉNIEN .....				MONASTIRIEN	
<b>TERTIAIRE</b>	Pliocène	sup <sup>r</sup>	CALABRIEN .....	VILLAFRANCHIEN			
		inf <sup>r</sup>		{ ASTIEN (faciès) PLAISANCIEN (faciès)			
	MIOCÈNE		SAHÉLIEN .....		PONTIEN		
			VINDOBONIEN .....	{ TORTONIEN .....	SARMATIEN		
			BURDIGALIEN AQUITANIEN	{ HELVÉTIEN			
	OLIGOCÈNE		CHATTIEN STAMPIEN .....			RUPÉLIEN	
			LATTORFIEN .....		SANNOISIEN		
			BARTONIEN .....	{ WEMMELIEN .....		LUDIEN	
	ÉOCÈNE		LUTÉTIEN	{ LÉDIEN			
			LONDINIEN .....	{ CUISIEN .....		YPRÉSIEN	
		THANÉTIEN MONTIEN		SPARNACIEN			
		DANIEN MAESTRICHIEN .....			Aturien	}	Sénonien
	CAMPANIEN .....			Emschérien			
	SANTONIEN .....						
	CONIACIEN .....						
<b>SECONDAIRE</b>	CRÉTACÉ	moyen	TURONIEN .....	{ ANGOUMIEN LIGÉRIEN			
			CÉNOMANIEN .....	{ ROTOMAGIEN .....	CARENTONIEN		
		ALBIEN	{ VRACONNIEN				
	inférieur		APTIEN .....	{ GARGASIEN .....		}	Néocomien
			BARRÉMIEN .....	{ BÉDOULIEN .....			
		HAUTERIVIEN .....					
	VALANGINIEN .....						



## SUBDIVISIONS EN ÉTAGES DES TERRAINS SECONDAIRES TERTIAIRES ET QUATERNAIRES

Types marins      Sous-étages      Types saumâtres  
ou continentaux      Synonymes

JURASSIQUE	Oolithe	Jur. supérieur	PORTLANDIEN.....	{ AQUILONIEN... BONONIEN	PURBECKIEN	
			KIMERIDGIEN			
			LUSITANIEN .....	{ SÉQUANIEN RAURACIEN ARGOVIEN		
			OXFORDIEN			
			CALLOVIEN			
	Jur. moyen	BATHONIEN .....	{ BRADFORDIEN VÉSULIEN			
		BAJOCIEN				
	Lias ou Jur. inférieur	AALENIEN				
		TOARCIEN				
DOMÉRIEN .....				} CHARMOUTHIEN		
PLIENSACHIEN .....						
LOTHARINGIEN						
SINÉMURIEN						
HETTANGIEN						
RBÉTIEN						
TRIAS	NORIEN .....			} Keuper		
	CARNIEN .....					
	LADINIEN .....			} Muschelkalk		
	VIRGLORIEN .....					
	WERFÉNIEN .....			Grès bigarré		

## ORIGINES DES NOMS D'ÉTAGES ET DE SOUS-ÉTAGES

En caractères gras les termes dont le type est pris dans le Bassin de Paris

### QUATERNAIRE.

FLANDRIEN : Les Flandres ; Rutot 1892.  
TYRRHÉNIEN : La mer Tyrrhénienne ; Issel 1914.  
MONASTIRIEN : Monastir (Tunisie) ; Depéret 1918.  
SICILIEN : La Sicile ; Döderlein 1872.

### TERTIAIRE.

#### NÉOGÈNE.

CALABRIEN : La Calabre ; Gignoux 1913.  
VILLAPRANCHIEN : Villafranca d'Asti (Piémont) ; Pareto 1865.  
ASTIEN : Asti (Piémont) ; de Rouville 1853.  
Plaisancien : Plaisance (Italie du Nord) ; Mayer-Eymar 1857.  
SAHÉLIEN : Sahel d'Oran (Algérie) ; Pomel 1858.  
PONTIEN : le Pont-Euxin (mer Noire) ; Le Play 1842.  
VINDOBONIEN : *Vindobona*, Vienne (Autriche) ; Depéret 1893.  
Tortonien : Tortona (Piémont) ; Mayer-Eymar 1857.  
Sarmatien : pays des Sarmates (Russie du Sud) ; Suess 1860.  
Helvétien : *Helvetia*, la Suisse ; Mayer-Eymar 1857.  
BURDIGALIEN : *Burdigala*, Bordeaux ; Depéret 1892.  
AQUITANIEN : l'Aquitaine ; Mayer-Eymar 1857.

#### NUMMULITIQUE.

CHATTIEN : Chatti, tribu de la Hesse sous les Romains ; Fuchs 1894.  
Stampien : *Stampia*, Étampes ; Al. d'Orbigny 1852.  
RUPÉLIEN : le Rupel, affluent de l'Escaut ; Dumont 1849.  
LATTORFIEN : Lattorf, village de la principauté d'Anhalt ; Mayer-Eymar 1893.  
Sannoisien : Sannois (Seine-et-Oise) ; de Lapparent et Munier-Chalmas 1893.  
BARTONIEN : Barton Cliff, Hampshire ; Mayer-Eymar 1857.  
WEMMELIEN : le Mont Wemmel, près Bruxelles ; Rutot et Vincent 1878.  
Ludien : Ludes, près Reims ; Munier-Chalmas et de Lapparent 1893.  
LÉDIEN : Lède, près Bruxelles ; Mourlon et Vincent 1887.  
Lutétien : *Lutetia*, Paris ; A. de Lapparent 1883.  
LONDINIEN : *Londinium*, Londres ; Mayer-Eymar 1857.  
Cuisien : Cuise-la-Motte (Oise) ; Dollfus 1880.  
YPRÉSIEN : Ypres (Belgique) ; Dumont 1849.  
Sparnacien : *Sparnacum*, Épernay ; Dollfus 1880.  
THANÉTIEN : île de Thanet (Kent) ; Renevier 1873.  
MONTIEN : Mons (Belgique) ; Dewalque 1868.

### SECONDAIRE.

#### CTÉTACÉ.

DANIEN : *Dania*, le Danemark ; Desor 1850.  
Sénonien : *Senones*, Sens ; Al. d'Orbigny 1842.  
ATURIEN : bassin de l'Adour (*Aturia*) ; Munier-Chalmas et de Lapparent 1893.  
MAESTRICHTIEN : Maestricht (Hollande) ; Dumont 1849.  
DORDONIEN : la Dordogne (département) ; Coquand 1857.  
CAMPANIEN : *Campana*, la Champagne charentaise ; Coquand 1857.  
EMSCHÉRIEN : Emscher (Westphalie) ; Munier-Chalmas et de Lapparent 1893.



- SANTONNIEN** : *Santonia*, la Saintonge ; Coquand 1857.  
**CONIACIEN** : Cognac (Charente) ; Coquand 1857.  
**TURONIEN** : *Turonia*, l'ancienne Touraine ; Al. d'Orbigny 1842.  
**ANGOUMIEN** : Angoulême ; Coquand 1857.  
**LIGÉRIEN** : la Loire ; Coquand 1857.  
**CÉNOMANIEN** : *Cenomanum*, Le Mans ; Al. d'Orbigny 1842.  
**RODOMAGNIEN** : *Rothomagus*, Rouen ; Coquand 1857.  
**CARENTONIEN** : les Charentes, Coquand 1857.  
**VRACONNIEN** : La Vraconne (Jura suisse) ; Renevier 1867.  
**ALBIEN** : *Alba*, nom ancien du département de l'Aube ; Al. d'Orbigny 1842.  
**NÉOCOMIEN** : *Neocomum*, Neuchâtel (Suisse) ; Thurmann 1835.  
**APTIEN** : Apt (Vaucluse) ; Al. d'Orbigny 1842.  
**GARGASIEN** : Gargas (Vaucluse) ; Kilian 1887.  
**BÉDOULIEN** : La Bédoule (Bouches-du-Rhône) ; Toucas 1888.  
**BARRÉMIEN** : Barrême (Basses-Alpes) ; Coquand 1861.  
**HAUTERIVIEN** : Hauterive, près Neuchâtel (Suisse) ; Renevier 1874.  
**VALANGINIEN** : Château de Valangin, près Neuchâtel (Suisse) ; Desor 1853.

### JURASSIQUE.

- PORTLANDIEN** : Portland (Dorsetshire) ; Brongniart 1829.  
**AQUILONIEN** : *Aquilo*, le Nord ; Pavlow 1892.  
**PURBECKIEN** : Purbeck (Dorsetshire) ; Brongniart 1829.  
**BONONIEN** : *Bononia*, Boulogne-sur-Mer ; Blake 1888.  
**KIMERIDIEN** : Kimeridge (Dorsetshire) ; Thurmann 1832.  
**LUSITANIEN** : Lusitania, le Portugal ; Choffat 1885.  
**SÉQUANIEN** : Séquanie, partie centrale du Jura ; (Thurmann) Marcou 1848.  
**RAURACIEN** : pays des Rauraces (Jura) ; Gressly 1867.  
**ARGOVIEN** : Jura d'Argovie (Suisse) ; Marcou 1848.  
**OXFORDIEN** : Oxford (Angleterre) ; s. l. d'Omalius d'Halloy 1843 ; s. s. d'Orbigny 1849.  
**CALLOVIEN** : Kelloway (Wiltshire) ; d'Orbigny 1849.  
**BATHONIEN** : Bath (Somersetshire) ; s. l. d'Omalius d'Halloy 1843 ; s. s. d'Orbigny 1849.  
**BRADFORDIEN** : Bradford (Somersetshire) ; Renevier 1874.  
**VÉSULIEN** : *Vesulum*, Vesoul (Haute-Saône) ; Mayer-Eymar 1879.  
**BAJOCIEN** : Bayeux (Calvados) ; d'Orbigny 1849.  
**AALÉNIEN** : Aalen (Wurtemberg) ; Mayer-Eymar 1864.  
**TOARCIEN** : *Toarcum*, Thouars (Deux-Sèvres) ; d'Orbigny 1849.  
**CHARMOUTHIEN** : Charmouth (Dorsetshire) ; Mayer-Eymar 1849.  
**DOMÉRIEN** : Monte Domaro (Val Trompia au Nord de Brescia) ; Bonarelli 1894.  
**PLIENSACHIEN** : Pliensbach (Wurtemberg) ; Opper 1858.  
**LOTHARINGIEN** : Lotharingie, la Lorraine ; Haug 1911.  
**SINÉMURIEN** : *Sinemurum*, Semur (Côte-d'Or) ; d'Orbigny 1849.  
**HETTANGIEN** : Hettange (Moselle) ; Renevier 1864.  
**RHÉTIEN** : Alpes rhétiques ; Gümbel 1861.
- ### TRIAS.
- NORIEN** : les Alpes noriques ; Mojsisovics 1869.  
**CARNIEN** : les Alpes carniques ; Mojsisovics 1869.  
**LADINIEN** : *Ladini*, ancien peuple du Sud du Tyrol ; Bittner 1892.  
**VIROLORIEN** : col de Virgloria, Alpes rhétiques ; Renevier 1874.  
**WERFÉNIEN** : Werfen, près Salzbourg ; Renevier 1874.

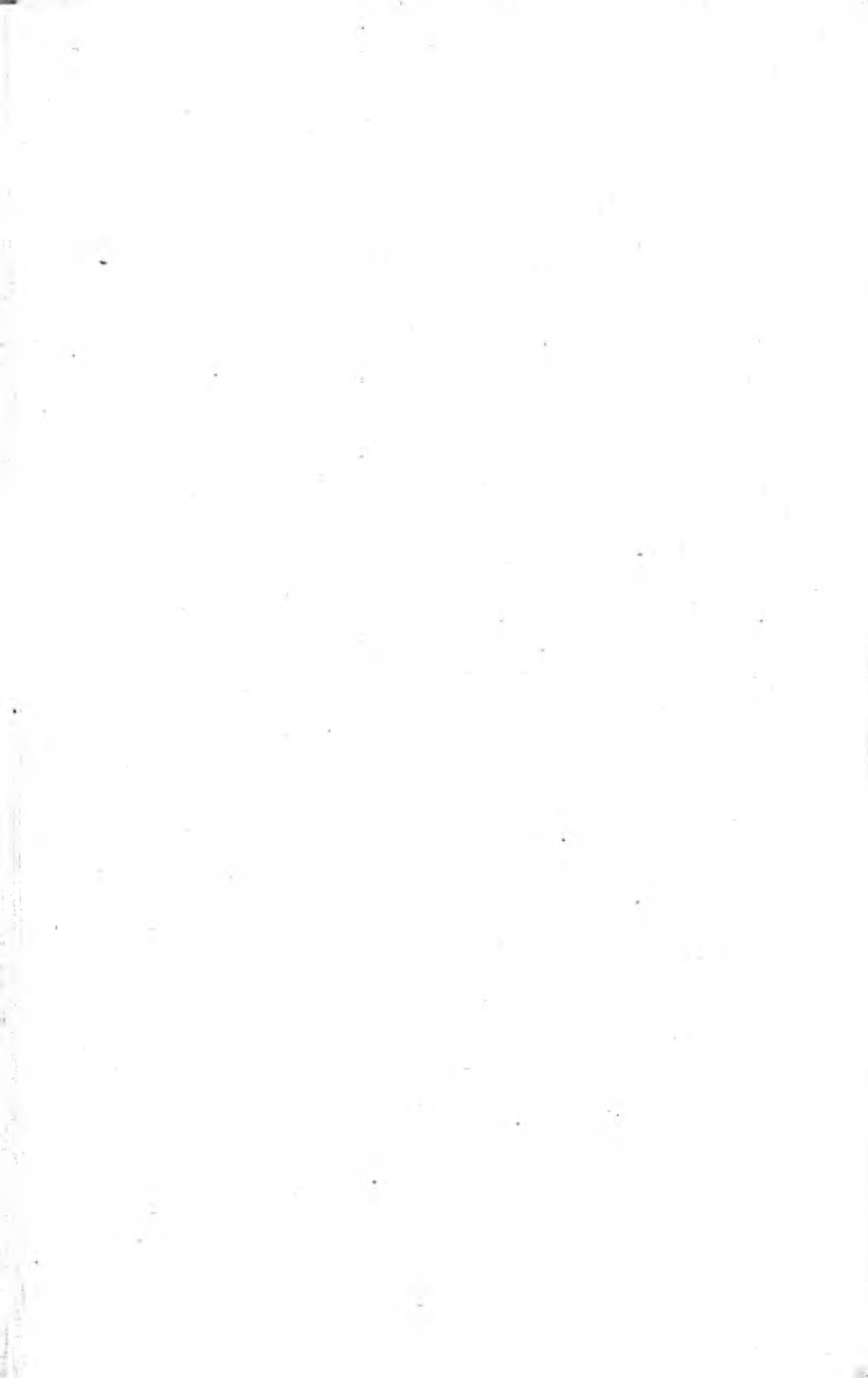
**ZONES A AMMONITES DU JURASSIQUE**  
d'après Oppel, Neumayr, Buckman, Haug.

<b>Jurassique supérieur</b>	PORTLANDIEN	Zone à <i>Berriasella Callisto</i> .
		— <i>Perisphinctes contiguus</i> .
		— <i>Oppelia lithographica</i> .
	KIMERIDIEN	— <i>Aulacostephanus pseudomutabilis</i> .
		— <i>Stroblites tenuilobatus</i> .
<b>Jurassique moyen</b>		— <i>Perisphinctes Achilles</i> .
	LUSITANIEN	— <i>Peltoceras bicristatum</i> et <i>Ochetoceras Marantianum</i> .
		— <i>Peltoceras transversarium</i> et <i>Ochetoceras canaliculatum</i> .
		— <i>Cardioceras cordatum</i> .
	OXFORDIEN	— <i>Quenstedticeras Mariae</i> .
<b>Jurassique inférieur</b>		— — <i>Lamberti</i> et <i>Peltoceras athleta</i> .
	CALLOVIEN	— <i>Reineckeia anceps</i> .
		— <i>Macrocephalites macrocephalus</i> .
	BATHONIEN	— <i>Oppelia aspidoides</i> .
		— — <i>fusca</i> .
<b>Lias</b>		— <i>Cosmoceras garantianum</i> .
	BAJOCIEN	— <i>Witchellia Romani</i> .
		— <i>Emileia Sauzei</i> .
		— <i>Witchellia laeviuscula</i> .
	AALENIEN	— <i>Lioceras concavum</i> .
<b>Lias</b>		— <i>Ludwigia Murchisonae</i> .
		— <i>Lioceras opalinum</i> .
		— <i>Dumortieria pseudoradiosa</i> .
	TOARCIEN	— <i>Lytoceras jurense</i> .
		— <i>Dactylioceras commune</i> .
<b>Lias</b>		— <i>Harpoceras falciferum</i> .
	DOMÉRIEN	— <i>Amaltheus spinatus</i> .
		— — <i>margaritatus</i> .
	PLIENSACHIEN	— <i>Deroceras Davoei</i> .
		— <i>Polymorphites Jamesoni</i> .
<b>Lias</b>		— <i>Deroceras armatum</i> .
		— <i>Echioceras varicostatum</i> et <i>Ozynotoceras ozynotum</i> .
	LOTHARINGIEN	— <i>Asteroceras obtusum</i> .
		— — <i>Turneri</i> .
	SINÉMURIEN	— <i>Arnioceras semicostatum</i> .
<b>Lias</b>		— <i>Arietites Bucklandi</i> .
		— <i>Schlotheimia angulata</i> .
	HETTANGIEN	— <i>Alsatites laqueus</i> .
		— <i>Psiloceras planorbis</i> .



**ZONES A AMMONITES DU CRÉTACÉ**  
d'après Kilian, Jacob et de Grossouvre

Crétacé supérieur ou Sénonien	MAESTRICHTIEN	Zone à <i>Parapachydiscus neubergicus</i> . — <i>Bostrychoceras polyplacum</i> . — <i>Hoplites Vari</i> .
	CAMPANIEN	— <i>Mortoniceras delawarensis</i> . — <i>Placentoceras bidorsatum</i> .
	SANTONIEN	— <i>Placentoceras syrtale</i> . — <i>Mortoniceras texanum</i> .
	CONIACIEN	— <i>Mortoniceras emscheris</i> . — <i>Barroisoceras Haberfellneri</i> .
	TURONIEN	— <i>Acanthoceras Deverianum</i> . — — <i>ornatissimum</i> . — — <i>Bizeti</i> . — <i>Mammites nodosoides</i> .
Crétacé moyen	CÉNOMANIEN	— <i>Acanthoceras rotomagense</i> — — <i>Mantelli</i> . — <i>Mortoniceras inflatum</i> .
	ALBIEN	— <i>Mortoniceras Hugardianum</i> . — <i>Hoplites dentatus</i> . — — <i>tardefurcatus</i> .
	APTIEN	— <i>Douvilleiceras nodosocostatum</i> . — — <i>subnodosocostatum</i> . — <i>Oppelia Nisus</i> . — <i>Parahoplites Deshayesi</i> et <i>Ancyloceras Matheroni</i> .
Crétacé inférieur ou Néocomien	BARRÉMIEN	— <i>Heteroceras Aastierianum</i> et <i>Macroscaphites Yvani</i> . — <i>Pulchellia pulchella</i> et <i>Holcodiscus Caillaudianus</i> . — <i>Parahoplites angulicostatus</i> . — <i>Desmoceras Sayni</i> .
	HAUTERIVIEN	— <i>Crioceras Duvali</i> . — <i>Acanthodiscus radiatus</i> et <i>Leopoldia castellanensis</i> . — <i>Saynoceras verrucosum</i> .
	VALANGINIEN	— <i>Kilianella Roubaudiana</i> . — <i>Thurmannia Boissieri</i> et <i>Spiticeras Negreli</i> .



# GÉOLOGIE RÉGIONALE DU BASSIN DE PARIS

---

## LIMITES ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU BASSIN DE PARIS

Sur une carte géologique à petite ou moyenne échelle, par exemple sur celle de la France au millionième, le Bassin de Paris, formé de terrains secondaires et tertiaires, apparaît comme assez bien individualisé, délimité par des massifs anciens que séparent des seuils plus ou moins larges.

Les massifs hercyniens sont le Massif armoricain, le Massif Central, les Vosges, l'Ardenne ; les seuils sont le détroit poitevin, le détroit morvano-vosgien, le détroit franco-germain entre les Vosges et le prolongement de l'Eifel, le golfe du Luxembourg qui à certains moments tels que le Trias et le Rhétien a également joué le rôle d'un détroit, certainement très resserré, ouvert en direction du NE. Entre le Cotentin et le Boulonnais intervient la coupure brusque et récente de la Manche.

Dans l'espace ainsi défini, la partie centrale est occupée par des formations tertiaires, tandis que les assises secondaires dessinent à l'affleurement des auréoles nettes surtout dans la partie orientale et de plus en plus anciennes à mesure que l'on se dirige vers la périphérie. Il est devenu banal de comparer cette disposition à des cuvettes emboîtées.

Mais il faut bien se garder de voir dans cette disposition des différentes couches les « laisses » successives abandonnées dans une vaste dépression par des mers en retrait progressif vers le centre. Dépression dont les massifs anciens auraient constitué la bordure ébréchée par les seuils. En réalité, le Bassin de Paris tel qu'il se montre actuellement ne représente qu'un stade évolutif et peut-être temporaire d'une partie de l'Europe occidentale, dû principalement à l'action de l'érosion sur l'architecture engendrée par le contre-coup des grands mouvements tertiaires.

S'il semble en effet que le Massif armoricain n'ait subi depuis les plissements hercyniens que peu de vicissitudes, il n'en est pas de même des autres régions anciennes dont il a été parlé. Le Massif Central a été très probablement recouvert en grande partie par les eaux du Lias, comme l'a d'ailleurs été la Vendée, et des considérations paléogéographiques conduisent à penser qu'il a été largement submergé à diverses périodes du Jurassique moyen et supérieur, de même qu'au Crétacé inférieur. Les Vosges paraissent bien être demeurées immergées du Trias moyen au Bathonien et peut-être même jusqu'à la fin du Jurassique. L'Ardenne exondée pendant le Jurassique et le Crétacé inférieur a été recouverte par la transgression cénomaniennne.

En ce qui concerne l'axe de l'Artois que l'on considère généralement comme limitant le Bassin de Paris vers le N, s'il est maintenant ennoyé



sous des terrains crétacés et tertiaires, il a constitué une barrière prolongeant l'Ardenne jusqu'au début du Cénomaniens. Il peut être considéré comme un pli posthume sur l'emplacement de la ride frontale hercynienne, et en passant par le Boulonnais où réapparaissent les terrains paléozoïques, il se poursuit de l'autre côté de la Manche par l'anticlinal du Weald qui sépare les bassins tertiaires de Londres et du Hampshire, puis s'ennoie sous le Crétacé et le Jurassique pour réapparaître dans le Somersetshire occidental où il forme les Mendip Hills qui atteignent les terrains anciens par leur prolongement sous les eaux vers Cardiff.

De ce qui précède, il résulte que logiquement, il faut rattacher au Bassin de Paris la région secondaire et tertiaire du S de l'Angleterre comprise entre l'anticlinal Weald-Mendip Hills et les contrées hercyniennes du Somersetshire et du Devonshire, ce dernier étant séparé du Cotentin auquel il correspond, par un seuil encore en activité.

D'autre part, à diverses reprises par abaissement du pli, des relations très faciles se sont établies avec le bassin sédimentaire de l'E de l'Angleterre, de même qu'à la fin du Crétacé et au Tertiaire entre la Belgique et le Bassin de Paris ; il s'ensuit que, pendant ces ennoyages des axes du Weald et de l'Artois, la limite septentrionale du Bassin de Paris s'est pratiquement effacée et n'est redevenue perceptible qu'après un nouveau soulèvement post-oligocène qui s'est poursuivi jusqu'à la fin du Pliocène et peut-être même au delà.

Ajoutons enfin que, si le seuil de la Manche occidentale, entre Cotentin et Devonshire paraît avoir été ouvert au cours de la presque totalité des périodes jurassique, crétacée et tertiaire, la coupure de la Manche orientale qui limite artificiellement le Bassin de Paris ne date que du Quaternaire récent.

Ces faits démontrent combien a été changeante la physionomie de cette partie de l'Europe occidentale au cours des temps géologiques, et qu'elle est passée par bien des fortunes diverses avant que s'en soit dégagé le Bassin de Paris tel qu'il se présente aujourd'hui.

Dans les limites qui viennent d'être définies, le Bassin de Paris est une vaste région comprenant les bassins de la Seine et de la Somme et la partie médiane de celui de la Loire ; il mesure dans ses grandes dimensions à peu près 580 km. de la base du Cotentin aux Vosges, 480 km. du détroit du Poitou à l'Ardenne et 440 km. du Boulonnais au Massif Central en passant par Paris. Il occupe la plus grande partie de la moitié septentrionale de la France avec une superficie un peu inférieure au tiers de celle de notre pays.

Décrivant récemment la région au point de vue de sa Géographie physique, E. de Martonne (1) rappelle que sur huit directions principales en s'éloignant de Paris, « six montrent le relief s'élevant avec des affleurements de couches de plus en plus anciennes, pour aboutir à des massifs cristallins ou primaires », le plus rapproché de ceux-ci étant le Massif armoricain. Le caractère de vaste dépression est ainsi

(1) E. DE MARTONNE. Géographie physique de la France. Paris, 1942. Voir p. 28.

bien accusé, et dans l'état actuel des choses, on est parfaitement en droit de parler d'un bassin géologique et topographique, tout en ne se dissimulant pas que les parties qui constituent cet ensemble ont fréquemment, au cours de son histoire, évolué indépendamment les unes des autres.

En se basant sur cette dernière considération, le commandant O. Barré (1) a été amené à dire que « l'expression de bassin parisien, que l'usage a consacrée, est assez mal choisie, et conduit à se faire des idées fausses que l'on trouve développées en trop d'endroits ». V. Raulin (2) s'est élevé contre cette manière de voir et a rappelé les raisons qui, depuis Guettard en 1746, ont amené les géologues à la conception d'un Bassin de Paris comme unité cohérente. La cause est entendue, son existence actuelle est un fait, et il suffit de se souvenir qu'il a fait partie d'un système beaucoup plus étendu dont il a été séparé par des mouvements tectoniques et par une érosion ultérieure.

#### LE CONTACT AVEC LES MASSIFS ANCIENS

Il semble qu'aucune difficulté ne puisse surgir lorsqu'il s'agit de délimiter le Bassin de Paris là où il est en contact avec des massifs anciens ; théoriquement, il doit suffire de constater si l'on se trouve encore sur les terrains secondaires ou déjà sur les formations cristallines ou paléozoïques. Dans la pratique, le changement de régime géologique n'apparaît pas toujours nettement au premier examen, et lorsque les reliefs sont adoucis et qu'aucune coupe ou carrière ne se trouve à proximité, on peut cheminer pendant un certain temps sans s'apercevoir que l'on a atteint la bordure hercynienne, laquelle n'est souvent décelée que par une végétation silicicole, digitales, bruyères, genêts, ajoncs, châtaigniers, indice qui ne prend toute sa valeur que lorsque ce sont des calcaires ou des marnes qui viennent au contact des roches cristallines.

En beaucoup de points, les sédiments secondaires et tertiaires se sont avancés bien plus loin sur les massifs anciens que ne le laissent supposer les dénudations qui ont cependant respecté à la surface de ceux-ci des lambeaux plus ou moins étendus qui logiquement appartiennent encore au Bassin de Paris.

Inversement, il y a quelquefois réapparition en région jurassique ou même crétacée de dômes ou de horsts hercyniens. Si l'on peut se permettre cette comparaison, cette disposition évoque un peu celle que l'on observe le long d'une côte découpée ou des îlots et récifs subsistent en mer tandis que des golfes et fjords pénètrent loin dans les terres.

Il arrive également que l'on se trouve en présence de Trias faisant suite en continuité stratigraphique à du Permien, ce qui amènera à situer arbitrairement la limite du Bassin de Paris au contact des deux formations, la seconde étant par définition rattachée au Massif hercynien. Et l'on sait, par surcroît, combien est délicate la discrimination

(1) C. O. BARRÉ. L'Architecture du sol de la France. Paris, 1903. Voir p. 69.

(2) V. RAULIN. Défense du Bassin parisien. *B. S. G. F.* (4), III, p. 679-694, 1903.

entre ces formations de faciès souvent très voisins lorsque les fossiles font défaut.

C'est en bordure du Massif armoricain que, sur la carte la distinction apparaît avec le plus de netteté, les plis hercyniens étant coupés à peu près perpendiculairement par les zones d'affleurement du Jurassique et du Crétacé. E. de Martonne a attiré l'attention sur le contraste qui s'observe entre les deux secteurs de ce contact, l'un de la mer au N de Sablé-sur-Sarthe, convexe vers l'E, l'autre de ce dernier point au seuil poitevin, convexe vers l'W.

Le premier est une région de reliefs élevés pour la contrée, aussi bien en ce qui concerne les roches anciennes portées à 400 m. dans le Bocage normand qu'en ce qui se rapporte à la partie limitrophe du Bassin de Paris, avec des hauteurs de 303 m. dans les collines du Perche. La structure et le modelé de ces dernières sont sous l'étroite dépendance de l'allure du substratum hercynien dont les plis qui ont rejoué au Tertiaire subissent un changement de direction qui les fait passer d'une orientation armoricaine ou à peu près, NW-SE et WNW-ESE, à une orientation subvarisque WSW-ENE avec oscillation autour de la ligne W-E. Cette remise en mouvement a été accompagnée de fractures souvent multiples et brisées telles que les failles de Mortagne et de Bellême et de la surélévation de petits horsts comme celui de la forêt de Perseigne.

Du N de Falaise à Fresnay-sur-Sarthe, le massif ancien et la région secondaire s'interpénètrent, le Silurien, le Briovérien et même le granite revenant au jour au travers du Jurassique, à la faveur de cassures et de l'érosion qui découvre des récifs qui avaient été recouverts par les sédiments de la mer en transgression. Cette configuration, jointe à la présence de faciès souvent très littoraux, permet de penser que la côte n'était pas loin. La transgression cénomaniennne bien au delà des points atteints par le Jurassique est attestée par des lambeaux qui ont été conservés à la surface des terrains anciens, à des altitudes pouvant atteindre 300 m. et qui sont nombreux à l'W d'Alençon, à peu de distance des flots de granite granulitique perçant le Bajocien et le Bathonien et qui, au point de vue du contact des deux régions, constituent le phénomène inverse.

Vers le N, la même opposition, très parlante, s'observe : alors qu'au NE de Falaise des récifs siluriens dégagés par l'érosion se montrent au travers du Bathonien, au SW de la localité de nombreux lambeaux ont subsisté, souvent très réduits sur les schistes pourprés, les schistes briovériens, et l'on en trouve six formés de Lias sur le massif granitique d'Athis. Plus au NW, une bande de Trias qui se développe largement avant Isigny sépare le Jurassique du Briovérien et du Permien du Bassin de Littry, avec lequel il est cependant en contact dans la région de Blay.

Les petits bassins du Cotentin paraissent, pour le Rhétien et l'Hettangien, indépendants du Bassin de Paris, mais par la suite, golfes ouverts vers l'E, ils ont représenté la prolongation de celui-ci vers l'Angleterre ; toutefois, leurs caractères particuliers démontrent qu'à



plusieurs reprises ils ont servi de trait d'union avec des régions atlantiques plus chaudes, les faunes du Crétacé et du Tertiaire étant à cet égard tout à fait probantes, et conduisant à penser qu'à partir du Maestrichtien il y a non seulement eu de larges chenaux communiquant avec l'W, mais que probablement il s'est agi de golfes étroits ouverts dans cette direction et ne faisant par conséquent plus partie du Bassin de Paris.

Dans le deuxième secteur, s'étendant de Sablé-sur-Sarthe au seuil poitevin, la limite entre la région secondaire et le massif ancien est encore moins marquée par la topographie que dans le premier ; les mers jurassiques et crétacées se sont avancées sur une pénéplaine très

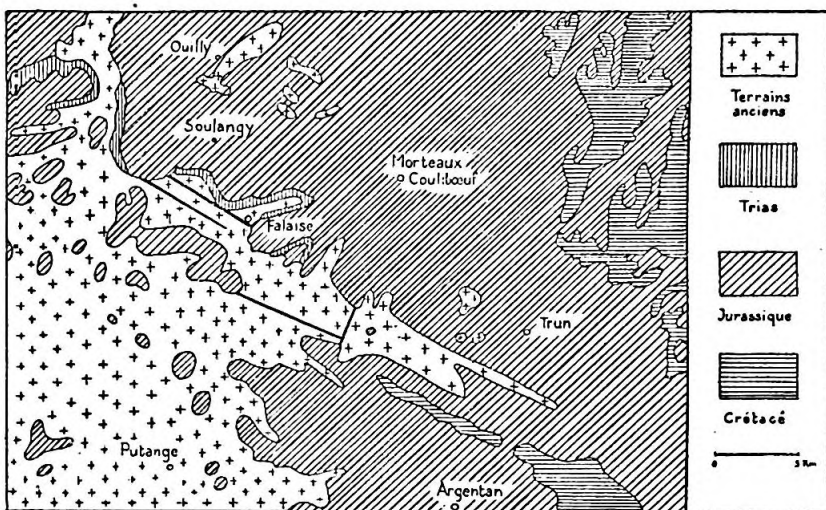


Fig. 1. — Le contact entre le Bassin de Paris et le Massif armoricain dans la région de Falaise, montrant les pointements de terrains anciens au travers du Jurassique et les lambeaux jurassiques sur les terrains anciens. Les traits forts représentent les failles.

poussée de sorte que l'on n'observe pas d'îlots de roches anciennes en arrière du contact, alors que l'érosion a respecté quelques lambeaux-témoins de Jurassique ou de Crétacé en avant de celui-ci.

Les faciès littoraux du Lias des pointements des environs de Durtal dans le Bas-Maine indiquent que le rivage n'était pas éloigné, mais il a été porté notablement plus à l'W par la transgression cénomaniennne. Si l'on fait abstraction de quelques exceptions de détail, du S de Morannes au N de Thouars, c'est le Crétacé moyen qui recouvre directement les terrains anciens en un arc à convexité occidentale, dont le sommet se trouve à peu près sur le cours de la Loire. Le fleuve a emprunté une région dépressionnaire, s'étendant du SE d'Angers à la

mer, zone basse qui a été très souvent sous les eaux, en totalité ou en partie, du Lias au Tertiaire.

En résumé, le contact entre le Bassin de Paris et le Massif armoricain se fait sans brusquerie aussi bien topographiquement que tectoniquement ; très net sur la carte géologique, il est souvent difficile à préciser sur le terrain où il n'est notamment marqué par aucune grande faille bordière. Les mers secondaires se sont avancées sans heurt, perpendiculairement à la direction des plis, sur ce littoral d'ennoyage qui a probablement présenté en certains points les caractères d'une côte à rias. Le Massif ancien n'ayant été que très faiblement soulevé en contre-coup des grands mouvements tertiaires, l'érosion a agi sur une région peu déformée, mettant à nu des récifs et de petits dômes anciens un peu en arrière de la zone générale de contact, et laissant en regard subsister des lambeaux de Jurassique et de Crétacé sur la région hercynienne.

Le contact avec le Massif Central est encore, dans presque toute son étendue, et exception faite pour le Morvan, fort peu indiqué dans la topographie. Les couches sédimentaires se relèvent progressivement vers le S lorsqu'on se dirige vers la Marche, et il est souvent bien difficile de définir à quel moment exact on est passé sur les gneiss et micachistes. Du N au S, on rencontre des formations de plus en plus anciennes à des cotes de plus en plus élevées et sans hiatus on atteint le massif hercynien qui continue peu à peu à prendre de l'altitude.

Cette zone limite avec le Massif Central qui s'étend sur plus de 400 km., montre des aspects différents suivant les secteurs, Limousin, Marche, Bourbonnais, Morvan.

Dans le NW du Limousin où de nombreuses rivières (Vienne, Gartempe, etc.) sortent perpendiculairement du massif, la terminaison du Bassin de Paris se manifeste par l'apparition des roches cristallines dans les fonds de vallées.

A l'inverse de ce qui s'observe le long du Massif armoricain, les terrains secondaires sont en contact avec la Marche suivant une ligne parallèle aux plis qui sont orientés sensiblement W-E et sont considérés comme un faisceau septentrional détaché d'un ensemble de direction armoricaine ayant buté contre le môle du granite de Guéret et dont l'autre branche s'allonge NNW-SSE, à peu près parallèlement à la zone broyée d'Argentat. La mer s'est très probablement, à certaines périodes, avancée plus loin sur la Marche que ne l'indiquent les affleurements actuels, mais en d'autres, celle-ci a pu former le rivage, en une côte dite longitudinale bien caractérisée.

Plus à l'E, entre le S de Saint-Amand-Montrond et le Morvan, la délimitation devient très difficile à définir les calcaires oligocènes et les Sables du Bourbonnais chevauchant en certains points sur le contact, par exemple autour de Saulzais-le-Potier. Les calcaires à Phryganes de l'Oligocène supérieur, prolongement direct de ceux de la Limagne, se développent largement entre Allier et Loire presque partout recouverts par des sables et graviers qui s'étendent sur tous les plateaux et auxquels il est téméraire d'assigner un âge précis. Entre

Lurcy-Lévy et l'E de Fours, ces formations nummulitiques et plio-quadernaires reposent soit sur le Trias, soit sur le Jurassique et on observe des lambeaux plus au N.

Les calcaires à Phryganes sont en continuité absolue avec ceux de la Limagne dont au surplus rien dans la topographie ne les sépare ; ils représentent la continuation vers le N du bassin oligocène du Massif Central, lequel bien qu'ayant probablement communiqué par des biefs étroits avec le Bassin de Paris, doit être considéré en raison de sa faune comme le prolongement des lagunes du Bassin du Rhône, occupant des zones dépressionnaires ou effondrées du massif ancien et s'étant un peu étalé au delà de ce dernier sur le Trias et le Jurassique du bord méridional du bassin parisien.

De ce qui précède, il parait logique de conclure que la limite de cette dernière région doit se situer au front des calcaires à Phryganes ; mais ceux-ci subsistant en quelques lambeaux sur le Secondaire, elle peut être arbitrairement établie suivant une ligne S de Lurcy-Lévy-Dornes-Vandenesse qui tient compte de ce que le Secondaire se poursuit plus ou moins loin sous l'Oligocène. Nous rencontrons donc une disposition que nous n'avons pas encore observée, celle d'une bordure du Bassin de Paris, plus récente que ses assises périphériques et débordant sur elles, prolongée en arrière du contact par quelques lambeaux.

Les roches anciennes qui se trouvent à une profondeur assez faible dans le Nivernais, ainsi que l'attestent les horsts de Decize et de Saint-Saulge, réapparaissent dans le Morvan dont le bord occidental est en contact brusque avec les terrains secondaires dont le séparent de grandes failles bordières. Le Massif hercynien qui s'élève rapidement jusqu'à 900 m. contraste vivement avec les plaines et coteaux qu'il domine, et l'on s'aperçoit tout de suite à la topographie du changement survenu dans la nature du sous-sol. Des remontées au jour des roches cristallines au travers du Jurassique inférieur se produisent au S de Corbigny, presque toujours à la faveur de failles.

Si l'on aborde le Morvan par le N, les choses se présentent d'une manière tout à fait différente, les formations du Bassin de Paris reposant sur les roches cristallines et le passage d'un régime à l'autre se faisant en dehors de tout accident tectonique.

Par exemple, lorsque d'Auxerre on se dirige vers Avallon, on constate un relèvement des assises jurassiques qui prennent progressivement de l'altitude, et l'on est surpris de rencontrer au delà de la seconde localité, sans que rien l'ait fait présager, la profonde entaille de la vallée du Cousin, en pleine granulite.

La granulite et les gneiss réapparaissent grâce à l'érosion, au travers du Lias autour de Semur, tandis qu'en regard, sur les roches granitiques et gneissiques ont été conservés de très nombreux lambeaux de Lias.

Sur le bord E du Morvan, on retrouve le régime des failles-limites, mais moins continu, moins net et moins régulier que vers l'Occident.

La présence de multiples lambeaux de Lias dont certains, tels ceux des environs de Saint-Agnan se trouvent presque au centre du massif,

ne laisse aucun doute sur la submersion totale du Morvan tout au moins pendant une partie du Jurassique, et il n'est pas prouvé qu'il ne soit pas également demeuré sous les eaux pendant le début du Crétacé-moyen.

Tel qu'il se montre, borné au S par le bassin permo-carbonifère d'Autun, plongeant au N sous les assises secondaires, mais limité à l'W et à l'E par des failles, le Morvan peut être considéré comme un horst, les formations secondaires du Bassin de Paris étant effondrées par rapport à lui. Cet effondrement est consécutif à un soulèvement général, contre-coup des mouvements alpins qui se sont fait fortement sentir dans la région, et ont été suivis d'une décompression à laquelle il faut aussi imputer les multiples fractures subméridiennes d'entre Morvan et Loire, avec mise en saillie des horsts de Saint-Saulge et Decize ainsi que la grande faille de l'W de Lurcy-Lévy à l'W de Montargis avec relais à Sancerre.

On peut aussi imaginer que, les terrains triasiques et jurassiques étant pratiquement restés en place, ce sont les massifs hercyniens qui seuls ont effectué un mouvement positif et se sont soulevés par rapport à eux ; les horsts ne représenteraient donc pas des blocs anciens non retombés après un soulèvement, mais des compartiments surgis à la suite de dislocations au travers d'un entourage demeuré à peu près immobile. Cette deuxième hypothèse est moins vraisemblable et cadre moins bien avec les faits que la première.

Les Vosges forment vers l'E une limite topographique très nette au Bassin de Paris, mais nullement une limite paléogéographique ; en effet, elles sont restées sous les eaux au moins pendant une partie du Jurassique et la zone de contact entre le Secondaire et le massif hercynien a uniquement été déterminée par l'érosion agissant sur un ensemble soulevé au cours des mouvements alpins et faisant apparaître le substratum ancien par abrasion d'une épaisse couverture triasique et jurassique dont la continuité antérieure avec la cuvette germanique, par-dessus la Forêt-Noire, ne fait aucun doute.

Une difficulté réside dans le fait que le Permien qui existe en de nombreux points est le plus souvent en continuité stratigraphique avec les grès du Trias inférieur, et que ceux-ci portés à des altitudes pouvant dépasser 1.000 m. au Donon sont généralement considérés comme faisant partie de la chaîne et comme constituant les Vosges gréseuses à côté des Vosges cristallines ou proprement dites.

Il faut considérer que ces grès, non plissés, s'abaissent rapidement par suite du plongement du massif hercynien qui disparaît sous le Trias, d'une part vers le N en direction de la trouée de Saverne où ils atteignent à peine la cote 400 pour s'étaler largement dans le Hardt où ils se relèvent progressivement jusqu'au-dessus de 680 m., d'autre part vers l'W et le SW où leur affleurement pousse une pointe presque jusqu'à Vittel, et où, en certains points, leur altitude ne dépasse guère 300 m.

Ces grès, grès vosgien et grès bigarré, s'intègrent donc à la base de la série stratigraphique secondaire constitutive du Bassin de Paris,



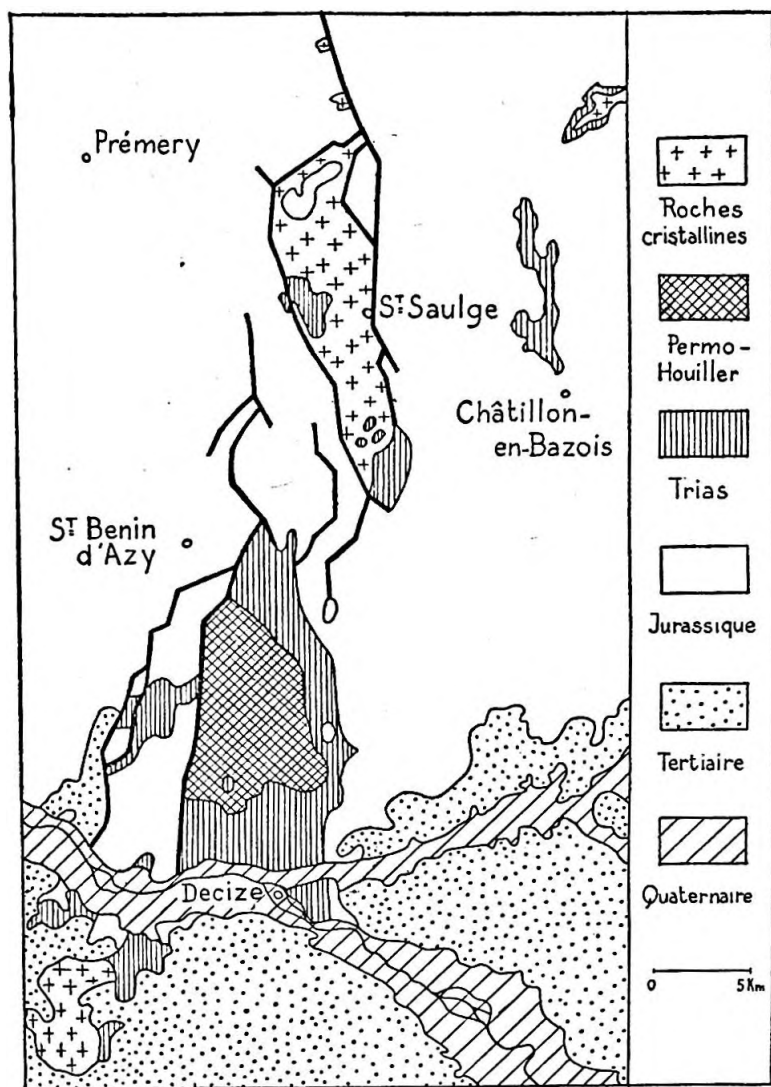
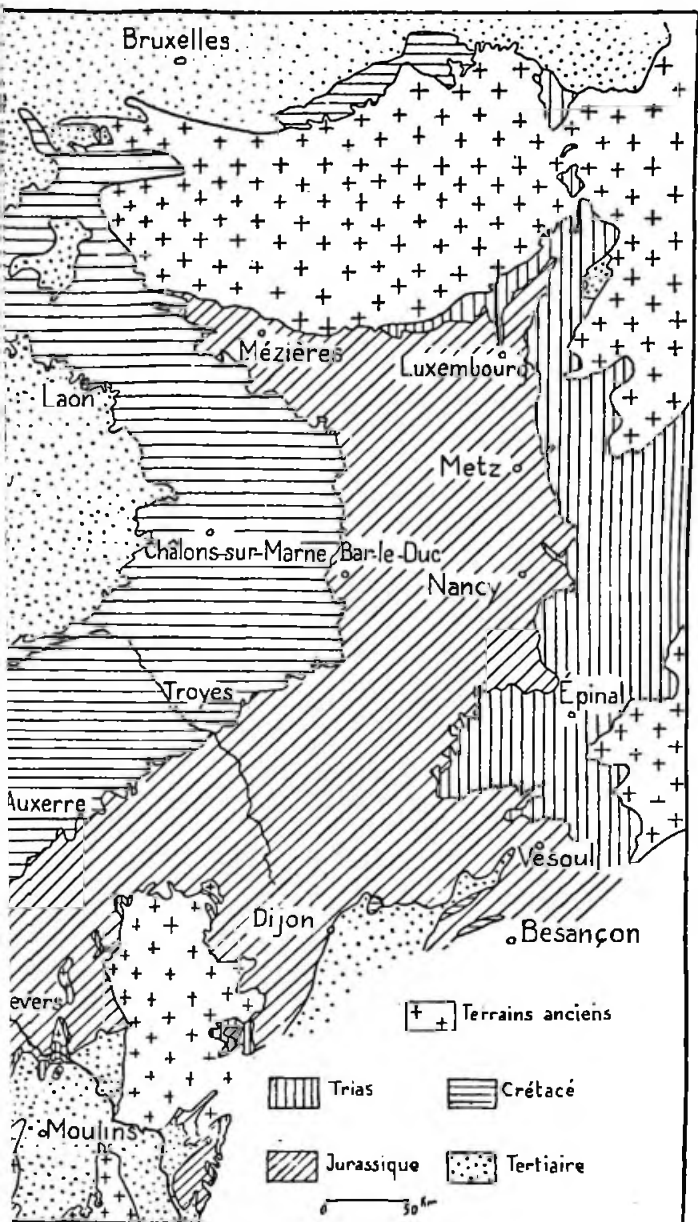


Fig. 2. — Les horsts de Saint-Saulge et de Decize.



Fig. 3. — Carte géologique



Plan géologique du Bassin de Paris.

bien qu'aux points de vue tectonique et géographique ils tiennent également leur place dans les Vosges.

Vers l'W, les Vosges cristallines s'enfoncent normalement sous les assises secondaires, sans failles de bordure, tandis qu'à l'E la chaîne est brusquement sectionnée par une série de fractures résultant de l'effondrement — ou du non-relèvement — de la vallée du Rhin, cassures qui déterminent une zone intermédiaire comportant du Trias et du Jurassique, dite région sous-vosgienne.

En avant des Vosges, dans le secteur compris entre Martigny et Remiremont, l'érosion fait apparaître des flots de substratum ancien formés de gneiss, de granite et de granulite, souvent dans les fonds de vallées, et quelquefois à la faveur de failles.

Le contact avec l'Ardenne est net et bien tracé sur le bord méridional du massif, avec peu d'indentations, de rares lambeaux-témoins sur le socle ancien, et sans aucune réapparition de ce dernier au travers des formations secondaires. A l'intérieur de nos frontières, le Jurassique déborde le Trias et repose directement sur le Paléozoïque. Plus à l'E, en Belgique et dans le Luxembourg, l'érosion a largement réduit le Lias, et on voit les grès bigarrés du Trias inférieur recouvrir le Dévonien inférieur.

Sur son bord W, l'Ardenne, terminaison occidentale du grand massif schisteux rhénan, s'enfonce doucement sous le Crétacé de la Thiérache sans que cette disparition soit bien marquée dans la topographie. Les terrains primaires reviennent au jour en quelques points au travers du Cénomaniens et de l'Éocène inférieur, et inversement, des vestiges de ces formations s'observent sur le socle ancien.

Les opinions diffèrent sur le rôle joué par le Massif ardennais dans l'encadrement du Bassin de Paris au cours des périodes géologiques. Pour les uns qui pensent que les dépôts triasiques ne se sont guère formés que dans le détroit du Luxembourg dû à un ennoyage entre l'Ardenne et l'Eifel, la limite d'extension actuelle du Jurassique se tiendrait très près de l'ancienne ligne de rivage, et le massif n'aurait été submergé que par la transgression cénomaniens. L'absence de lambeaux-témoins jurassiques, de même que le caractère nettement littoral de beaucoup de sédiments de cet âge sont des arguments dans ce sens.

D'autres, se basant sur le front que forment les côtes de Jurassique aux environs de Mézières et de Charleville, où se dressant face au N elles paraissent dominer l'Ardenne, croient que la série secondaire a complètement recouvert le massif paléozoïque. Nous reviendrons sur cette question, mais nous pouvons dès maintenant indiquer qu'en ce qui concerne le Secondaire, seule l'invasion du socle hercynien par la mer cénomaniens peut être considérée comme une certitude, ainsi que l'ont révélé les sondages sur l'axe de l'Artois. La transgression a atteint son maximum au Crétacé supérieur, puis est venue une exondation bientôt suivie d'un retour de la mer à l'Éocène inférieur, submersion qui ne paraît pas s'être maintenue au delà de l'Éocène moyen.



## LES SEUILS

Dans les brèches, dont certaines sont très larges, qui dans la bordure du Bassin de Paris existent entre les massifs anciens et le font communiquer, sédimentairement parlant, si l'on peut s'exprimer ainsi, avec d'autres bassins secondaires et tertiaires, les limites sont très fuyantes et il est bien difficile de les préciser. On ne peut guère parler que de confins ainsi que l'a indiqué E. de Martonne.

Il y a en effet passage insensible d'un bassin à un autre, souvent non marqué par la topographie et avec une continuité géologique parfaite. On n'a plus comme précédemment le critérium qui malgré les indentations, les lambeaux-témoins et les réapparitions de terrains anciens, consistait à pouvoir se dire que par définition on se trouvait encore dans le Bassin de Paris tant que l'on n'avait pas quitté le Mésozoïque, et qu'on l'avait abandonné dès que l'on foulait un sous-sol hercynien.

Les termes de seuil et de détroit s'entendent principalement du point de vue de la cartographie géologique ; on les applique à des dispositions de terrains que la topographie n'accuse quelquefois que d'une manière atténuée, et ils ne correspondent à des réalités paléogéographiques que pour des périodes assez limitées.

Le seuil ou détroit du Poitou, extrêmement net sur une carte géologique, y apparaît comme un passage faisant communiquer le Bassin de Paris et le Bassin aquitainien, entre la Gâtine et le NW du Limousin. Il est long d'à peu près 55 km. et large de 63 en sa partie la plus étroite que marque sensiblement la faille de Champagné-Saint-Hilaire depuis l'E de Ménigoute.

Ce détroit correspond à un ennoyage des plis de direction armoricaine sous les formations secondaires, ainsi que l'attestent les grandes failles orientées NW-SE qui le traversent et qui ont été produites par la remise en jeu au Tertiaire de plissements et de fractures hercyniens. Le substratum ancien se tient d'ailleurs à une faible profondeur, la preuve en étant fournie par ses remontées au jour à la faveur d'accidents tectoniques. Les roches granitiques du S de Ligugé, du N de Melle, et le porphyre pétrosiliceux de Champagné-Saint-Hilaire se montrent ainsi au travers du Lias et du Jurassique moyen.

Les affleurements actuels ne donnent qu'une idée bien imparfaite de l'histoire paléogéographique de cette région. Le Lias a certainement recouvert toute la Vendée et une grande partie du Massif Central, de sorte que malgré les apparences on ne peut parler de détroit à cette époque. Par contre, les faciès du Jurassique moyen, littoraux, avec lacunes partielles, bancs-limites, hard-grounds, diminution d'épaisseur, en bordure des massifs cristallins, et plus profonds dans la partie centrale, démontrent que l'on a eu affaire à un chenal dont les contours actuels donnent à peu de chose près la largeur.

A travers cette région poitevine il y a continuité stratigraphique absolue entre le Bassin de Paris et le Bassin d'Aquitaine et Ph. Glan-geaud a montré que pendant presque tout le Jurassique les faciès carac-

téristiques du premier se sont étendus en moyenne jusqu'aux environs de La Rochefoucauld et de Montbron, c'est-à-dire qu'ils traversent tout le détroit et règnent encore dans la partie septentrionale du Bassin aquitainien. On ne peut donc compter sur des données géologiques pour établir une limite entre les deux grands bassins, d'autant plus que le Crétacé enlevé par l'érosion dans la zone de passage ne peut être d'aucun secours.

En examinant les choses sous l'angle topographique, on peut tirer d'utiles enseignements. Dans le sens transversal on constate que, dans la partie médiane, les hauteurs du Bocage vendéen et de la Gâtine qui s'allongent en une direction armoricaine et n'atteignent pas l'altitude de 300 m. s'abaissent avant le contact avec les terrains jurassiques qui comme partout en bordure du massif armoricain se fait sans brusquerie. En continuant vers le SW, les cotes continuent à décroître progressivement pour se tenir autour de 74 dans la vallée du Clain à Poitiers ; puis elles se relèvent petit à petit vers le Massif Central sur lequel on passe sans heurt et où il faut atteindre la Basse-Marche pour observer un renforcement du relief.

Dans le sens longitudinal, la vallée du Clain, puis vers l'amont celle de la Bouleure, marquent une dépression orientée NNE-SSW, qui occupe à peu près exactement, à égale distance des massifs cristallins, le fond du large sillon que forment entre ceux-ci les terrains sédimentaires. En remontant les cours d'eau précités, les cotes d'altitude augmentent d'abord lentement, puis au delà de la source de la Bouleure, plus rapidement pour atteindre 190 près de Chef-Boutonne.

Des faits analogues s'observent suivant d'autres lignes longitudinales compliquées dans le détail par des rivières à cours transversal ou subtransversal, et à partir des points culminants, qui jalonnent une ligne de partage des eaux, la perte d'altitude est beaucoup plus rapide vers le S que vers le N.

La ligne de partage des eaux en question sépare donc deux réseaux hydrographiques distincts, l'un tributaire du Bassin de Paris, l'autre dépendant du Bassin aquitainien, et elle doit être considérée comme la limite géographique entre les deux régions. Vers la première coulent la Clouère, le Clain, la Bouleure, la Dive, la Vonne ; vers la seconde, la Sèvre Niortaise, le Lambon, la Béronne, la Charente. Cette limite est approximativement marquée par la grande faille de Montalembert, qu'elle abandonne à l'E des sources de la Bouleure pour passer au N de Civray et de Charroux, se prolonger entre la Charente et le Clain et s'appuyer sur le Massif Central au SW de Confolens.

Le détroit Morvano-Vosgien est la zone de terrains secondaires, essentiellement triasiques et jurassiques, qui sur une largeur d'environ 170 km. s'étend entre les massifs anciens du Morvan et des Vosges, réalisant la continuité avec le Jura et le bassin rhodanien. Au risque de paraître fastidieux, nous dirons à nouveau que, tout au moins en ce qui concerne le Jurassique, l'étranglement entre les régions hercyniennes n'est qu'une apparence actuelle due à l'érosion survenue après

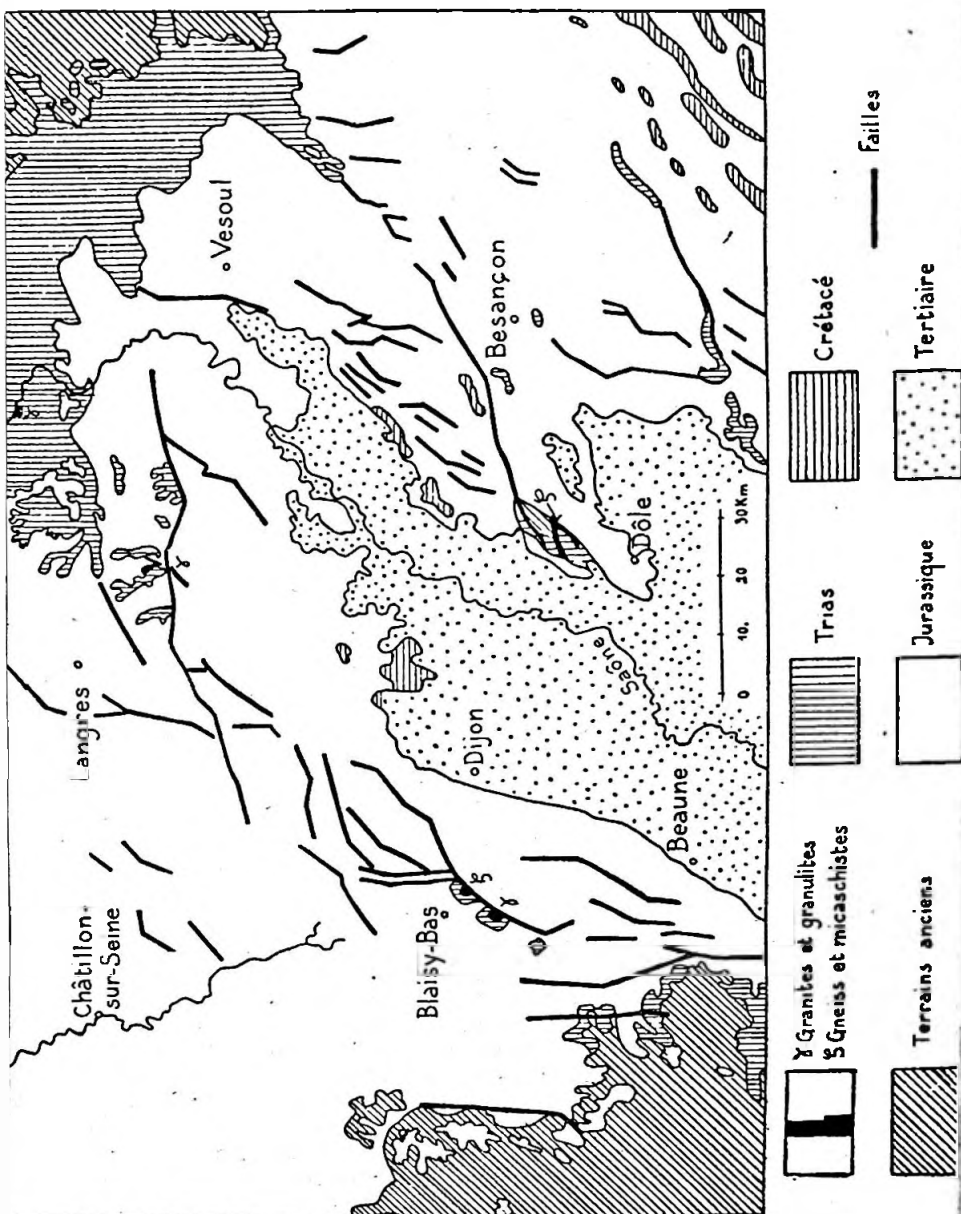


Fig. 4. — Le détroit Morvano-Vosgien et ses pointements de roches anciennes.

des soulèvements et des effondrements. Les Vosges et le NE du Massif Central sont certainement restés sous les eaux pendant le Lias et peut-être aussi pendant une partie de l'Oolithique moyen, et le Bassin de Paris n'était alors qu'un secteur non individualisé d'une mer très étendue.

Entre le Morvan qui culmine à 902 m. au Bois-du-Roi, et les Vosges à 1.426 m. au ballon de Guebwiller, cette région, que l'on peut aussi avec L. Collot appeler détroit de Langres, est formée de hauts plateaux calcaires constituant une ligne de partage des eaux entre les bassins de la Seine et de la Moselle d'une part, et celui de la Saône d'autre part. Cette ligne de faite dessine à peu près à partir du Haut-Auxois un arc de cercle à très faible convexité tournée vers le NW. Elle est jalonnée par le Mont Tasselot qui atteint 608 m., sous lequel passe le tunnel de Blaisy-Bas, et qui fait partie du massif calcaire qui sépare les sources de l'Armançon, de l'Ozerain et de la Seine, de la vallée de l'Ouche ; le Mont Saule, 512 m. et le Haut-du-Sec, 516 m., sur le plateau de Langres ; elle s'indente pour passer au S de cette localité et atteint le Mont des Fourches, 504 m., dans les Faucilles, puis diminue d'altitude pour se rabattre vers le S en direction de Remiremont. On observe donc dans l'ensemble des cotes décroissantes depuis le Haut-Auxois jusqu'aux Vosges.

Cette ligne de partage des eaux est la limite géographique et hydrographique entre le Bassin de Paris et les régions jurassienne et rhodanienne, mais elle ne correspond à aucun changement dans les conditions géologiques, la continuité étant à cet égard parfaite entre les trois secteurs, en ce qui concerne les terrains jurassiques, masquée seulement entre Morvan et Jura par l'effondrement de la vallée de la Saône.

Vers le Bassin de Paris, les couches plongent régulièrement en direction du NW, et coupées par la tranche donnent des côtes analogues aux côtes lorraines. Les nombreuses failles dirigées en moyenne SW-NE et WSW-NNE, c'est-à-dire varisques, qui affectent les terrains jurassiques entre les deux massifs anciens sont surtout situées au S de la ligne de faite, appartenant déjà au bassin de la Saône, formant une série de gradins qui déterminent une dénivellation beaucoup plus brusque et plus importante que les diminutions graduelles d'altitude qui s'observent sur le versant septentrional, lequel représente la bordure SE du Bassin de Paris.

Les fractures de direction varisque dont il vient d'être parlé soulignent la continuité des plissements hercyniens sous les assises secondaires, mais il est peut-être impropre de parler d'envoyage comme on le fait souvent, le Morvan se présentant comme un horst avec failles-bordières. Certaines de ces cassures font réapparaître le socle cristallin auréolé de Trias au travers du Jurassique, notamment à la sortie du tunnel de Blaisy-Bas et au NE de Somberton. Le petit massif cristallin et permotriasique de la Serre, accolé au flanc nord-occidental du Jura est un témoignage extrêmement parlant de la présence, à une profondeur assez faible, du substratum hercynien et constitue un jalon entre les Vosges et les Monts du Charollais, faisant figure de horst, délimité entièrement par des fractures.

Les rapports entre les couches secondaires et leur encadrement hercynien se présentent d'une manière très différente d'un bord à l'autre du détroit. Alors que le Morvan constitue un môle s'avancant au sein du Jurassique, on n'observe sur les versants SW et W des Vosges aucune faille-limite, les terrains anciens plongeant régulièrement sous le Trias.

Si l'on demeure en territoire français, c'est entre les Vosges et l'Ardenne que l'on trouve l'interruption la plus longue dans la ceinture de massifs anciens qui entoure d'une façon discontinue le Bassin de Paris, et sur près de 200 km. on reste dans le détroit franco-germain en pays triasique et jurassique de faible altitude. C'est tout à fait arbitrairement que l'on arrête le Bassin parisien à nos frontières, car, géologiquement parlant, les dépôts secondaires du Palatinat et du Luxembourg en font encore partie. Dès lors, on découvre des limites beaucoup plus naturelles constituées par la vallée du Rhin effondrée entre le Trias inférieur gréseux suivant de grandes failles de bordure, la Sarre paléozoïque et le massif schisteux rhénan. Ce dernier est entamé par le golfe du Luxembourg, qui a certainement été détroit ouvert vers le N au Trias et au Rhétien et peut-être même pendant une partie du Jurassique inférieur ; cette disposition divise en deux parties le massif schisteux et détermine sa terminaison en deux pointes occidentales, le Hunsrück entre la Sarre et le golfe du Luxembourg, et l'Ardenne au delà de celui-ci.

Le Trias de la Lorraine et du Palatinat est en continuité absolue avec celui qui a subi un soulèvement dans les Vosges et il représente la prolongation vers l'W de celui de la cuvette germanique dont il a été séparé par l'effondrement — ou le manque de soulèvement — de la vallée du Rhin. L'espace compris entre les Vosges et le massif paléozoïque du N, que l'on peut à peine qualifier de détroit, n'a pris cet aspect que par suite de l'érosion consécutive aux mouvements alpins, et on peut penser que pendant une grande partie du Secondaire, le Bassin de Paris communiquait très largement avec l'E et le SE, l'Ardenne et la partie médiane du Massif Central étant seules émergées.

Ce qu'il est intéressant de constater, c'est que, alors que les détroits du Poitou et Morvano-Vosgien sont perpendiculaires aux plis hercyniens, les détroits franco-germain et du Luxembourg se placent dans le sens de ces plis. Ceci est fort bien marqué par les failles qui résultent de la remise en jeu au Tertiaire du canevas anté-triasique ; elles sont orthogonales aux seuils pour les deux premiers, et longitudinales dans les deux autres. En ce qui concerne ces derniers, le fait est particulièrement net dans le golfe du Luxembourg ; dans le Palatinat et en Lorraine, des fractures rayonnantes recoupent les directions hercyniennes, compliquent le phénomène et le rendent beaucoup moins apparent.

Entre l'Ardenne et le Boulonnais, la limite du Bassin de Paris marquée par les collines de l'Artois est déterminée par un pli posthume sur l'emplacement de la ride hercynienne frontale. Il y a de fortes raisons



de croire que, jusqu'à la transgression cénomaniennne, l'axe de l'Artois a constitué le rivage septentrional des mers du Bassin de Paris, côte qui se continuait le long du bord méridional de l'Ardenne. A partir du Cénomanienn, un abaissement d'axe, un ennoyage au vrai sens de ce terme a permis l'établissement de relations directes avec le bassin belge et nous avons dit que cet état de choses s'était poursuivi jusque pendant l'Éocène moyen. Puis, en contre-coup atténué des grands mouvements tertiaires, l'axe de l'Artois a joué à nouveau, le soulèvement commencé pendant la seconde partie de l'Éocène s'étant poursuivi pendant l'Oligocène, amplifié au Miocène pour s'atténuer et prendre fin au Pliocène.

Dans la topographie, ce plissement se traduit par les collines de l'Artois orientées NW-SE qui s'abaissent et s'effacent au SE d'Arras puis sont relayées par celles du Hainaut qui se manifestent un peu avant la frontière belge et s'infléchissent peu à peu vers l'ENE; ainsi est rendu tangible le passage de la direction armoricaine à la direction varisque du pli du tréfonds hercynien. Ce dernier revient au jour dans le Boulonnais sous forme de Dévonien supérieur et de Carbonifère, par suite de l'érosion d'un bombement plus prononcé.

Les hauteurs de l'Artois dont le point le plus élevé, le Mont Pelé, atteint 211 m. sont une petite ligne de partage des eaux entre la Manche et la Mer du Nord; elles dominent la plaine des Flandres d'une manière très nette, mais la pente est beaucoup plus douce vers le S. On peut donc dire que tout en ne s'imposant pas par des reliefs accentués, la limite N du Bassin de Paris peut néanmoins se reconnaître dans la topographie, bien que le passage au Bassin belge qui se fait perpendiculairement aux plis se fasse insensiblement en beaucoup de points.

Au point de vue géologique, cette limite, qui se raccorde au NW de l'Ardenne, se trouve à peu près parallèle au prolongement du bassin houiller franco-belge qui s'enneie sous le Crétacé, et il y a continuité de ce dernier entre les régions parisienne et belge. En ce qui concerne le Tertiaire, ses dépôts sont très bien conservés au N de l'axe qui forme le bord S d'un bassin nummulitique, tandis que vers le S, portés à une altitude supérieure, les sédiments de cet âge ont été presque entièrement déblayés par l'érosion qui n'a laissé subsister que des lambeaux qui constituent le raccord avec l'Ile-de-France.

Dans sa partie occidentale, l'axe est accompagné de failles longitudinales, et on y observe des réapparitions très peu étendues de Dévonien supérieur et de Trias au travers du Crétacé.

Pour fermer le circuit, il resterait à dire quelques mots sur la coupure de la Manche, qui est à la fois la plus nette au point de vue géographique et la plus artificielle au point de vue géologique. Toute récente, puisqu'elle ne date que du Quaternaire supérieur, elle sectionne brutalement le Bassin de Paris, le mutile en quelque sorte, en en retranchant l'espace occupé par la mer elle-même, et la partie S de l'Angleterre qui doit y être rattachée.

La côte, du Boulonnais à la base du Cotentin présente des caractéristiques

tères assez variés. Au S de Boulogne-sur-Mer, les falaises de Jurassique supérieur disparaissent pour, jusqu'un peu au delà de l'embouchure de la Somme, faire place aux dunes, le Crétacé supérieur de l'Artois n'atteignant pas le rivage.

A partir d'Ault apparaissent les hautes falaises de Craie qui, du Tréport au Cap de la Hève, atteignent des hauteurs de 105 à 120 m., formant le littoral de la Picardie et du Pays de Caux. Elles sont interrompues par quelques petites vallées et s'abaissent en des vallées, ou vallées suspendues résultant du sectionnement de vallons secs par suite du recul de la côte sous l'action de l'érosion marine ; les coupes ainsi produites mettent à jour des circulations diaclasiennes sous les thalwegs qui sont libérées en petites chutes d'eau.

Les couches se relèvent vers l'W, et au delà de l'embouchure de la Seine, le Jurassique apparu au cap de la Hève, forme le littoral en arrière duquel se trouve, entre Honfleur et Trouville, une deuxième falaise faite de Cénomaniens. De Villers-sur-Mer à Houlgate les célèbres falaises de marnes oxfordiennes des Vaches-Noires, surmontées de Cénomaniens, sont hautes de 120 m. à Auberville. Plus loin, après la Dives, le Bathonien ne montre que des falaises très basses, puis dans le Bassin un fort relèvement se manifeste avec le Bajocien. Enfin, après la dépression du golfe de Carentan, on trouve de nouveau une côte basse en avant du Lias, puis du Paléozoïque, jusqu'à la côte rocheuse primaire qui commence à Saint-Vaast-la-Hougue.

#### CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU BASSIN DE PARIS

Dans la topographie, le Bassin de Paris se présente comme une vaste dépression dont le point le plus bas un peu excentrique est repoussé vers l'W. Du S au NE, elle est entourée d'une ceinture discontinue de hautes terres, Massif Central, Vosges, Ardenne, séparées par des seuils de moindre altitude.

Une élévation progressive et assez régulière du terrain s'observe du centre vers la périphérie dans le même secteur, qui s'étend du Berry à l'Ardenne, et elle amène les formations secondaires à des cotes dépassant 500 m. dans le Haut-Auxois et le plateau de Langres.

Vers l'W, le Massif armoricain a été beaucoup moins exhaussé que les autres massifs anciens de bordure, et par voie de conséquence les assises secondaires sont beaucoup moins relevées dans cette direction que dans la partie orientale. Ceci résulte surtout de ce que l'Armorique peut être considérée comme ayant à très peu de chose près constitué le rivage des mers mésozoïques, alors qu'il n'en est pas de même des autres massifs anciens, sauf en ce qui concerne l'Ardenne jusqu'au Cénomaniens.

La disposition des différentes assises sur une carte géologique montre que le Bassin de Paris ne présente pas la symétrie qu'on lui attribue souvent, et ceci provient de sa genèse même.

Il y a évidemment d'E en W continuité entre le Jurassique de la bordure orientale et celui de la bordure occidentale, de même qu'entre le Crétacé supérieur de ces régions opposées. Mais le Trias, très déve-

loppé à l'E, ne présente que des affleurements réduits au S et à l'W, et il ne faut pas voir dans ces derniers la réapparition des assises triasiques des Vosges et de Lorraine prolongées sous les terrains plus récents.

D'autre part, le Crétacé inférieur et la base du Crétacé moyen, bien visibles en Champagne et jusque dans le Berry, n'atteignent pas les confins du Massif armoricain.

La disposition des affleurements jurassiques et crétacés en auréoles, bien nette et classique sur les bordures orientale et sud-orientale du Bassin de Paris ne se retrouve pas à l'W et au SW. Et ceci provient encore de ce que à l'W le rivage ne devait pas être très éloigné de la limite actuelle des dépôts, ce qui a entraîné des lacunes et des débordements dans l'ordonnance de ceux-ci, tandis qu'à l'E où a régné la pleine mer pendant des périodes prolongées on rencontre une série beaucoup plus complète qui après relèvement a été coupée obliquement par la tranche à la suite de l'érosion. C'est à ce dernier phénomène qu'est due la formation des côtes concentriques avec abrupts tournés vers l'Orient, et dont l'altitude est de plus en plus élevée à mesure que l'on atteint des assises stratigraphiques plus anciennes.

Abstraction faite de la Manche, coupure artificielle qui n'intervient pas dans le débat, la ceinture jurassique n'est interrompue que de l'extrémité SW de l'Ardenne au Boulonnais et dans le Bas-Anjou.

Dans le premier point, la transgression cénomaniennne a recouvert l'axe paléozoïque de l'Artois, prolongement de l'Ardenne qui a été également submergée, mais le soulèvement de cet axe au Tertiaire n'a pas été assez important pour qu'une dénudation ultérieure fasse disparaître le Crétacé et ramène au jour le Jurassique de son bord méridional ; c'est en somme une dépendance de l'Ardenne restée ennoyée.

En Bas-Anjou, les mers mésocrétacées transgressives ont largement débordé le Jurassique et se sont avancées dans la trouée de la Loire, sur une zone dépressionnaire, réalisant peut-être une liaison avec les régions atlantiques. Les mouvements tertiaires n'ayant eu qu'une répercussion assez faible, et le soulèvement ayant été peu important, il en est après érosion résulté le tracé actuel convexe vers l'W, de la limite des terrains crétacés.

Lorsqu'on les observe sur une courte distance, les assises qui constituent le Bassin de Paris paraissent sensiblement horizontales, surtout en ce qui concerne le Tertiaire de l'Ile-de-France ; à mesure cependant que l'on se rapproche de ses bordures, on constate un plongement de plus en plus accentué de la périphérie vers le centre, plus marqué à l'E qu'à l'W et au S qu'au N, pour les raisons que nous avons exposées, et qui trouve sa plus forte expression dans les grès de la base du Trias, fortement relevés au contact des Vosges hercyniennes.

Des chiffres portant sur quelques-unes des formations que l'on peut le mieux suivre, traduisent d'une manière très claire et tout à fait probante cette disposition.

Le Lias qui affleure vers 361 m. autour de Metz et vers 400 m. aux environs de Nancy se relève plus au S et atteint à l'E de Bourmont

des cotes comprises entre 490 et 500 m. ; dans l'Auxois, on ne le trouve plus en moyenne qu'entre 220 et 260 m., et en continuant vers le SW on le voit s'abaisser à 180-225 m. dans la région de Saint-Amand-Montrond. La perte d'altitude s'accroît lorsqu'on atteint le seuil du Poitou et à Thouars, le Lias supérieur, directement transgressif sur les schistes briovériens se tient entre 70 et 102 m. Le long du Massif armoricain, entre Sablé-sur-Sarthe et Brûlon, la cote 70 n'est guère dépassée, de même qu'au SW de Bayeux, mais dans la région intermédiaire, à l'W d'Argentan, des plis assez marqués ont porté le Jurassique inférieur jusqu'à 230-250 m., circonstance particulière et localisée qui n'altère pas la physionomie de l'ensemble.

On ne possède que peu de renseignements sur les altitudes auxquelles se rencontre le Lias dans le centre du Bassin de Paris, et ils sont cantonnés à la Haute-Normandie. Son sommet a été atteint à 825 m. de profondeur, soit à la cote — 695 m. à Ferrières-en-Bray près de Gournay. Entre ce point et la Seine, il y a encore plongement et ce

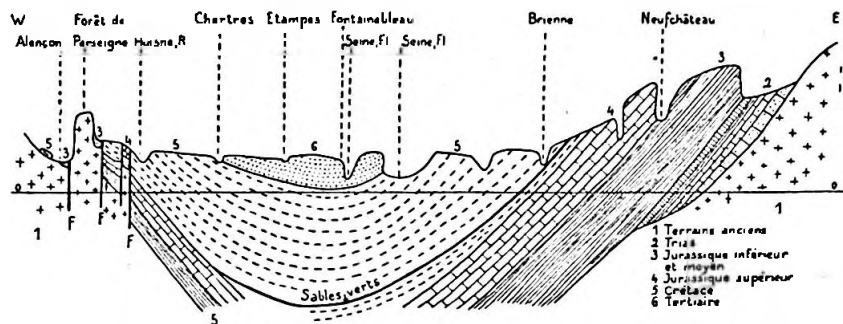


Fig. 5. — Coupe schématisée du Massif armoricain aux Vosges.

niveau stratigraphique est abaissé à la cote — 834 m. dans le sondage de Saint-Martin-du-Vivier près de Rouen ; d'après R. Marlière, il pouvait être prévu à la cote — 804 m. dans celui de Clères au N de Rouen.

Aucun document n'existe, qui soit susceptible de fournir des données précises sur la profondeur à laquelle se trouve le Lias supérieur sous la région parisienne proprement dite, mais on peut essayer de la calculer. Dans le département de la Seine, les forages qui atteignent les assises les plus anciennes sont, d'après P. Lemoine, R. Humery et R. Soyer (1), ceux d'Ivry-sur-Seine et de Pantin C. G. E., le premier arrêté à une profondeur de 744 m. 21 (cote — 680,21) à la base des sables et argiles considérés comme wealdiens, le second poussé jusqu'à 878 m. 68 (cote — 829,68) dans des argiles attribuées au Néocomien. Il semble que l'on peut admettre qu'à peu de chose près la partie inférieure du Crétacé a été atteinte. Il reste à estimer l'épaisseur du Juras-

(1) P. LEMOINE, R. HUMERY et R. SOYER. Les forages profonds du Bassin de Paris. — La Nappe artésienne des Sables Verts. *Mém. Muséum Nat. Hist. Nat.*, nouv. sér., t. XI, 1939, voir p. 432-437 et 452-456.

sique supérieur et moyen et on ne peut pour cela s'appuyer que sur les sondages de Saint-Martin-du-Vivier et de Ferrières-en-Bray, dans lesquels ces formations ont des puissances respectives de 624 et de 825 m., le dernier ayant d'ailleurs rencontré des couches anormalement développées ; la moyenne est de 724 m. 50.

De la Seine au Pays de Bray, les épaisseurs augmentent, et d'une manière générale, de la bordure du Bassin de Paris vers son centre (1), et on n'est peut-être pas très loin de la réalité en attribuant au Jurassique sous Paris, Lias exclus, la puissance moyenne indiquée ci-dessus. En l'additionnant à la moyenne des profondeurs des forages d'Ivry et de Pantin, soit 811 m., on obtient le chiffre de 1.535 m. pour la profondeur à laquelle se rencontrerait le sommet du Lias sous le département de la Seine, estimation très approximative, plutôt inférieure à la vérité, et qui en raison de la méthode qui a permis de l'obtenir, ne doit évidemment être considérée que comme un ordre de grandeur.

Sur une ligne transversale partant de Nancy et passant par Paris, on trouve donc le Lias plongeant de la cote + 400 m. environ à une cote peut-être voisine de — 1.500 m., soit 1.900 m. de dénivellation, pour se relever à + 90 à peu près en bordure du Massif armoricain. Du bord du Massif Central à Paris, sur une distance un peu inférieure à celle séparant Nancy de la capitale, la différence d'altitude serait de l'ordre de 1.700 m. Cet abaissement des assises, de la périphérie vers le centre du bassin se fait probablement d'une manière régulière, si l'on fait abstraction d'un certain nombre de plis en général conditionnés par une remise en jeu du substratum hercynien ; il paraît important, mais se produisant depuis l'E et le S sur environ 300 et 240 kilomètres respectivement, il montre au contraire le Bassin de Paris comme une large dépression assez peu accentuée, dont le fond serait un segment de sphère de grand rayon.

Le substratum hercynien a été rencontré par des sondages en divers points de la périphérie, notamment en Lorraine où l'on a recherché le prolongement du bassin houiller de la Sarre. Le sondage d'Amiens a atteint le Primaire à 574 m. 72 de profondeur (cote — 547,85) alors qu'à Abbeville le Dévonien se tient à la cote — 391, ce qui marque une inclinaison assez prononcée du fond. Le point le plus central où le socle ancien ait été rencontré est Ferrières-en-Bray, ou à 1.150 m. de profondeur (cote — 1.010), le forage a pénétré dans des micaschistes très plissés et fortement relevés (2).

En ce qui concerne la région parisienne, il semble possible d'arriver à une approximation de la profondeur à laquelle on y atteindrait le tréfonds cristallin, en admettant un peu arbitrairement que le Lias y est moins développé qu'à Ferrières-en-Bray où les couches ont une épaisseur au-dessus de la normale et en lui attribuant une puissance de 200 m. On est ainsi conduit à penser que le socle ancien devrait s'y

(1) A. BIGOT et R. FORTIN. Le sondage d'Incarville, près de Louviers. *C. R. Ac. Sc.*, t. 202, p. 264-265, 1936.

(2) P. PRUVOST. Coupe géologique du sondage de Ferrières-en-Bray. *C. R. Ac. Sc.*, t. 186, p. 242-244, 1928. — Le sondage de Ferrières-en-Bray. *Ann. Office nat. comb. liquides*, 3<sup>e</sup> an., n<sup>o</sup> 3, p. 429-457, 1928.



trouver à 1.750 m. de profondeur environ. Il n'a pas été tenu compte du Permo-Trias qui n'existe peut-être pas sous Paris, car étant donné le degré d'incertitude des calculs précédents, son épaisseur qui dépasse à peine 22 m. à Ferrières serait de beaucoup inférieure à ce degré et ne fausserait guère les résultats.

Parmi les assises supérieures au Jurassique, celle des Sables Verts albiens est particulièrement bien repérée en profondeur par suite de l'intérêt économique qui s'attache à la nappe artésienne qu'ils renferment.

Ces sables affleurent en une auréole à peu près continue des Ardennes à la région de Vierzon en diminuant progressivement de puissance ; dans l'Yonne et le Cher, ils perdent d'ailleurs leurs caractères, n'étant plus glauconieux et devenant ferrugineux.

A Grand-Pré, on les trouve à la cote 274 m., à Varennes à 263 m. ; dans les collines qui font suite vers l'W à celles du Sancerrois, ils s'élè-

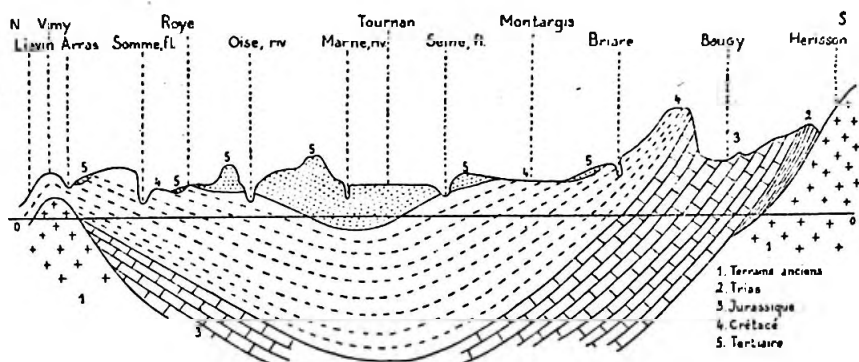


Fig. 6. — Coupe schématisée de l'axe de l'Artois au Massif Central.

vent jusqu'à une altitude comprise entre 320 et 350 m., pour s'abaisser peu à peu jusque près de Vierzon où ils ne dépassent qu'à peine 140 mètres.

Dans les forages plus ou moins périphériques, la tête de ces sables a été rencontrée aux cotes + 8 m. à Guise (1), — 52 m. à Romorantin, — 67 m. à Saint-Martin-du-Vivier, — 73 m. à Clères, — 148 m. 75 à Amiens, — 189 m. à Dieppe. Le sommet des argiles du Gault qui les surmontent se tient à + 17 m. à Guise, — 211 m. à Sully-sur-Loire, — 22 m. 35 à Saint-Martin-du-Vivier, — 60 m. à Clères, — 153 m. à Amiens, — 169 m. à Abbeville, — 148 m. à Dieppe.

Plus au centre du bassin, à Paris et dans sa banlieue, les forages artésiens aux Sables Verts sont nombreux, le plus ancien et le plus célèbre étant celui de Grenelle exécuté de 1833 à 1841, qui a rencontré le sommet des argiles du Gault à — 465 m. 67 et celui des Sables Verts

(1) P. LEMOINE. Résultats géologiques des sondages profonds du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Ind. Minér.*, p. 367-465, mai 1910.

à — 490 m. 58. Les cotes auxquelles on atteint ces deux formations sous la région parisienne varient assez sensiblement d'un point à un autre, mais les chiffres précédents sont un ordre de grandeur, qui montre que l'allure de ces assises qui vers l'W n'atteignent pas le massif armoricain et s'étendent moins loin que le Jurassique, les emboîte dans les assises antérieures avec maximum de dépression dans le centre du bassin. C'est à cette disposition jointe au fait qu'une couche imperméable constitue dans toute l'étendue du Bassin de Paris le toit des Sables Verts, presque partout très absorbants, qu'est due la formation d'une nappe artésienne extrêmement importante et constante.

Au-dessus de l'Albien, le Cénomancien peut être suivi assez facilement, et il montre une nouvelle série emboîtée dans les précédentes. Vers l'extérieur on le trouve affleurant entre 180 et 200 m. dans l'Aube, entre 370 et 95 m. dans le Cher, le premier chiffre correspondant à des hauteurs qui prolongent le Sancerrois, à 70 m. au S de Montreuil-Bellay, à 48 m. au NE d'Angers, entre 36 et 82 m. au S de la Flèche ; plus au N, les altitudes se relèvent pour passer à 112-270 m. dans la Sarthe aux environs du Mans, et à 120-155 m. en Normandie.

Dans les forages, la partie supérieure de l'étage est atteinte aux cotes — 122 m. 25 à Amiens, — 148 m. à Dieppe, — 71 à Sully-sur-Loire. Vers le centre, on la trouve à — 406 m. 50 à Paris-Grenelle et à — 480 m. à Gouvieux.

L'auréole la plus interne autour des terrains tertiaires est constituée par le Crétacé supérieur qui supporte ces derniers. Il forme une ceinture continue qui se rétrécit beaucoup au S de la Sologne où elle ne subsiste qu'à l'état de formations décalcifiées. Il est l'ossature immédiate d'une grande partie du Bassin de Paris, de l'Artois au Berry et de la Champagne à la Normandie. Cette manière d'être est évidente, et il ne fait aucun doute pour les moins avertis que la craie blanche de Picardie s'enfonce sous l'Éocène et l'Oligocène de l'Île-de-France pour réapparaître dans le Sénonais, et qu'il en est de même d'W en E. Ça et là, à la faveur d'anticlinaux dont un des plus connus est celui de Meudon, la craie revient au jour à travers les assises tertiaires.

En Picardie, le Crétacé supérieur se trouve en quelques points à des altitudes dépassant 250 m. ; en Champagne, la plupart des affleurements sont compris entre 180 et 235 m. ; dans le pays chartrain, le Sénonien se tient en moyenne entre les cotes 150 et 204 m., et s'abaisse légèrement en direction du N pour atteindre, en ses cotes élevées, de 130 à 150 m. aux environs d'Évreux ; il y a ensuite relèvement jusqu'à 205 m. dans le Pays de Caux qui forme l'intermédiaire avec la plaine picarde. Sous Paris, le puits de Grenelle pénètre dans la tête de la craie à la cote — 18 m. 50.

Une constatation qui s'impose, c'est que les cotes d'affleurement de la zone du Crétacé supérieur sont beaucoup plus uniformes que pour les formations antérieures, et que d'autre part la dénivellation entre les points les plus élevés et la cote sous Paris est beaucoup moins importante. Le premier fait est dû en grande partie à ce que l'érosion

a plus facilement nivelé une assise épaisse et homogène. Le second ne signifie pas forcément qu'il y ait eu tendance à un comblement du bassin, le retrait de la mer avant la fin du Crétacé supérieur paraissant être le résultat d'un mouvement épirogénique assez brusque, aucun changement de faciès généralisé n'indiquant une diminution de profondeur de la mer.

Il faut d'autre part tenir compte de ce que les cotes élevées de Picardie correspondent le plus souvent à de l'Emschérien, au-dessus duquel de 125 à 150 m. d'Aturien ont été érodés, alors que pour la région parisienne c'est au sommet de ce dernier que l'on se réfère.

Les terrains tertiaires qui occupent le centre du Bassin de Paris ressortissent à une paléogéographie tout à fait différente de celle des formations secondaires. Ils se sont en effet déposés dans un golfe formé vers le S, prolongement méridional d'un bassin anglo-belge, et sans relations directes avec les bassins aquitainien et rhodanien.

Le relèvement de l'Artois a permis à l'érosion de ne laisser subsister que des lambeaux très disséminés et peu importants entre la France et la Belgique, de sorte que les formations tertiaires du Bassin de Paris constituent une zone centrale bien délimitée.

Dans celle-ci, il faut d'ailleurs considérer deux secteurs bien différents, l'un nummulitique qui a été souvent recouvert par les eaux marines, et qui comprend l'Île-de-France pour sa plus grande partie, l'autre représenté par l'Orléanais, où l'on ne trouve guère que des couches continentales, appartenant presque toutes à l'Aquitainien.

La Sologne recouverte d'un complexe argilo-sableux déposé par des cours d'eau descendant du Massif Central, et les faluns de Touraine, sédiments laissés par une mer venue du N de la Bretagne sont tout à fait indépendants des formations précédentes.

Lorsque sans précision on parle du bassin tertiaire parisien, c'est à l'ensemble nummulitique que l'on fait allusion. Il se compose d'une alternance de couches marines et laguno-lacustres ou saumâtres qui témoigne d'une suite assez régulière de mouvements épirogéniques négatifs et positifs, prélude à l'exondation définitive qui se produira à la fin de l'Oligocène.

La disposition des assises reproduit sur une échelle très réduite celle des formations secondaires, le bassin tertiaire n'ayant dans une de ses grandes dimensions, de Laon aux abords de Maintenon, que 180 km. de longueur environ, tandis que sur la même ligne il en compte 450 d'une de ses extrémités à l'autre, soit de l'extrémité SW de l'Ardenne au Bas-Maine.

L'un des groupes de couches dont on peut le plus facilement suivre l'allure est le complexe argilo-sableux sparnacien, qui en raison de la nappe artésienne qu'il renferme, qui peut à beaucoup de points de vue être considérée comme un modèle réduit de celle des Sables Verts, a été atteint par de nombreux forages dans lesquels il est en général possible de l'identifier avec certitude car il tranche par sa nature sur les sédiments encaissants.

Le long de la ouesta qui limite au N l'Île-de-France, le Sparnacien

affleure à des cotes pouvant aux environs de Laon atteindre 140 m., mais qui aux points les plus élevés sont le plus souvent comprises entre 103 et 110 m. Il plonge vers le SW et le S sous les terrains plus récents, pour revenir au jour dans la cuesta du Montois qui, de Villeneuve à Montereau domine la Seine au N ; on l'y trouve à des altitudes moyennes allant de 115 à 170 m. Vers l'W, où l'escarpement qui marque la limite de l'Île-de-France ne se poursuit pas, l'argile plastique souvent accompagnée d'arkose, réapparaît dans les fonds de vallées ; c'est ainsi qu'on la rencontre dans les bassins de l'Orge et de la Remarde, entre 95 et 105 mètres.

Dans les régions intermédiaires, en Brie et à ses alentours, la tête du Sparnacien est atteinte aux cotes + 29 m. 50 à Saint-Mesmes, + 18 m. à Lesches, — 0,85 à Thorigny, + 41 m. 26 à Jouy-sur-Morin, + 92 m. 60 à Sancy-les-Provins, + 135 m. 80 à Savins, cette dernière localité se trouvant tout à fait en bordure du Montois. On voit que dans cette moitié orientale du bassin tertiaire les points bas se situent vers la vallée de la Marne, qui occupe une position médiane ; la dépression est donc très régulière.

Sous Paris et sa proche banlieue on trouve le sommet de l'étage à des altitudes plus basses : — 39 m. 27 à Épinay-sur-Seine, — 31 m. 15 à la Plaine-Saint-Denis, — 25 m. à Pantin. Le relèvement s'opère assez rapidement vers le S avec + 13 m. 50 à Grenelle, + 24 m. 15 à Passy, + 34 m. à Ivry-sur-Seine. De l'E à l'W, on s'abaisse de + 200 m environ à Épernay à — 25 — 30 m. sous Saint-Denis pour se relever à une moyenne de + 90 m. dans la région de Mantes.

Le Sparnacien dessine donc un fond de coupe d'une régularité frappante, qui n'est amoindrie que par les différences d'altitude de ses bordures occidentale et orientale.

Les Sables de Cuise qui ne dépassent pas Saint-Denis vers le S ne se relèvent pas suivant une ligne méridienne, se terminant au point le plus bas, mais d'E en W, ils s'abaissent pour reprendre de l'altitude à partir de ce dernier. On peut dire qu'ils forment un demi-fond de coupe limité par une section E-W. Il n'est pas tenu compte, bien entendu, des lambeaux de l'une ou de l'autre des formations précédentes qui ont subsisté en dehors du bassin tertiaire proprement dit.

Le plongement du Lutétien de la bordure vers le centre est également très net. Sa partie supérieure dépasse la cote 200 m. en forêt de Saint-Gobain près de Laon et il se tient à 158-160 m. en certains points du département de l'Oise. Le Calcaire grossier inférieur qui s'observe à 180-187 m. dans le Laonnais et à 170 m. dans la montagne de Noyon s'abaisse un peu vers l'W en bordure de la cuesta, mais maintient ses points élevés autour de 150-165 mètres.

A l'E, près d'Épernay, le Lutétien supérieur se tient autour de 200 m., et à l'W, aux alentours de Pacy-sur-Eure on le trouve à 130-140 m. Les points les plus bas paraissent être la banlieue N de Paris où son sommet a été atteint à — 15 m. 67 à Épinay-sur-Seine et à — 4 m. 15 à la Plaine-Saint-Denis. Les cotes se relèvent assez vite vers le S avec + 49 m. 15 à Passy, mais cette reprise d'altitude ne

peut être suivie bien loin, le Lutétien marin ne s'étendant que peu au S de Paris et passant à des assises plus ou moins continentales qu'il est souvent difficile de reconnaître.

Les formations nummulitiques qui viennent ensuite se conforment à la disposition générale, en coupes emboîtées, des précédentes, mais, soit en raison de leur insuffisante extension vers le S, soit parce que l'érosion les a fortement attaquées, elles ne constituent plus de dépressions nettement fermées. Pour prendre des exemples, le plongement des Sables de Beauchamp du N vers le S et de l'E vers l'W est très net jusqu'aux points bas centraux, mais le relèvement vers le S et l'W à partir de ces derniers est beaucoup moins marqué ; les Sables de Fontainebleau très érodés dans la moitié septentrionale du bassin où ils sont réduits à des buttes-témoins ne laissent guère observer à partir du centre qu'un relèvement vers le SW et le S, l'existence de la dépression primitive pouvant néanmoins être vérifiée par les cotes décroissantes de la périphérie vers Paris, des lambeaux de la partie N du bassin tertiaire.

En résumé, le Bassin de Paris se présente comme constitué par des assises secondaires et tertiaires emboîtées, empilées dans une grande dépression en fond de coupe assez régulier, du substratum hercynien. Cette dépression et ses limites, de même que la disposition des affleurements des couches sédimentaires, n'ont pris leur forme actuelle qu'à la suite du jeu de l'érosion, intervenant sur des reliefs résultant du contre-coup des grands mouvements tectoniques tertiaires, qui ont eu leur paroxysme au Miocène supérieur.



# DESCRIPTION GÉOLOGIQUE RÉGIONALE DU BASSIN DE PARIS

## CHAPITRE PREMIER

### LA LORRAINE

L'ancienne province de Lorraine fut après la Révolution divisée en quatre départements : Moselle, Meurthe, Meuse et Vosges. Lorsqu'en 1871 le traité de Francfort nous eut arraché une partie des deux premiers, ce qui nous en était laissé constitua la Meurthe-et-Moselle ; après 1918, la restitution des territoires annexés amena le rétablissement d'un département de la Moselle, qui avec la Meurthe-et-Moselle, la Meuse et les Vosges forme une région bien caractérisée aux points de vue géographique et géologique, avec certaines particularités de structure qui ne se retrouvent pas ailleurs.

Le secteur qui vient d'être défini n'appartient pas entièrement au Bassin de Paris ; sa partie SE comprend en effet les Vosges hercyniennes, cristallines et paléozoïques qui sont un des massifs anciens de sa bordure et doivent en être retranchées. La Lorraine secondaire est un pays essentiellement triasique et jurassique, n'admettant qu'à son extrémité occidentale un peu de Crétacé inférieur et moyen. C'est un des points où la disposition en « auréoles » s'affirme avec le plus de netteté, ce qui est dû au jeu de l'érosion sectionnant obliquement par la tranche des assises assez fortement relevées au voisinage des massifs anciens, Vosges et Ardenne.

Cette manière d'être, jointe à l'hétérogénéité des sédiments, explique la formation des « côtes lorraines », tout à fait classiques, avec abrupt tourné vers l'E, souvent très fortement marquées dans le relief et pouvant dépasser 400 m. aux environs de Toul et de Nancy, mais se réduisant parfois à de simples corniches de roches dures au-dessus de couches argileuses à topographie effacée.

Les plus nettes de ces côtes sont, de l'extérieur vers l'intérieur, celles que déterminent les calcaires du Trias moyen, puis les côtes de Moselle, escarpement de Bajocien-Aalenien dominant le Lias marneux, enfin les côtes de Meuse formées de calcaires rauraciens et séquaniens, fortement accusées de Toul à Dun-sur-Meuse, le cours d'eau se trouvant en arrière de leur front, fait sur lequel ont bien souvent insisté les géographes.

Le relief est assez atténué entre Langres et la Meuse au S de Nancy où les diverses bandes jurassiques sont alignées suivant une direction varisque. Il est beaucoup plus fortement buriné entre cette dernière localité et l'Ardenne, les côtes y étant alignées presque orthogonalement à des ondulations et à des failles varisques qui perturbent souvent leur régularité, tant en ce qui concerne le plongement des couches qu'en ce qui se rapporte à l'alignement des crêtes, ce qui,

notamment au-dessus de la Woëvre, produit des indentations dans l'escarpement.

Les côtes sont séparées par des plaines argileuses faiblement ondulées, et d'autant plus larges que les assises sont moins inclinées. La plaine de la Woëvre sur argiles callovo-oxfordiennes, entre côtes de Meuse et côtes de Moselle, les marnes du Lias entre ces dernières et les grès rhétiens et hettangiens, les marnes irisées du Trias supérieur, de ceux-ci aux calcaires du Trias moyen, sont des exemples trop connus pour qu'il soit utile d'y insister.

#### TERRAINS TRIASIQUES

Les affleurements du Trias occupent plus du tiers de la superficie de la Lorraine qu'ils ne dépassent guère vers le S en direction de Vesoul et de Langres, tandis qu'ils se prolongent largement vers le NE dans le Palatinat et vers le N dans le détroit du Luxembourg, surtout en ce qui concerne ses termes inférieurs gréseux. Il s'agit de formations ayant fait partie intégrante de la cuvette germanique, dont elles ont été séparées par la surrection, suivie d'érosion, des massifs des Vosges et de la Forêt-Noire, et par l'effondrement de la vallée du Rhin.

Le fait que les Vosges étaient sous les eaux pendant le Trias est mis en évidence par un certain nombre de témoins de la couverture : bord méridional du Massif du Champ du Feu, lambeau de Grès bigarré supérieur et de Muschelkalk inférieur pincé entre deux failles à Aubure à 750 m. d'altitude, etc.

Ainsi que nous l'avons vu antérieurement, le Grès vosgien a, par suite du soulèvement du massif ancien, été porté en certains points à des cotes supérieures à 1.000 m., et constitue les Vosges gréseuses. Il est fortement relevé en bordure mais perd assez rapidement de la pente vers l'W et le SW.

Dans cette dernière direction, l'érosion, à la faveur de bombements ou de failles, provoque en des points assez nombreux la réapparition du socle ancien à travers l'ensemble du grès bigarré. Inversement, lorsqu'on se rapproche de la limite occidentale des affleurements, on observe des lambeaux de Lias inférieur à la surface du Trias supérieur.

Le Trias de Lorraine, du type germanique, qui règne en Allemagne centrale et méridionale, s'oppose, avec ses nombreuses formations continentales et lagunaires, au type alpin exclusivement marin. Il a été principalement, au point de vue stratigraphique, étudié par les auteurs allemands qui y ont retrouvé les divisions établies dans leur pays (1). Cependant, les géologues français ont, surtout depuis 1918, largement contribué à le faire connaître (2). On y distingue les termes suivants :

(1) E. W. BENECKE. Ueber die Trias in Elsass-Lothringen und Luxemburg. *Abhand. sur. geol. Specialkarte von Els.-Lothr.*, I, 4, p. 491-831, 1877. — E. SCHUMACHER. Zur Kenntniss des unteren Muschelkalks im nordöstlichen Deutsch-Lothringen. *Commis. j. d. geol. Landes-Unters. von Els.-Lothr.*, II, p. 111-182, 1890.

(2) A. LIÉTARD. Note sur le Trias dans la région méridionale des Vosges. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, p. 44-68 (1888) 1889. — G. CONROY. Les Vertébrés du Trias de Lorraine et le Trias lorrain. *Ann. de Paléont.*, t. XVII, p. 83-136, 1928. — G. MINOUX. Le Trias et le Lias des environs de Mirecourt (Vosges). *B. S. G. F.* (5), IV, p. 17-33, 1934.

Trias supérieur ou Keuper ;	{ Lettenköhle ;
Trias moyen ou Muschelkalk	{ Muschelkalk proprement dit ;
	{ Groupe de l'anhydrite ;
	{ Wellenkalk ;
Trias inférieur ou Grès bigarré	{ Grès bigarré proprement dit ;
(Buntsandstein) . . . . .	{ Grès vosgien.

Le Keuper est entendu dans un sens beaucoup plus restreint qu'en Allemagne où le Lettenköhle à la base et le Rhétien au sommet sont considérés comme en faisant partie.

Une nomenclature du Trias comportant quinze termes nouveaux, dont douze étages, a été récemment proposée par G. Dubois (1). Elle n'est basée sur aucun argument paléontologique et apparaît comme dénuée de valeur et d'utilité.

### *Grès bigarré*

Dans les Vosges méridionales, le Trias inférieur fait suite en concordance aux grès rouges permien, tandis que dans la partie méridionale de la chaîne, il est nettement transgressif, et peut même se trouver discordant sur le Permien. Vers le bord du massif schisteux rhénan, la transgression est très marquée, et c'est ainsi que près de Sierck on peut observer un récif dévonien entouré par du Grès bigarré, et recouvert seulement dans sa totalité au Muschelkalk moyen.

En Lorraine, le Trias inférieur comprend deux divisions, le *Grès vosgien* à la base, et le *Grès bigarré* proprement dit au sommet, qui paraissent correspondre à l'étage Werfénien. Il est entièrement continental, et on n'y observe rien d'analogue au *Roth* du Hanovre et de Thuringe, formation lagunaire à fossiles marins, qui se trouve à sa partie supérieure.

**GRÈS VOSGIEN.** — La division inférieure ou Grès vosgien est une roche à grain grossier, d'un rouge très vif, quelquefois foncé, pouvant s'atténuer et passer au rosé. Ce grès est formé de grains siliceux cimentés par du sesquioxyde de fer et par du quartz en petits cristaux ; à sa partie inférieure il prend souvent un aspect moucheté dû à la présence de petits amas d'oxyde de manganèse. Il renferme dans sa masse des galets isolés dont certains sont constitués par de l'argile rouge très comprimée. La stratification est fréquemment entrecroisée, ce qui indique qu'à certains moments sont intervenues des actions torrentielles dues probablement à la proximité d'une terre émergée.

Le Grès vosgien débute et se termine par des conglomérats. Celui de base, qui est polygénique et augmente d'épaisseur vers le N, est formé d'éléments paraissant provenir du Massif schisteux rhénan. Il repose en concordance sur des grès argileux de couleur lie-de-vin appartenant au Permien supérieur ; il est presque constant dans le massif Saint-Dié-Donon-Raon où il sépare le Grès vosgien d'un grès dolimitique permien. Le conglomérat supérieur, ou Grand conglomérat, bien développé dans toutes les Hautes-Vosges est presque uniquement formé de galets siliceux ; son épaisseur, et la taille des galets, décroissent du S au N, ce qui est à peu près l'inverse de ce que

(1) G. Dubois. Subdivisions et nomenclature nouvelles du Trias de la région Nord-Est de la France. Livrets du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, n° 2, 8 pages, 1948.

l'on observe pour le conglomérat inférieur, et semble dénoter l'existence d'une terre émergée située vers le S.

Le Grès vosgien, appelé autrefois grès d'Angomont, a son maximum de puissance dans les Vosges septentrionales où il atteint 400 à 500 m. Son épaisseur diminue vers l'W et les sondages des environs de Nancy ne l'ont traversé que sur 212 à 270 m. ; mais, c'est surtout vers le SW qu'ils s'amenuisent brusquement : dans les Faucilles, autour d'Épinal, au S de Remiremont, il n'est plus guère représenté que par quelques bancs du conglomérat supérieur, épais au total de 20 à 25 m. Les sondages à l'E de Neufchâteau le montrent réduit à 15-18 m.

Aucun fossile contemporain de leur dépôt n'a été rencontré dans ces grès inférieurs, mais les lydiennes roulées que l'on trouve dans leur partie inférieure et moyenne ont fourni une faune de Graptolithes gothlandiens étudiée par Noël, qui y a reconnu plus de vingt espèces parmi lesquelles un *Climacograptus* nouveau et *Monograptus priodon*. Ces galets proviennent vraisemblablement du Massif schisteux rhénan, mais leur gisement n'a pas été retrouvé.

**GRÈS BIGARRÉ PROPREMENT DIT.** — Cette division supérieure comporte deux niveaux, en général bien distincts : à la base, les couches intermédiaires ou *Zwischenschichten*, épaisses de 60 m. en moyenne, et formées d'un grès argileux micacé, lie-de-vin ou rouge cerise, assez souvent dolomitique, ne renfermant pas de fossiles ; au sommet, le *Grès à Voltzia*, auquel quelques auteurs restreignent le sens de Grès bigarré proprement dit, épais seulement de 15 à 20 m., constitué par des alternances de grès blancs, gris, roses ou rouges, et d'argiles rouges et vertes. G. Corroy signale que dans l'ensemble les couches sont plus argileuses à l'E, plus tendres et fissiles à l'W, et que les affleurements deviennent de plus en plus rares, les exploitations de sables pour briques réfractaires, provenant de la désagrégation des grès, tendant à disparaître.

La faune, qui paraît cantonnée dans les argiles, comprend des Crustacés d'eau douce, *Estheria minuta*, *Apus antiquus*, *Limulus Bronni*, *Gaiathea Andax*, et un Poisson bien conservé, *Colobodius praemaximus*, recueilli à Baccarat par Nicklés (1).

La flore du Grès à Voltzia, dont les gisements les plus célèbres sont Soultz-les-Bains, en Alsace, et Commern en Prusse Rhénane, se retrouve en quelques points de Meurthe-et-Moselle (Baccarat, Vacqueville, Cirey) et des Vosges (Plombières, Épinal), de même qu'en Haute-Saône (Luxeuil-les-Bains).

Cette flore, étudiée par Schimper et Mougeot en ce qui concerne Baccarat, se compose d'une Algue, *Algacites simplex* ; de Filicinées telles que *Caulopteris tessellata*, *Anomopteris Mougeoti*, *Neuropteris grandifolia*, *N. Voltzii*, *Pecopteris sulziana* ; d'Equisétacées, *Equisetum Brongniarti*, *Calamites arenaeus*, *C. Mougeoti* ; de Conifères parmi lesquelles *Albertia latifolia*, *Voltzia heterophylla*, *V. acutifolia* ; de Cycadées, *Zamites vogesiacus*, *Nilsonia Hogardi* ; de Monocotylédones, *Aethophyllum speciosum*, *A. stipulare*, *Palaeoyris regularis*, *Yuccites vogesiacus*, *Amentum coniferae*, *Schizoneura paradoxa*.

Une grande partie de ces espèces a dû prospérer non loin du rivage dans des marais à Ptéridophytes.

### Muschelkalk

Au Wellenkalk, la mer venue du S ne dépasse pas le N de la Haute-Saône et les environs de Plombières et de Bains-les-Bains ; puis, elle gagne du terrain, atteignant progressivement le N et le NE de la Lorraine en un golfe ouvert au SE et à l'E dans lequel se déposent des

(1) L. Grauvogel a tout récemment signalé dans le grès à Voltzia d'Alsace une riche faune comprenant notamment des Crustacés, des Arachnides et des Insectes, associée à une flore très variée (*C. R. som. S. G. P.*, p. 64-66 et 90-92, 1947).

marnes le plus souvent lagunaires, mais quelquefois marines, correspondant au groupe de l'anhydrite.

Pendant le Muschelkalk proprement dit la mer franche prend possession de la région, mais dès la Lettenkohle, les eaux marines se retirent du NW et du N du golfe lorrain qu'elles envahiront à nouveau après un bref épisode continental. Ces transgressions et régressions alternantes sont le prélude d'un grand mouvement de retrait de la mer qui se précisera au Trias supérieur.

Au point de vue stratigraphique, la série est presque identique à celle de l'Allemagne centrale et méridionale, et comprend les mêmes divisions.

**WELLENKALK.** — Cette formation est normalement calcaire et dolomitique et doit son nom à la surface souvent ondulée de ses bancs. En Lorraine, le faciès gréseux, quelquefois restreint à la partie inférieure, l'envahit le plus souvent entièrement ; c'est le grès de Ruaux correspondant au *Muschelsandstein*.

Le grès de Ruaux, blanchâtre, dolomitique et micacé, se distingue par ces caractères du Grès bigarré supérieur auquel on le rattachait autrefois. S'il renferme encore quelques Végétaux du grès à *Voltzia*, on y observe cependant l'apparition, pour la première fois au Trias en Lorraine, d'espèces marines dénotant un niveau supérieur au Werfénien.

Un Brachiopode, *Cænothyris vulgaris* y est très abondant ; on y rencontre aussi, principalement dans un grès très ocreux du sommet de la formation, et à l'état de moules, des Lamellibranches : *Avicula subcostata*, *Lima striata*, *Myophoria curvirostris*, *M. vulgaris*, *M. laevigata*, *M. orbicularis*, *Pecten Hehli*, *P. discites*, *Spondylus comptus*, *Mytilus vetustus*, *Nucula gregaria* ; des Gastéropodes : *Natica Gaillardoti*, *Turritella scalata*.

Les Vertébrés, beaucoup plus rares, sont représentés par des Amphibiens Stégocéphales, *Cyclotosaurus posthumus*, *C. mordax*, *C. robustus*, et par un Reptile Sauroptérigien, *Nothosaurus Schimperi*.

Les meilleurs gisements sont Ruaux d'où proviennent la plupart des Vertébrés, Plombières, Bains-les-Bains, Luxeuil. Vers le N, aux environs de Bu et de Rambervillers, le Wellenkalk ne comprend plus que des grès micacés peu épais renfermant par places quelques empreintes de Végétaux. Il s'amenuise également beaucoup vers l'W, où d'après G. Corroy, les sondages de Gironcourt-sur-Vraîne, de Morelmaison et d'Aulnois n'ont rencontré au-dessus du Grès bigarré qu'une épaisseur très faible de grès dolomitique avec glaise, qui puisse lui être attribuée.

**GROUPE DE L'ANHYDRITE.** — Désigné quelquefois sous le nom de « Muschelkalk marneux », cet horizon dont l'épaisseur ne dépasse pas 40 m. est constitué par des argiles hariolées ou des marnes grises, avec gypse et sel gemme, quelquefois en lentilles peu importantes.

On trouve irrégulièrement, surtout vers la partie supérieure, des lits de dolomie et des bancs de silex zonés. Vers le S, à Lerrain et Viviers-le-Gras, les marnes grises montrent de tels bancs, ainsi que plusieurs lits de glaise bigarrée et de dolomie cloisonnée.

Cet ensemble, qui témoigne surtout de conditions lagunaires, n'est pas exempt d'influences marines et en certains points on a recueilli de rares exemplaires de *Myophoria* et de *Gervilleia*, ainsi qu'une Algue calcaire se rapportant au genre *Diplopora*.

L'argile de Pexonne, utilisée par les faïenceries depuis le début du xvi<sup>e</sup> siècle, appartient à ce niveau.

**MUSCHELKALK PROPREMENT DIT.** — Série presque entièrement calcaire et dolomitique, le Muschelkalk proprement dit, épais en Lorraine de 70 m. en moyenne, mais pouvant dépasser une centaine de mètres, est identique comme composition à celui des régions classiques de l'Allemagne. On y rencontre de bas en haut les assises suivantes :



— Calcaires fossilifères, oolithiques à l'E, dolomitiques à l'W, passant à des calcaires à entroques encrinifères et pouvant même prendre l'aspect de véritables récifs (Vittel, Azerailles, Gélacourt) ; *Encrinus liliiformis*, *Cænothyris vulgaris*, *Lima striata* ; *Placodus gigas*, Reptile Sauroptérygien se trouve fréquemment dans ce niveau inférieur ;

— Calcaires compacts renfermant, mais moins fréquemment que dans le Wurtemberg et le duché de Bade, *Pemphix Sueuri*, Crustacé voisin des Langoustes ;

— Calcaires coquilliers à *Ceratites nodosus*, formé de bancs réguliers alternant avec des couches marneuses ; ils sont très fossilifères et passent quelquefois à des lumachelles à *Myophoria Goldfussi* et *Gervilleia costata* ; on y trouve également parmi beaucoup d'autres espèces, *Cænothyris vulgaris*, *Hærnesia socialis*, *Myophoria vulgaris*, *Lima striata*, *Pecten discites*, *Dentalium læve*, et comme Céphalopodes, *Germanonutilus bidorsatus* dont *Rhyncholites hirundo* et *R. avirostris* sont les deux mâchoires calcaires, et *Ceratites nodosus* représenté par de nombreuses variétés.

A l'W de Lunéville, ces calcaires à *Ceratites* sont séparés des précédents par une argile blanche, très pure, exploitée autrefois à Rehainvillers pour les faïenceries.

— Calcaires dolomitiques en gros bancs, très développés à Lunéville, avec *Ceratites semipartitus* et *C. cinctus*, de grande taille, *Myophoria vulgaris*, *Gervilleia socialis*, ossements de *Nothosaurus*. Ils se terminent par une lumachelle à *Cænothyris vulgaris*.

Il faut noter l'apparition dans le niveau à *Ceratites nodosus* des *Bactryllium*, petits organismes végétaux que l'on rapproche parfois des Diatomées en raison de leur forme en bâtonnets et qui pullulent dans certaines couches, leur présence paraissant liée aux faciès dolomitiques (1). *B. minutum* et *B. canaliculatum* sont parmi les plus fréquents des espèces lorraines qui ne disparaissent qu'à la fin du Keuper supérieur.

Le Muschelkalk est par excellence le gisement des Vertébrés du Trias lorrain qui y abondent, de la base à la partie supérieure, sans que l'on puisse les répartir en zones. G. Corroy qui en a fait l'étude détaillée cite notamment les espèces suivantes :

POISSONS. — Elasmobranches : *Hybodus longiconus*, *Acrodus Gaillardoti*, *A. spitbergensis*, *Polyacrodus minimus*, *Palaeobates angustissimus* ; Dipneustes : *Ceratodus Kaupi*, *C. serratus*, *C. latissimus*. Téléostomes : *Birgeria acuminatus*, *Gyrolepis Agassizi*, *Colobodus varius*, *Paralepidotus ornatus*.

AMPHIBIENS. — Stégocéphales : *Cyclotosaurus robustus*, *Mastodonsaurus giganteus*, *Plagiosternum Perrini*, *P. pustuliferum*.

REPTILES. — Ichthyoptérygiens : *Mizosaurus atavus*, *Cymbospondylus germanicus* ; Sauroptérygiens : *Nothosaurus giganteus*, *N. Munsteri*, *N. Schimperii*, *Pistosaurus grandævus*, *Simosaurus Gaillardoti*, *Neusticosaurus pygmaeus*, *Plesiosaurus* sp., *Placodus gigas*, *Cyamodus rostratus* ; Dinosauriens : *Thecodontosaurus laterispinatus*, *Tanystrophæus* cf. *antiquus*, *Chirotherium* sp.

Cette faune, extrêmement intéressante, montre l'apparition du genre *Ceratodus* et, en ce qui concerne les Reptiles, celle des Ichthyosauriens et des Dinosauriens. Elle comprend au total 23 Poissons, 5 Amphibiens et 24 Reptiles ; toutes ses affinités sont avec le Trias germanique dans lequel on retrouve 41 de ces 52 espèces (17, 4, 19). 8 espèces sont connues du Trias méditerranéen et 8 du Trias arctique ; parmi ces dernières, *Acrodus spitbergensis* et *Boreosomus* cf. *outerskioldi*, n'ont pas été retrouvées ailleurs qu'en Lorraine. 3 espèces se retrouvent en Allemagne à des niveaux supérieurs ; une seule, *Birgeria acuminatus*, n'a été rencontrée que dans le Trias lorrain.

Les principaux gisements fossilifères sont : Azerailles, Gélacourt, Lunéville, Mont-sur-Meurthe, Rehainvillers, en Meurthe-et-Moselle ; Contréxé-

(1) Dans les Pyrénées, les *Bactryllium* se trouvent en nombre dans le Rhétien, au-dessous des couches à *Avicula contorta*, dans la partie orientale de la chaîne, et au-dessus de ce niveau plus à l'W. On les rencontre dans des marnes dolomitiques.

ville, Domptail, Domjulien, Gircourt, Golbey, Hallainville, Domèvre, dans les Vosges.

LETTENKOHLE. — A la lumachelle à *Cænothyris vulgaris*, franchement marine, qui termine partout le Muschelkalk, font suite des couches continentales qui témoignent de ce que la mer a abandonné le NW et le N du golfe lorrain. Ce sont des marnes feuilletées à petits Crustacés ostracodes (*Estheria*), renfermant dans la vallée de la Meurthe un banc à Végétaux (*Equisetum arenaceum*, *Neuropteris Gaillardoti*, *N. Perrini*) ; on y observe de minces intercalations de couches ligniteuses. Dans les Faucilles et la vallée du Madon ce niveau n'est représenté que par des marnes feuilletées grises sans couches à plantes ni lignites.

Puis, un retour de la mer est marqué par le dépôt de marnes dolomitiques à *Bactryllium*, développées notamment à Gerbéviller, de calcaires jaunes sableux pétrifs de restes de Poissons ganoïdes et d'autres Vertébrés (*bone-bed* de Chauffontaine), et enfin par celui d'un calcaire dolomitique renfermant une récurrence de la faune des calcaires à *Ceratites semipartitus*, avec outre cette espèce, *Myophoria Goldfussi*, *M. vulgaris*, *Avicula Bronni*, *Cænothyris vulgaris*.

Le bone-bed renferme de nombreux débris de Poissons appartenant surtout aux formes suivantes : *Hybodus longiconus*, *Polyacrodus minimus*, *Palaeobates angustissimus*, *Ceratodus Kaupi*, *Birgeria acuminatus*, *Gyrolepis Agassizi*, *G. Quenstedti*, *Saurichthys apicalis*, *Dollopterus brunsvicensis*, *Colobodus frequens*, *C. varius*. Comme Reptiles, on trouve surtout *Cymbospondylus germanicus*, *Nothosaurus giganteus*, *N. mirabilis*, *Simosaurus Gaillardoti*, *Neusticosaurus pygmaeus*.

Dans la région des Faucilles, et notamment aux environs de Contréxéville, le sommet de la Lettenkohle est constitué par des calcaires dolomitiques à ossements de Reptiles.

Les gisements les plus fossilifères de la Lettenkohle sont Chauffontaine, Gerbéviller, Blainville, Sainte-Anne, en Meurthe-et-Moselle et Isches, Domprot, Contréxéville dans les Vosges.

### *Trias supérieur ou Keuper*

Au Trias supérieur se manifeste une tendance à l'exondation qui ne se poursuit pas jusqu'à son terme, et qui se traduit par une régression de la mer et l'installation de lagunes en Lorraine, de même qu'en Allemagne centrale et méridionale. Des incursions marines rares et très localisées ramènent des couches d'allure lenticulaire à *Myophoria*, *Perna*, *Bactryllium*, en individus toujours peu fréquents.

Le Keuper inférieur, bien développé autour de Dombasle, est formé de marnes irisées, marnes bariolées très argileuses, avec lentilles de gypse et quelquefois de sel (Faucilles) ; leur épaisseur, qui diminue du N au S, varie de 70 à 20 m. ; elles sont azoïques.

Le Keuper moyen est principalement à l'état de marnes salifères sans fossiles, épaisses de 50 à 110 m., et renfermant vingt et une couches de sel gemme, dont la plus importante a une puissance de 5 m. 25. C'est le niveau des gisements classiques de Dieuze, Château-Salins ; il est particulièrement exploité entre Varangéville et Bauzemont.

Au-dessus vient un grès bariolé à Végétaux, se présentant sous forme de masses lenticulaires ; on y a trouvé *Equisetum interruptum*, *E. arenaceum* et des débris de *Cyclotosaurus*. Ce grès est visible à Saint-Menge, Grippont, Bayon, etc. Un banc de lignite subordonné a été autrefois exploité à Saint-Menge, Gironcourt, Gemmelaincourt, Norroy, la Vacheresse.

Le Keuper supérieur se compose de marnes bariolées friables, gypsifères et salifères par places, avec plaquettes dolomitiques (horizon de Beaumont), ou bancs compacts de dolomie à *Bactryllium*, *Spongillopsis*, *Myophoria*

*Goldfussi*, *Avicula caudata*, *Limula vicensis*, qui indiquent la pénétration momentanée de la mer dans les lagunes.

Dans la haute vallée du Madon, les bancs de dolomie deviennent très épais et leur couleur jaune clair est veinée de rougeâtre ; c'est le marbre de Mirecourt et de Poussay utilisé comme pierre d'ornementation. Il est souvent surmonté d'une dernière série de marnes bariolées gypseuses.

Le grès à Végétaux s'observe principalement à Einville et Saint-Nicolas, en Meurthe-et-Moselle.

Les Vertébrés sont peu fréquents dans le Trias supérieur de Lorraine. G. Corroy ne signale que *Metopias diagnosticus* du Keuper inférieur (Gemmelaincourt, Crainvillers), *Plagiosaurus* sp. du Keuper supérieur de Bathelémont, et des restes de *Cyclotosaurus* dans le grès bariolé du Keuper moyen, tous Amphibiens Stégocéphales qui vivaient au bord des lagunes.

De nombreuses sources thermales des Vosges doivent leur minéralisation au lessivage direct des terrains triasiques ; parmi elles, on peut citer les sources sulfatées calciques froides de Contréxéville, de Martigny, d'Outrancourt, de Heucheloup, de Saint-Vallier, qui émergent sous les marnes irisées, presque au sommet du Muschelkalk, et qui paraissent dues à des imprégnations salines de ce dernier, principalement du groupe de l'anhydrite (1). La source froide magnésienne de Vittel paraît avoir la même origine.

Les sources salines chaudes de Bourbonne-les-Bains en Haute-Marne, peut-être minéralisées par une assise de la partie supérieure du Grès bigarré, gypsifère et salifère, sont chlorurées sodiques et se présentent en nappes interstratifiées ; il semble qu'elles dépendent de plusieurs niveaux.

### TERRAINS JURASSIQUES

Les formations jurassiques couvrent à l'affleurement à peu près la moitié de la superficie de la Lorraine, où elles sont très fossilifères et tout à fait classiques, certaines d'entre elles étant prises pour types d'étages. Elles sont disposées en auréoles convexes vers l'extérieur, et de plus en plus récentes en se dirigeant de la périphérie vers le centre.

Leur synchronisme a été précisé par G. Corroy (2) dans un travail auquel nous nous référerons souvent.

#### *Jurassique inférieur ou Lias*

Une place un peu à part doit être réservée au Rhétien avec lequel l'école française fait débiter le Jurassique, mais dont la position a donné lieu à de nombreuses controverses, et qui est toujours considéré par l'école allemande comme constituant le terme supérieur du Keuper.

A l'appui de cette dernière opinion on peut invoquer le fait qu'il y a très souvent passage insensible du Trias au Rhétien, et que les analogies de faciès sont si grandes que lorsque ce dernier, composé fréquemment de marnes feuilletées versicolores, de calcaires dolomi-

(1) BRACONNIER. Mémoire sur les sources sulfatées calciques du Trias de Lorraine. *Ann. Soc. Emul. Vosges*, 1879. — L. DE LAUNAY. Recherche, captage et aménagement des Sources thermo-minérales, 1899. Voir p. 275-282.

(2) G. CORROY. Synchronisme des horizons jurassiques de l'Est du bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), XXVII, p. 95-113, 1927.

tiques en plaquettes et de grès, ne renferme pas de fossiles, il n'en peut être séparé.

Au point de vue faunique, la persistance de types triasiques tels que *Spirigera* parmi les Brachiopodes, *Myophoria* parmi les Lamellibranches et d'*Arcestes*, *Choristoceras*, *Megaphyllites*, Céphalopodes alpins, est également un argument dans ce sens, de même que la survivance de Poissons tels que *Hybodus*, *Sargodon*, *Saurichtys*, et de Reptiles du Trias comme *Mystriosuchus* et *Zanclodon*.

Mais, en même temps apparaissent des formes nouvelles de toute première importance : les genres *Monophyllites* et *Hesperites* sont représentés dans le Rhétien des Alpes orientales par des espèces préluant respectivement aux *Psiloceras* et aux *Schlotheimia* du Lias ; les Bélemnites vraies apparaissent dans les Alpes-Maritimes ; des Reptiles jurassiques, *Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus* se joignent aux types anciens ; enfin, on trouve les premiers Mammifères d'Europe, notamment des dents de *Microlestes* (1). En ce qui concerne la flore, les affinités sont beaucoup plus prononcées avec le Lias qu'avec le Trias.

En résumé, la flore et la faune du Rhétien dénotent une période de transition entre le Trias et le Jurassique ; mais pour la première fois se montrent des formes tout à fait nouvelles qui légitiment son rattachement à la base du Lias.

Lorsque le Rhétien est sous forme de grès grossiers, il ressemble beaucoup à l'Hettangien, ce qui a conduit à réunir les deux étages sous le nom d'Infralias, groupement tout à fait fâcheux et qui ne correspond à rien de naturel, le premier ayant encore de grands rapports avec le Trias, alors que le second est du Lias inférieur parfaitement caractérisé (2).

Le Lias de Lorraine est constitué par plusieurs assises dures, plus résistantes à l'érosion, et d'une faible épaisseur, que séparent des couches marneuses plus puissantes d'un modelé adouci. Cet ensemble a donné naissance à une région naturelle appelée « région liasique marneuse » par H. Joly qui la montre caractérisée par des terrasses succédant à des pentes douces, topographie qui se réalise dans sa plénitude lorsque des niveaux résistants sont compris entre des marnes suffisamment puissantes.

Les dolomies du Keuper qui surmontent la masse des marnes irisées forment au-dessus de celles-ci une terrasse limitée à l'W par les marnes du Trias tout à fait supérieur qui passent au Rhétien. Le grès de base de ce dernier étage se présente en corniche, les marnes de Levallois qu'il supporte n'étant pas assez épaisses pour que leur déblaiement en ait dégagé le plan supérieur.

La première terrasse liasique est celle du calcaire à Gryphées sinémurien qui, par érosion des assises sous-jacentes, qui peut entamer les marnes irisées, arrive à dominer de 50 à 90 m. les fonds de vallées.

(1) É. HAUG. *Traité de Géologie* p. 940.

(2) G. Dubar signale que dans les Pyrénées, le Rhétien ne peut être séparé de l'Hettangien inférieur, alors que l'Hettangien supérieur fait corps avec le Lias sus-jacent (*Études sur le Lias des Pyrénées françaises*, 1925. Voir p. 19-66).

La terrasse d'Haraucourt et la vallée de Sommerviller sont un bon type de ce relief.

Le calcaire ocreux lotharingien forme la seconde terrasse qui est très étendue à l'E de Metz et se poursuit jusque près de Nancy où elle constitue la plaine d'Essey, et même plus au S dans le Vermois.

Enfin, une troisième terrasse est due aux calcaires gréseux domériens ; elle est étroite et souvent réduite à une corniche à mi-côte des collines couronnées d'Aalenien-Bajocien. Fréquemment, elle est reportée à un niveau stratigraphique plus élevé lorsque le Toarcién est à l'état de schistes-cartons assez résistants. La colline du Pain-de-Sucre près de Nancy donne un bon exemple de cette troisième terrasse.

Cette topographie de la région liasique marneuse trouve sa pleine expression dans le pays messin, le Xaintois et le Vermois ; elle est limitée vers l'W par la corniche d'Aalenien-Bajocien qui constitue les côtes de Moselle et de Meurthe et dessine un abrupt dominant les pentes douces des marnes toarciennes. Sur la rive droite de la Meurthe et de la Moselle, entre Nancy et Metz, des lambeaux de ce même Aalenien-Bajocien couronnent des collines de Lias surtout marneux, leur donnant un aspect particulier.

Les alternances de terrasses, plongeant de la périphérie vers le centre du Bassin de Paris, et de pentes douces deviennent beaucoup moins nette vers le S au delà du Vermois et disparaissent peu à peu, par suite de la substitution à plusieurs niveaux, des calcaires plus ou moins marneux, aux marnes. Au N, en se rapprochant des Ardennes, les faciés du Lias deviennent presque entièrement gréseux, et la région prend un aspect différent ; la persistance de couches marneuses donne encore des terrasses et des rebords ou corniches, mais leur assez faible épaisseur ne permet plus la formation de pentes douces étendues.

La stratigraphie des terrains liasiques de Lorraine a fait l'objet de très nombreux travaux ; on en trouvera la bibliographie à peu près complète dans le mémoire de H. Joly (1) auquel sont empruntés une partie des renseignements qui vont suivre.

**RHÉTIEN.** — En un certain nombre de points on peut observer le passage insensible du Trias au Rhétien qui, bien que très souvent masqué, forme en Lorraine une bordure continue venant de la Haute-Marne et se poursuivant jusqu'au Luxembourg. Assez homogène dans sa composition, l'étage comprend des grès à *Avicula contorta* à la base et des marnes rouges dites marnes de Levallois au sommet.

Le grès rhétien, très constant, dont l'épaisseur varie de 15 à 30 m. (20 m. en moyenne aux environs de Nancy) présente des bancs durs et d'autres très peu cohérents, se désagrégant en sable, gravier ou galets en raison d'une extrême variabilité dans la taille de ses éléments. Dans le golfe du Luxembourg, il est pratiquement à l'état de sable avec quelques bancs de grès dur, et les lits de galets ou bancs de poudingues, souvent obliques au plan de sédimentation, y sont plus fréquents. Il s'agit d'une formation essentiellement littorale marquant un retour de la mer dans la région occupée par les lagunes du Trias supérieur.

(1) H. JOLY. *Études géologiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du Bassin de Paris.* Nancy, 1908.

La couleur varie du jaune au brun et au verdâtre. Bleicher indique qu'au S de Nancy, entre Lenoncourt et Gripport, le grès rhétien est divisé en deux assises, l'une inférieure de grès siliceux à grain fin avec dolomies grises subordonnées, l'autre supérieure passant souvent au poudingue, séparées par des marnes feuilletées noires ou grises, tachées de blanc, avec parfois vestiges de Végétaux. Les Mollusques sont plus fréquents dans le premier banc, les Vertébrés dans le second.

La faune se compose surtout de Lamellibranches dont les plus caractéristiques sont *Avicula contorta*, *Mytilus minutus*, *Anatina praecursor*, *Geroilleia praecursor*, *Myophoria elegans*, *Cytherea rhaetica*, *Myacites Escheri*. Les Gastéropodes, *Natica Oppeli*, *Chemnitzia* sp., *Turritella* sp., sont plus rares. Les Poissons, qui ont surtout laissé des dents, sont représentés par *Gyrolepis tenuistriatus*, *Saurichtys acuminatus*, *Hybodus minor*, *Acrodus minimus* et les Reptiles par *Ichthyosaurus* et peut-être *Nothosaurus*. Comme Végétaux, on ne trouve guère que des fragments de tiges d'*Esquisetum* et du bois silicifié, et *Clathropteris platyphylla* recueilli à Saint-Phlin par M. Groth.

Le grès rhétien est loin d'être fossilifère partout et G. Minoux signale qu'il est presque azoïque dans la région de Mirecourt; les meilleurs points sont Vic-sur-Seille, Kédange, Foville, Moncel, Gripport, Flavigny-sur-Moselle, Varangéville, Art-sur-Meurthe.

Les marnes qui forment la division supérieure du Rhétien de Lorraine ont été découvertes par Levallois, Inspecteur général des Mines, d'où leur nom. Elles sont le plus souvent rouges, mais peuvent être verdâtres ou foncées, par exemple aux environs de Mirecourt; il est d'ailleurs difficile de les observer car elles sont fréquemment masquées. On n'y a jamais trouvé de fossiles.

Les sondages effectués en Meurthe-et-Moselle pour la recherche de la Houille, dans le prolongement hypothétique du bassin de Sarrebrück, ont montré que ces marnes de Levallois avaient une épaisseur variant de 5 à 12 m. et n'existaient pas à Longwy.

H. Joly se basant sur leur absence à la lisière S de l'Ardenne, là où le Keuper n'a pas été dénudé, a pensé que leur dépôt était dû à un arasement et à un remaniement des marnes irisées par la mer rhétienne.

**HETTANGIEN.** — Cet étage dont le type a été pris à Hettange (Moselle) présente en Lorraine des faciès assez variés, le changement le plus important étant le passage latéral, à peu près à la hauteur de Metz, des marnes et marno-calcaires du S aux formations grés-sableuses du golfe du Luxembourg, littorales, et qui permettent de penser que l'Ardenne était émergée.

La zone inférieure à *Psiloceras planorbis*, qui existe en Haute-Marne à l'état de calcaires sableux, manque dans le N de la Meuse et en Meurthe-et-Moselle et réapparaît aux confins du golfe du Luxembourg sous forme de calcaires à *P. planorbis*, *Pecten valoniensis*, *Bourguetia Deshayesi*. A Hettange, ce niveau est constitué par quelques mètres de marnes noires feuilletées, surmontant les marnes rhétiennes de Levallois, et qui n'ont pas fourni de *Psiloceras*.

La zone à *Alsatites laqueus* ne peut être reconnue, mais l'Hettangien supérieur à *Schlotheimia angulata* est particulièrement bien représenté, bien que son épaisseur qui atteint 60 m. à Hettange, ne dépasse pas en général 2 à 3 m. en Meurthe-et-Moselle.

Les calcaires durs à *S. angulata* de la Haute-Marne passent dans les Vosges et en Meurthe-et-Moselle à une assise formée à la base de marnes grises peu épaisses avec bancs minces de calcaires marneux, l'ensemble reposant directement sur les marnes de Levallois. Puis viennent des calcaires, jaunes en surface et gris à l'intérieur, en bancs ne dépassant pas 0 m. 20 d'épaisseur, sur 2 à 3 m. de puissance, qui forment un passage insensible au Sinémurien, dont on les distingue par leur faune, ainsi que par leurs bancs moins épais et leur teinte presque toujours moins foncée. La faune de cet Hettangien supérieur est assez riche, comprenant notamment huit espèces de *Psiloceras* et cinq *Schlotheimia*; les formes les plus caractéristiques sont *Psiloceras*



*anisophyllum*, *P. circacostatatum*, *P. haploptychum*, *P. subangulare*, *Schlotheimia angulata* var. *montana*, *S. Charmassei*, *S. striatissima*, *Nautilus striatus*, *Chlamys pollux*, *Lima hettangiensis*, *Avicula Dunkeri*, *Gryphaea Dumortieri*, *Cardinia amygdala*, *Rhynchonella plicatissima*, *Waldheimia perforata*.

Les couches sablo-gréseuses qui représentent le niveau précédent dans le golfe du Luxembourg commencent à se manifester dans la région de Metz et se développent largement vers le N. Le grès d'Hettange se présente en bancs épais ; il est dur, siliceux, gris-jaunâtre ou bleu ; on l'exploite comme pierre de construction et pour pavés. Il représente la zone à *S. angulata* et repose sur les marnes noires feuilletées dont il a été parlé plus haut. Il ne renferme pas de Céphalopodes, mais les Lamellibranches et les Gastéropodes y abondent (1).

Parmi les premiers, on trouve surtout les genres *Ostrea* (*O. irregularis*, *O. Pictetiana*), *Plicatula* (*P. hettangiensis*), *Lima*, *Pecten*, *Chlamys*, *Mytilus* (*M. Simoni*), *Avicula*, *Astarte*, *Lucina*, *Pinna*, *Cypricardia*, *Cardinia* (*C. concinna*, *C. amygdala*), *Cucullaea* (*C. hettangiensis*), *Pleuromya*, *Homomya*. Les Gastéropodes sont peut-être encore plus nombreux avec entre autres les genres *Pleurotomaria* (*P. densa*, *P. Hennoquei*, etc.), *Trochus* (*T. Chappuisi*), *Neritina*, *Solarium*, *Turbo* (*T. costellatus*), *Purpurina*, *Littorina* (*L. minuta*), *Cerithium*, *Strictaeonina*, *Cylindrobullina*.

Une riche flore confirme la proximité d'une terre émergée ; elle comprend principalement des Fougères (*Thinnfeldia incisa*) et des Cycadées (*Cycadites rectangularis*, *Otozamites Hennoquei*, *O. major*, *Cycadospadix Hennoquei*). Les genres *Dictyophyllum* parmi les premières, et *Pterophyllum* chez les secondes, sont également représentés.

**SINÉMURIEN.** — Le Sinémurien de Lorraine étudié par A. Stuber fait suite en concordance à l'Hettangien dont il est souvent difficile de le séparer, notamment aux environs de Metz. Il est uniformément représenté par les calcaires à *Gryphées arquées*, formation constituée par des bancs de calcaires marneux d'un bleu-noir, devenant gris ou jaunâtre par altération, alternant régulièrement avec des marnes.

Dans celles-ci s'observent parfois des lentilles bitumineuses et pyriteuses.

Le calcaire à *Gryphées*, exploité en beaucoup de points pour chaux hydraulique (Xeulley, Haracourt, Brin, Nomeny, Mattaincourt) constitue, ainsi que nous l'avons dit, une terrasse extrêmement nette qui se suit à travers toute la Meurthe-et-Moselle.

Il est quelquefois possible de distinguer à la base la zone à *Arietites Bucklandi* avec *Arietites rotiformis* de très grande taille, et au sommet celle à *Arnioceras semicostatatum* avec petites Ammonites ferrugineuses (*Arnioceras*, *Schlotheimia*, *Coroniceras*, etc...), mais le plus souvent il n'en est pas ainsi.

Le calcaire à *Gryphées*, facies tout à fait classique de l'étage dans presque toute l'Europe centrale et occidentale est épais d'une dizaine de mètres. *Gryphaea arcuata* y est d'une abondance extraordinaire, les individus joints couvrant des dalles très étendues. Il est très fossilifère, les espèces principales étant *Lima gigantea*, *Pecten disciformis*, *Avicula sinemuriensis*, *Plicatula interstriata*, *Pentacrinus tuberculatus*. Cette dernière, en articles détachés, pullule surtout vers la partie supérieure en compagnie de *Belemnites* (*Proteuthis*) *acutus*.

Les individus sont abondants mais la faune est en général peu variée ; cependant à Mattaincourt (Vosges), G. Minoux (2) a recueilli 48 espèces parmi lesquelles 6 *Arietites*, 3 *Schlotheimia*, 3 *Schlotheimia*, *Agassicerus laevigatum*. Les lentilles pyriteuses y renferment des Brachiopodes, de petits Lamellibranches (*Leda*, *Nucula*), ainsi que des Gastéropodes et des Ammonites de petite taille.

(1) TERQUEM et PIERRE. Le Lias de la Meurthe, de la Moselle, du Grand-Duché de Luxembourg, de la Belgique, de la Meuse et des Ardennes. *B. S. G. F.* (2), XIX, p. 322, 1861-1862. — Le Lias inférieur de l'Est de la France. *Mém. Soc. Géol. France*, 2<sup>e</sup> sér., VIII, 1865.

(2) *Loc. cit.*, *B. S. G. F.* (5), IV, p. 24-26, 1934.

**LOTHARINGIEN.** — Cet étage qui tire son nom de la Lorraine où il est particulièrement bien développé n'est pas admis par un certain nombre d'auteurs qui le jugent insuffisamment individualisé, et rattachent au Sinémurien les trois zones qui le constituent.

La zone à *Deroceras Birchi* comprend des calcaires marneux sableux et des marnes également sableuses, peu fossilifères, sur quelques mètres seulement d'épaisseur, à la base desquels on observe souvent des nodules phosphatés plus ou moins disposés en cordon. Les marnes renferment *Belemnites (Proteuthis) acutus*, et le niveau noduleux, *Arnioceras geometricus* et des *Arietites* de grande taille.

La zone à *Asteroceras obtusum* est constituée par des marnes feuilletées et des calcaires marneux à *Hippopodium ponderosum* dans lesquels on peut distinguer deux horizons :

1<sup>o</sup> à la base, marnes à petits nodules ferrugineux, puis marnes feuilletées à *Pseudodiadema minutum*, supportant des marnes sableuses à nodules avec *Aegoceras zyphum* et *Terebratula Turneri* ;

2<sup>o</sup> au sommet, marnes sableuses avec nodules, à *Aegoceras Dudressieri*, *A. planicosta*, *Asteroceras obtusum*, *A. stellare*.

Le premier horizon est épais de 30 m. en moyenne et le second de 15 m., ce dernier est très fossilifère aux environs de Mailly et de Nomeny.

Les assises lotharingiennes précédentes renferment *Gryphaea obliquata*, forme qui dérive directement de *G. arcuata*.

La zone supérieure de l'étage est à l'état de calcaires ferrugineux et pyriteux très durs, bleus dans leur masse, gris et ocreux par altération, en bancs minces alternant avec des lits de marne ocreuse, l'ensemble ne dépassant pas 1 m. à 1 m. 50 d'épaisseur ; c'est le calcaire ocreux, très constant entre le N de Metz et le S de Nancy et qui se réduit beaucoup vers le SW en Haute-Marne (1). Cet horizon comprend non seulement la zone supérieure à *Oxynticeras oxynotum*, du Lotharingien, mais aussi la zone inférieure à *Deroceras armatum*, du Pliensbachien.

Le calcaire ocreux est très fossilifère, particulièrement aux environs de Nancy, les espèces principales étant *Echioceras raricostatum*, *E. Nodotianum*, *Oxynticeras oxynotum*, *O. Oppeli*, *O. Buvignieri*, *Aegoceras densinodum*, *Asteroceras stellare*, *Deroceras armatum*, *Pholadomya idea*, *Gryphaea obliquata*, *Spiriferina pinguis*, *Zeilleria cornuta*.

**PLIENSBACHIEN.** — La limite entre le Lias inférieur et le Lias moyen, qui débute avec le Pliensbachien (2), est, ainsi que nous venons de le voir, impossible à reconnaître en Lorraine, le calcaire ocreux chevauchant sur deux zones, et englobant celle à *Deroceras armatum*. La zone à *Polymorphites Jamesoni* ne peut guère être identifiée qu'en Meurthe-et-Moselle, où elle est réduite à 0 m. 50 environ de marnes gris-bleu dites marnes à *Zeilleria numismalis*, dans lesquelles on trouve également *Rhynchonella rimosa*, *Zeilleria cornuta*, *Aegoceras Taylori* et *Phylloceras ibex*, représenté par un seul exemplaire recueilli par P. Thiéry à Atton.

**DOMÉRIEN.** — La zone à *Deroceras Davoei* est formée par 1 m. à peu près de calcaires marneux gris en bancs séparés par des lits de marne. Très fossilifère en de nombreux points (Saulxures, Lattre-sous-Amance, Lesménils, Mailly, etc...) elle renferme principalement *Deroceras Davoei*, *Aegoceras capricornu*, *A. Henlei*, *Lytoceras fimbriatum*, *Liparoceras Bechet*, *Belemnites (Passaloteuthis) elongatus*, *Pleurotomaria anglica*, *Unicardium Janthe*, *Pentacrinus basaliiformis*.

(1) Colonel GÉRARD. Note sur la formation dite « Calcaire ocreux » de Meurthe-et-Moselle. *B. S. G. F.* (5), I, p. 605-633, 1931.

(2) Nous avons, à la suite de Haug, adopté la division du Lias moyen en deux étages, Pliensbachien et Domérien. Le premier terme a été employé par Oppel (*Die Jura-formation*, 1858, p. 805) pour désigner l'ensemble du Lias moyen et son acception est donc ainsi restreinte. Il était à l'origine synonyme de Charmouthien (Mayer-Eymar, 1865) nom employé actuellement par de nombreux auteurs, bien qu'il n'ait pas la priorité.

L'extrême abondance des Bélemnites avait fait désigner ce niveau sous le nom de « calcaire à Bélemnites » par les anciens auteurs.

La zone à *Amaltheus margaritatus* débute par des marnes sableuses à nodules ferrugineux, épaisses de 0 m. 50 ; c'est l'horizon à *Harpoceras normannianum* d'Authelin, caractérisé par *Belemnites niger*. Puis viennent des marnes bleues épaisses de 25 à 30 m., en trois niveaux, l'inférieur à fossiles pyriteux et le supérieur avec nodules calcaires cloisonnés et nodules formés d'un agrégat d'*A. margaritatus*.

Les assises marneuses contiennent une faune assez variée : *Amaltheus margaritatus*, *Lytoceras fimbriatum* (à la base), *Liparoceras Bechei* (id.), *Belemnites (Passalotcuthis) breviformis*, *B. clavatus*, *Lingula Voltzi*, *Leda rostralis*, *Nucula trigona*, *Zeilleria cornuta*.

Le Domérien supérieur est marqué par une interruption dans la sédimentation marneuse, due sans doute à une diminution de profondeur de la mer, et par le dépôt de grès micacés et de calcaires gréseux. A la base, le grès est très argileux et renferme des nodules-lumachelles qui, sur le versant oriental de la côte de Mousson, renferment des débris de Crustacés, des pinces principalement, des genres *Glyphaea* et *Pseudoglyphaea*. Puis, vient la masse des grès marno-calcaires micacés en gros bancs, qui se termine par des grès à nodules fossilifères, riches surtout en Brachiopodes.

Les espèces les plus importantes de cet ensemble qui est en Meurthe-et-Moselle, épais de 15 à 30 m., sont *Amaltheus spinatus*, *Harpax spinosa*, *Pecten aequivalvis*, *P. acuticosta*, *Gryphaea cymbium*, *Mytilus scalprum*, *Terebratula subpunctata*, *Rhynchonella Delmensis*, *R. acuta*, *Pollicipes lotharingicus*.

E. Haug a insisté sur la presque identité que présente le Lias inférieur et moyen de Lorraine avec celui d'Alsace et y a vu une preuve de l'immersion des Vosges et de la Forêt-Noire.

TOARCIE. — L'épisode gréseux et grésocalcaire de la fin du Domérien ne se prolonge pas, et dès le début du Lias supérieur se manifeste un nouvel approfondissement de la mer qui se traduit par un retour à la sédimentation marneuse ; celui-ci n'est pas brutal et le Toarcien le plus inférieur est à l'état de calcaires marneux ; puis la profondeur augmentant, on passe à des schistes-cartons et à des marnes à *Posidonomyes* (1) qui paraissent correspondre au maximum d'affaissement. Le dépôt des marnes continue cependant jusqu'à la fin de l'étage, pour faire brusquement place aux formations aaléniennes qui ont pris naissance sous une épaisseur d'eau beaucoup moindre.

Le Toarcien, complet en Lorraine, où il fait suite en concordance au Lias moyen, peut y atteindre une épaisseur de 150 m. ; il est particulièrement bien développé et fossilifère aux environs de Nancy (2).

La zone à *Harpoceras falciferum* est formée en Meurthe-et-Moselle : 1° de calcaires marneux bleuâtres avec *H. falciferum* (= *H. serpentinum*) et *Dactylioceras annulatum* ; 2° de schistes-cartons bitumineux ayant leur plus grande puissance autour de Nancy ; 3° de marnes noduleuses à *Posidonomya Bronni*. Les Ammonites des deux derniers niveaux sont surtout *Hildoceras bifrons* et *H. Levisoni* ; on y trouve aussi *Avicula substriata*.

*Dactylioceras commune* qui apparaît déjà au sommet des couches précédentes, caractérise la zone suivante, dans laquelle persiste, à la base, *H. bifrons*. Cette zone à *D. commune*, comprend deux horizons marneux, l'inférieur, sans nodules, surtout net aux environs immédiats de Nancy, renfermant *Phylloceras heterophyllum* et *Coeloceras subarmatum*, et le supérieur, à nodules phosphatés, très fossilifère à Juville et à Liocourt, avec

(1) Un premier niveau liasique à *Posidonomyes (P. mosellana)* a été signalé dans le Lotharingien des environs de Thionville par L. GUILLAUME. *B. S. G. F.* (5), XI, p. 112-116, 1941.

(2) G. CORROY et C<sup>o</sup> Ch. GÉRARD. Le Toarcien de Lorraine et du Bassigny. *B. S. G. F.* (5), III, p. 193-226, 1933.

*Cœloceras crassum*, *C. Raquini*, *C. mucronatum*, *C. Desplacéi*, *Grammoceras striatulum*, *G. Doerntense*, *Haugia illustris*. *Belemnites curtus* et *B. unisulcatus* abondent surtout dans les couches supérieures.

Des marnes micacées constituent la troisième zone et renferment entre autres *Lytoceras jurense*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Grammoceras striatulum*, *G. toarcense*, *Hammatoceras insigne*, *Belemnites irregularis*, *B. tripartitus*, *Trochus subduplicatus*, *Cerithium armatum*, *Astarte subletragona*, *Trigonia pulchella*, *Thecocyathus maetra*.

Ces faciès marneux du Toarcien se retrouvent avec très peu de variantes dans le bassin du Rhône, le bassin aquitain et une grande partie de la région méditerranéenne.

**AALÉNIEN.** — Cet étage a une très grande importance au point de vue économique, car il comprend dans ses deux zones inférieures la totalité des minerais de fer oolithiques de la Lorraine. La formation ferrugineuse a été très étudiée, notamment par Authelin, Bleicher, Braconnier, Villain ; les travaux les plus récents sont dus à L. Cayeux en ce qui concerne leur structure pétrographique et leur genèse (1) au Colonel Ch. Gérard et à J. Bichelonne, pour ce qui se rapporte à leur stratigraphie et à leur faune (2, 3).

L'Aalénien de Meurthe-et-Moselle débute en général par des grès micacés plus ou moins ferrugineux, non exploitables, qui font, en continuité de sédimentation, suite aux marnes argileuses à *Pseudogrammoceras fallaciosum* qui terminent le Toarcien. Puis viennent trois couches de minerai utiles, séparées par des marnes micacées et ferrugineuses. Au-dessus de la dernière couche de minerai on trouve des calcaires ferrugineux dont l'épaisseur est en général inférieure à 1 m. dans le bassin de Nancy, où ils peuvent être remplacés par des marnes ferrugineuses durcies à galets (conglomérat de Marbach). Dans le bassin de Briey, les calcaires ferrugineux et sableux qui surmontent la troisième couche de minerai atteignent une dizaine de mètres d'épaisseur. L'étage se termine par des marnes micacées, puissantes de 3 m. 50 à 6 m. dans le bassin de Nancy, et de 14 à 15 m. dans celui de Briey.

L'ensemble de l'Aalénien a une quinzaine de mètres d'épaisseur dans la première région et avoisine 45 m. dans la seconde. Dans le secteur intermédiaire où on ne rencontre pas de couches à exploiter, les assises demeurent plus ou moins ferrugineuses.

L'Aalénien de Lorraine est extrêmement fossilifère ; le Colonel Ch. Gérard qui en a étudié la faune, principalement d'après la collection de l'Institut de Géologie de Nancy, cite 168 espèces d'Ammonites (se trouvant presque toutes en Angleterre), 15 Bélemnites, 70 Gastéropodes, 141 Lamellibranches, 15 Brachiopodes, 12 Échinides. Le niveau le plus riche est, malgré son peu d'épaisseur, le conglomérat des environs de Nancy.

Le Colonel Gérard a distingué cinq zones paléontologiques que l'on peut faire rentrer dans le cadre des quatre zones classiques admises par Haug.

La zone à *Dumortieria Levesquei* (z. I de Gérard à *D. Levesquei* et *D. striatulo-costata*), comprenant la « couche verte », renferme outre les espèces précédentes, *Phlyseogrammoceras dispansum*, *Catulloceras Dumortieri*, etc.

La zone à *Lioceras opalinum*, qui ne renferme pas cette forme dans le bassin de Nancy, présente :

1° à la base, niveau comprenant les couches noire et brune, caractérisé par *Dumortieria pseudoradiosa* et *D. radians* (z. II de Gérard), avec *Lytoceras irregulare*, *Hammatoceras lotharingicum*, *H. procerinsigne*, *Dumortieria subundulata*, *D. radiosa*, *Trigonia navis*, *Gryphaea ferruginea*.

2° au sommet, couches grise, jaune et rouge constituant la « couche

(1) L. CAYEUX. Les minerais de fer oolithiques de France. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1922.

(2) Colonel Ch. GÉRARD. Note sur l'Aalénien ferrugineux de Meurthe-et-Moselle. *B. S. G. F.* (4), XXX, p. 489-514, 1930.

(3) Colonel Ch. GÉRARD et J. BICHELONNE. Les Ammonites aaléniennes du minerai de fer de Lorraine. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XIX, n° 42, 1940.

supérieure de minerai de fer » qui peut comme les précédentes se subdiviser, ou zone III de Gérard, à *Dumortieria Moorei* et *Lioceras partitum*, où on trouve aussi parmi beaucoup d'autres espèces *Pleydellia aalensis*, *P. macra*, *P. subcompta*, *Cypholloceras opaliniforme*.

*Ludwigia Murchisonae* n'ayant pas été trouvée en Lorraine, on a, pendant longtemps admis que la zone qu'elle caractérise y faisait défaut. Authelin pensant que cette lacune, pouvant également porter sur la zone à *L. opalinum*, était peut-être, au moins partiellement, due à un ravinement ; cette opinion s'appuyait sur la présence dans les couches à *L. concavum*, de fragments roulés d'Ammonites toarciennes.

Cependant, le Colonel Gérard a indiqué la présence dans le bassin de Nancy, d'une vingtaine d'espèces, qui, ailleurs, accompagnent *L. Murchisonae*, ou sont d'un niveau inférieur à celui de *L. concavum*. Il en a conclu à l'existence d'une zone IV à *Ludwigia Haugi* et *Lioceras (Brasilia) bradfordensis*, correspondant à celle à *L. Murchisonae*.

Il y a certainement des points où cette zone, de même que celle à *L. concavum* a été détruite, mais le bon état des espèces qui témoignent de sa réalité oblige à considérer qu'il y en a d'autres où la série est demeurée complète. D'après Gérard, le niveau à *L. Murchisonae* constitue la base du conglomérat du bassin de Nancy et du calcaire ferrugineux du bassin de Briey.

Les meilleurs gisements fossilifères sont ceux où le conglomérat a une épaisseur très réduite : Marbache, Amance, Bouxières-aux-Dames. Les Gastéropodes, assez rares dans les autres niveaux, y sont très fréquents, avec nombreuses espèces des genres *Pleurotomaria*, *Liitorina*, *Straparollus*, *Nerinea*, *Cerithium*, etc. Cette faune, de même que les lacunes par ravinement, indique une mer peu profonde, à fond inégal, avec courants assez violents mais localisés.

La zone à *Lioceras concavum* (z. V de Gérard, à *Ludwigella concava* et *Hyperlioceras discites*), comprend la partie supérieure du conglomérat et du calcaire ferrugineux, et les marnes micacées sableuses, ces dernières peu fossilifères. En plus des deux formes précédentes, on y trouve *Lioceras apertum*, *L. decipiens*, *Ludwigia rudis*, *Hyperlioceras Lucyi*, *Sonninia cf. crassinuda*, etc.

Les affinités bajociennes soulignées par la présence de *Sonninia* sont renforcées par celle de *Belemnites (Megateuthis) giganteus* et par de nombreux Lamellibranches tels que *Geroilleia Hartmanni*, *Astarte elegans*, *Iso-cardia cordata*, *Pholadomya fidicula*. Ces derniers indiquent la continuation de dépôts formés sous une faible épaisseur d'eau.

*Minerai de fer.* — Il y a en Lorraine deux bassins miniers ferrugineux absolument distincts, séparés par la zone anticlinale de Pont-à-Mousson, le bassin de Nancy au S et le bassin de Briey-Longwy au N. Dans le bassin de Nancy, le minerai est exploité principalement à Chavigny, Ludres, Champigneulle, Pompey, Frouard, Bouxières-aux-Dames, Marbache, Faulx, Amance.

Au N de Marbache, la formation ferrugineuse diminue rapidement de puissance pour disparaître presque complètement autour de Pont-à-Mousson. Elle reparait à la lisière S du bassin de Briey, à Ars-sur-Moselle et Novéant.

Les principales exploitations du bassin de Briey-Longwy se trouvent à Droitaumont, Conflans, Moutiers, Saint-Pierremont, Villerupt, Thil, Hussigny, Herserange, Mont-Saint-Martin, Mancieulle, etc. Ce bassin beaucoup plus étendu que le précédent se prolonge à l'E en Moselle et au NE dans le Luxembourg (bassin d'Esch).

Le gisement du minerai de fer de Lorraine, souvent désigné sous

le nom de *minette*, terme de mineurs indiquant un petit minerai de faible teneur (30 à 40 p. 100), s'étend sur à peu près 100.000 hectares (1). Les couches exploitées, de teinte gris-verdâtre, gris, jaune, rouge, brune ou noire, forment trois niveaux principaux répartis dans les deux zones paléontologiques inférieures de l'Aalenien, et ne s'élèvent pas dans le Bajocien comme on l'a dit quelquefois. Ces couches de minerai, dites inférieure, moyenne et supérieure se subdivisent souvent en plusieurs bancs séparés par des marnes stériles ; elles affectent très souvent l'allure de lentilles chevauchant les unes sur les autres, se relayant en quelque sorte, et il est rare qu'en un même point les trois couches puissent être exploitées. L'épaisseur des couches utiles qui est de l'ordre de 4 à 5 m. pour l'ensemble dans le bassin de Nancy atteint presque le double dans le bassin de Briey.

Le minerai est essentiellement une limonite phosphoreuse, surtout concentrée dans des oolithes de un demi à un quart de millimètre de diamètre, souvent aplaties, formées d'un grain central qui est en général un grain de quartz ou un fragment d'organisme, entouré de couches concentriques. Quelquefois le noyau est un débris d'oolithe. Il arrive que l'enveloppe des oolithes est constituée par de l'hydrosilicate de fer, plus ou moins transformé en magnétite. Au voisinage de la surface, on ne trouve plus guère que de l'hydroxyde, d'où la coloration jaune ou rouge des couches.

Le ciment qui réunit les oolithes, le plus souvent peu compact, peut, comme dans certaines couches du bassin de Briey, être du calcaire presque pur, mais c'est presque toujours un mélange en proportions variées, d'argile, de calcaire et de silicates ou silico-aluminates de fer, auxquels s'associe quelquefois le carbonate de fer ; le protoxyde de fer le rend verdâtre. Le minerai pauvre du bassin de Nancy est fortement chargé en silice. Des débris de fossiles et des Foraminifères voisins des *Lagena* sont fréquemment englobés dans le ciment qui est par places très ferrugineux.

Pour la plupart des auteurs, et notamment pour L. Cayeux, la limonite des minerais de fer de Lorraine est d'origine secondaire, formée aux dépens de minéraux ferrifères (surtout silicates et carbonates), provenant de la destruction de roches se trouvant sur des terres émergées voisines, Ardenne et massif schisteux rhénan.

Les oolithes, qui paraissent avoir été primitivement calcaires, montrent divers stades de transformation en oolithes ferrugineuses. Cette concentration du fer dans leur enveloppe se serait faite au fond de la mer, avant que ne se produise la cimentation, le ciment lui-même pouvant être enrichi en fer antérieurement à sa consolidation.

La nature des sédiments dans lesquels se rencontre la formation ferrugineuse de Lorraine, la faune qui l'accompagne, ne laissent aucun doute sur son origine absolument marine. L'Aalenien est caractérisé par une diminution de profondeur de la mer, et même par

(1) Ce bassin ferrifère est un des plus importants du globe. La découverte des procédés de déphosphorisation a permis d'entreprendre son exploitation sur une vaste échelle et de développer la campagne de sondages dans le bassin de Briey.



une tendance très nette à l'émergence, produisant une instabilité du fond. Les colithes se sont accumulées dans les dépressions et ceci explique la répartition irrégulière des lentilles productives. L'opinion de G. Berg, qui considère la limonite des gisements de Lorraine comme primaire et formée dans une lagune, se heurte à un ensemble de faits contre lequel on ne peut s'élever.

### *Jurassique moyen*

Dès le début du Jurassique moyen, la sédimentation calcaire, annoncée par les faciés calcaro-sableux de l'Aalenien, s'affirme avec vigueur, et s'étend non seulement à toute la Lorraine, mais ainsi que nous le verrons par la suite, à la plus grande partie du Bassin de Paris.

Le Bajocien, presque entièrement à l'état de bancs compacts est l'élément constitutif essentiel des côtes de Meurthe et de Moselle, formant au-dessus de l'Aalenien l'abrupt tourné vers l'E qui domine les pentes douces du Lias marneux ; c'est lui notamment qui détermine le profil du Grand Couronné de Nancy.

Le Bathonien voit des assises marneuses s'adjoindre aux couches calcaires, mais l'ensemble est cependant assez rigide, pour, avec le Bajocien, constituer une première zone de plateaux calcaires, zone externe par rapport aux plateaux du Jurassique supérieur, et interne vis-à-vis de la région liasique marneuse qui s'étend en contre-bas vers l'E. Elle comprend les plateaux de Haye et de Briey, qui l'origine, faisaient partie d'une même terrasse géologique, ainsi qu'il a souligné H. Joly.

Entre ces plateaux et les côtes de Meuse, aux escarpements lusitaniens, se trouve la Woëvre, plaine marneuse, dont le sous-sol est pour la plus grande partie constitué par les argiles calloviennes, mais admet également du Bathonien supérieur à l'E et de l'Oxfordien inférieur à l'W, au pied des côtes de Meuse.

La Woëvre, région dépressionnaire, où les cours d'eau coulent à contre-pente, probablement à la suite de captures, est surtout bien individualisée dans sa partie médiane où, entre Conflans et Châtillon-sous-les-Côtes, elle atteint sa plus grande largeur qui est un peu inférieure à 20 kilomètres.

**BAJOCIEN.** — La base de l'étage qui fait suite en continuité de sédimentation à l'Aalenien n'est pas encore franchement calcaire ; elle est constituée par les calcaires sableux gris de la forêt de la Haye, près Nancy, un peu marneux à leur partie inférieure, à *Sonninia Sowerbyi* et *Cancellophycus scoparius*, qui représentent la zone à *Witchellia laeviuscula*, ainsi que l'atteste la présence de *Sonninia Schlumbergeri*, très caractéristique de cette zone.

Ce niveau de base très fossilifère (1) a été également observé par H. Joly à Autreville et à Liverdun. On y rencontre surtout, en plus des espèces citées, *Sonninia Buckmani*, *S. Zurcheri*, *S. modesta*, ainsi que des Gastéropodes (*Pleurotomaria punctata*, *Turbo ornatus*, *Alaria lotharingica*, *Purpurina Bellonae*, etc.) et des Lamellibranches (*Modiola gigantea*, *Myoconcha crassa*, *Opis lunulata*, *Perna quadrata*, *Trigonia signata*).

(1) R. NICKLÉ. Sur le Bajocien de Lorraine. B. S. G. F. (3), XXV, p. 194-195, 1897.

Puis viennent des calcaires à entroques, ferrugineux, épais de 12 à 15 m., avec calcaires ocreux cariés, à fossiles mal conservés : *Sonninia alternata*, *Emileia Sauzei-polyschides*, *Stepheoceras Humphriesi*, *S. Freycineti*, *Gervilleia Zieteni*, *Arca oblonga*.

La zone à *Witchellia Romani* paraît représentée par 6 à 10 m. de calcaires oolithiques blancs à *Clypeus angustiporus* et *Pecten silenus*, et par 10 à 12 m. de calcaires à Polyptères massifs, qui les surmontent, formation récifale, ne renfermant comme Céphalopodes que *Stepheoceras Humphriesi* et *Belemnites (Megateuthis) aalensis* (1), mais riche en Échinides, *Cidaris cucumifera*, *C. Saemani*, *Stomechinus serratus*, etc. et en Polyptères, *Isastraea Bernardina*, *Thamnastraea Terquemi*, *Latimeandra Flemingi*; parmi les Mollusques, on peut encore citer *Phasianella striata*, *Pecten lens*, *Hinnites tuberculatus*; comme Brachiopode, on ne trouve guère que *Rhynchonella tetraedra*. La côte de Delme, Vittonville, Ludres sont les points les plus fossilifères, entre autres en ce qui concerne les Oursins.

Il est très difficile de définir ce qui, en Lorraine, correspond à la zone supérieure du Bajocien, à *Cosmoceras Garantianum*; cette espèce, ainsi que *Parkinsonia Parkinsoni* s'y trouve dans des couches qui sont considérées comme correspondant à l'Oolithe miliare, formation bathonienne classique, assises que, de ce fait, G. Corroy place dans le Bajocien supérieur (2). Nous adopterons l'opinion de H. Joly et de Haug en maintenant le niveau à *P. Parkinsoni* dans le Bathonien et nous considérons les marnes de Longwy comme constituant le sommet du Bajocien.

Ces marnes sont caractérisées par *Cosmoceras longoviciense*, *C. bifurcatum*, *Stepheoceras Blagdeni*, *Stenoceras niortense*, *Ostrea acuminata*, *Homomya gibbosa*, *Pholadomya elongata*, *Trigonia costata*; elles sont gris-jaunâtre ou gris-bleuâtre et bien développées dans la région de Longuyon, Briey, Longwy. Près de Montigny, elles sont séparées en deux assises par un banc de calcaire oolithique à entroques jaune, épais de 2 m., l'ensemble ayant une puissance de 5 m. en moyenne.

Vers le N, en direction des Ardennes, les marnes ne renferment plus que *O. acuminata*. Vers le S, on passe à des marnes grumeleuses avec lits de calcaires marneux, bien nettes aux environs de Toul, avec *Parkinsonia Parkinsoni*, *Rhynchonella concinna* et Échinides : *Acrosalenia spinosa*, *Echinobrissus amplus*, *Clypeus Ploti*.

A noter la présence d'espèces habituellement bathoniennes.

**BATHONIEN.** — Cet étage, bien étudié par J. Wohlgermuth (3) et G. Corroy (4), présente de nombreux changements de faciès, tant latéraux que verticaux, et les assises qui le constituent ont été interprétées diversement par les différents auteurs. L'absence d'*Oppelia* en Lorraine rend difficile l'établissement des synchronismes; peut-être doit-on admettre que des quatre zones de H. Joly, respectivement caractérisées par *Cosmoceras longoviciense*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Parkinsonia wurtembergica* et *Perisphinctes procerus*, la seconde correspond à celle à *Oppelia fusca* et les deux dernières à celle à *O. aspidoides*, la première étant laissée dans le Bajocien. G. Corroy (4) a également placé dans ce dernier étage les couches de la deuxième zone de Joly, ce qui paraît moins justifié que les équivalences de faciès qu'il propose et auxquelles nous nous référons.

Le Bathonien débute par l'Oolithe miliare qui repose sur les marnes de Longwy et les marnes grumeleuses du même niveau, formation marno-

(1) Espèce très voisine de *B. giganteus*.

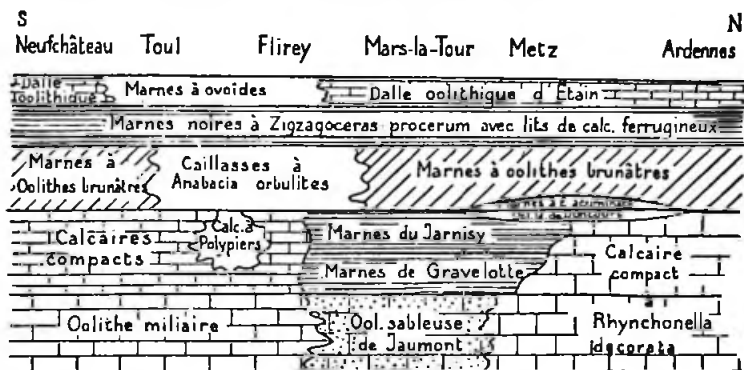
(2) En beaucoup de régions, *P. Parkinsoni*, qui apparaît dans le Bajocien supérieur, s'élève jusqu'au sommet du Bathonien. *C. Garantianum* par contre ne paraît pas monter dans le Bathonien.

(3) J. WOHLGERMUTH. Recherches sur le Jurassique moyen à l'Est du Bassin de Paris. 1883.

(4) Loc. cit., 1927, p. 102-106. — Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Lorraine. Corrélation avec les régions voisines en particulier avec le Jura franco-comtois. *B. S. G. F.*, (4), XXIX, p. 167-188, 1929.

calcaire qui a son maximum de puissance dans la région de Toul-Confians, et surtout entre Toul et Pagny-sur-Moselle. On y trouve *Cosmoceras Garantianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Pecten lens*, *Isocrinus bajociensis*, *Clypeus Ploti*, associés à de nombreux Lamellibranches et Échinides. Plus au N, vers Metz, on passe à une oolithe sableuse jaune à *Ostrea acuminata* et *Macrodon hirsonense*, dite *Oolithe de Jaumont*, laquelle, plus au N, repasse à l'Oolithe miliaire des Ardennes.

L'horizon qui vient ensuite est encore calcaire au S avec les calcaires compacts à *Rhynchonella decorata* de la Haute-Marne, qui atteignent la région de Neufchâteau pour se transformer en calcaires à Polypiers vers Toul et Villey-Saint-Étienne (1) (*Cladophyllia Babeau*, *Psephechinus Schlumbergeri*), mais vers le NE les faciès se modifient profondément et la sédimentation devient marneuse dans la région de Metz passant aux marnes de Gravelotte très calcaires renfermant *Strigoceras Truellet*, *Parkinsonia Tessoni*, *Perisphinctes Martiusi*, *Macrodon hirsonense*. Ces marnes



Bajocien supérieur : Marnes de Longwy

Fig. 7. — Schéma des faciès du Bathonien de Lorraine.

supportent, vers le N, l'oolithe blanche de Doncourt que recouvrent des marnes à *Ostrea acuminata* dites marnes du Jarnisy d'un gris-bleu, et faisant suite aux précédentes là où l'oolithe qui est lenticulaire ne se rencontre pas. En se rapprochant des Ardennes, on retrouve un calcaire compact à *Rhynchonella decorata*, analogue à celui de la Haute-Marne, équivalent latéral des trois dernières assises.

Un niveau ferrugineux peu épais qui se poursuit jusque dans la Nièvre surmonte les couches précédentes ; il contient de nombreux Lamellibranches des genres *Avicula*, *Pecten*, *Trigonia*, *Astarte*, *Opis*, *Pleuromya*, *Homomya*, *Pholadomya* (2).

Le niveau à *Parkinsonia wurtembergica* qui vient ensuite est constitué en Meurthe-et-Moselle par les caillasses à *Anabacia orbulites*, qui en plus des deux formes qui précèdent, renferment *Perisphinctes quercinus*, *Avicula transversa*, *Pecten vagans*, *Pleuromya globata*, *Zelleria digona*. Au N comme

(1) G. Gardet : Position stratigraphique du Calcaire à Polypiers de Villey-Saint-Étienne (Meurthe-et-Moselle B. S. G. F. (4), XXVIII, p. 437-441, 1928. — Le Bajocien supérieur et le Bathonien de Villey-Saint-Étienne (Meurthe-et-Moselle). *Ibid.* (4), XXIX, p. 153-166, 1929.

(2) Une faune très voisine dite du niveau des Clapes se rencontre dans des marnes superposées à l'assise supérieure de l'oolithe de Jaumont, principalement dans un lit à galets ferrugineux très fossilifère dans la deuxième tranchée du chemin de fer de Longuyon à Nancy, à 3 km. de la gare de Longuyon.

au S, ces caillasses passent à des marnes à oolites brunâtres avec rares *Anabacia*, *Astartis elegans*, *Dictyothyris coarctata*, *Rhynchonella elegantula*, *Eudesia cardium*.

Au N de la Meuse, où des calcaires blancs assez compacts représentent cet horizon, on trouve des Gastéropodes tels que *Melania vittata* et *Nerinea laminata* (Chémery et Raucourt).

Dans la région de la Woëvre située au S de Chambley, à partir de Royau-meix en se dirigeant vers le S, les caillasses à *Anabacia orbulites* surmontent directement les calcaires à Polypiers ou l'oolithe miliaire.

L'Échinide caractéristique du Bathonien inférieur, *Clypeus Ploti* se raré- fie à partir du niveau des calcaires à Polypiers et des marnes du Jarnisy.

L'épaisseur du Bathonien inférieur et moyen est en général comprise entre 45 et 70 m. (oolithe de Jaumont 12-20 m., marnes de Gravelotte 30-40 m.).

Le Bathonien supérieur est, de la Haute-Marne aux Ardennes, uniformé- ment formé à sa base par des marnes noires avec lits de calcaires ferrugi- neux, caractérisées par *Zigzagoceras procerum*, *Waldheimia (Microthyris) lagenalis*, *Acanthothyris spinosus*, *Rhynchonella badensis*. On a distingué dans ces marnes trois horizons successifs où dominent respectivement, de bas en haut, *Zeilleria ornithocephala*, *Rhynchonella varians* et *Exogyra Knorri*.

La partie supérieure, calcaire en Haute-Marne (dalle oolithique) devient argileuse dans la région de Toul-Villey-Saint-Étienne-Flirey où elle com- prend des marnes à ovoïdes à *Gresslya peregrina* pour, plus au N, autour de Mars-la-Tour et de Metz, repasser aux calcaires avec la dalle oolithique d'Étain. Ce niveau renferme *Zigzagoceras procerum*, *Perisphinctes subbake- riae*, *Trigonia angustata*, *Gresslya peregrina*, *Echinobrissus clunicularis*; on y trouve quelquefois des ossements de Reptiles. Le Bathonien supérieur a une épaisseur variant de 20 à 45 m., les couches les plus puissantes au N de Chambley étant les marnes à *R. varians* (10 m.) et la dalle oolithique d'Étain (15 m.).

Les assises bathoniennes s'observent particulièrement bien dans la région de Mars-la-Tour, de Conflans et de Briey. H. Joly signale dans les marnes à *R. varians* des environs de Conflans la présence de *Sphaeroceras* voisins de *S. Ymir* et de *S. bullatum*.

**CALLOVIEN.** — Une étude très complète, stratigraphique et paléontolo- gique concernant cet étage a été publiée par G. Corroy (1).

En Lorraine, la zone inférieure à *Macrocephalites macrocephalus* est par- tout représentée par des calcaires marneux et des marnes noires où ce Céphalo- pode est très abondant, associé à *Macrocephalites tumidus*, *Hecticoceras hecticum*, *Kepplerites calloviensis*, *K. Gowerianum*, *Sphaeroceras bullatum*, *Cadoceras modiolare*, *Perisphinctes subbakeriae*, *Belomnopsis calloviensis*, *Pleurotomaria Munsteri*, *Trigonia elongata*, *Zeilleria umbonella*.

En certains points de la Woëvre, les marnes et calcaires marneux s'enrichissent suffisamment en oolites ferrugineuses et en limonite en plaquettes, pour avoir été exploités comme minerai de fer (Mangiennes- les-Mines, Pillon, etc.).

Cette assise inférieure épaisse de 10 à 20 m. passe au SW à la « dalle nacrée » de la Haute-Marne et, vers les Ardennes, à un minerai de fer de Poix.

La zone supérieure est essentiellement constituée par les argiles brunes de la Woëvre dont l'épaisseur peut dépasser 60 m. Elles passent vers le S à des argiles à oolites ferrugineuses qui, aux confins des Vosges et de la Haute-Marne, c'est-à-dire à la limite S de la Lorraine (Liffol, Vesaigne), renferment des concrétions de limonite qui ont été exploitées autrefois. Les fossiles les plus caractéristiques sont *Reineckeia anceps*, *Hecticoceras lunula*, *Cosmeceras Jason*, *Stepheoceras coronatum*, *Belomnopsis clucyensis*, *Zeilleria umbonella*, *Rhynchonella Royeriana*, *Serpula vertebralis*, *Collyrites ellipticus*.

(1) G. CORROY. Le Callovien de la bordure orientale du Bassin de Paris. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1932.

**OXFORDIEN.** — Dans le S de la Lorraine jusque dans la région de Liffol, la zone inférieure est à l'état de marnes à Ammonites pyriteuses, tandis que plus au N, dans la Meuse, elle est formée par la *gaize*, quelquefois associée à des marnes, faciès qui s'étendent à la zone suivante à *Quenstedticeras Mariae* et se poursuivent à travers la Woëvre jusqu'aux Ardennes où ils se maintiennent.

La gaize est une roche poreuse, légère, que l'on peut considérer comme un grès riche en silice gélatineuse. D'après L. Cayeux (1), cette gaize oxfordienne est pauvre en minéraux ; les spicules de Spongiaires y sont peu fréquents, et les éléments siliceux sont principalement des Radiolaires et des Diatomées, noyés dans un ciment d'opale jaune ou grise. Cette roche, qu'il ne faut pas confondre avec la gaize crétacée de l'Argonne, se serait formée au sein d'une mer peu profonde.

L'épaisseur de la gaize est pour l'ensemble des deux zones inférieures, de l'ordre de 50 m. Relativement dure, elle forme depuis la Meuse jusqu'à Signy-l'Abbaye, dans les Ardennes, une ligne des crêtes assez abrupte.

Il est souvent difficile de séparer les divers horizons de marnes oxfordiennes dans le S de la Lorraine (région de Neufchâteau), et le reproche adressé par P. Lemoine (2) à Wohlgemuth, de n'avoir pas toujours voulu le faire, est peut-être un peu injuste.

La zone inférieure est caractérisée par *Quenstedticeras Lamberti*, *Peltoceras athleta*, *P. annulare*, *Cosmoceras Duncani*, *C. ornatum*.

La zone à *Quenstedticeras Mariae* renferme outre cette espèce et parmi beaucoup d'autres : *Peltoceras Eugenii*, *Aspidoceras Babeaui*, *Creniceras Rengeri*, *Gryphaea dilatata*, *Alectryonia gregarea*, *Aulacothyris impressa*.

L'Oxfordien supérieur est très uniformément représenté par des marnes à chailles (nodules calcaires et siliceux) dans lesquelles on trouve principalement *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras arduennense*, *P. Constantii*, *Aspidoceras perarmatum*, *Belemnopsis hastatus*, *Perna mytiloides*, *Pholadom exaltata*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Terebratulula Galliinei*, *Millericrius echinatus*, *Collyrites bicordatus* (3).

Dans la Meuse, les marnes à chailles supportent l'oolithe ferrugineuse de Saint-Mihiel, à faune habituelle de la zone à *Cardioceras cordatum*, la formation qui se poursuit jusque dans les Ardennes où elle constitue le niveau du minerai de fer de Neuvizy.

Les chailles, que L. Cayeux considère comme des silex inachevés, renferment des grains de quartz et de la calcite ; M<sup>lre</sup> C. Dechaseaux signale que si certaines ne contiennent pas d'organismes, d'autres en montrent de nombreux ; ce sont non seulement des éléments siliceux (spicules de Spongiaires Monactinellidés et d'Alcyonaires) mais aussi des Foraminifères, des fragments de test de Mollusques, etc. L'opale joue un rôle important dans la constitution de ces nodules.

Le Jurassique moyen est marqué par de fréquents changements de faciès. Le Bajocien, uniformément calcaire et zoogène jusque dans sa partie moyenne, devient, à sa partie supérieure, marneux dans l'axe du golfe du Luxembourg. Il en est à peu près de même du Bathonien inférieur et moyen qui, marneux dans la moitié N du département de Meurthe-et-Moselle, est calcaire plus au N et plus au S.

La base du Bathonien supérieur est partout marneuse avec lits de calcaires ferrugineux, mais à son sommet les calcaires réapparaissent

(1) L. CAYEUX. Sur la présence de nombreuses Diatomées dans les gaizes jurassiques et crétacées du Bassin de Paris. De l'existence de Radiolaires dans les gaizes du même bassin. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XX, p. 57-60, 1892. *C. R. Ac. Sc.*, t. 114, p. 375-378, 1892.

(2) Bassin de Paris, p. 101-102.

(3) C. DECHASEAUX. L'Oxfordien supérieur de la bordure Est du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (5), 1, p. 353-389, 1931.

au N et au S de la région Toul-Flirey. Enfin, au Callovien et à l'Oxfordien la sédimentation marneuse prend une grande extension.

Alors que le Lias, Aalenien excepté, présente en Lorraine une série pratiquement en tous points complète, des lacunes s'observent dans les assises du Jurassique moyen. C'est ainsi, par exemple, que vers Thiaucourt-Toul, les caillasses à *Anabacia orbulites* reposent directement sur l'Oolithe miliaire, sans interposition des marnes de Gravelotte et des marnes du Jarnisy ; que l'Oolithe ferrugineuse de Saint-Mihiel qui couronne l'Oxfordien ne se poursuit pas vers le S, l'étage s'amenuisant d'ailleurs de plus en plus en direction du Massif Central, ainsi que nous le verrons par la suite.

Il semble bien que la plupart de ces lacunes proviennent de la disparition de couches par ravinement plutôt que d'un manque de sédimentation dû à une émerision, sauf en ce qui concerne le Bathonien.

#### *Jurassique supérieur*

Avec l'Argovien, la sédimentation calcaire reprend ses droits, encore hésitante et coupée de marnes à la base dans le S de la Lorraine jusqu'aux confins de laquelle s'avancent les marnes à Spongiaires de la Haute-Marne. Les calcaires soit en bancs compacts, soit oolithiques et zoogènes deviennent tout à fait prépondérants dans le Rauracien et le Séquanien.

Les récifs de Polypiers se rencontrent dans tout le Lusitanien, et c'est sur ce faciès, particulièrement fréquent au Rauracien, que d'Orbigny a établi le Corallien (1), dans lequel il plaçait également les formations récifales du Jura dont l'âge kimeridgien a été démontré par la suite.

L'apparition des formations coralliennes dénote un changement profond dans les conditions bathymétriques qui régnaient pendant le Callovien et l'Oxfordien. Elles sont en général considérées comme des récifs frangeants, et leur présence est interprétée comme une preuve de l'émerision des Vosges et de la Forêt-Noire. Cette opinion est fort probablement justifiée, mais pour quelques-unes, il peut aussi s'agir de massifs de Polypiers développés sur des hauts fonds à une assez grande distance de tout rivage.

Ce qui est certain, c'est que l'on se trouve devant des dépôts ayant un caractère littoral prononcé en ce qui concerne beaucoup d'entre eux, et qu'ils contrastent vivement avec les assises marneuses des étages précédents, de caractère nettement plus profond.

Mais l'apparition et l'installation de formations coralligènes n'est pas uniquement liée à l'exondation possible de régions jusqu'alors immergées ; elle est encore beaucoup plus étroitement subordonnée à l'établissement d'un régime climatique favorable, les Polypiers étant très exigeants sous ce rapport. Dans les mers actuelles, les récifs ne peuvent se développer que dans des eaux très limpides dont la température ne soit pas inférieure à 17 degrés. On peut en conclure que le Lusitanien est marqué par l'intégration de la Lorraine en particulier,

(1) Paléont. Fr., Jur., vol. I, p. 609, 1845.

et du Bassin de Paris en général, dans la zone équatoriale, ceci succédant à un Oxfordien soumis à des influences boréales très nettes, indiquées notamment par la présence des *Cardioceratidés* et du genre *Cylindroteuthis*.

La partie inférieure du Kimeridgien est encore calcaire mais les récifs ont disparu, les formations coralligènes ayant émigré vers le SE, dans le Jura, L'étage devient ensuite presque entièrement marneux, les calcaires ne réapparaissant qu'au Portlandien, et d'une manière progressive, la base montrant des alternances de calcaires et de marnes qui rendent la délimitation difficile.

Les calcaires lusitaniens constituent les côtes de Meuse ou Hauts de Meuse, qui dominent la plaine argileuse de la Woëvre et qui s'étendent du SE de Saint-Mihiel à l'E de Dun-sur-Meuse. En arrière, vient la région marneuse kimeridgienne, puis un secteur plus interne est celui des calcaires portlandiens qui forment les grands plateaux du Barrois, qui du N de Bar-le-Duc se poursuivent jusque vers Tonnerre par Bar-sur-Aube et Bar-sur-Seine. La forme du sol à leur partie orientale, où les calcaires du Portlandien couronnent les marnes de l'étage précédent, est très typique lorsque des vallées et des vallons entament les plateaux ; elle consiste en des collines à profil sans angles, dont la partie inférieure en pente assez douce se relève peu à peu pour supporter l'entablement calcaire auquel les marnes passent progressivement, le contact étant marqué par des pierriers plus ou moins artificiels dû à ce que les calcaires portlandiens se débitent en petits parallèles lipipèdes qui tombent dans les cultures. Ce relief s'observe jusqu'au du Massif Central et permet de reconnaître immédiatement les régions d'affleurement du Jurassique tout à fait supérieur.

**LUSITANIEN.** — Les trois termes du Lusitanien sont particulièrement bien représentés en Lorraine et les environs de Saint-Mihiel, notamment sont classiques pour leur étude.

**Argovien.** — Ce sous-étage qui correspond à la zone à *Peltoceras transversarium* se présente sous des faciès variés (1).

A la partie inférieure des calcaires blancs de Verdun-Creux fait suite vers le S un massif de calcaire à entroques (Chaillon) qui passe insensiblement aux récifs à Polypiers branchus qui forment les roches de Saint-Mihiel au bord de la Meuse (Zoanthairien). Puis reparassent les calcaires à entroques exploités à Lérouville et Euville, séparés par l'important massif de Polypiers de Commercy. A la même hauteur, vers l'E, l'Argovien se présente sous son faciès glypticien, formé de calcaires marneux grumeleux avec nombreux Échinides et Polypiers libres (Pagny-sur-Meuse, Sorcy) ; vers l'W, les calcaires à entroques passent à des calcaires blancs à grain fin, qui renferment encore quelques Polypiers à Vadonville, puis en sont dépourvus à Sampigny. De Toul à Neufchâteau les calcaires marneux et les récifs argoviens couronnent les côtes oxfordiennes. Les calcaires grumeleux glypticiens se retrouvent en Haute-Marne vers Saint-Blin.

La faune du Glypticien comprend surtout des Lamellibranches, des Brachiopodes (*Terebratulina insignis*, *Zeilleria delemontana*, *Terebratella Richardiana*, *Megerlea pectunculus*), des Échinides (*Cidaris florigemma*,

(1) G. CORROY. Les variations de faciès et de puissance de l'Argovien dans la bordure Est du Bassin de Paris. C. R. Ac. Sc., t. 193, p. 1100-1102, 1931.



*Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Stomechinus perlatus*, *Holcetypus depressus*, des Crinoïdes (*Apiocrinus Roissyi*). Les Polypiers sont entre autres *Thecosmilia trichotoma* et *Thamnastraea prolifera*. Les Céphalopodes de ce niveau ne se trouvent guère qu'en Haute-Marne ; ce sont *Ochetoceras canaliculatum* et *Perisphinctes Martelli*.

Les calcaires blancs de Creuë à grain très fin, assurant une très belle conservation des fossiles, représentent l'Argovien, le Rauracien et la partie inférieure du Séquanien. Ils ont été considérés par quelques auteurs comme une formation profonde s'étant, pendant la presque totalité du Lusitanien, déposée dans une dépression, mais J.-H. Hoffet qui les a étudiés en détail (1) pense que les nombreux Gastéropodes, Lamellibranches et Brachiopodes que l'on y rencontre excluent ce caractère. Il note l'absence complète des genres de mers profondes ou méditerranéens, *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Aspidoceras* ; il y a quelques Oppéliidés, mais d'espèces ubiquistes. Les *Perisphinctes* abondent. Dans une mer peu profonde et de température assez élevée, la région de Creuë-Dompcevrin correspondrait à un point creux localisé où les Polypiers n'ont pu s'installer, et qui a été le siège d'une sédimentation de vases calcaires très fines.

La partie argovienne de ce calcaire renferme entre autres : *Ochetoceras canaliculatum*, *Oppelia stenorhyncha*, *Peltoceras transversarium*, *Perisphinctes biplez*, *P. Parandieri*, *P. Lucingensis*, *P. Depereti*, *P. Kiliiani*, *P. Mindove*, *Pholadomya lineata*, *Gervilleia Roederi*, *Alaria tridactyla*.

L'épaisseur de l'Argovien est très variable ; de 60 m. à Saint-Mihiel, elle tombe à 15-20 m. à Pagny-sur-Meuse-Toul, pour se relever au delà de la limite S de la Lorraine, à 50-60 m. dans le Châtillonnais, et atteindre 75 m. à Doulaincourt dans la Haute-Marne.

**Rauracien.** — La formation classique de ce sous-étage en Lorraine est l'*oolithe de Saint-Mihiel*, constituée à la base par des récifs de Polypiers branchus ou non (*Thamnastraea*, *Thecosmilia*, *Calamophyllia*, etc.) qui continuent en quelques points le régime de l'Argovien, et surtout par des calcaires crayeux très blancs résultant de la trituration des coraux des récifs. On y trouve déjà des *Diceras*, mais ceux-ci sont plus fréquents dans le niveau sus-jacent qui est formé de calcaires oolithiques, à oolithes en général petites et quelquefois moyennes, formation d'eaux très agitées qui a reçu le nom de *Diceratien*.

Dans l'ensemble, les calcaires, le plus souvent crayeux à la base et oolithiques au sommet, remplissent les intervalles entre les récifs et recouvrent ceux-ci.

La faune est principalement constituée par *Diceras arietinum*, *D. originale*, *D. sinistrum*, *Pterocardium corallinum*, *Nerinea Dejrancei*, *N. Mandelslohi*, *N. Mariae*, *N. castor*, *Rhynchonella inconstans*, *Terebratula Gallieni*. On trouve aussi des Crinoïdes et des Échinides, abondants dans les boues crayeuses. La proximité d'une terre émergée est indiquée par une flore assez variée qui comprend des Conifères (*Brachyphyllum*), des Cycadées (*Zamites*), des Filicinées (*Scleropteris*, *Coniopteris*). Cette coupe classique des Côtes de Meuse se poursuit vers le S, mais au delà de Pagny-sur-Meuse, les récifs disparaissent et on ne trouve plus que l'oolithe à *Diceras*. Au N de Saint-Mihiel on passe à la partie moyenne des calcaires de Creuë-Chaillon avec *Perisphinctes Fontannesi*, *P. mogosensis*, *P. subcolubrinus*, *P. Delgadoi* et très nombreux Gastéropodes (*Pseudomelania Clytia*, *Nerinea Clytia*, *Melaptera polyпода*, etc.) et Lamellibranches (*Trigonia Bronni*, *Corbis Leymeriei*, *Pleuromya varians*, *Avicula obliqua*, etc.).

Ces formations vaseuses viennent à la fin du Rauracien recouvrir l'oolithe à *Diceras* jusque dans la région de Sorcy. Elles sont exploitées comme calcaire à chaux grasse. Au N, vers les Ardennes, elles repassent à un calcaire compacte à *Diceras*.

Épaisseur totale du Rauracien : 50 à 70 mètres.

(1) J.-H. HOFFET. Les calcaires de Creuë. *B. S. G. F.* (5), III, p. 337-354, 1933.

**Séquanien.** — Les calcaires lithographiques de la Haute-Marne qui pénètrent dans les Vosges et atteignent la Meuse, passent aux environs de Gondrecourt à des calcaires dans lesquels s'observent les derniers récifs de Polypiers, les calcaires lithographiques réapparaissant avec une grande épaisseur à Void. Plus au N, dans la région de Commercy-Saint-Mihiel, des marnes à *Exogyra bruntrutana*, et des calcaires marneux, pouvant atteindre une épaisseur de 70 m., séparent l'oolithe rauracienne à *Diceras* d'une oolithe blanche à *Zeilleria egena* et *Ostrea subdeltoidea*. La puissance du sous-étage peut atteindre 120 mètres.

Les espèces les plus caractéristiques des assises précédentes sont *Perisphinctes Achilles*, *P. Lothari*, *Nerinea subcylindrica*, *Pinnigena Saussurei*, *Isocardia striata*, *Ceromya excentrica*, *Zeilleria egena*, *Apiocrinus Roissyi*, *Phymechinus mirabilis*; les deux premières sont cantonnées à la base, les autres dans les couches sus-jacentes.

Le Séquanien supérieur est constitué dans la plus grande partie de la Meuse par des calcaires lithographiques et des calcaires marneux en plaquettes correspondant à la partie inférieure du calcaire à *Astartes*, avec *Astarte sequana* et *A. supracorallina*.

Dans la région de Creüe-Chaillon, la sédimentation vaseuse paraît s'être poursuivie pendant le Séquanien inférieur, si l'on en juge par la présence de *Perisphinctes Achilles*, *P. Ernesti*, *P. Lothari*, *P. crussoliensis*, *P. lictor*,

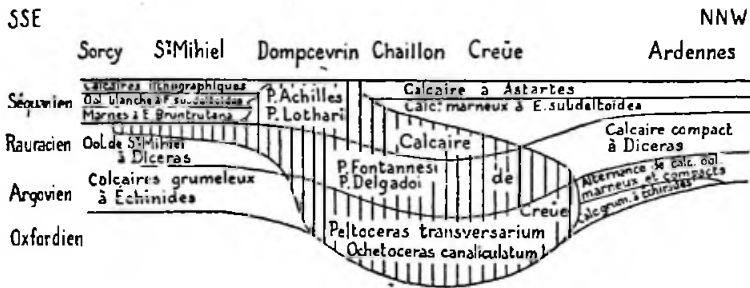


Fig. 8. — Les calcaires de Creüe et leurs équivalents latéraux.

*P. inconditus*; cependant, J.-H. Hoffet n'ayant pu retrouver ces espèces sur le terrain, estime que certaines réserves s'imposent relativement à leur origine.

**KIMERIDIEN.** — Les deux zones qui forment l'étage sont constituées par des faciès tout à fait différents, l'inférieure étant calcaire et la supérieure marneuse et calcaréo-marneuse.

La zone inférieure ou *Ptérocérien* continue la sédimentation calcaire du Lusitanien; elle comprend la partie supérieure du calcaire à *Astartes* qu'il est souvent fort difficile de séparer de la partie de cette formation qui doit être laissée dans le Séquanien. Elle est l'équivalent de la zone à *Streblites tenuilobatus* (1), forme méditerranéenne qui ne se trouve pas dans le Bassin de Paris.

Ce niveau qui, dans la Meuse, est celui des calcaires marneux à chaux hydraulique est caractérisé par *Pictonia cymodoce*, *Perisphinctes decipiens*, *Pholadomya hortulana*, *P. Protet*, *Astarte cingulata*, *Harpagodes Oceanii*, *H. icaunensis*, *Pterocera Ponti*, *Goniolina geometrica*, etc. Quelquefois les

(1) R. ARRAND. L'équivalent de la zone à *Streblites tenuilobatus* dans l'Est du Bassin de Paris. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 166-170, 1929.

A. DURAND. L'étage Kiméridgien dans les départements de la Meuse et de la Haute-Marne. *B. S. G. F.* (5), II, p. 293-335, 1932.

calcaires sont rocaillieux par exemple à Cunel près de Romagne-sous-Mont-faucon. Leur épaisseur est de 15 à 25 mètres.

Ces calcaires kimeridgiens, à peu près identiques comme aspect à ceux du Séquanien supérieur, s'en distinguent par des Astartes différents, par la présence de *P. cymodoce*, et, ainsi que l'a indiqué H. Douvillé (1), par le remplacement de *Zeilleria egena* par *Z. humeralis*. Cet auteur a le premier reconnu que le calcaire à *Astartes* ou *Astartien* comprenait la zone à *P. Achilles* à la base et celle à *P. cymodoce* au sommet.

La zone supérieure ou *Virgulien*, à *Aulacostephanus pseudomutabilis* est formée de trois horizons que de Loriol a caractérisés :

1° Horizon à *Aspidoceras orthocera* avec assises de marnes bleues ou gris-bleu où pullule *Exogyra virgula* ; on y trouve *Aspidoceras Lallieri*, *Aporrhais Thurmanni*, *Trigonia alina*, *Rhabdocidaris Orbignyi*.

2° Horizon à *Aspidoceras caletanum*, calcaires blancs crayeux à *A. caletanum* (= *A. longispinum*), *Aulacostephanus mutabilis* et *Lamellibranches*, *Pinna*, *Thracia incerta*, etc.

3° Horizon à *Aulacostephanus pseudomutabilis* surtout marno-calcaire avec marnes et lumachelles à *E. virgula*, renfermant *A. pseudomutabilis*, *A. Eudoxus*, *Perisphinctes Eumelus*, *Trigonia Thurmanni*, *Arca rustica*, ainsi que *Therebratula subsella* et *Zeilleria humeralis*, ces deux dernières étant d'ailleurs très fréquentes dans tout le Kimeridgien, aussi bien calcaire que marneux.

Le sous-étage supérieur dont l'épaisseur peut atteindre 120 m. constitue souvent un ensemble surtout marneux avec dans le premier horizon de minces lits de calcaires marneux, dans le second, deux niveaux calcaires, le plus épais au sommet, et dans le troisième des lits de calcaires lithographiques peu épais.

**PORTLANDIEN.** — Des deux termes du Portlandien, seul l'inférieur ou Bononien est représenté dans le Bassin de Paris. Il atteint une puissance de 90 à 120 m. et l'on peut y distinguer trois niveaux (2).

Le Bononien inférieur dans lequel on observe à la base des récurrences de marnes et lumachelles à *E. virgula* et *E. Bruntrutana*, annonçant un passage insensible au Kimeridgien, comprend des calcaires lithographiques à *Gravesia gigas*, *G. Irius*, *G. portlandica*, *Reineckeia autissiodorensis*, *Perisphinctes rotundus*, *Aspidoceras catalaunicum*, supportant des calcaires noduleux avec lumachelles très dures exploitées et désignées sous le nom de « pierre châline ». Puis viennent des calcaires gris compacts à *Gravesia gigas*, *G. Irius* et *P. rotundus*, que surmonte l'*oolithe de Bure*, à grain fin, épaisse de 1 m. en moyenne.

Le Bononien moyen est formé de calcaires cariés à la base, tachetés au sommet, à *Cyprina Brongniarti*, *Thracia incerta*, *Trigonia truncata*, *Natica Morcousti*, *Cerithium Lamberti*, auxquels font suite des calcaires lithographiques tubuleux. L'ensemble du Bononien inférieur et moyen, qui a une épaisseur moyenne de 80 m., constitue le calcaire du Barrois dont les bancs durs sont exploités pour empierrement et moellons (3).

Le Bononien supérieur comprend des calcaires sableux gris-verdâtre, feuilletés, avec bancs de calcaires oolithiques à éléments de la grosseur d'un grain de millet, épais de 6 à 7 m. Cette *oolithe vacuolaire* ou *oolithe du Barrois*, d'un jaune blanc, est exploitée comme pierre de taille autour de Saint-Dizier, dans la Haute-Marne (Chevillon) et la Meuse (Savonnières, Juvigny-en-Perthois) ; elle renferme *Perisphinctes giganteus*, *Cyprina fossulata*, *Trigonia gibbosa*, *Avicula rhomboidalis*, etc. La tendance à l'émerison se fait sentir par la présence dans le calcaire sableux à *Serpula coacer*

(1) H. DOUVILLÉ. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier. *B. S. G. F.* (3), IX, p. 439-474, 1881.

(2) R. ABRARD et G. CONROY. Étude de la double faille de la Marne et des régions voisines. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXX, n° 165 (1926-1927), 1927.

(3) E. SALIN. Monographie des calcaires du Barrois. *B. S. G. F.* (5), V, p. 117-166, 1935.

vata et espèces marines, de formes saumâtres telles que *Cyrena rugosa* et *Corbula inflexa*, surtout fréquentes à la partie supérieure, au-dessus de l'oolithe, où un banc en porte fréquemment de très nombreuses empreintes.

Au Portlandien supérieur ou Aquilonien, le Bassin de Paris était exondé, et ce sous-étage n'y est pas représenté.

### ROCHES ÉRUPTIVES DANS LE TRIAS ET LE LIAS

On connaît depuis fort longtemps à Essey-la-Côte, au S de Lunéville, des pointements de roches éruptives que Ch. Vélain (1) a considérées comme intrusives et formant des filons dans le Trias et le Lias inférieur représenté par du Rhétien, de l'Hettangien et même la base du Sinémurien, tous entièrement traversés. Ces roches, accompagnées de tufs et de scories se retrouvent plus au S, près de Zincoourt et de la ferme Bedon (E et NE de Châtel-sur-Moselle), où on observe plusieurs pitons au travers du Muschelkalk élevé.

Ch. Vélain les a classées comme néphélinites à olivine et basaltes à labrador, et il les a décrites en détail. M<sup>me</sup> E. Jérémine (2) les place parmi les ankaratrites dont elles sont en France les seuls représentants. Il s'agit de laves mélanocrates à faciès basaltique, sans feldspaths, riches en olivine et en augite, renfermant de la néphéline et de la mélilite. D'après un renseignement inédit de M<sup>me</sup> Jérémine, on les rencontre souvent à l'état de blocs isolés et il est difficile de déterminer leurs relations avec les terrains sédimentaires.

Un métamorphisme très marqué affecte à Essey-la-Côte les terrains encaissants, notamment les calcaires et les dolomies ; il est surtout visible sur les blocs engagés dans les brèches de friction. Les calcaires à Gryphées deviennent cristallins et l'on y observe de la wollastonite du pyroxène et du fer oxydulé, les Gryphées étant tapissées de cristaux de calcite et quelquefois de rhomboèdres de dolomie.

Dans les tufs, les marnes irisées du Keuper sont passées à l'état de porcellanite ou de jaspes rubannés durs, vivement colorés, cette transformation s'étendant à la Molotte sur 1 m. 50 d'épaisseur. Les grès du Rhétien et du Trias supérieur, vitrifiés au contact, montrent sur plusieurs mètres un grand développement d'opale et de calcédoine, puis plus loin sont fortement chargés en dolomie, surtout dans les parties arénacées.

### TERRAINS CRÉTACÉS

Les auréoles de Crétacé inférieur et de Crétacé moyen ne sont que très faiblement entamées par le département de la Meuse depuis le SE de Saint-Dizier jusqu'à l'W de Dun. S'il s'agit encore de la Lorraine au point de vue de la Géographie politique, on se trouve à l'extrémité orientale de la Champagne en ce qui concerne la Géographie physique et la Géologie. L'ensemble du Crétacé de l'E du Bassin de Paris devant être étudié en détail dans le chapitre suivant, il nous suffira de dire quelques mots sur les points les plus intéressants.

(1) CH. VÉLAIN. Les roches basaltiques d'Essey-la-Côte. *B. S. G. F.* (3), XIII, p. 565-572, 1885.

(2) Feuille de Lunéville, n° 70. Carte géologique de la France au 80.000<sup>e</sup>. 2<sup>e</sup> édit., 1937.

*Crétacé inférieur.* — Le VALANGINIEN lagunaire est représenté par le fer géodique de Cornuel, ou « fer demi-roche », en lits peu épais de plaquettes, quelquefois oolithique, remplissant généralement des anfractuosités ou des gouffres produits par l'érosion à la surface des calcaires portlandiens et faisant partie d'une série de gisements en poches qui s'étendent depuis la région de Doulevant-le-Château (Haute-Marne) jusqu'à Brillon et Ville-sur-Saulx (Meuse), où le minerai n'a plus qu'une épaisseur réduite.

Le fer géodique est formé essentiellement de limonite, souvent accompagnée de sidérose ; accessoirement on rencontre des plaquettes et des nodules d'oligiste ainsi que des nodules de célestine (Brillon, d'après G. Corroy). Les exploitations qui ont été nombreuses pendant le siècle dernier sont depuis longtemps abandonnées (forêt de Ligny-en-Barrois, Cousances-aux-Forges, Aulnois-en-Perthois, Hévillers, etc. Dans ces deux dernières localités, où le minerai a 8 m. de puissance, et surtout à Hévillers, où il se trouve dans des excavations profondes de l'oolithe du Barrois, les ravinements subis par les calcaires portlandiens, antérieurement au Néocomien, sont particulièrement nets.

Au N d'Aulnois, la limonite passe à un calcaire ferrugineux dur, et à Brillon on ne trouve plus qu'une couche d'ocre de 0 m. 15 avec géodes de limonites, de célestine et de gypse. Des Mollusques perforants ont percé de trous cette couche d'ocre.

Des sables ferrugineux à la base et blancs à leur partie supérieure, épais de 1 m. 40 à 2 m. à Aulnois sont attribués par G. Corroy au Valanginien continental et auraient subi des influences éoliennes mises en évidence par de nombreuses oolithes et même des géodes de limonite, ou par des fragments de Lamellibranches et des débris de Végétaux arrachés au fer géodique sous-jacent. Une incursion marine est marquée par un sable argileux qui à Ville-sur-Saulx a fourni *Heteropora arborea*, *Lichenopora heteropora*, *Pseudodiadema Guirandi*.

L'HAUTERIVIEN ne comprend dans la Meuse que le calcaire à *Toxaster retusus*, sauf à Savonnières-en-Perthois où entre lui et le Portlandien on trouve 0 m. 60 de marne calcaire bleue à *Exogyra latissima*. Le calcaire est souvent gréseux et exploité en même temps que l'oolithe vacuolaire sous le nom global d'*oolithe du Barrois*, comme pierre de taille ; il peut atteindre 8 m. d'épaisseur. Il est quelquefois oolithique et tendre à la base, avec débris de Poissons et de Reptiles, rognonneux et très fossilifère au sommet qui admet des lits marneux (exploitations souterraines de Ville-sur-Saulx et Savonnières). Un horizon argilo-marneux passant insensiblement à l'argile barrémienne à *Exogyra Leymeriei* termine l'étage. Les exploitations les plus réputées sont celles de Brillon, Ville-sur-Saulx, Combles, Savonnières-en-Perthois, presque toutes souterraines et où le calcaire à *Toxaster* n'est pas toujours utilisé.

Le BARRÉMIEN qui se voit bien à l'entrée des carrières entre Brillon et Ville-sur-Saulx y est peu épais et ne montre que sa base formée d'argile gris-jaunâtre à Serpules avec *E. Leymeriei*, *E. Boussingaulti*, *Astarte subformosa*, etc. Au-dessus, visible en divers points, vient un

niveau marneux avec lumachelles et bancs calcaires caractérisé par *Miozaster Ricordeai*, surtout bien développé en Haute-Marne, qui s'amenuise et disparaît au N de l'Ornain.

Le Barrémien supérieur est constitué par 3 m. de sables micacés jaune rougeâtre, presque toujours agglomérés en grès siliceux, formation sans fossiles, d'origine lagunaire ou continentale, ainsi que les 3 m. d'argile marbrée qui suivent. Le minerai de fer oolithique qui suit en Haute-Marne, et la « couche rouge » à faune marine qui le surmonte à Wassy ne se voit plus qu'autour de cette localité ; la dernière ne paraît pas se poursuivre dans la Meuse.

L'APTIEN inférieur, à l'état d'argiles quelquefois sableuses avec oolithes ferrugineuses a été exploité pour tuilerie à Combles et Vassin-court ; il renferme *Terebratella Astieriana* associée aux mêmes espèces que dans l'Aube et dans la Haute-Marne. La zone à *Parahoplites Deshayesi*, argileuse, se voit en quelques points (W de Combles, Vaubécourt, Sommellonne, etc.) ; à la partie supérieure, on trouve un niveau à grands *Ancycloceras*. L'Aptien supérieur, sableux est constant au S de l'Ornain où il surmonte l'assise précédente et supporte les Sables Verts albiens ; au N de la rivière, il s'amenuise et disparaît pour réapparaître au N de Varennes, où les sables très ferrugineux ont été, vers 1840, exploités comme minerai à Romagne-sous-Montfaucon, Cierges et Gesnes.

L'Aptien peut reposer directement sur le Portlandien ; près de Vombécourt, par exemple, les argiles de la zone à *P. Deshayesi* sont transgressives sur l'oolithe du Barrois.

*Crétacé moyen.* — L'ALBIEN présente dans la Meuse ses divisions habituelles, à la base, Sables Verts à *Douvilleiceras mamillare*, au sommet argiles du Gault à *Hoplites splendens* et *H. dentatus*.

Cet étage qui affleure largement dans la région de Revigny, de Triaucourt et de Clermont-en-Argonne, et qui plus au S fait suite au Néocomien, est, à peu près à partir de Revigny, transgressif sur du Jurassique de plus en plus ancien, Portlandien, Kimeridgien, Lusitanien, en se dirigeant du S vers le N.

Le CÉNOMANIEN inférieur, et probablement en partie, moyen, est constitué par la *gaize* de la forêt d'Argonne, dont presque toute la moitié orientale se trouve dans le département de la Meuse. La base de cette formation couronne certains des lambeaux albiens qui se trouvent à l'E de l'Aire et leur donne leur abrupt (W de Romagne-sous-Montfaucon, Montfaucon-d'Argonne, Vauquois, E de Neuville, etc.) Nous avons vu plus haut que tout au moins certains de ces lambeaux disséminés sur le Jurassique supérieur admettaient de l'Aptien à leur partie inférieure.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Aucune formation tertiaire intacte et datée n'a été rencontrée en Lorraine, mais, dans un secteur assez étendu, on trouve entre les cotes 250 et 300 des blocs de grès signalés par Buvignier dans le N de la

Meuse et dans les Ardennes, et qui sont également très nombreux dans le N de la Meurthe-et-Moselle (1), où ils correspondent au maximum d'extension vers l'E, des *grès de Stonne*. Les blocs, parfois anguleux et volumineux, peuvent, aux environs de Stenay et au S de Longuyon, atteindre de un à trois mètres cubes ; d'autres fois, les débris sont de dimensions moindres, anguleux ou arrondis, et souvent emballés dans une argile jaunâtre, comme au Mont Cey près de Longuyon, à Rouvrois-sur-Othain, etc. Ce sont des grès quartziteux très durs, à patine feuille morte, quelquefois légèrement cariés ou d'aspect scoriacé. L'argile sablonneuse dans laquelle ils sont noyés en certains points peut renfermer des grains de limonite et paraît provenir du remaniement de dépôts antérieurs.

Il ne s'agit pas, ainsi que l'ont pensé certains auteurs, d'une formation effectuée aux dépens des gîtes de « fer fort », mais du démantèlement sur place d'une assise autrefois continue. Ces grès de Stonne ne contiennent pas de fossiles et ils ne peuvent être datés avec précision ; il est de même très difficile de savoir s'ils sont d'origine continentale ou marine.

Ch. Barrois qui les a étudiés dans les Ardennes les plaçait dans le Thanétien, tandis que sur la feuille de Metz au 80.000<sup>e</sup>, ils sont considérés comme des dépôts de pente pliocènes. La réalité est peut-être intermédiaire, et à ce propos A. Meunier (2) signale que des blocs gréseux disséminés sur une partie de l'Argonne et associés à des éléments résiduels (poudingues, cailloux roulés, etc.) semblent faire la liaison entre les grès de Stonne de Lorraine, et la limite connue de l'extension des grès de Fontainebleau en Champagne.

Il se pourrait que cette couverture de grès, ait, sous un climat très chaud, subi un enrichissement en silice et en fer et qu'elle se soit durcie ainsi que l'indiquent G. Gardet et R. Capot-Rey (3), qui pensent que sinon pour la date, du moins pour le mode de formation, elle peut constituer l'équivalent du Sidérolithique qui entoure le Massif Central.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les alluvions des cours d'eau sont de beaucoup les formations quaternaires les plus importantes et les plus développées de Lorraine, mais on y rencontre également des tufs à Végétaux, des lignites, des cavernes à ossements et des dépôts dont le remaniement au Pléistocène est attesté par une faune bien caractérisée.

Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la Haute-Moselle, étudiés par A. Nordon (4), et dont les vestiges sont nombreux sur le versant occidental des Vosges, s'avancent jusqu'à la limite de la région triasique, mais ils ne sont pas descendus jusqu'en Lorraine sédimentaire proprement dite.

(1) G. GARDET et R. CAPOT-REY. Sur l'extension des Grès tertiaires dans le Nord-Est du Bassin parisien. *B. S. G. F.* (4), XXI, p. 419-422, 1929.

(2) A. MEUNIER. Sur l'extension des formations gréseuses dans l'Est du Bassin parisien. *C. R. som. S. G. F.*, p. 237-239, 1935.

(3) *Loc. cit.*

(4) A. NORDON. Étude des formes glaciaires et des dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du Bassin de la Haute-Moselle. *B. S. G. F.* (5), 1, p. 245-288, 1931.



*Alluvions anciennes.* — Les alluvions anciennes qui n'occupent que d'étroites surfaces dans le parcours encaissé en régions jurassiques, de la Meuse, de la Moselle et de la Meurthe, s'étalent au contraire largement plus à l'amont dans les plaines du Trias supérieur et moyen.

Parmi les travaux les plus récents relatifs aux terrasses alluviales de la Lorraine, citons ceux de G. Gardet (1), de N. Théobald (2), et de G. Corroy et G. Minoux (3).

Des terrasses élevées, pouvant se trouver à plus de 150 m. au-dessus du fond des vallées, dont les éléments sont principalement des galets vosgiens de quartz et de quartzite, souvent volumineux, conservées en lambeaux très réduits sur les plateaux ou dans les vallées — par exemple dans la vallée de la Moselle et dans celle de la Meuse au-dessous de Pagny — et n'ayant pas fourni de fossiles, sont sur les cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup> rattachées au Pliocène, de même que des limons des plateaux, quelquefois caillouteux. Ces attributions sont assez hypothétiques, et il est permis de penser qu'elles ont été faites faute de savoir où placer les dépôts considérés, qui ressemblent beaucoup, en certains points, aux alluvions anciennes ; peut-être s'agit-il d'un terme de passage du Pliocène au Sicilien. On y trouve les premières apparitions de la *grouine* calcaire, formation qui, dans la haute vallée de la Meuse et dans celle de l'Ornain, se trouve à un niveau ne dépassant pas celui de la terrasse de 50-60 mètres.

Deux fragments de molaires d'*Elephas meridionalis*, dont le meilleur provient de l'E de Metz, sont connus de Lorraine ; Corroy et Minoux pensent qu'ils se trouvaient dans des terrasses du Sicilien ou du Pliocène supérieur, de 95-105 mètres, qui ont été détruites par l'érosion. Dans ses études de 1925 et 1928, G. Gardet a distingué dans les vallées principales quatre niveaux d'alluvions siliceuses :

- 1<sup>o</sup> Terrasse de 95-100 m., conservée en rares vestiges peu étendus, seulement dans la traversée des horizons calcaires des cours de la Meurthe, de la Moselle et de la Vezouze. Elle correspond probablement au Sicilien, et se montre formée de galets volumineux de quartz et de quartzites arrachés au Grès vosgien.
- 2<sup>o</sup> Terrasse de 55-60 m. qui peut être attribuée au Milazzien ; cette terrasse principale est dominée par une terrasse secondaire de 75 m. qui s'observe en lambeaux discontinus, dont les éléments sont uniquement des quartzites provenant des conglomérats du Grès vosgien.
- 3<sup>o</sup> Terrasse principale de 30-35 m. que domine un niveau accessoire de 45 m. En lambeaux discontinus à galets de granite et de gneiss altérés, associés à des sables et galets quartzitiques d'origine triasique, exploités en quelques points dans la vallée de la Meurthe. Ce niveau paraît pouvoir être attribué au Tyrrhénien.

(1) G. GARDET. La « Haute Terrasse » du Bois-Moncel, près de Foug et de Lay-Saint-Rémy. *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 619-626, 1925. — Les systèmes de Terrasses de la trouée Pont-Saint-Vincent, Toul, Foug, Pagny-sur-Meuse, Commercy. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, t. III, fasc. III, p. 236-280, 1928. — A propos de l'étude récente de M. Nordon sur « Les formes glaciaires de la Haute-Moselle ». *C. R. som. S. G. F.*, p. 110-111, 1932.

(2) N. THÉOBALD. Les alluvions anciennes de la Moselle aux environs de Sierck. *Ibid.*, p. 10-11, 1931.

(3) G. CORROY et G. MINOUX. Les mammifères quaternaires de Lorraine. Les Eléphantidés. *B. S. G. F.* (5), 1, p. 635-653, 1931.

4° Terrasse de 15-20 m., considérée comme monastirienne, et qui en certains points se dédouble en une terrasse principale (15-20 m.) et en un bas-niveau continu de 6-8 m. dominant la plaine des alluvions modernes et très développé dans la vallée de la Meurthe. Les galets de granite et de gneiss, en général peu ou pas altérés dominant, et dans la vallée de la Meurthe il n'y a ajouté des galets d'andésite, dolérite, cornéennes enlevés à la série cristalline et métamorphique dévonienne, ainsi que des quartz et quartzites du Trias, repris aux terrasses plus anciennes.

Dans la vallée de la Meuse, les alluvions siliceuses ne se rencontrent qu'à l'aval de Pagny ; ces éléments vosgiens y ont été amenés à la suite de la capture momentanée de la Moselle par la Meuse, la première rejoignant la seconde par le col de Pagny (vallon de l'Ingressin et marais de Pagny). A l'amont de cette localité la Meuse, qui ne traverse que des régions jurassiques, n'a pas laissé d'alluvions anciennes et on n'y trouve que des dépôts de grouine calcaire, contemporains de ces dernières.

La basse terrasse qui est très étendue dans la région étudiée par G. Gardet est également bien représentée à l'aval d'Épinal, et plus à l'amont, entre Archettes et Remiremont où un niveau secondaire et continu domine d'une dizaine de mètres le fond de la vallée de la Moselle. Au N, aux environs de Sierck, N. Théobald a distingué dans les alluvions anciennes de cette rivière six terrasses, de 160 m. 90 m., 70 m., 40 m., 15 m. et 8 m., séparées par des talus intermédiaires, ainsi que quatre surfaces inclinées résultant de la combinaison de plusieurs de ces éléments. La terrasse de 40 m. a fourni *Elephas primigenius* de type ancien, trouvé à sa partie inférieure.

Dans la vallée de la Sarre, les alluvions siliceuses, avec éléments empruntés au Trias, ne se rencontrent jusqu'à Sarre-Union qu'à l'état sporadique ; la terrasse de 30-35 m. n'a subsisté qu'en lambeaux très réduits, tandis que celle de 15-20 m. est mieux conservée et présente par places une certaine continuité. Cette basse terrasse se développe largement sur la rive droite du cours d'eau entre Sarre-Union et le NE de Sarralbe où l'on observe aussi des niveaux plus anciens.

En ce qui concerne la répartition des Éléphants dans les terrasses de Lorraine, on constate que *E. antiquus* qui y est rare paraît à peu près cantonné dans le niveau de 55-60 m. attribué au Milazzien. La localisation des points où il a été rencontré, qui jalonnent l'ancien lit de la Moselle, a été interprétée par G. Corroy et G. Minoux comme une preuve de ce que la capture par la Meuse était pleinement réalisée à l'époque de *E. antiquus* (pour eux, le Sicilien ; il est en effet possible que certains vestiges de l'espèce datent de cet étage, notamment une molaire trouvée à Villey-le-Sec dans une fissure des calcaires jurassiques), et touchait à sa fin à celle d'*E. primigenius*. Un fragment de molaire de Pont-Saint-Vincent, qui se rapporte sans aucun doute à *E. antiquus*, provient d'un niveau mal précisé qui peut aussi bien être sicilien que milazzien ou même tyrrhénien. L'espèce est également connue des environs de Toul (Lay-Saint-Rémy, etc.) et de Pagny-sur-Meuse, et du valon de l'Ingressin ; à l'aval de Thionville, elle a été trouvée dans la terrasse tyrrhénienne de la rive droite de la Moselle.

Les restes d'*E. primigenius*, molaires ou défenses, sont très nombreux (vallées de la Meurthe, de la Moselle, de la Seille, de la Meuse, etc.) et se rencontrent dans les alluvions s'étageant entre 10 et 35 m., leur meilleur gisement étant la terrasse de 15-20 m. attribuée au Monastirien.

La *grouine*, dépôt de pentes, bien caractérisé dans les vallées qui entament les plateaux calcaires, est formée par des cailloutis à éléments calcaires petits et anguleux, assez nettement classés par ordre de grosseur. Cette formation, qui est souvent obliquement stratifiée, a été fréquemment consolidée ou cimentée par des eaux incrustantes. Elle se rencontre à divers niveaux et date de la période de creusement des vallées ; elle a commencé à se former à l'époque de la plus ancienne terrasse et date principalement du Monastirien si l'on en juge par le nombre assez élevé de molaires d'*E. primigenius* qu'on y a rencontré, notamment dans les vallées de la Meurthe et de la Moselle.

Le *limon des plateaux* est sur la plupart des cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup> considéré comme antérieur aux alluvions anciennes les plus élevées, et il semble que bien souvent cette opinion n'est pas justifiée. Les formations désignées sous ce nom sont d'ailleurs très hétérogènes et d'origines diverses. Ces limons, quelquefois sableux et présentant exceptionnellement une couche de gravier à la base, peuvent aussi être très argileux. Ils renferment par places, et notamment sur le Trias moyen et supérieur où ils résultent de l'altération des assises argileuses ou dolomitiques, de grandes quantités de fer oxydulé en petits grains.

Il est permis de penser que si ces limons ont pu se former dès le Pliocène, ils datent surtout du Quaternaire ancien. Certains ont été rapprochés du lehm (1).

*Alluvions modernes.* — Ces formations occupent les fonds de vallée et y constituent des plaines alluviales qui, en ce qui concerne les cours d'eaux principaux, sont parfois très étendues ; on les attribue au Flandrien.

La vallée de la Moselle présente, en particulier entre Metz et Thionville, un important développement de ces alluvions, qui peuvent y atteindre une épaisseur de 15 à 20 m. Elles sont sableuses ou argilo-sableuses, siliceuses avec éléments granitiques et quartzitiques d'origine vosgienne. On y a recueilli *E. primigenius*.

Les affluents de la moyenne Moselle ont des alluvions modernes calcaires avec quelquefois dépôts de tuf (cron) à Mollusques (*Bithinia tentaculata*, *Limnaea ovata*, *Planorbis marginatus*) ; on y a trouvé des bois de Cerf de grande taille. Les affluents qui descendent des Vosges ont déposé des alluvions quartzitiques ou granito-gneissiques et quartzitiques, suivant qu'ils sont issus de la partie gréseuse ou cristalline de la chaîne. Les affluents provenant du Trias moyen ou supérieur ont des alluvions calcaréo-dolomitiques plus ou moins argileuses.

(1) BLEICHER. Sur deux dépôts quaternaires voisins du Lehm dans les vallées de la Meurthe et de la Moselle. *Bull. Soc. Sc. de Nancy*, 1899.

Les alluvions modernes de la Meurthe sont granito-gneissiques et quartzitiques ; celles de ses affluents sont, comme pour le bassin de la Moselle, de composition variée suivant l'origine des cours d'eau, et dans les mêmes conditions. Ces formations sont dans la Meurthe-et-Moselle épaisses de 0 à 15 m. et donnent lieu à de nombreuses exploitations de sablières.

Dans les vallées de la Meuse et de l'Ornain les alluvions sont argilo-calcaires ; elles sont souvent très argileuses et même tourbeuses dans celles du Mouzon, du Flambart, du Vair, de la Vraine, du Madon à l'aval de Begnécourt ; elles deviennent argilo-sableuses et quartzeuses dans la vallée supérieure de ce dernier cours d'eau. La tourbe se retrouve en quelques points de la vallée de la Meuse (marais de Pagny, Foug).

Les petites dépressions de la plaine de la Woëvre où circulent des cours d'eau, et qu'occupent de nombreux étangs, montrent un large développement d'alluvions très argileuses qui présentent tous les caractères des limons.

*Lignites.* — En différents points on connaît des lignites quaternaires qui sont généralement considérés comme à peu près contemporains des alluvions anciennes les plus récentes. A Jarville près de Nancy (1) les alluvions de la Meurthe graveleuses de la basse terrasse, à *E. primigenius*, surmontent une mince couche de lignites qui les sépare des argiles du Lias. Fliche y signale des dents et ossements d'un *Equus* voisin de *E. caballus*, des Arthropodes et des Végétaux, bois et feuilles surtout, se rapportant à *Betula pubescens*, *Alnus viridus*, *Pinus montana*, *P. obovata*, *Picea excelsa*, *Larix europaea* qui indiquent un climat boréal dû à une grande extension des glaciers.

A Bois-l'Abbé, au NW d'Épinal (2), une couche de lignite peu épaisse supportée directement par la base du Trias moyen est recouverte par 7 m. 50 d'alluvions anciennes de la Moselle ; ce sont donc des conditions identiques à celles de Jarville. Outre des Arthropodes, presque toujours à l'état de débris, ces lignites ont fourni une flore qui, en plus des quatre dernières espèces ci-dessus, comprend *Galium palustre*, *Alnus incana*, *Rhynchospora alba*, etc. D'après Fliche, le nombre des arbres montre que le lignite s'est probablement formé sur place dans une tourbière de forêt, sous un climat très rude, dénoté par la prédominance des Conifères de régions froides, même aux basses altitudes.

*Tufs.* — Des tufs quaternaires dont la formation est due à des sources incrustantes s'observent assez fréquemment dans les régions calcaires des Vosges et de la Meurthe-et-Moselle, souvent produits par des eaux ayant circulé dans le Bajocien. Bleicher et Fliche (3) ont étudié les plus importants dont nous allons dire quelques mots.

(1) P. FLICHE. Sur les lignites quaternaires de Jarville, près de Nancy. *C. R. Ac. Sc.*, t. 80, p. 1233-1236, 1875.

(2) *Id.* Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Épinal. *Ibid.*, t. 97, p. 1329-1331, 1883.

(3) BLEICHER et FLICHE. Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France. *B. S. G. F.* (3), XVII, p. 566-602, 1889.

Le tuf de Vincey (Vosges) forme deux mamelons isolés au pied des collines triasiques qui bordent la vallée de la Moselle ; il est tantôt dur et travertineux, tantôt crayeux et friable, caverneux par places, et quelquefois substratifié. Il renferme de nombreux Mollusques parmi lesquels *Limnaea pereger*, *Planorbis rotundatus*, *Bithinia tentaculata*, *Helix fruticum*, *Pupa muscorum*. Cette faune, plutôt fluviatile et palustre que terrestre, indiquerait que le dépôt s'est formé dans une anse tranquille de la Moselle quaternaire, dans laquelle débouchait une source incrustante ; le recul du coteau par érosion a isolé le tuf.

Beaucoup plus limité, le tuf de Morville-sur-Seille, assis sur les marnes de Levallois (Rhétien supérieur), comprend trois bancs assez durs et ne paraît pas dépasser 5 m. d'épaisseur. Les Mollusques y sont peu fréquents et en mauvais état : *Succinea putris* var. *limnoidea*, *Clausilia* aff. *parvula*, *Zua lubrica*, *Zonites crystallinus*, *Helix pulchella*.

A Pont-à-Mousson, le tuf se présente comme un amas de débris et de blocs non en place, qui se trouve sur le flanc SE de la colline de Mousson, à 60 m. au-dessus du niveau actuel de la Moselle. On peut présumer que la source qui est à son origine avait son point d'émergence vers la base des calcaires bajociens dans lesquels elle s'était chargée en carbonate de chaux. Les Mollusques sont *Succinea putris* var. *minor*, *Clausilia* aff. *parvula*, *Zua lubrica*, *Hyalina nitens*, *Helix hortensis* et un Lamellibranche *Pisidium amnicum*.

Au contraire du gisement de Vincey qui n'a fourni comme Végétaux que des vestiges informes, et de celui de Morville qui en est dépourvu, le tuf de Pont-à-Mousson renferme de nombreuses empreintes de tiges, feuilles et fruits. Bleicher et Fliche y ont recueilli vingt-deux espèces parmi lesquelles, outre une espèce nouvelle *Lepidiopsis tufacea*, on peut citer *Pellia epiphylla*, *Typha latifolia*, *Salix cinerea*, *S. capraea*, *Quercus pedunculata*, *Corylus avellana*, *Tilia grandifolia*, *Evonymus europaeus*, *Hedera helix*.

La flore froide des lignites est la plus ancienne flore quaternaire de Lorraine ; elle remonte au moins à l'époque de l'apparition d'*Elephas primigenius* et elle est peut-être même légèrement antérieure ; les Insectes (*Agonum*, *Patrobis*, *Donacia*, etc.) qui l'accompagnent ne fournissent pas de renseignements sur ce point. La flore du tuf de Pont-à-Mousson bien plus récente témoigne d'un climat tempéré, très voisin de l'actuel, mais plus humide ; les espèces qui la composent sont encore communes dans la région, mais beaucoup ont abandonné la côte de Mousson devenue trop sèche pour elles. Les Mollusques des tufs qui appartiennent à des espèces se trouvant encore en abondance en Lorraine, avec les mêmes variétés, conduisent à une conclusion analogue. Ensuite seraient venues la flore de la base des tourbes à prédominance du Bouleau et du Pin sylvestre et rareté ou absence du Chêne et du Hêtre, et enfin la flore forestière où domine le Hêtre dans les régions de collines.

Peut-être serait-il nécessaire, en ce qui concerne les flores les plus récentes, de reviser un peu cette chronologie due à Bleicher et Fliche ; un flanc de coteau et une tourbière sont des milieux si différents que la

dissemblance des flores n'implique pas forcément que le tuf de Pont-à-Mousson et la base de certaines tourbières ne soient pas contemporains.

*Cavernes à ossements.* — La vallée de la Moselle dans la région de Toul est profondément encaissée dans les calcaires du Jurassique moyen ; ceux-ci et surtout les calcaires bajociens sont très fissurés et creusés de nombreuses cavernes peu étendues désignées dans la région sous le nom de « trous ». Les plus importantes au nombre de huit ont été explorées par Moreau, Husson et Godron (1) qui les a décrites.

Ces cavernes renfermaient de nombreux ossements, les uns datant des temps historiques, les autres fossiles. Les premiers se rapportent à l'Homme, et la présence de quelques pointes de flèches et silex taillés les avait fait considérer comme paléolithiques, ainsi qu'à des animaux domestiques. Les seconds, qui sont principalement des dents et des mâchoires, plus rarement des débris de squelettes ou des bois, indiquent d'après Godron la présence d'*Ursus spelaeus* (Ours des cavernes), *Hyaena spelaea* (Hyène des cavernes), *Rhinoceros tichorhinus* (Rhinoceros à narines cloisonnées), *Cervus tarandus* (Renne), *Arctomys marmotta* (Marmotte), *Castor fiber* (Castor). Ce dernier a vécu en Lorraine jusqu'au xvi<sup>e</sup> siècle et peut-être n'est-il pas réellement fossile, de même que la Marmotte.

On cite de Toul *Elephas primigenius*, qui provient des alluvions, et *Bos primigenius* (2) trouvé dans le sol gallo-romain du *Castrum*, première enceinte fortifiée de la ville ; ce dernier dont on a trouvé un crâne presque complet dans la vallée de la Meuse près de Vaucouleurs a survécu aux temps préhistoriques et a disparu vers le xv<sup>e</sup> siècle.

(1) D.-A. GODRON. Les cavernes des environs de Toul et les Mammifères qui ont disparu de la vallée de la Moselle. *Mém. Ac. Stanislas*, 4<sup>e</sup> sér., t. XI, p. 1-28, Nancy, 1879.

(2) W. DELAPOSSÉ. Le *Bos primigenius* Bojanus, *Soc. Hist. Nat. Moselle*, 32<sup>e</sup> Bull., 1929.

## CHAPITRE II

### LA CHAMPAGNE

Au point de vue de la Géographie politique, la Champagne, entendue dans le sens large du terme, est constituée par les départements des Ardennes, de la Marne, de la Haute-Marne et de l'Aube auxquels il convient de joindre des parties plus ou moins importantes de l'Aisne, de la Seine-et-Marne, de l'Yonne et de la Meuse.

Cette définition demande quelques assouplissements et corrections si on l'envisage sous l'angle de la Géologie. Tout d'abord, il convient de retrancher de la Champagne la partie paléozoïque du département des Ardennes, qui n'appartient pas au Bassin de Paris, mais forme vers le NE sa bordure ancienne.

Il faut aussi, manifestement, laisser hors de la Champagne les terrains tertiaires du département de la Marne, qui sont une partie intégrante de l'Ile-de-France, aussi bien en ce qui concerne la Géographie physique que la Géologie. Le vignoble étant établi sur ces terrains tertiaires, il en résulte qu'en fait, ainsi que l'a indiqué P. Lemoine, les vins qui ont fait sa célébrité sont en réalité des vins de l'Ile-de-France.

La Champagne est donc, pour le géologue, essentiellement constituée par l'auréole crétacée qui s'étend des confins de la Picardie à l'Orléanais, flanquée au N par les terrains jurassiques ardennais, et au SE par ceux de la Haute-Marne et de l'Aube.

Vers le SW, cette auréole crétacée comprend la craie blanche de la Seine-et-Marne et du Sénonais qui disparaît sous les formations tertiaires du S de l'Ile-de-France et de la région orléanaise.

#### TERRAINS JURASSIQUES

Les assises jurassiques de la Champagne affleurent assez étroitement au N, entre le Crétacé et le bord méridional du massif paléozoïque de l'Ardenne ; elles constituent la terminaison vers le NW, à travers les Ardennes et l'Aisne, des auréoles de la Lorraine, qui disparaissent sous les terrains crétacés de la Thiérache. Le Lias, le Jurassique moyen et le Lusitanien sont bien représentés, alors que les termes tout à fait supérieurs sont réduits ou absents, n'atteignant que le S du département des Ardennes. La proximité du massif ancien, certainement émergé, se fait sentir par des faciès beaucoup plus littoraux dans leur ensemble, qu'en Lorraine, et par une diminution d'épaisseur des couches. Le rivage était sans aucun doute très proche, et l'on peut dire que le Lias s'appuie sur l'Ardenne.

A l'extrémité opposée de la Champagne, les terrains jurassiques de la Haute-Marne et de l'Aube, qui occupent d'importantes superficies, prolongent vers le S et le SW ceux de la Lorraine et forment, dans la bordure du Bassin de Paris, un secteur intermédiaire entre cette dernière et la Bourgogne. Vers le SE ils établissent la liaison avec la Franche-Comté à travers le détroit Morvano-Vosgien.



Le Lias et le Jurassique moyen sont très développés en travers de ce détroit, dans le plateau de Langres, le premier en bordure des massifs anciens, et réapparaissant çà et là sous le second qui se montre surtout dans la partie médiane du seuil, bordé vers l'intérieur par le Jurassique supérieur.

### *Jurassique inférieur ou Lias*

Le Lias de Champagne, qu'il s'agisse de celui des Ardennes ou de celui de la Haute-Marne, présente des faciès en général moins profonds que ceux de Lorraine. Si le Toarcien et une partie du Domérien restent marneux, un nombre important de niveaux passe vers le SW soit à des marno-calcaires, soit à des calcaires proprement dits.

Nous avons indiqué que ces changements de faciès en direction du NW s'expliquaient par la présence d'une Ardenne émergée ; on a quelquefois invoqué un argument du même ordre — proximité d'un Morvan exondé — en ce qui concerne ces mêmes changements vers le SW ; il y a là une erreur évidente, le Morvan étant resté sous les eaux pendant le Lias, ainsi que le prouvent de nombreux lambeaux-témoins conservés à la surface des roches cristallines. Les travaux les plus récents sur le Lias des Ardennes sont ceux de G. Dubar (1) et de A. Bonte (2). Nous ne suivrons cependant pas ce dernier auteur dans les divisions qu'il a adoptées, qui sont intermédiaires entre l'échelle française et l'échelle anglaise, fâcheusement influencée par la « chronologie hémérale » de S. S. Buckman, qui n'a pas distingué dans le Lias moins de quarante-quatre héméras ou niveaux de prédominance d'une Ammonite prise comme indice.

Alors qu'en Haute-Marne les différents termes du Lias sont représentés, sur le bord S de l'Ardenne ceux de sa partie inférieure et moyenne sont transgressifs vers l'W, puis régressifs à partir du Toarcien ; il en résulte qu'au delà d'Hirson, où le Lias disparaît dans la vallée de l'Oise, les couches à *Deroceras Davoei* recouvrent en discordance le Cambrien, et que le Domérien supporte directement le Bajocien (3). L'importance des lacunes diminue à mesure que l'on se dirige vers le Luxembourg et le N de la Lorraine où l'on retrouve une série complète.

RHÉTIEN. — Le Rhétien paraît faire défaut dans l'Ardenne française (4), mais à l'extrémité opposée de la Champagne il est particulièrement bien développé dans la Haute-Marne où il fait suite en concordance au Trias supérieur. Il est classique et bien fossilifère aux environs de Langres (5). Il débute par un niveau d'argiles noires sans fossiles, puis viennent des grès à *Avicula contorta*, argileux à Chalindrey avec nombreux petits Lamelli-

(1) G. DUBAR. Contribution à l'étude du Lias de la feuille de Mézières. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXVII, n° 152, 1923.

(2) A. BONTE. Contribution à l'étude du Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris. *Ibid.*, t. XLII, n° 205, 1941.

(3) J. GOSSELET. L'Ardenne. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1888.

(4) A. THIRIET. Recherches géologiques sur le Lias de la bordure Sud-Ouest du Massif ardennais. Charleville, 1894.

(5) A. SAUTIER. L'étage Rhétien (zone à *Avicula contorta*), aux environs de Langres (Haute-Marne). *B. S. G. F.* (2), XXV, p. 846-868, 1868. — E. BRUET et G. GARDER. L'Hettangien de Chalindrey. *Ibid.* (4), XXVI, p. 209-211, 1926.

branches munis de leur test : *Chlamys valoniensis*, *Taenodion praecursor*, *Modiola minuta*, *Anatina praecursor*, *Myophoria Reziae*, etc.

Ces grès, généralement à grain fin et bien calibré sont exploités pour meules ; leur couleur varie du jaune au brun et au rouge vif. On y rencontre quelques Plantes (*Equisetum*, etc.).

La partie supérieure est constituée par des assises argileuses montrant quelques petits bancs domolitiques avec dendrites, et par places « ripple marks » (Provençères) et dalles à végétaux (Torcenay). On y trouve, à Provençères-sur-Meuse, un *bone-bed* extrêmement riche en ossements, écailles et dents de Poissons et de Reptiles : *Sargodon tomicus*, *Aerodus minimus*, *Saurichtys acuminatus*, *Gyrolepis tenuistriatus*, *Hybodus minor*, *Ichthyosaurus*.

A Chalindrey, à la limite du Bassin de la Marne et de celui de la Saône, l'Hettangien repose directement sur les grès rhétiens ; ce n'est que plus au N qu'apparaissent les argiles, désignées quelquefois sous le nom de « marnes irisées supérieures », dont le sommet occupe la place des marnes de Levallois de Lorraine. L'ensemble du Rhétien de la Haute-Marne ne dépasse pas 20 m. d'épaisseur.

**HETTANGIEN.** — Dans les Ardennes, l'étage dont la puissance est de l'ordre de 15 m., s'observe bien entre Sedan et l'W de Mézières, mais il est difficile d'y distinguer les zones habituelles. Il débute par un poudingue de base, transgressif sur le Paléozoïque, avec lumachelles à Polypiers composés et Gastéropodes ; on trouve à ce niveau *Schlotheimia angulata* ; à l'W de Mézières, il comporte des lits d'oolithe ferrugineuse. Au-dessus, viennent des grès ocreux ou bruns dits « grès sonores », à *Psiloceras Johnstoni* et *S. angulata* avec déjà à l'W de Mézières *S. Charmassei* et *Arietites* ; ils montrent en plus en ce dernier point des lumachelles de Cardinies. Le sommet est formé par des calcaires marneux à chaux hydraulique, souvent pétris d'oolithes ferrugineuses, et devenant sableux vers l'W ; ils sont caractérisés par *S. Charmassei*, *Arietites latesulcatus*, *Gryphaea arcuata*, *Plicatula intusstriata*, *Montlivaultia Haimel*.

En Haute-Marne, des calcaires sableux à *Psiloceras planorbis* représentent la zone inférieure (1), la partie supérieure étant à l'état de calcaires durs *S. angulata*, avec *S. striatissima* et Lamellibranches.

D'après E. Bruet et G. Gardet, l'étage est très réduit à Chalindrey où couche à *P. planorbis* fait défaut, tandis que la suivante ne comprend qu. 0 m. 25 d'un calcaire argileux blanchâtre à *S. angulata*, *Nautilus striatus*, *Plicatula hettangiensis*, *Montlivaultia Guettardi* et valves de grandes Cardinies. Immédiatement au-dessus viennent les calcaires argileux bleuâtres du Sinémurien, avec très nombreuses *Gryphaea arcuata* plus ou moins roulées, qui supportent un banc à *Arietites bisulcatus*.

**SINÉMURIEN.** — Les calcaires à Gryphées arquées, si typiques en Lorraine, font place en grande partie sur le bord de l'Ardenne à des formations plus littorales où prédominent à certains niveaux les calcaires sableux et même les grès.

La zone à *Arietites Bucklandi* bien visible entre l'W de Mézières et Sedan, notamment à la gare de Charleville, comprend des calcaires marneux à chaux hydraulique et des marnes bleues (marnes de Warcq), pouvant atteindre une épaisseur de 36 m. qui augmente vers le S ainsi qu'on l'observe dans les sondages. Ces calcaires, qui deviennent sableux à leur partie supérieure renferment d'innombrables *Gryphaea arcuata*, qu'accompagnent *Arietites bisulcatus*, *Coroniceras Kridion*, *Lima gigantea*, *Avicula sinemurienensis*, *Pecten Hehli*, *Mactromya liasina*, *Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella calcicosta*, *Pentacrinus tuberculatus* (2).

(1) G. GARDET. Quelques notes de Géologie haut-marnaise. *Bull. Soc. Sc. Nat. de Haute-Marne*, t. VIII, p. 373, 1926.

(2) G. DUBAR. Note sur l'Hettangien et le Sinémurien à l'W de Mézières. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLVIII, p. 79-113, 1923.

Alors que l'Hettangien ne dépasse que très peu Mézières vers l'W (Aiglemont, Mont Olympe), l'assise précédente atteint le N de Tournes, mais ne se trouve plus au delà de Cliron ; entre les deux niveaux se trouve une zone de passage, bien nette autour de Renwez, constituée par un grès calcaireux avec lumachelles, renfermant encore *Schlotheimia Charmassei*, et déjà *Coroniceras rotiforme*, que A. Bonte considère comme formant, avec les deux horizons ferrugineux entre lesquelles elle est comprise, le Sinémurien inférieur.

Au-dessus des marnes de Warcq entre Sedan et Mézières, et directement sur les couches gréseuses et ferrugineuses qui précèdent, entre l'W de Mézières et Hirson, on trouve 4 à 5 m. de marnes et calcaires marneux un peu gréseux à *Coroniceras Gmundense*, *C. coronaries*, *C. compressaries*.

Le Sinémurien supérieur (zone à *Arnioceras semicostatum*) comprend d'abord des marnes et des calcaires marneux sableux bleu foncé, puis des calcaires sableux et gréseux, des sables en lentilles, des calcaires pétris de Pentacrines, auxquels à l'E de Sedan s'associent des calcaires oolithiques et des calcaires à Polyptères. Ces derniers faciès se trouvent compris entre des bancs à sédimentation entrecroisée, dans la partie moyenne du dépôt. Les fossiles ne sont pas très abondants dans ces couches où la plupart des Ammonites ne sont connues que par de rares échantillons ; on peut citer à côté d'*Asteroceras Brooki* et d'*Arietites Conybeari* que l'on est habitué à trouver à un niveau moins élevé, *Coroniceras Sauzeanum*, *Arnioceras semicostatum*, *A. Bodleyi*, *A. falcaries*, *Caloceras carusense*, *Belemnites acutus*, *Pseudomelania Quinettei*, *Gryphaea arcuata*, *Cardinia concinna*, *Isastraea condeana*, *Serpula socialis*.

A Sedan, le calcaire sableux contient *Arietites Bucklandi* à la base et *Arnioceras geometricum* au sommet. Celui-ci est très généralement un horizon ferrugineux, avec quelquefois oolithes de chlorite (Laval-Morency), surmontant un cordon phosphaté à *A. Bodleyi*. L'épaisseur de la zone supérieure est de 10 à 18 mètres.

En Haute-Marne, le Sinémurien est représenté par le calcaire à Gryphées, identique à celui de Lorraine.

LOTHARINGIEN. — Les deux zones inférieures du Lotharingien sont principalement à l'état de calcaires marneux et de marnes sableuses à nodules phosphatés ; en certains points, aux environs de Sedan, apparaissent des grès parfois grossiers. D'après G. Dubar, la présence de nodules de phosphate paraît liée à une teneur en argile suffisamment élevée.

La zone à *Deroceras Birchi* est assez difficile à identifier même aux environs de Sedan où la série liasique est complète à partir de l'Hettangien. On peut lui attribuer la partie inférieure des grès marneux en dalles bleu-sombre des alentours de Mézières, séparés par de larges lits de marne plus ou moins sableuse (« niveau à *Ammonites Davidsoni* » de G. Dubar), et les argiles sableuses de Sedan à *Gryphaea obliquata*, espèce d'ailleurs abondante dans les deux premières zones.

La zone à *Astoceras obtusum* est beaucoup mieux individualisée et caractérisée par *A. obtusum*, *Arnioceras ceras*, *Aegoceras planicosta*, *Belemnites (Proteuthis) acutus*, *Pecten textorius*, *Cardinia*, *Lima duplicata*, *Zeilleria cf. subnumismalis*, *Z. perforata*, *Spiriferina Walcottii*, *S. rostrata*, *Pentacrinus tuberculatus*, *Neuropora hispida*. En quelques points des environs de Charleville (Vivier-Guyon, Bois-Chevalier) les Brachiopodes n'ont pas été remplis par le sédiment et montrent leur appareil brachial très bien conservé. *B. acutus* abonde surtout dans les marnes.

La zone supérieure à *Oxynticeras oxynotum*, représentée par des grès marneux en dalles avec horizons de minéral de fer plus ou moins étendus, ne paraît pas renfermer cette espèce, mais on y trouve *Echioceras raricostatum*, *E. microdiscus*, *Aegoceras biferum*, *Spiriferina signyensis*, *S. oxyptera* et la Gryphée déterminée comme *G. obliquata* ou *G. cymbium* suivant les auteurs, et qui paraît intermédiaire entre les deux formes, annonçant le Lias moyen.

Ce niveau se distingue souvent difficilement du Pliensbachien inférieur et A. Bonté signale au S de Murtin-et-Bogny, sur le méridien de Rimogne, des marnes à Ammonites pyriteuses à *Echioceras raricostatum*, qui renferment déjà *Deroceras armatum*.

On notera que, par un curieux renversement, alors que les deux zones inférieures présentent des faciès plus littoraux qu'en Lorraine, la dernière paraît correspondre à des eaux plus profondes que celles dans lesquelles s'est déposé le « calcaire ocreux ».

Le Lotharingien que nous avons vu si développé en Lorraine diminue rapidement d'épaisseur vers le SW. En Haute-Marne, la zone inférieure est un calcaire sableux à *Belemnites acutus*, et la zone moyenne un calcaire marneux gris à *Aegoceras planicosta* et *Ae. Dudressieri*. Quant au calcaire ocreux, il ne se poursuit que par un horizon très réduit de calcaires ferrugineux.

**PLIENSBACHIEN.** — Ainsi que nous venons de le dire, le Lias moyen inférieur est souvent très difficile à séparer dans les Ardennes du Lotharingien supérieur, mais les deux zones du Pliensbachien y existent et peuvent être repérées là où elles renferment des Ammonites.

L'étage est formé de calcaires marneux bleus plus ou moins gréseux ou sableux, et de grès calcareux : il est sableux à Breux.

*Deroceras armatum* a été trouvé à Breux, à Escombres, à Sedan, ainsi qu'à Chilly près de Rethel.

Les couches à *Polymorphites Jamesoni* sont connues en plusieurs points : A l'W de Carignan où cette espèce est associée à *Tropidoceras Actaeon*, *Gryphaea obliquata*, et *Plicatula (Harpax) spinosa* ; à Breux, où on trouve *P. Jamesoni* ; à Sedan et à la Praelle où des calcaires marneux ont livré *Platypleuroceras brevispina* et de nombreux Lamellibranches. A Auverlles-les-Forges, A. Bonté a recueilli *Tropidoceras cf. Flandrini* au-dessus des couches arénacées dans lesquelles Gosselet a signalé *Platypleuroceras cf. submuticum*. L'étage se termine par des grès marneux bleuâtres ou des marnes à Spiriférines et Belemnites : *S. pinguis*, *S. Walcotti*, *B. apicicurvatus*.

L'épaisseur totale du Pliensbachien ardennais ne dépasse pas quelques mètres.

En Haute-Marne, la zone à *D. armatum* est peut-être représentée par la partie supérieure des calcaires ferrugineux qui prolongent vers le SW le calcaire ocreux de Lorraine. Les couches à *P. Jamesoni* des Ardennes ne se poursuivent pas au delà de la Meurthe-et-Moselle où on les trouve sous forme de marnes à *Zeilleria numismalis*, avec *Aegoceras Taylori* et *Phylloceras ibex*, mais sans *Polymorphites* ; il semble bien qu'elles font défaut dans le plateau de Langres où au contraire l'étage suivant est très développé, pouvant atteindre 90 m. d'épaisseur.

**DOMÉRIEN.** — La transgression vers l'W s'est accentuée au cours du Pliensbachien, et au delà d'Hirson, les couches à *P. Jamesoni* débordent le Lotharingien et recouvrent directement le Cambrien. L'avancée de la mer liasique atteint son maximum avec les couches à *Deroceras Davoei*, et dès celles à *Amaltheus margaritatus* commence une régression qui, avec quelques retours en avant, se continuera jusqu'au Bajocien.

La zone à *Deroceras Davoei* (1) est dans le N de la Champagne, représentée par des marnes à ovoïdes ferrugineux avec lits de lumachelles. Les marnes, fortement argileuses, sont caractérisées par *D. Davoei*, *Aegoceras capricornu*, *Lytoceras fimbriatum*, *Belemnites clavatus*, *B. paxillosus*, *B. apicicurvatus*,

(1) Dans son tableau de la page 948, E. Haug place cette zone au sommet du Pliensbachien, tandis que dans celui de la page 954 il la fait figurer à la base du Domérien ; c'est cette dernière interprétation qu'il adopte dans son texte, ainsi que la plupart des auteurs. Cependant, M. Gignoux conserve la première qui, dans certaines régions, correspond mieux à la répartition des faciès. La question est, si l'on peut dire, résolue en ne la posant pas, par l'emploi du terme de Charmouthien qui comprend l'ensemble du Lias moyen.

*Gryphaea cymbium*, *Astarte striatosulcata*, *Pecten aequivalvis*, *Spiriferina tumida*, *Zeilleria numismalis*, *Pentacrinus basaltiformis*. Les marnes contiennent quelquefois de petits nodules phosphatés. Vers l'W, où ce niveau déborde ainsi qu'on l'a vu, les autres assises du Lias (Ohis), les marnes et lumachelles se rencontrent seules, alors qu'à l'E les marnes de base sont remplacées par des sables ou des grès à Ammonites (Linay, Margut, Breux).

Les marnes à plaquettes de lumachelles qui ont apparu dès le sommet du niveau précédent forment la zone à *Amaltheus margaritatus*, avec des lumachelles graveleuses à petits galets calcaires, affectant parfois l'aspect de conglomérats, et des lumachelles à Ostréidés. Entre Mézières et Sedan, des lumachelles ferrugineuses à *A. margaritatus* et des conglomérats de petits nodules, représentent cette zone, dont l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 20 mètres.

La formation qui précède, désignée par les anciens auteurs sous le nom de *marne moyenne*, supporte le calcaire ferrugineux, épais de 5 m. environ, régressif par rapport à elle et mal représenté à l'W de Mézières par des conglomérats rougeâtres à gros éléments et des marnes durcies rougeâtres, ainsi que par des calcaires compacts à *Pecten aequivalvis* et *Rhynchonella tetraedra*. Vers Donchery ce calcaire ferrugineux atteint 40 m. d'épaisseur et affleure largement en direction de l'E; on y a rencontré *Amaltheus spinatus* et *Belemnites brevisformis*; il devient de plus en plus sablo-gréseux et ferrugineux et les marnes disparaissent d'une manière à peu près complète.

Dans la Haute-Marne les calcaires marneux bleus à *D. Davoei* sont très fossilifères: *Lytoceras fimbriatum*, *Ae. capricornu*, *Ae. Henleyi*, *Belemnites (Passaloteuthis) elongatus*, etc.

La zone suivante est formée de marnes bleues, également très fossilifères avec *A. margaritatus*, *B. (Passaloteuthis) niger* (= *B. Brugueri*), *B. brevisformis*, *B. clavatus*, *Zeilleria cornuta*, etc. Ces deux niveaux sont particulièrement bien développés aux environs de Langres (Lias à Bélemnites).

La zone supérieure est à l'état de calcaires blancs micacés avec nodules ferrugineux à *A. spinatus*, *Gryphaea cymbium*, *Pecten aequivalvis*, *P. acuticosta*, *Mytilus scalprum*, *Terebratula subpunctata*.

TOARCIEU. — Les affleurements de cet étage sont devenus très difficilement observables sur le bord de l'Ardenne depuis l'abandon des marnières et des cendrières exploitées autrefois pour l'amendement des terres à Flize, Frénois, Blombay, Marby.

Entre Mézières et Hirson, A. Bonte distingue de bas en haut: des marnes sableuses, pyriteuses et phosphatées, ou « cendres » à *Dactyloceras annulatum*, *D. Holandrei*, *Harpoceras falciferum*; des marnes sableuses et schisteuses à *Dactyloceras commune* et *Hildoceras bifrons*, avec rognons de calcaires marneux et passant à leur partie supérieure au sable de moulage (représentant possible des marnes feuilletées à Posidonomyes); sable de moulage en lentilles irrégulières; cordon phosphaté à *Dactyloceras commune*; argiles bariolées à nodules déphosphatisés, formation peut-être continentale. L'ensemble de ces couches ne dépasse pas 2 m. 50 à 4 m. d'épaisseur.

Par suite du caractère fortement régressif du Toarcien, la zone supérieure ne s'observe plus à l'E, dans le N de la Lorraine, où aux environs de Montmédy des marnes à *Coeloceras crassum* et autres fossiles phosphatés sont surmontées par des couches micacées plus gréseuses à *Grammoceras striatum* (1), espèce de la zone à *Lytoceras jurense*.

Dans le S de la Champagne, en Haute-Marne (2), l'étage est complet et composé à peu près de même manière qu'en Lorraine. A la base, on trouve des calcaires et des marnes schisteuses à *Harpoceras falciferum* et *Posidonomya Bronni*, dans la partie moyenne, des marnes à *Hildoceras bifrons*

(1) G. DUBAR. Sur les zones d'Ammonites du Toarcien de Montmédy. *Ann. Soc. Géologique du Nord*, t. XLVIII, p. 138-140, 1923.

(2) Voir pour le Toarcien du Bassin du travail cité au chapitre précédent de G. CORROY et C. GÉRARD (*B. S. G. P.* (5), 111, p. 193, 1922).

et au sommet des marnes micacés à *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Grammoceras toarcense*, *G. striatulum*, *Hammatoceras insigne*, *Trochus subduplicatus*, *Astarte subtetragona*.

G. Corroy (1) a indiqué que dans cette région les marnes schisteuses montaient plus haut qu'en Lorraine et réapparaissaient coupées de marnes et de calcaires marneux, dans tout le niveau à *H. bifrons*. *Posidonomya Bronni* se retrouve dans les schistes des deux zones et caractérise donc non pas un horizon stratigraphique mais le faciès schisteux.

Les Bélemnites sont surtout fréquentes au sommet des marnes correspondant à la zone à *Dactyloceras commune* (*B. Acrocœlites*) *curtus* et *uniculatus*, et dans la zone supérieure *B. (Dactyloteuthis) irregularis*.

**AALÉNIEN.** — L'Aalénien, qui en Lorraine où il comprend les horizons de minerais de fer oolithiques des bassins de Briey et de Nancy, manifeste des tendances à des émerisions plus ou moins localisées se traduisant par des lacunes dues à des ravinements, est en pleine régression plus au NW et fait défaut dans les départements des Ardennes et de l'Aisne.

Vers le SW, en Haute-Marne, on ne retrouve de formations ferrugineuses qu'à la base de l'étage, sous forme du minerai de fer de Malaincourt à *Dumortiera radiosa* et *Oxyntoceras compressum*. Au-dessus viennent des calcaires marneux, oolithiques et sableux qui paraissent correspondre à la zone à *Lioceras opalinum*. Rien n'a encore été rencontré dans la région qui puisse être attribué à la zone à *Ludwigia Murchisonae*, mais peut-être sera-t-il démontré un jour qu'il s'agit comme en Lorraine d'une lacune par ravinement. Enfin, la zone supérieure est constituée par le calcaire marneux roux à *Pholadomya Murchisoni* des environs de Langres.

### *Jurassique moyen*

Le début du Jurassique moyen est marqué par un retour de la mer sur les régions abandonnées par elle depuis le Lias moyen ; cette transgression est progressive, l'assise bajocienne qui recouvre directement le Lias étant de plus en plus récente en se dirigeant de l'E vers l'W et correspondant à la zone à *Sonninia Sowerbyi* à Montmédy, probablement à celle à *Emileia Sauzei* à Fagnon et à l'Échelle, tandis qu'à l'W d'Hirson les deux zones supérieures paraissent seules représentées. Ces couches s'avancent sur un Lias lui-même régressif d'W en E depuis le Domérien moyen, il en résulte des lacunes doublement importantes vers l'W.

Cette transgression du Jurassique moyen s'est d'ailleurs étendue beaucoup plus loin que celle du Lias moyen, mais avec des alternatives, dont la principale est une régression du Bajocien supérieur qui n'a permis à la mer d'atteindre le Boulonnais qu'au Bathonien.

Le Bajocien et le Bathonien, surtout calcaires, affluent assez largement en bordure de l'Ardenne, et en Champagne du SE forment dans le Bassigny une région de plateaux continuant celle de Lorraine. Le Callovien et l'Oxfordien occupent d'assez importantes surfaces dans les Ardennes, mais leur étude y est devenue difficile par suite du mauvais état des gisements ; en Haute-Marne ils ne s'observent que suivant une bande assez étroite, et le second perd rapidement de l'épaisseur vers le SW, ainsi que nous l'avons déjà constaté.

Les principaux travaux généraux à consulter sont ceux de G. Corroy

(1) G. CORROY. Le Toarcien de la Lorraine et de la Haute-Saône. Réurrence du faciès schisteux à Posidonomyes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 194, p. 632-634, 1932.

et J. Wohlgenuth, cités dans le chapitre précédent, et celui de A. Bonte d'où sont extraites les considérations paléogéographiques qui viennent d'être exposées.

**BAJOCIEN.** — Sur le bord méridional de l'Ardenne à l'W de Montmédy, le Bajocien est incomplet par la base, sauf peut-être à Boulzicourt, au SE de Charleville où Gosselet a trouvé *Sonninia* cf. *Sowerbyi* et, dans la région de l'Échelle-Signy-Poix, il débute par un conglomérat à oolithes ferrugineuses, remaniant des éléments du Toarcien et du Domérien inférieur au-dessus duquel viennent des grès calcaireux qui à Fagnon et à l'Échelle contiennent *Emileia Sauzei*, *Sphacroceras Gervillei*, *S. linguiferum*, *Sonninia sulcata*.

Un deuxième horizon de grès calcaireux, séparé du précédent par un cordon de galets calcaires reposant sur une surface perforée renferme *Stepheoceras Blagdeni* et *Witchellia complanata*, et correspond à la zone à *Witchellia Romani*. Les grès calcaireux qui à l'W d'Hirson sont transgressifs sur le Lias moyen, appartiennent à ce niveau dit de la « Pierre de Dom-le-Mesnil ». Au-dessus se trouve un calcaire à Polypiers, avec galets à sa base, et qui fait quelquefois place latéralement à un calcaire cellulaire ; il est surmonté de calcaires oolithiques à Gervillies et de calcaires grenus à *Normannites Orbigny* ; enfin, des plaquettes de lumachelle brune à *Ostrea acuminata* terminent la zone. À l'E d'Hirson, celle-ci est entièrement à l'état de calcaires à Polypiers. Dans la région de Raucourt, elle est formée de grès calcaireux, puis de calcaires cellulaires.

La zone à *Cosmoceras Garanti* comprend, toujours d'après A. Bonte, des marnes à *O. acuminata* avec *Parkinsonia rarecostata*, *P. interrupta*, *P. typus*, *Perisphinctes Martiusi*, qui vers l'E (Chémery, Raucourt) passent à la partie supérieure à un calcaire à débris de coquilles considéré comme correspondant à l'oolithe de Jaumont en Lorraine, les marnes de base étant l'équivalent de celles de Longwy.

Il semble que *Stepheoceras Blagdeni*, *Oppelia subradiata*, *Belmnites giganteus*, cités par divers auteurs du Bajocien supérieur des Ardennes, proviennent de cette zone.

Une zone terminale à *Parkinsonia Parkinsoni* est distinguée par Bonte, et serait représentée autour de Signy-Poix par un niveau ferrugineux et des marnes à Pholadomyes, et à Chémery, d'abord par un calcaire oolithique jaune, puis par des marnes à *P. Parkinsoni*.

Elle correspondrait en partie aux marnes sableuses détritiques à fragments de *Clypeus* d'Inor et de Stenay, admises comme faciès latéral des marnes de Gravelotte.

Les équivalences proposées ci-dessus paraissent sujettes à discussion, notamment le parallélisme du calcaire à débris de Raucourt (Pierre de Bulson et de Brouennes) et de l'oolithe de Jaumont. De même, les opinions ne concordent guère sur la limite Bajocien-Bathonien.

Nous avons dit antérieurement (p. 60) que l'extension démesurée donnée par P. Thiéry, G. Corroy et G. Gardet au Bajocien supérieur nous semblait difficile à admettre, et ne l'avons fait remonter que jusqu'aux marnes de Longwy inclusivement, en raison de la présence dans celles-ci, de *Stepheoceras Blagdeni*.

En ce qui concerne le récif de Villey-Saint-Étienne, placé dans la Bajocien par les auteurs précédents, A. Bonte le considère comme du même âge que celui des Vallées, qu'il situe au sommet de l'oolithe miliaire, maintenue dans le Bathonien à la suite de comparaisons avec la série typique anglaise. Il nous paraît par ailleurs que l'oolithe de Jaumont est plutôt un équivalent latéral de l'oolithe miliaire qu'une formation antérieure à elle, et nous avons également laissé dans le Bathonien inférieur les marnes de Gravelotte et du Jarnisy. Pour l'instant, aucun argument paléontologique ni stratigraphique probant ne peut être mis en avant en faveur de l'étirement du Bajocien supérieur qui pour nous se termine dans les Ardennes par



les marnes à *O. acuminata* et *Avicula echinata*, équivalent des marnes de Longwy (1).

Des tendances à la régression se manifestent dans ce Bajocien supérieur dans lequel on observe par endroit des lits de galets ; à Dom-le-Mesnil, les marnes à *O. acuminata* reposent sur un banc de calcaire durci, couvert d'Huitres et de Serpules, et perforé par des lithophages, supportant des blocs roulés eux-mêmes perforés.

Le Bajocien de la Haute-Marne est complet, comme celui de Lorraine qu'il prolonge. La zone à *Witchellia laeviuscula* comprend comme en forêt de Haye des calcaires spathiques ou marneux à *Cancellophycus scoparius* et des calcaires sableux à *Sonninia Sowerbyi*, *S. Schlumbergeri*, *Myoconcha crassa*, *Trigonia costata*, *Pleurotomaria punctata*, etc. La zone qui suit est formée de calcaires à entroques ferrugineux (Roche rouge) à *Emileia Sauzei* et *Stephoceras Humphriesi*. Puis viennent des calcaires blancs très souvent oolithiques, à *Pecten silenus* et *Clypeus angustiporus* qui supportent des calcaires massifs à Polypiers (*Isastraca Bernardina*, *Thamnastraea Terquemi*, *Stylina Babeau*) avec *Cidariscucumifera* et *Belemnites adensis*. L'étage se termine, comme dans les Ardennes, par des marnes à *Ostrea acuminata*, qui est accompagnée par *O. Sowerbyi*.

**BATHONIEN.** — Nous avons dit plus haut que les couches surmontant les marnes à *O. acuminata* paraissent devoir être maintenues dans le Bathonien ; la base de la zone à *Oppelia fusca* sera donc constituée dans les Ardennes par les marnes à *Parkinsonia Parkinsoni*, paraissant correspondre, au moins en partie, aux marnes de Gravelotte.

L'étage, presque entièrement calcaire dans le N de la Champagne, y présente à plusieurs niveaux des faciès récifaux ou subrécifaux. L'Oolithe milière à *Clypeus Ploti* qui forme essentiellement la zone à *O. fusca* est typique de la région de Poix-Signy, à l'W d'Hirson ; localement elle débute par des sables ou des grès et présente à sa partie supérieure des marnes ou des grès ligniteux à Végétaux. Vers l'E (Chémery, Raucourt), on passe à un calcaire oolithique montrant souvent des galets à sa partie inférieure.

Au-dessus s'observent des assises correspondant à la Grande oolithe (2) et qui sont : 1° des calcaires oolithiques à *Cardium pes bovis* et *Purpuroides minax*, avec *Nerinea subbruntrutana* (W d'Hirson), passant latéralement au récif à Polypiers des Vallées (E d'Hirson), lui-même suivi à l'E (Signy-Poix), de calcaires crayeux à *Rhynchonella concinna* et *N. subbruntrutana* ; 2° des calcaires blancs récifaux (Pierre d'Aubenton), avec niveau à *Nerinea Eudesi* à la base et à *Rhynchonella Hopkinsi* au sommet ; dans la région de Chémery-Raucourt, l'ensemble de 1) et de 2) est à l'état de calcaires à débris souvent grossiers, et de calcaires pseudo-oolithiques à grain fin ; 3° des calcaires marneux à *Anabacia complanata*, *Acrosalenia spinosa*, *Echinobrissus clunienaris*, *Terebratula intermedia*, *Dictyothyris coarctata*, *Eudesia cardium*, *Zeilleria digona*, *Rhynchonella elegantula*, *Ostrea (Alectryonia) costata*, *Pecten vagans*, développés à l'W d'Hirson (3), et passant à l'E à des calcaires marneux blancs à *Rhynchonella decorata*, *Corbis Lajoyi*, *Lucina Bellona* ; 4° un calcaire marneux à *Rhynchonella elegantula*, surmontant un calcaire oolithique à *Nerinea patella* et en supportant un autre à *Procerites quercinus*, un des très rares Céphalopodes trouvés dans le Bathonien de la région.

La partie supérieure de l'étage, représentant la moitié inférieure du Cornbrash, voit cesser presque complètement la sédimentation détritique ; elle comprend des calcaires oolithiques ou crayeux à *Terebratula intermedia*,

(1) Signalons cependant que P. Maubeuge a replacé le récif de Villey-Saint-Étienne dans le Bajocien supérieur ainsi que l'Oolithe de Jaumont et les marnes de Gravelotte, ceci sans argument décisif. Voir *C. R. som. S. G. F.*, p. 32-34, 1943, et : La base du Bajocien supérieur des environs de Nancy. *B. S. G. F.* (5), XIII, p. 275-279, 1943.

(2) Si l'on entend ce terme dans un sens étroit, 1 et 2 correspondent à la Great oolite, 3 au Bradford Clay, et 4 au Forest-Marble.

(3) A l'W d'Hirson on observe à la base de ces calcaires une oolithe à *Perisphinctes ferruginea*.

qui supportent dans la région de Signy-Poix des calcaires oolithiques et des marnes à galets avec *Perisphinctes Moorei*, et plus à l'W, vers Hirson, des marnes à *Zeilleria obovata*, les deux niveaux à Brachiopodes se distinguant à Eparcy. Un calcaire en plaquettes à *Lopha flabelloides* et *Zeilleria lagenalis* qui s'observe en quelques points est en général considéré comme terminant l'étage dans les Ardennes.

Ce Bathonien supérieur, depuis la base de la Grande oolithe, représente la zone à *Oppelia aspidoides*; en raison de la rareté des Ammonites, due au caractère des dépôts — les minutieuses recherches de A. Bonte ne lui ont guère fourni que des fragments d'une détermination difficile — il est bien subtil de chercher à y distinguer des niveaux successifs à *O. aspidoides*, *O. aspidoides-Clydoniceras discus.*, *C. discus-C. Hochstetteri*.

La puissance moyenne du Bathonien de l'Aisne et des Ardennes est de 55 à 60 mètres.

En Haute-Marne, le Bathonien inférieur est comme dans les Ardennes et en Lorraine, représenté par l'Oolithe miliare; elle y est beaucoup moins épaisse que dans cette dernière région, et formée de calcaires marneux à *Anabacia bajociana*.

La zone supérieure voit, après leur disparition en Lorraine, où ils sont remplacés par d'autres faciès, réapparaître les calcaires compacts à *Rhynchonella decorata*; ils sont surmontés de marnes à oolithes brunâtres, prolongement de celles du S de la Lorraine (équivalent latéral des caillasses à *Anabacia orbulites*), caractérisées par *Rhynchonella elegantula*, *Dictyothyris coarctata*, *Eudesia cardium*, *Astarte elegans*. Puis viennent les marnes noires avec lits de calcaires ferrugineux qui s'étendent jusqu'au N de la Lorraine et renferment notamment *Zigzagoceras procerum*, *Zeilleria lagenalis*, *Acanthothyris spinosus*, et dans lesquelles nous avons vu (p. 62) que l'on distinguait trois horizons. La partie supérieure de l'étage comprend la « Dalle oolithique » ou « lave » à *Gervilleia aviculoides*, *Acanthothyris spinosa*, *Rhynchonella varians*.

CALLOVIEN. — La question de la limite Bathonien-Callovien dans les Ardennes passée sous silence par la plupart des auteurs est bien traitée par A. Bonte. Ce géologue, se basant sur la persistance du faciès des calcaires oolithiques blancs du Cornbrash jusque dans la partie inférieure des couches à *Macrocephalites macrocephalus*, replace dans le Bathonien supérieur la zone caractérisée par cette espèce, revenant ainsi à l'opinion d'Hébert et de Wohlgermuth, à laquelle se sont rangés les stratigraphes anglais ou du moins la plupart d'entre eux.

Il est en effet très commode d'adopter une coupure qui s'appuie sur un faciès pétrographique terminé à sa partie supérieure par une surface d'abrasion et qui correspond en Angleterre à la limite entre le Dogger et le Malm; mais, on peut penser que cela est même trop facile et ne respecte pas les principes de la Stratigraphie paléontologique dont le but est de rechercher les délimitations entre zones ou étages, surtout au travers de continuités de faciès. Si en un certain nombre de points de l'Europe occidentale, il est quelquefois assez délicat de séparer du Bathonien supérieur la zone à *M. macrocephalus*, il n'en reste pas moins que celle-ci est caractérisée par l'apparition d'une faune nouvelle, qui peut évidemment arriver un peu plus tard là où la persistance de conditions bathymétriques antérieures permet la survie de formes attardées.

La zone à *M. macrocephalus* peut donc être considérée comme essentiellement calloviennne, et une preuve de plus en est donnée par la présence de ce Céphalopode à la Besace, dans une couche renfermant également *Proplanulites Koenigi*, espèce très caractéristique de la zone inférieure du Callovien (1).

(1) Il convient de noter que pour A. Bonte ces fossiles sont remaniés. Il pense (p. 172) que dans les Ardennes et la Meuse, le Callovien présente une lacune à la base et débute, au-dessus de la dalle perforée à *M. macrocephalus*, par la zone à *Reineckeia anceps*, une zone intermédiaire à *P. Koenigi* faisant défaut.

L'étage n'affleure pas largement dans les Ardennes où il apparaît aux environs de Marlemont et de Maranwez, pour se développer autour de la dépression de Signy-l'Abbaye et se continuer par une bande étroite à la base de la crête de gaize oxfordienne.

La zone à *M. macrocephalus* est formée, dans la région de Signy-l'Abbaye-Poix par des calcaires oolithiques qui outre cette Ammonite renferment de nombreuses *Zeilleria lagenalis*; vers l'W, ils passent à des calcaires oolithiques à *Rhynchonella cerealis*. C'est, ainsi que nous l'avons vu plus haut, la prolongation dans le Callovien inférieur, des faciès du Bathonien supérieur; ils présentent parfois une oolithe ferrugineuse à leur sommet et se terminent par une surface d'abrasion perforée par des lithophages.

Les formations qui suivent, argiles avec minerai de fer, sont généralement placées par les auteurs dans la zone à *M. macrocephalus*; pour A. Bonte, elles renferment surtout des éléments remaniés et se situent dans celle à *Reineckeia anceps* qui y aurait été rencontrée, et à l'appui de son opinion, il cite divers points de l'E du Bassin de Paris où les deux espèces se trouvent côte à côte et où il y a manifestement mélange de faunes. Cependant tous les Céphalopodes du minerai de Poix appartiennent à la zone à *M. macrocephalus*.

Ces assises sont constituées d'abord par 8 à 10 m. d'argiles grises pyriteuses et des plaquettes de lumachelles à *Ostrea Knorri*; on rencontre parfois du bois fossile et des cristaux de gypse dans ces argiles qui surmontent directement la dalle oolithique taradée. Ensuite vient le minerai de fer oolithique, à l'état de limonite, étudié en détail par A. Bonte. D'après cet auteur, il y aurait trois niveaux de minerai: 1° la marne oolithique de la Besace qui est située à la base des argiles à lumachelles et à nodules et peut les raviner complètement de manière à reposer directement sur la dalle perforée; 2° le niveau classique de Poix, exploité jusqu'en 1900 et visible également à Raillicourt, Montigny, Terron, Maisoncelle, Villers-le-Tilleul; 3° le riche niveau décalcifié de la Cense Godel.

Le minerai de fer a fourni une très belle faune à Raillicourt, Montigny et Poix notamment. Dans cette dernière localité, G. Corroy, dans son travail cité au chapitre précédent (p. 62) a reconnu la présence, d'après la collection Gaiße, de 90 espèces dont 36 Céphalopodes, les principales étant *Oppelia subdiscus*, *Macrocephalites macrocephalus* (type et variétés), *M. subtumidus*, *M. elephantinus*, *Cardioceras Chamousseti*, *Perisphinctes subbakeriae*, *P. patina*, *P. plicatissimus*, *Proplanulites Kœnigi*, *P. subcuneatus*, *Keppelites Gowerianum*, *K. calloviensis*, *Belemnites latesulcatus*, *Trigonia arduenna*, *Pecten fibrosus*, *Gryphaea dilatata*, *Nucleolites scutatus*, *Rhynchonella spathica*, *Zeilleria umbonella*, *Serpula limax*, *Asteracanthus ornatus*.

Les argiles à *O. Knorri*, dans lesquelles est intercalé le minerai, le surmontent avec une épaisseur plus ou moins grande, renfermant d'assez nombreuses Trigonies et Nucules.

L'ensemble des argiles à minerai est épais de 15 à 18 m. entre Poix et la vallée de la Bar, dont 4 à 5 m. de niveau ferrugineux avec lits susceptibles d'exploitation, de 0 m. 25 à 1 m. 50 et 2 à 3 m. d'argiles feuilletées et à lumachelles formant toit.

Vers l'E, le minerai diminue rapidement d'épaisseur et disparaît. Dans le N de la Meuse, entre Mouzay et Baâlon, à l'E de Stenay, les argiles à lumachelles sont encore en contact avec la dalle taradée. A un niveau un peu plus élevé, à la tuilerie de la Jardinette, entre Stenay et Baâlon, Wohlgemuth a trouvé notamment, *M. macrocephalus*, *P. subbakeriae*, *Pseudomonotis echinata*.

Le Callovien supérieur est représenté par des marnes et des argiles à *Serpula vertebralis* et petites *Belemnites hastatus*, qui forment la base d'une masse épaisse d'une centaine de mètres, passant insensiblement à l'Oxfordien. Par places, les marnes sont sableuses et admettent quelques bancs de calcaires marneux; elles constituent le soubassement des « crêtes » déterminées par la gaize.

Dans le S de la Lorraine, entre Liffol-le-Grand et Liffol-le-Petit, les calcaires marneux et marnes noires du Callovien inférieur commencent à changer d'aspect et deviennent rocaillieux, et un peu plus loin à Prez-sous-Lafauche, les marnes noires de base, réduites à 0 m. 50, supportent la dalle nacrée, épaisse de 3 m., formée de plaquettes calcaires très spathiques, avec taches ferrugineuses, séparées par des lits de marnes calcaires peu épais. A 1.800 m. au NE, on observait encore au-dessus des marnes noires, le calcaire marneux bleuâtre à *M. macrocephalus* ; c'est donc entre ces deux points que se fait le changement de faciès.

A partir de Prez, et dans toute la Haute-Marne, de même que dans la Côte-d'Or et une partie du Jura, la dalle nacrée recouvre directement la dalle blanche oolithique qui termine le Bathonien. Les plaquettes spathiques renferment des oolithes plus ou moins grosses et sont recouvertes de fragments de tiges de Crinoïdes, et de Bryozoaires et de débris de valves d'Huitres.

Les Ammonites se trouvent principalement dans les délits marneux et les couches rocaillieuses séparant les bancs de la dalle nacrée ; on peut citer *Macrocephalites macrocephalus*, *M. tumidus*, *Hecticoceras hecticum*, *H. nodosum*, *Sphaeroceras godohense*, *Perisphinctes leptus*, *P. curvicosta*, *P. Orion*, *P. subbakerae*. Une petite Huitre, *Exogyra nana* est très répandue dans toute la hauteur de la dalle. Les localités les plus fossilifères sont Vesaignes, Manois, Rimaucourt.

Au S de Châteauvillain et sur le plateau d'Arc-en-Barrois, il ne subsiste, comme l'a montré E. Bruet (1), que des témoins très réduits de Callovien inférieur, sous forme de calcaires marneux noduleux et de dalle nacrée, avec *Keplerites calloviensis*, *Lunuloceras*, *Belemnites*, peu abondants, conservés seulement dans les effondrements des calcaires bathoniens sous-jacents (calcaires compacts à *Rhynchonella Hopkinsi*, ou dalle à *R. varians*). Partout ailleurs, le Callovien inférieur a été détruit plus ou moins complètement par une érosion antérieure au Pliocène supérieur, et ses éléments remaniés constituent une terrasse de 140 m. au-dessus de l'Aujon, d'âge pliocène supérieur, renfermant *Bos etruscus*, accompagnée de bancs d'ocre.

A Châtillon-sur-Seine, le Bathonien supérieur, le Callovien inférieur et supérieur font défaut, peut-être par érosion, et les calcaires marneux et marnes ferrugineuses oxfordiens à *Quenstedticeras Lamberti*, *Peltoceras athleta*, *Cardioceras cordatum*, reposent directement d'après Wohlgenuth sur les calcaires compacts à *R. Hopkinsi*.

Le Callovien supérieur est, aux confins des Vosges et de la Haute-Marne, un minerai de fer limonitique à l'état de concrétions dans les argiles à oolithes ferrugineuses et envahissant presque toute la zone à Liffol-le-Grand (Vosges) et à Vesaignes (Haute-Marne) où le minerai oolithique inclus dans des calcaires ferrugineux, a été autrefois activement exploité. Vers le SW, on repasse à des argiles à oolithes ferrugineuses, puis à des calcaires marneux et à des marnes. Nous avons vu que dans le Châtillonnais tout l'étage faisait défaut.

La faune de ce niveau est très riche, notamment à Vesaignes, où le gisement, aujourd'hui disparu a fourni entre autres vingt espèces d'*Hecticoceras*. Ses principaux éléments sont *Reineckeia anceps*, *Oecoptychius refractus*, *Hecticoceras lunula*, *H. cracoviense*, *Cosmoceras Jason*, *Aspidoceras Babeaunum*, *Stephoceras coronatum*, *Belemnites hastatus*, *B. latesulcatus*, *Zeilleria biappendiculata*, *Z. umbonella*, *Rhynchonella spathica*, *R. triplicata*, *Collyrius ellipticus*.

Cette faune, qui comprend également de nombreux Lamellibranches et quelques Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Natica*), renferme plusieurs espèces de l'Europe orientale ; le genre *Neumayria* (= *Taramelliceras*),

(1) E. BRUET. Sur la présence d'une nappe alluviale et sur la découverte du Callovien dans la région d'Arc-en-Barrois (Haute-Marne). *B. S. G. F.* (4), XXVII, p. 115-122, 1927. — Sur le contact du Bathonien et du Callovien dans le Sud de la Haute-Marne. *C. R. som. S. G. F.*, p. 18, 1928.

représenté par *N. suevica* dont Authelin a recueilli un individu à Latrecoy, au S de Châteauvillain, est un apport typiquement méditerranéen.

**OXFORDIEN.** — L'Oxfordien du N de la Champagne est connu par deux formations tout à fait classiques, la gaize et le minerai de fer de Neuvizy. La première est une roche poreuse, fortement chargée en silice dont nous avons donné antérieurement la composition (p. 63) ; elle est dure, et l'érosion a provoqué sa mise en relief, sous forme de côtes appelées « crêtes », suivant la bordure externe de sa ligne d'affleurement. Elle correspond sensiblement aux deux zones inférieures de l'étage, mais les envahit plus ou moins suivant les points. Le minerai de fer et les marnes à oolithes ferrugineuses représentent la zone supérieure.

Dans les Ardennes, les marnes à *Serpula vertebralis* du Callovien supérieur passent insensiblement à l'Oxfordien, en admettant des couches de gaize d'abord peu épaisses et largement séparées par des marnes, puis devenant vers le haut de plus en plus nombreuses et rapprochées, pour constituer ensuite la totalité du sédiment.

Cet ensemble est assez peu fossilifère ; dans la zone de base, constituée en général par des alternances de bancs épais de gaize et de marnes gris-bleuâtre, on trouve surtout *Quenstedticeras Lamberti*, *Modiola bipartita*, *Perna mytiloides*, *Pholadomya exaltata*, *Rhynchonella Thurmanni*, par exemple à Montmeillant et à Maranwez, qui est l'affleurement le plus occidental de l'Oxfordien. La zone moyenne en général entièrement à l'état de gaize est caractérisée par *Quenstedticeras Mariae* et *Peltoceras Eugenii* ; elle est difficile à identifier, mais A. Bonte la signale à 2.800 m. au N de Vieil-Saint-Rémy où il a trouvé également des Lamellibranches, dans une roche très dure.

S'appuyant sur les variations d'épaisseur de la gaize, laquelle à Maranwez a 10 m. d'épaisseur, contre 50 m. à Neuvizy, et sur le fait que dans la région de Draize, les couches qui la surmontent prennent beaucoup d'importance, et en constituent un équivalent latéral, A. Bonte admet que les zones à *Q. Lamberti* et *Q. Mariae* peuvent affecter deux faciès différents, la gaize ou les calcaires siliceux à intercalations marneuses.

En ce qui concerne la zone supérieure à *Cardioceras cordatum*, on a longtemps pensé que le minerai de fer résultait de la décalcification d'un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, mais les recherches de Bonte l'ont amené à considérer que le minerai oolithique d'une part, et le calcaire marneux et la marne à oolithes ferrugineuses d'autre part, sont deux formations absolument distinctes. Le minerai qui est constitué presque entièrement d'oolithes hématisées dans une poussière limoniteuse, ne contient guère comme autres éléments que des fossiles silicifiés d'une admirable conservation appartenant surtout à des formes peu fragiles ; il serait bien oxfordien, mais résultant de remaniements, se présente comme un produit de transport dont les fragments de roche entraînés les plus récents appartiennent à la base de l'Oxfordien supérieur.

Les relations entre la marne ferrugineuse et le minerai sont d'ailleurs assez difficiles à préciser, les exploitations étant abandonnées depuis longtemps. Sauvage et Buvignier indiquent que ces formations se succèdent dans un même plan, mais ils ont également observé la superposition du minerai à la marne oolithique. Meugy et Nivoit, d'autre part, ont signalé cette dernière comme supportant une argile rouge avec grains d'oxyde de fer « qui remplit les poches sinueuses creusées dans cette roche ».

La faune de ces assises comprend les espèces habituelles de la zone supérieure de l'Oxfordien, particulièrement abondantes dans le minerai de Neuvizy (1). Les espèces les plus répandues sont *Cardioceras cordatum*, *C. vertebrata*, *Hectoceras Henrici*, *Peltoceras arduennense*, *Perisphinctes plicatilis*,

(1) Malgré la disparition des minières, on peut encore d'après Bonte faire une bonne récolte en piochant les tas de déblais du lavoir de Neuvizy, situé dans le bois de Touilly. Le contact entre le minerai et l'Albien peut se voir dans une carrière abandonnée à 700 m. au NNE de Neuvizy.

*Pseudomelania haddingtonensis*, *Gryphaea dilatata*, *Alectryonia gregarea*, *Gervillota aviculoides*, *Plicatula tubifera*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Terebratula Gallienni*, *Nucleolites scutatus*, *Echinobrissus micraulus*, *Millericrinus horridus*.

L'épaisseur de la marne oolithique est de 3 à 5 m. ; le minerai a été exploité sur 2 à 4 m., mais il est peut-être plus développé.

L'Oxfordien de la Haute-Marne voit d'abord se prolonger les faciès du S de la Lorraine qui se modifient peu à peu vers le SW, l'étage diminuant par ailleurs progressivement d'épaisseur.

La zone à *Quenstedticeras Lamberti*, avec ses fossiles caractéristiques (*Cosmoceras Duncani*, *C. ornatum*, *Peltoceras athleta*, *P. annulare*, etc.) comprend à la base des argiles et des calcaires marneux jaunes fissiles et au sommet des calcaires argileux bleuâtres à Ammonites pyriteuses.

La zone à *Q. Mariae* qui, aux confins des Vosges dans la région de Vesaignes-Liffol, est encore formée de marnes à Ammonites pyriteuses (qui passent à la gaize plus au N), est plus au S à l'état de marnes argileuses noires à *Aspidoceras Babeaui* (Bricon, Doulaincourt) qui se transforment progressivement vers Châteauvillain en des calcaires plus ou moins marneux à oolithes ferrugineuses. Les principaux fossiles sont *Q. Mariae*, *Peltoceras Eugenioi*, *Creniceras Renggeri*, *Gryphaea dilatata*, *Alectryonia gregarea*, *Aulaeothis impressa*.

L'Oxfordien supérieur est, comme en Lorraine, essentiellement formé par le « terrain à chailles », marnes à nodules calcaires et siliceux, avec la faune de la zone à *Cardioceras cordatum* (voir p. 63) il comprend de plus un niveau supérieur, série de calcaires bleus avec marnes sableuses, caractérisée par *Oppelia Henrici*, où abondent également les autres espèces du sommet de l'Oxfordien.

### *Jurassique supérieur*

La sédimentation lusitanienne, essentiellement calcaire, contraste d'une manière très vive avec le régime argilo-marneux qui a régné pendant la plus grande partie du Callovien et de l'Oxfordien. Les faciès récifaux à Polypiers qui se sont développés le long de la bordure méridionale de l'Ardenne ne se sont évidemment pas établis partout dès l'extrême-base de l'étage qui en beaucoup de points demeure argileuse jusqu'à un niveau plus ou moins élevé, mais ils se sont rapidement généralisés pour atteindre leur apogée à l'Argovien, décliner ensuite assez brusquement et disparaître avant la fin du Rauracien au cours duquel les calcaires à Polypiers proprement dits sont déjà devenus très rares.

A. Bonte indique, en ce qui concerne la manière d'être des récifs, qu'ils forment des horizons discontinus, lenticulaires, paraissant localisés à des niveaux précis, mais qu'il n'y a pas continuité entre les divers éléments coralliens ; leur contour est très irrégulier, déchiqueté, et les contacts sont quelconques avec la roche encaissante.

En Haute-Marne, on se trouve au débouché du détroit Morvano-Vosgien, et les récifs ne s'y sont développés qu'à l'Argovien et d'une manière très réticente.

Comme dans toute la bordure orientale du Bassin de Paris, le Ptérocrien demeure calcaire, mais la sédimentation marneuse reparait au Kimeridgien supérieur pour céder à nouveau la place aux calcaires du Portlandien.

Dans le N de la Champagne, les premiers affleurements de Lusita-

nien se montrent dans la région de Wassigny et de Novion-Porcien et s'élargissent rapidement vers l'E. Le Kimeridgien n'apparaît que dans le SE du département des Ardennes, vers Grand-Pré. Le Portlandien n'y est pas représenté, n'étant atteint qu'autour de Montfaucon. Au S, Lusitanien, Kimeridgien et Portlandien couvrent de vastes superficies dans la Haute-Marne, l'Aube et l'Yonne.

**LUSITANIEN.** — Des trois termes qui constituent l'étage, l'Argovien et le Séquanien sont bien définis dans les Ardennes ; le Rauracien est moins bien individualisé et certaines divergences d'opinion se sont manifestées sur les assises à lui attribuer. Dans son travail récent, A. Bonte est enclin à placer dans l'Argovien une grande partie des couches considérées antérieurement comme rauraciennes ; mais alors, il faudrait abaisser dans le Rauracien des calcaires à *Perisphinctes Achilles*, ce qui ne paraît guère admissible, et reporter plus haut le Séquanien.

**Argovien.** — Ce sous-étage débute par des marnes grises à fossiles silicifiées, à *Phasianella striata*, que surmontent des marnes à *Cidaris florigemma* et à Polypiers réticulés suivant leurs cassures, ayant fourni *Perisphinctes Martelli* (= *P. variocostatus*). Au-dessus viennent des calcaires grumeleux grisâtres, marneux, à *Perisphinctes rotiformis*, *Cardioceras cordatum*, *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*, avec les mêmes Polypiers réticulés que dans la couche précédente. Un niveau de calcaires crayeux dolomitiques, assez constant, qui se trouve au-dessus de cette dernière assise, supporte les calcaires coralliens proprement dits, épais de 20 à 25 m. et comprenant de bas en haut : 1° un niveau à *Perisphinctes falculae* ; 2° des calcaires à *Diceras* qui, à Saulce-aux-Tournelles renferment *Perisphinctes Martelli* et *P. Orbigny* ; 3° un niveau à Nérinées, souvent doublé. Ces calcaires coralliens comprennent plusieurs horizons à Polypier séparés par des calcaires crayeux ou oolithiques.

Au voisinage des récifs on trouve des Mollusques à test épais tels que *Pterocardium corallinum* et *Nerinea DeFrancei*, ainsi que des horizons à *Solenopora jurassica*, l'Algue étant constituée par des thalles très développés en hauteur, comme pour lutter contre un enfouissement rapide, et se trouvant en bordure du récif dans des agglomérats d'oolithes et de pseudo-oolithes calcaires avec nombreuses petites coquilles roulées.

**Rauracien.** — En l'absence de toute lacune dans la série, il semble que l'on peut attribuer à ce sous-étage, 10 m. de calcaires marneux ou compacts gris, légèrement oolithiques à *Diceras arietinum*, *Nerinea DeFrancei* et *Perisphinctes* aff. *subrota*, dont la surface supérieure est rubéfiée, que A. Bonte considère comme encore argoviens.

**Séquanien.** — Des marnes blanches et des calcaires compacts à *Perisphinctes* aff. *Achilles*, *Arcomytilus Royeri*, *Ostrea bruntrutana*, *Astarte minima*, *Zeilleria egena*, peuvent être attribuées au Séquanien inférieur. Puis viennent un calcaire marneux gris oolithique avec *Apiocrinus Roissyi* et Polypiers, un calcaire oolithique jaunâtre, des grès calcaréo-marneux à oolithes ferrugineuses (Montgon) et des calcaires marneux à *Ostrea subdeltoidea* et enfin des marnes et des calcaires blancs, souvent lumachelliques à *Astartes*.

La puissance totale du Lusitanien des Ardennes est de 110 à 120 mètres.

En Haute-Marne, le débouché du détroit Morvano-Vosgien ne présentait pas, soit au point de vue hauts-fonds, soit sous le rapport de la température ou de la limpidité des eaux, des conditions très propices au développement des récifs coralliens. En fait, s'il est exagéré de dire que la ceinture que forment ceux-ci dans l'E et le SE du Bassin de Paris y est réellement interrompue, on peut cependant constater que les formations récifales à Polypiers, au vrai sens de ce terme, y sont réellement réduites en regard de la partie médiane du seuil.

L'Argovien débute par des marnes blanches ou grises à Spongiaires, avec *Ochetoceras canaliculatum* et *Megerlea pectunculus* qui font suite aux calcaires siliceux à *Oppelia Henrici* de l'Oxfordien supérieur. Au-dessus se trouvent des calcaires grumeleux à Échinides (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, etc.), identiques à ceux de Lorraine qu'ils prolongent (voir p. 65) et coupés de loin en loin, notamment vers Briaucourt, de récifs de Polypiers (*Thamnastraea*, *Thecosmilia*, etc.). Plus au S, dans la région de Châteauvillain, on passe à des calcaires à chaux hydraulique.

Le Rauracien est représenté, au-dessus des calcaires grumeleux argoviens par des calcaires oolithiques blancs ou *Oolithe de Doulaincourt* à *Diceras*, qui sont caractérisés par la même faune que l'*Oolithe* à *Diceras* de Lorraine à laquelle ils correspondent. Au S, vers Châteauvillain, cette zone est à l'état de marnes schisteuses bleues à *Ochetoceras marantianum* et *Peltoceras bicristatum*, qui surmontent les calcaires à chaux, le changement de faciès se faisant par l'intermédiaire de calcaires marneux.

Le Séquanien est constitué à la base par une masse épaisse de calcaires lithographiques à *Perisphinctes Achilles* et *P. Lothari* avec *Pholadomya Protei* présentant un banc de calcaire oolithique pétri de Polypiers et de Nérinées, et connu sous le nom d'« Oolithe de Saucourt ». Les calcaires lithographiques qui la surmontent la séparent d'un second horizon oolithique ou « Oolithe de Lamothe » où abonde *Pinnigena Saussurei*. La série se termine par des calcaires marneux à *Astarte minima*.

A différents niveaux, mais surtout au-dessus des calcaires de base, on trouve *Ceromya excentrica*, *Isocardia striata*, *Nerinea subcylindrica*, *Astarte sequana*, *Zeilleria egena*, *Apiocrinus Roissy*, *Phymechinus mirabilis*. Les Nérinées, *Pinnigena Saussurei*, *Pterocardium corallinum* sont localisés dans les couches oolithiques où on rencontre aussi des Zoanthaires (1). Dans le Corallien compact de la partie inférieure, *Mytilus perplicatus* est associée à *Pholadomya Protei*.

KIMERIDIEN. — La composition de cet étage est très uniforme dans toute la bordure orientale du Bassin de Paris et les niveaux et faciès indiqués précédemment en Lorraine (p. 68) se retrouvent, à peu près identiques en Champagne.

Le Ptérocérien apparaît dans les Ardennes aux environs de Grand-Pré, où à la ferme des Loges un calcaire à *Pterocera* cf. *Ponti*, *Natica Royeri*, *Pholadomya Protei*, *P. hortulana*, *Thracia incerta*, *Isocardia striata*, *Zeilleria humeralis*, *Terebratula subsella* est surmonté par des marnes à *Exogyra virgula*. Dans la Haute-Marne, on trouve en général à la base des calcaires rocaillieux à *Pictonia Cymodoce*, dans la partie moyenne des alternances de calcaires et de marnes, et au sommet un deuxième banc rocaillieux à *Pholadomya hortulana*.

Entre Thonnance-les-Moulins et Brouthières, cette zone inférieure est à l'état de calcaires fissiles un peu marneux avec *P. Cymodoce*, *Pholadomya hortulana*, *P. multicosata*, *Astarte* cf. *sequana*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Hemicidaris* cf. *Gresslyi*.

Les horizons du Virgulien traversent toute la Haute-Marne et se poursuivent jusque dans l'Yonne où ils commencent à perdre de leur netteté. Le niveau à *Aspidoceras caletanum* et *Aulacostephanus mutabilis* souvent formé de calcaires blancs dans la Meuse est en Haute-Marne marno-calcaire, les bancs, épais à la base et à la partie supérieure, alternant dans les deux régions avec des marnes gris-bleuâtre.

PORTLANDIEN. — De même que l'étage précédent, le Portlandien est caractérisé par une grande monotonie dans sa composition, et jusqu'aux

(1) P. DE LORIOU, E. ROYER et H. TOMBECK. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XVI, 1872.



confins de l'Aube, les horizons de Lorraine (voir p. 68) ne présentent que des variations assez peu importantes.

Les calcaires lithographiques à *Gravesia* (*G. gigas*, *G. portlandica*, *G. Irius*) supportent dans la Haute-Marne des marnes et calcaires noduleux à *Hemicidaris purbeckensis* et *Natica suprajurensis*, équivalent latéral de la « Pierre Châline » de la Meuse. Au-dessus viennent des calcaires gris compacts à *G. Irius*, le Bononien inférieur se terminant par l'*Oolithe de Bure*.

Le Bononien moyen (calcaire à *Cyprina Brongniarti*, carié à la base et tacheté au sommet) et supérieur (calcaires roux suboolithiques surmontant un calcaire sableux à *Corbula inflexa* et *Cyrena rugosa*, les premiers correspondant à l'*Oolithe vacuolaire*) sont très semblables à ceux de la Meuse, la série se terminant également par un niveau supérieur de calcaires gris verdâtres sableux à faune saumâtre.

Dans l'Aube, le Bononien inférieur est entièrement à l'état de calcaires compacts à *Gravesia*. Au sommet de cette zone inférieure, Pietresson de Saint-Aubin (1) a signalé à Balnot-la-Grange, la présence de couches lumachelles contenant une faune de petits Gastéropodes, *Cerithium*, *Turbo*, *Trochus*, *Bulla*, *Tornatina*, *Cylindrites*, *Nerinella*, comprenant la plupart des espèces qui ne se rencontrent d'habitude que dans le Portlandien terminal saumâtre (Bononien supérieur) dans l'E du Bassin de Paris ; on y trouve aussi des *Corbula* et *Astarte* de petite taille et des Échinides (*Echinopygus*, *Hemicidaris*), de même que des dents de Reptiles. Les calcaires troués de la base renferment quelques Polypiers. Ceci paraît dénoter que le dôme de Balnot-la-Grange constituait déjà un point haut lorsque se sont déposées les premières couches portlandiennes.

Les calcaires à *Cyprina Brongniarti* ne se continuent pas dans l'Aube où ils ont comme équivalent latéral des calcaires marneux blancs à *Pinna suprajurensis* que l'on peut suivre jusque dans la partie limitrophe de l'Yonne. Le Bononien supérieur saumâtre n'est pas représenté au delà des confins de la Haute-Marne et de l'Aube.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Les formes saumâtres, *Cyrena rugosa*, *Corbula inflexa* et autres que renferment les couches les plus élevées du Portlandien de l'E du Bassin de Paris, indiquent un régime qui prélude à l'exondation qui s'est produite à la fin du Bononien supérieur, l'Aquilonien n'y étant pas représenté.

Le retour de la mer au Crétacé inférieur s'est effectué par le détroit Morvano-Vosgien, d'une manière lente et progressive. Au Valanginien supérieur, la transgression, venant du Jura, n'atteint que le S du Bassin de Paris, aux confins de l'Yonne et de l'Aube, où ne se déposent que des formations très néritiques. G. Corroy admet qu'à l'Hauterivien supérieur les eaux marines se sont avancées jusque dans le voisinage du Pays de Bray, dans le Néocomien continental duquel on observe effectivement quelques intercalations de caractère littoral. Une régression s'amorce au Barrémien inférieur et s'amplifie pendant la seconde moitié de l'étage.

A l'Aptien s'établit, sur l'emplacement approximatif des Bassins de la Marne, de la Seine et de la Somme, un bras de mer relativement étroit qui fait communiquer les régions méditerranéenne et jurassienne avec la région boréale. Mais, le large mouvement de réenvahissement

(1) PIETRESSON DE SAINT-AUBIN. Le Portlandien de Balnot-la-Grange (Aube). C. R. som. S. G. F., p. 66-67, 1942.

du Bassin de Paris, qui annonce sa submersion totale, s'est produit à l'Albien. Il s'est fortement accru au Cénomaniens et poursuivi, tout au moins vers le Massif armoricain, au cours du Turonien et de la première moitié du Crétacé supérieur.

Les conditions dans lesquelles s'est effectuée la transgression du Crétacé sur le Jurassique, ont donné lieu à des interprétations diverses. Malgré une lacune parfois importante, et des marques d'émergence telles que ravinements et perforations de Lithophages, on n'a jamais observé de discordance angulaire, et la plupart des auteurs ont admis que les mers du Néocomien avaient repris possession d'un domaine portlandien resté horizontal et non déformé, ceci à la faveur d'un mouvement négatif d'ensemble. Reprenant la question en ce qui concerne plus particulièrement l'Yonne et l'Aube, P. Bonnet (1) a été conduit à une conclusion différente. La présence de hauts-fonds lui paraît due non pas à une érosion du Portlandien, mais à une préformation de dômes qui s'est produite pendant la phase d'émergence et destinée à être reprise et soulignée par des plissements ultérieurs.

Les lambeaux de Crétacé isolés sur le Jurassique, en avant de la bordure des plateaux, seraient conservés dans de petites dépressions synclinales dues à ces mouvements, et non dans des dépressions provenant de l'érosion des calcaires jurassiques au cours de l'exondation qui a précédé le retour de la mer du Crétacé inférieur.

Les terrains crétacés sont l'élément constitutif essentiel de la Champagne et ceux qui la caractérisent le mieux. En effet, lorsque l'on fait allusion à cette région, ce que l'on évoque le plus volontiers, ce ne sont pas les secteurs jurassiques du plateau de Langres ou de la bordure de l'Ardenne, ni les coteaux tertiaires qui d'ailleurs, géologiquement parlant, n'en font pas partie, mais les monotones espaces d'affleurement de la Craie, d'où elle a tiré son nom.

Dans la Champagne telle que nous l'avons entendue, les trois quarts environ de la superficie sont occupés par les formations crétacées qui d'après leur constitution lithologique définissent deux régions très différentes à tous les points de vue, la « Champagne humide » dont le sous-sol est formé par les sables et les argiles du Crétacé inférieur et d'une partie du Crétacé moyen, et la « Champagne pouilleuse », pays pauvre et sec, à végétation chétive et rabougrie, établie sur la craie fissurée, et qui présente son maximum d'expression entre Vitry-le-François et Esternay, avec ses plateaux supportant de maigres bois de pins.

#### *Crétacé inférieur ou Néocomien*

Nous venons de dire que la transgression du Néocomien sur le Bassin de Paris exondé depuis le Bononien supérieur s'était effectuée d'une manière timide ; jusqu'à l'Aptien en effet elle n'a donné naissance qu'à un golfe plus ou moins avancé vers le N.

Les dépôts du Crétacé inférieur sont connus dans l'Yonne, l'Aube,

(1) PIERRE BONNET. Relations entre le Jurassique et le Crétacé dans le Sud-Est du Bassin de Paris. *C. R. som. S. G. F.*, p. 73-75, 1941.

la Haute-Marne et la Meuse, aux confins du dernier département, en ce qui concerne les trois termes inférieurs. L'Aptien, au cours duquel un bras de mer a traversé le Bassin de Paris, est représenté plus au N, jusque dans les Ardennes. Le travail à consulter est celui de G. Corroy (1), paru en 1925.

**VALANGINIEN.** — Les calcaires blanchâtres à *Pinna suprajurensis* et *Trigonia gibbosa* qui terminent le Portlandien dans l'Yonne et l'Aube, et qui à leur partie supérieure sont inégaux et corrodés, avec Serpules et Huitres néocomiennes et en quelques points, surfaces perforées, supportent de Beine, sur la rive gauche du Serein, à Cheney sur la rive droite de l'Armançon, le *Calcaire de Bernouil* de J. Lambert, ou calcaire à *Hyposalenia stellulata*, saccharoïde, compact, blanchâtre, en bancs de 0 m. 25, sur une épaisseur totale de 1 m. 50 à peu près, qui renferme de nombreux débris d'organismes caractérisant les calcaires zoogènes, Échinides, Bryozoaires, Polypiers et Spongiaires. G. Corroy donne de cette assise une liste de 61 espèces, les principales étant *Siphonococlia crassa*, *Stylosmilia neocomiensis*, *Astrocoenia subornata*, *Lichenopora heteropora*, *Cidaris bernouillensis*, *Pseudodiadema icaunense*, *Hyposalenia stellulata*, *Goniopygus peltatus*, *Terebratula valdensis*, *Neithen atava*, *Exogyra Tombeckiana*, *Harpagodes Desori*, *Serpula triangularis*, *Glyphaea Couloni*. Plus de la moitié des espèces se retrouvent dans le Valanginien typique du Jura suisse et douze lui sont spéciales, ce qui précise nettement le niveau et l'origine de la faune.

Au NW d'une ligne Beine-Marolles, le calcaire à *Hyposalenia stellulata* n'existe plus et le calcaire hauterivien à *Toxaster* recouvre directement le Portlandien.

Vers le NE, on passe à des faciès continentaux du Valanginien, dont le plus inférieur, considéré comme appartenant à la partie moyenne de l'étage est un dépôt marneux discontinu, de couleur sombre (« marne argileuse noirâtre » de Cornuel), qui occupe principalement le fond des gouffres et des anfractuosités produits par l'érosion dans les calcaires portlandiens à *Cyrena rugosa* et dans ceux à *Cyprina Brongniarti*. Épaisse d'un mètre en moyenne, cette couche s'observe de Baussancourt sur la rive droite de l'Aube, à Stainville, sur la rive gauche de la Saulx, surtout développée entre cette dernière rivière et l'Ornain, où sur le plateau elle a été exploitée pour tuilerie.

Outre des restes de Tortues et de Plésiosaures, on y a trouvé d'assez nombreux Lamellibranches parmi lesquels *Nucula simplex*, *Cardium subhullanum*, *Exogyra Tombeckiana*, *Trigonia ornata*, *Thracia neocomiensis*, *Corbuanella striatula*, *Avicula valangiensis*. Les meilleurs gisements étaient Châlonrupt, Saint-Dizier et Doulevant-le-Petit.

Une seconde assise continentale qui peut soit reposer sur la précédente, soit se trouver directement sur les calcaires portlandiens dont elle remplit les poches est le fer géodique, qui s'étend des confins de l'Aube et de la Haute-Marne (environs de Doulevant-le-Château), jusque dans la Meuse (Brillon, Ville-sur-Saulx), et dont il a été parlé dans le chapitre précédent (p. 70). De par son caractère de remplissage d'excavations, les gisements en sont très discontinus. En Haute-Marne, quelques Mollusques ont été rencontrés dans la limonite (Clefmont, etc.) ; ce sont des espèces marines, *Cardium subhullanum*, *Pinna*, *Anomia*, *Panopaea*, *Astarte*, *Trigonia*, *Tectus*, etc. qui conduisent à considérer cette formation comme lagunaire, avec lits témoignant d'incursions marines.

Une assise beaucoup plus franchement continentale est celle des sables ferrugineux à la base et blancs au sommet, siliceux, quelquefois agglomérés en grès, qui est supérieure aux couches précédentes et peut dépasser 10 m. d'épaisseur. Des incursions de la mer sont cependant décelées par des len-

(1) G. CORROY. Le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris. Nancy, 1925.

tilles de sables argileux très localisées, que nous avons vues fossilifères dans la Meuse (p. 70) et qui dans la Haute-Marne, à Clefmont et à Bettancourt près de Saint-Dizier ont fourni notamment *Discoelia porosa*, *Rhynchonella valangiensis*, *Spondylus Rocmeri*, *Exogyra Tombeckiana*, *E. Boussingaulti*.

Dans l'Aube, au S de Vendœuvre, des sables identiques aux précédents, avec lignite et limonite, s'observent en de nombreux points entre le calcaire portlandien et le calcaire récifal à *Hyposalenia*. Ces sables ont peut-être une origine éolienne, et ils ont continué à se former en Haute-Marne et dans la Meuse tandis qu'au SW se déposait le calcaire marin du Valanginien supérieur.

**HAUTERIVIEN.** — Les formations hauteriviennes de la Meuse se poursuivent avec les mêmes caractères à travers toute la Haute-Marne. La base est très marneuse (« Marne calcaire bleue » de Cornuel), atteignant 3 m. d'épaisseur à Wassy, avec nombreux Céphalopodes et Lamellibranches (Doulevant, Wassy, Saint-Dizier). Le calcaire à *Toxaster* qui vient ensuite est d'abord compact, à texture fine, en bancs épais, quelquefois gréseux, exploités par places comme pierre de taille, puis à sa partie supérieure devient détritique et rognonneux en même temps que plus fossilifère. L'épaisseur très variable passe de 8 m. à Savonnières à 0 m. 75 à Roches-sur-Marne.

Entro la Blaise et la Marne, des massifs zoogènes isolés, constitués par des Polypiers, des Spongiaires, des Échinides, avec nombreux Gastéropodes, se montrent à Saint-Dizier, Trois-Fontaines-la-Ville, Morancourt, Châtonrupt et se présentent dans les mêmes conditions que ceux que l'on trouve dans l'Yonne. Le calcaire proprement dit, formation essentiellement néritique, est partout très fossilifère (Wassy, Ancerville, Bettancourt, Châtonrupt, la Gâtère dans la fouble faille, etc.) et caractérisé par les espèces suivantes : *Toxaster retusus*, *T. neocomiensis*, *Hyposalenia stellulata*, *Holectyus macropygus*, pour les Échinides ; *Rhynchonella lata*, *Zeilleria tamarindus*, *Terebratula Moutoniana*, pour les Brachiopodes ; *Exogyra Boussingaulti*, *E. Tombeckiana*, *Avicula Cornueliana*, *Gervilleia anceps*, *Perna muleti*, *Neitheca atava*, *Trigonia carinata*, *T. longa*, *T. ornata*, *Crassatella Cornueliana*, *Astarte gigantea*, *A. Beaumonti*, *A. substriata*, *Cardium subhullanum*, *Pholadomya elongata*, pour les Lamellibranches ; *Chenopus speciosus*, *Aporrhais euryptera*, *Terebrella terebroides*, *Cerithium Dupinianum*, *C. Clementinum*, *Solarium neocomiense*, *Pleurotomaria neocomiense*, pour les Gastéropodes ; *Cymatoceras pseudoelegans*, *Nautilus neocomiensis*, *Polyptychites bidichotomus*, *Craspedites Carteroni*, *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia Leopoldina*, *L. cryptoceras*, *L. castellanensis*, *Neocomites neocomiensis*, *Crioceras Cornuelianum*, *Hamulina Royeriana*, *Duvalia dilatata*, *D. binervia*, *Belemnopsis pistilliformis*, *Cylindroteuthis subquadratus*, en ce qui concerne les Céphalopodes.

Le faciès zoogène est plus particulièrement pourvu en Échinides, Spongiaires (genres *Siphonocoelia*, *Discoelia*, *Cupulochonia*, *Porostoma*, etc.) et Zoanthaires (*Leptophyllia*, *Montlivaultia*, *Cyclolites*, *Baryphyllia*, *Thecosmia*, *Cladophyllia*, *Eugyra*, *Prohelia*, *Astrocoenia*, *Phyllocoenia*, *Synastraea*, *Isastraea*, *Thamnastraea*, etc.) auxquels s'associent des Lamellibranches et des Gastéropodes tels que *Actæon Astierianus*, *Acera neocomiensis*, *Avellana albensis*, *Nerinella Dupiniana*, *N. Fontanetana*, *Paracerithium Gauthieri*, *Uchaxia albense*, *Discohelix Dupinianum*, *Neiritopsis textilis*, etc.

La riche faune hauterivienne du Bassin de Paris qui renferme également des Poissons (*Hybodus*, *Notidanus*, *Odontaspis*, *Lepidotus*, *Mesodon*, *Microdon*) et des Reptiles (*Plesiosaurus*, *Polyptychodon*, *Ichthyosaurus*, *Dacosaurus*, *Machimosaurus*), les uns et les autres presque uniquement cantonnés dans le faciès néritique de la Haute-Marne et de la Meuse, comprend 570 espèces (dont 111 Cœlentérés, 167 Lamellibranches, 107 Gastéropodes, 20 Céphalopodes, 38 Échinides, 28 Poissons), se rapportant en majorité à des formes du Jura, et se trouvant pour la plupart en Champagne.

Un horizon argilo-marneux (Marne jaune de Cornuel), qui passe insensiblement à l'argile barrémienne à *Exogyra Leymeriei* termine l'étage.

Dans l'Aisne, au S d'Hirson, et un peu plus à l'E, entre Saint-Michel et Watigny, le Jurassique supporte des lambeaux peu étendus de formations continentales, consistant en des sables grossiers, quelquefois avec grès ferrugineux à la base (Montorieux, où ils ont été exploités comme minerais), présentant des lits argileux. Ces couches, rapportées au Wealdien, peuvent correspondre à l'ensemble Valanginien-Hauterivien, et paraissent représenter le prolongement vers le S de celles qui à Féron-Glaçon ont fourni de nombreux Végétaux : *Nilssonia*, *Sphenolepidium kurrianum*, *Lonchop-teris Mantelli*.

**BARRÉMIEN.** — La partie inférieure de l'étage, de la Meuse à l'Yonne, est constituée par les « argiles ostréennes avec lumachelles » de Cornuel, dans lesquelles on doit distinguer deux niveaux, d'après les recherches de Berthelin aux environs de Bar-sur-Seine. A la base, on trouve des argiles grises ou gris-jaunâtre avec cristaux de gypse, présentant des couches de marnes hydrauliques qui vers le SW se développent et ont été exploitées pour chaux et ciment aux environs d'Auxerre. Ce niveau, épais au plus de

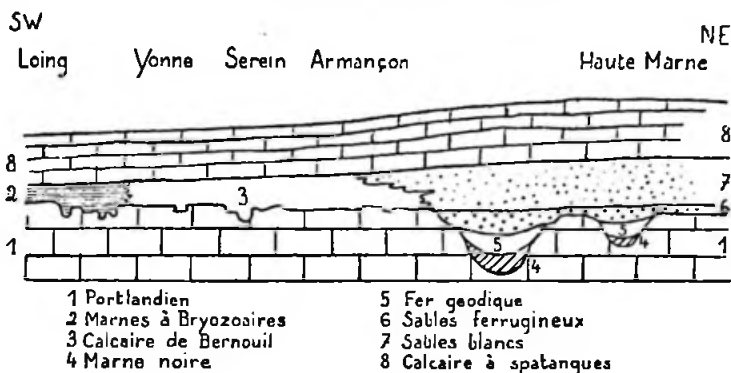


Fig. 9. — Les faciès valanginiens et hauteriviens de l'Yonne à la Haute-Marne.

8 m. renferme en abondance *Astarte subformosa* (= *A. Fittoni*) et des Huttres (*Exogyra Couloni*, *E. Leymeriei*, *E. Boussingaulti*, *E. macroptera*) ; on y trouve également des Brachiopodes et des Huttres. Cette assise est identiquement celle rencontrée dans la Meuse (p. 70) qu'elle prolonge. De même, le deuxième horizon encore argileux comprend des lits de lumachelles, souvent très durs, fossilifères, avec principalement *E. Leymeriei* et un Echinide, *Miotoxaster Ricordeaui*. Le sommet devient gréseux et on y observe un lit de sanguine qui occupe la place des minerais de fer du Berry.

Le Barrémien supérieur, comme dans la Meuse, montre d'abord à la base des grès et sables bigarrés et des argiles bariolées, tantôt intriqués, tantôt superposés ou juxtaposés ; cet ensemble « panaché » est azoïque et lagunaire ou même continental. Puis vient un minerai de fer oolithique, surmontant soit des sables ferrugineux qui terminent l'assise précédente, soit directement les argiles marbrées, bien développé surtout en Haute-Marne où il atteint 2 m. d'épaisseur (Eurville, Narcy) et dont l'exploitation s'est faite dans un rayon de 20 km. autour de Wassy, jusqu'en 1922 (Pont Varin) ; d'après Nicou, 22 à 25 millions de tonnes de ce minerai resteraient à exploiter. Cette formation d'eau douce a fourni des Mollusques tels que *Paludina wassiacensis*, *Paludestrina bulimoides*, *Unio elongata*, *U. Cornueliana*,

*U. scutella*, *Cyclas neocomiensis*, ainsi qu'une flore comprenant des tiges, feuilles et cônes de Conifères (*Pinus submarginata*, *P. gracilis*, *Sarcostribus Paulini*, *Cedroxylon barremianum*, *Araucaroxydon barremianum*, etc.). Le minerai de fer s'étend à l'Aube (Vendeuvre-sur-Barse) avec une puissance réduite, et à l'Yonne sous forme de nodules ferrugineux.

A N de Wassy il passe à des argiles brunes à oolithes ferrugineuses assez riches par places (Sermaize-les-Bains) pour avoir pu être exploitées.

En Haute-Marne, l'étage se termine par la *couche rouge de Wassy*, épaisse de 0 m. 50, qui en 1925 ne s'observait plus que dans les bois de Pont Varin, et qui est étroitement localisée. Sa coloration lui est donnée par de l'hématite impure et de la limonite. C'est un calcaire à oolithes ferrugineuses, un peu argileux et tendre à sa base, compact avec rognons très durs, fossilifères au sommet. La faune indique un retour de la mer sur la région; elle se compose de 107 espèces recueillies par Cornuel, Tombeck et Pellat, parmi lesquelles on peut citer *Heteraster oblongus*, *Terebratula sella*, *Exogyra Boussingaulti*, *Gervilleia tenuicostata*, *Pholadomya gigantea*, *Nucula simplex*, *Trigonia caudata*, *Astarte subcostata*, *Acera neocomiensis*, *Tornatina Tombecki*, *Chenopus Rouxii*, *Uchauxia Phillipsi*, *Nautilia plicatus*, *Plesiosaurus* sp. Les espèces sont nombreuses, mais les individus peu abondants.

APTIEN. — Le sous-étage inférieur ou *Bédoulien* débute par la « zone à *Terebratella Astieriana* », qui est en réalité simplement la base de celle que caractérise *Parahoplites Deshayesi*. Épais de 30 à 80 cm., cet horizon argileux en Haute-Marne et marno-calcaire dans l'Aube et l'Yonne est caractérisé, outre le Brachiopode précité par *Miotozaster Ricordeaui*, *Rhynchonella lata*, *Zeilleria tamarindus*, *Terebratula Dutempleana*, *Trigonia Etheridgi*, *Neitha atava*, *Plicatula placunea*, *P. Roemeri*, *Exogyra latissima* var. *aquilina*, *Megalosaurus superbus*. Ch. Larcher (1) en a découvert un lambeau avancé à Prusy (Aube) où le niveau paraît épais de 1 m. à peu près.

Au-dessus viennent les Argiles à Plicatules proprement dites, qui, au contraire de l'assise précédente qui en est dépourvue, renferme de nombreux Céphalopodes (29 espèces) parmi lesquels, outre *Parahoplites Deshayesi* qui les caractérise, on peut citer *Saynella undulata*, *Puzosia Matheroni*, *Douvilleiceris seminodosum*, *D. Cornuelianum*, *Ancycloceras Matheroni*, *A. varians*, *Tozoceras Cornuelianum*, *T. Royerianum*, *Hamites Royerianus*, *Belemnites aptiensis*.

Les autres groupes comportent de nombreuses espèces qui n'existent pas dans le niveau sous-jacent, et dont beaucoup, comme pour les Ammonites, sont d'origine méditerranéenne; les plus importantes sont *Miotozaster Collegnoi*, *Hemiasper orientis*, *Zeilleria pseudojurenensis*, *Astarte Beaumonti*, *Nucula simplex*, *Plicatula Roemeri*, *Pleurotomaria gigantea*, *Cerithium aptiense*, *Odontaspis raphiodon*, *Plesiosaurus latispinus*. Ces éléments nouveaux sont associés à de très nombreuses formes de la couche à *T. Astieriana*, Hultres et Plicatules entre autres.

Les argiles à Plicatules, épaisses de 5 à 20 m., sont uniformes et continues depuis le N de Bar-le-Duc jusqu'en Puisaye; elles sont grasses, grises ou bleuâtres, avec nombreux cristaux de gypse. Les Ammonites y sont en général pyriteuses, sauf dans des concrétions ferrugineuses et siliceuses de leur partie moyenne, qui renferment *Douvilleiceris Cornuelianum* et *Ancycloceras Matheroni* de grande taille; au sommet elles sont à l'état de moules ferrugineux.

L'Aptien supérieur ou *Gargasien* fait défaut dans l'Yonne et dans l'Aube, mais il est représenté dans la Haute-Marne et dans la Meuse par des sables blanchâtres localement agglutinés en « grès de Valcourt » (W de Saint-Dizier); qui font leur apparition sur les plateaux au N de Soullaines et plus loin atteignent une épaisseur de 5 m. Les grès argileux ont livré *Exogyra aquilina* et quelques autres Hultres près de Saint-Dizier.

Cette assise que nous avons vue (p. 71) disparaître au N de l'Ornain et

(1) CH. LARCHER. Un gisement aptien près de Prusy (Aube). *C. R. som. S. G. F.*, p. 94-95, 1940.

réapparaitre au N de Varennes sous forme de sables très ferrugineux qui ont été exploités comme minéral vers 1840 est, dans les Ardennes, transgressive sur le Jurassique supérieur aux environs de Grand-Pré. Des gisements de fer dans les sables ferrugineux ont été exploités au siècle dernier, notamment au Bois des Loges, à Champigneulle et à Cornay; le minéral était en couches épaisses de 1 à 3 m. dans des sables argileux. Les minières ont disparu depuis longtemps, mais au premier point, Peron, Barrois et Lambert ont recueilli une belle faune comportant notamment des Bryozoaires, des Echinides tels que *Cidaris plexa*, *Typocidaris arduennensis*, *Hyposalenia Lardyi*, *Discoidea Peroni*, *Holaster latissimus*, *Miotozaster Breyniusi*, des Brachiopodes comme *Zeilleria pseudojurensis*, *Terebrirostra arduennensis*, des Lamellibranches parmi lesquels *Exogyra conica*, *E. aquilina*, *Plicatula Roemeri*, *Trigonia ornata*, associés à une Ammonite, *Parahoplites Milleti* var. *Peroni*, qui date le niveau, à des Serpules, ainsi qu'à des restes de Poissons et de Reptiles.

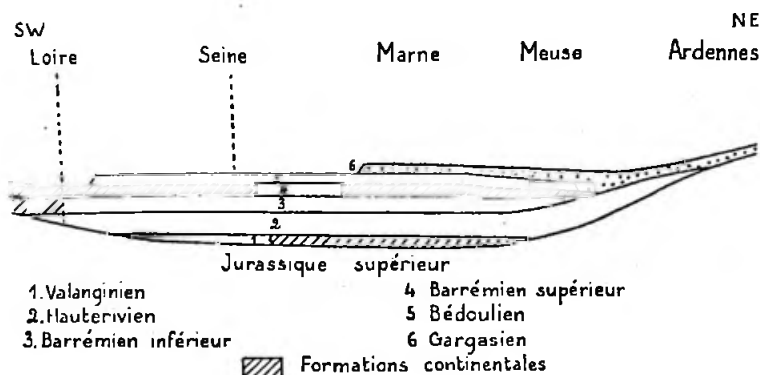


Fig. 10. — Extension schématique des étages du Crétacé inférieur du Berry aux Ardennes.

Des affleurements de ces sables ferrugineux se voyaient aux environs de Mézières et Ch. Barrois les a rencontrés dans une tranchée près du viaduc de Blangy (ligne Hirson-Anor) en Thiérache où une argile à Spongiaires (*Verticillopora anastomosans*, *Manon peziza*, etc.) épaisse de 1 m. 50 était recouverte de plaquettes ferrugineuses de 0 m. 50 à *P. Milleti* var. *Peroni*, *Trigonia alaeformis*, *Typocidaris farringtonensis*, supportant elles-mêmes 2 à 3 m. d'une argile noire à *E. aquilina*, souvent ligniteuse, observée également en quelques autres points de la région d'Hirson.

#### Crétacé moyen

Le Crétacé inférieur n'est marqué, dans le Bassin de Paris, que par un timide retour de la mer, localisé dans sa partie sud-orientale, en un golfe ouvert par le détroit Morvano-Vosgien, sur les régions jurassienne et rhodanienne, et ce n'est qu'à l'Aptien qu'un bras de mer étroit établit des relations entre les zones boréale et méditerranéenne. Le Crétacé moyen, avec l'Albien, inaugure l'invasion sur une grande échelle des territoires exondés depuis le Portlandien supérieur, dans ses parties demeurées hors d'atteinte des transgressions limitées dont il vient d'être parlé.

L'avance générale et brusquée de la mer dès le début du Mésoocrétacé se traduit par le fait que les sédiments albiens inférieurs, qui dans le SW de la Champagne surmontent le Crétacé inférieur, le débordent largement au N de l'Ornain pour reposer directement sur du Jurassique de plus en plus ancien à mesure que l'on se rapproche du massif ardennais. C'est ainsi que, de l'Ornain à Montfaucon, les Sables Verts sont transgressifs sur le Portlandien, et qu'on les observe sur le Kiméridgien, de Montfaucon à Grand-Pré, sur le Lusitanien, du N de Montfaucon à la région de Novion-Porcien, sur le Callovo-Oxfordien, des abords de Novion-Porcien jusqu'au N et au NW de Signy-l'Abbaye, enfin sur le Bathonien, de ces derniers points au delà d'Hirson.

La transgression s'accroît largement au Cénomanién, submergeant l'Ardenne et l'axe de l'Artois, les dépassant même, les morts-terrains qui surmontent directement le Paléozoïque du bassin houiller franco-belge étant pour la plus grande partie de cet âge. Vers l'W, l'avancée cénomaniénne se fait sur le bord du Massif armoricain, bien au delà des limites atteintes par le Jurassique, l'Albien pour sa part n'étant pas à beaucoup près arrivé aussi loin que ce dernier.

Le Turonien conserve la plupart des positions acquises par le Cénomanién et en certaines régions, telles que le SW du Bassin de Paris, il gagne même encore du terrain.

Si en Champagne le Cénomanién est en retrait par rapport à l'Albien, et le Turonien, par rapport au Cénomanién, cela provient uniquement du jeu de l'érosion intervenant sur une région progressivement relevée vers l'E.

Le Crétacé moyen comprend, en Champagne, des formations tout à fait caractéristiques. C'est la région classique d'affleurement des Sables Verts, zone d'alimentation de la nappe artésienne profonde du Bassin de Paris, et aussi celle de la gaize cénomaniénne de l'Argonne, au relief si spécial. Au Turonien se généralise le faciès crayeux qui va se développer et régner sans partage pendant le Crétacé supérieur, faciès qui dans la moitié S de la Champagne fait son apparition dès le Cénomanién.

**ALBIEN.** — Très homogène dans toute la bordure orientale du Bassin de Paris, des Ardennes et de l'Aisne à la Bourgogne, cet étage comprend deux divisions, l'une sableuse ou *Sables verts* à la base, l'autre argileuse ou *Gault* au sommet. C'est de cette disposition que découle la formation de la nappe artésienne, les couches plongeant vers la partie centrale du bassin, et les eaux infiltrées dans les sables étant maintenues sous pression par l'assise imperméable qui surmonte ceux-ci.

L'Albien de la bordure S du Massif ardennais, étudié par Ch. Barrois (1) est formé à la base de sables glauconieux avec nombreux nodules de phosphate de chaux ou *coquins* qui ont été exploités autrefois. Ce niveau est très fossilifère en beaucoup de points et notamment à Macheroménil et à Saulces-Monclin. On y trouve parmi les Céphalopodes les plus caractéristiques *Hoplites Michelinii*, *H. Raulini*, *Desmoceras Beudanti*, *Douvilleicerias*

(1) CH. BARROIS. Sur le Gault et sur les assises entre lesquelles il est compris dans le Bassin de Paris. *Ann. Soc. Géol. Nord*, II, p. 1-61, 1874. — Le Gault dans le Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), II, p. 707-714, 1875. — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. Géol. Nord*, V, p. 227-487, 1877-1878.



*mamillare*, *Sonneratia Dutempleana* ; ils sont associés à des Lamellibranches tels que *Ostrea arduennensis*, *Nucula arduennensis*, *Nucula pectinata*, *Inoceramus concentricus* et à *Rhynchonella Gibbsiana*. Les bois flottés, et des restes de Cycadées et d'Abiétinées indiquent le voisinage d'une terre émergée. Les argiles du Gault ont de 2 à 15 m. d'épaisseur, mais se développent rapidement vers le S ; elles sont caractérisées par *Hoplites tuberculatus* et *H. lautus*. Il faut noter que dans la région de Rethel, ces argiles paraissent faire défaut, ce qui peut s'expliquer de trois manières différentes : soit par une lacune stratigraphique, soit par une érosion qui les aurait fait disparaître, soit enfin par leur remplacement par la base de la gaize de Rethel, ce faciès ayant pu débiter plus tôt en certains points. Il se pourrait aussi que tout l'Albien soit sableux.

Vers le S, l'étage prend de la puissance et on le trouve très développé en Haute-Marne où il a été étudié autrefois par H. Tombeck (1) et récemment par J. Houdard (2). Les Sables verts qui constituent sa partie inférieure (3) n'ont que 0 m. 80 d'épaisseur à Pargny, et atteignent 5 m. à Moëslains. Ils ne sont guère fossilifères qu'à Sermaize, Pargny et la Houpette où ils renferment *Rhynchonella Deluci*, *Leda vibrayeana*, *Cucullaea glabra*, *Inoceramus Salomoni*, *Chlamys Dutemplei*, *Plicatula radiola*, *Exogyra arduennensis*, *Trigonia Fittoni*, *Semisolarium moniliferum*, *Nautilus clementinus*, *Douvilleiceras mamillare*, *Homarus longimanus*, *Serpula heliciformis*, *Lamna appendiculata*, *Odontaspis macrorhiza*, *Megalosaurus superbus*, etc. Les débris de tiges de Conifères, et notamment de *Cedrus lotharingica* y sont assez fréquents. Les argiles tégulines qui surmontent les sables sont gris-bleu passant au bleu-noirâtre, et rubéfiées en surface par oxydation ; elles sont exploitées pour tuilerie à Valcourt, Cousances-aux-Forges, Pargny-sur-Saulx et Maurupt. La limite entre les deux assises est tantôt brusque, tantôt nuancée, les sables devenant alors de plus en plus argileux vers leur partie supérieure. Elles renferment des cristaux de gypse assez rares, de concrétions de pyrite et en quelques points, au contact avec les sable des nodules de phosphate de chaux ou coquins, comme dans les Ardenne. Leur épaisseur est de 10 m. à Pargny et de 30 m. à Moëslains. Elles présentent des intercalations sableuses, plus importantes vers le N, où les argiles disparaissent en Argonne, et plus restreintes vers le S où le faciès vaseux envahit la presque totalité de l'étage.

Cette masse argileuse qui peut être rapportée à la zone à *Hoplites dentatus* contient une riche faune, souvent à l'état de moules pyriteux ou ferrugineux, mais dans l'argile sableuse on trouve des Mollusques parfaitement conservés, ayant gardé leur test. Les principales Ammonites sont *Desmoceras Beudanti*, *D. Parandieri*, *Hoplites dentatus*, *H. lautus*, *H. Deluci*, *H. denarius*, *Douvilleiceras mamillare*, *D. Lyelli*, *Mortoniceras Delaruei*, *Hamites alternotuberculatus*, *Ptychoceras Buignieri* ; elles sont associées à *Belemnopsis minimus*, et à la plupart des espèces des Sables verts auxquelles s'ajoutent des Gastéropodes tels que *Nuonmocalcar dentatum*, *Turritella vibrayeana*, *Ampullina clementina*, *Cerithium trimonile*, *C. subspinosum*, *Chenopus retusus*, *Avellana subincrassata*, des Lamellibranches comme *Nucula pectinata*, *N. bivirgata*, *Lima parallela*. On y trouve aussi quelques Échinides (*Pseudodiadema Dupini*, *Hemiaster minimus*), de nombreuses Serpules, et des dents de Poissons. Un petit Polypier, *Thecocyathus conulus* est assez commun.

La partie supérieure de l'argile téguline, qui renferme une grande partie des espèces précédentes, et notamment *Nucula pectinata*, *Hoplites Deluci*, *H. denarius* en voit apparaître de nouvelles dont les plus marquantes sont

(1) H. TOMBECK. Note sur la présence du Gault supérieur à Montiérender (Haute-Marne). *B. S. G. F.* (3), III, p. 49-50, 1875.

(2) J. HOUDARD. L'étage albien et sa faune aux environs de Saint-Dizier (Haute-Marne). *Ibid.* (5), IX, p. 625-636, 1939.

(3) J. Houdard, à la suite de Ch. Jacob, considère comme zone de base de l'Albien (équivalent de celle à *Hoplites tardejurcatus*), les sables et grès à *Ostrea aquila* (= *O. aquilina*) et *Parahoplites Milleti* que nous avons avec G. Corroy laissés dans le Gargasien.

*Hoplites splendens* (considéré souvent comme caractérisant une sous-zone), *H. auritus*, *Turrilites catenatus*, *Hamites rotundus*, *Epiaster Ricordeanus*.

J. Houdard a insisté sur l'intérêt que présente l'existence dans l'argile albienne de la Haute-Marne, de Crustacés macroures et brachyours du Gault anglais, parmi lesquels *Etyus Martini*, *Plagiophthalmus oviformis*, *Homalopsis Edwardsi*, *Notopocorystes Stokesi*, *N. Broderipi*, dont les deux derniers seuls ont été retrouvés dans d'autres gisements de l'E du Bassin de Paris.

Dans l'Aube (1) d'où il tire son nom, l'étage atteint son maximum de puissance, 80 m. pour les argiles qui prédominent, ce qui est généralement attribué à ce que l'on se trouve dans l'axe du détroit Morvano-Vosgien. Cependant, bien que les Céphalopodes soient plus nombreux qu'en Haute-Marne, et que les Lamellibranches et les Crustacés y soient plus rares, la faune n'accuse aucun caractère bathyal; les *Lytoceras* et les *Phylloceras* font notamment défaut, et en beaucoup de gisements (Épothémont, le Gaty), la base sableuse des argiles contient en quantité prodigieuse le petit Polypier *Thecocyathus conulus*, associé à de nombreux Gastéropodes, ce qui donne à la faune un cachet tout à fait néritique.

Les Sables verts assez réduits sont souvent déjà très argileux, ce qui a entraîné des mécomptes dans certaines recherches d'eau (Montgueux); en certains points, ils renferment encore *Parahoplites Milleti* qui s'y trouve accompagné de *Hoplites tardefurcatus* et de *Douvilleiceras mamillare* (2).

La masse argileuse qui forme la presque totalité de l'étage renferme une faune d'une admirable conservation, le Gaty et ses environs comptant parmi les meilleurs gisements, quoique les tuileries y soient abandonnées; les Ammonites y sont particulièrement abondantes. Dans l'ensemble, les espèces sont les mêmes qu'en Haute-Marne, avec les variations dans la fréquence de certains groupes qui ont été signalés plus haut.

Outre cette macrofaune, les argiles renferment de petits Foraminifères et P. Marie-(3) a distingué une zone à *Citharina Lafittei* correspondant aux argiles micacées bleu-noir à *Douvilleiceras mamillare* (Montiéramey, Villemoyenne), surmontée d'une zone à *Citharina discors* et *C. Orbignyi* comprenant les argiles bleu-noir à *Hoplites dentatus* (= *H. interruptus*), si fossilifères, puissantes de 20 à 30 m. et anciennement ou actuellement exploitées pour tuilerie, au Gaty, Lusigny, Courcelles, Le Plessis, la Vendue-Mignot, Baucaron, Ervy, Pont-aux-Verriers.

En continuant vers le SW, Saint-Florentin est, à la limite de la Champagne, une localité classique pour l'étude de l'Albien (4), et l'on peut y reconnaître de bas en haut: 1° une sous-zone à *Douvilleiceras mamillare*, renfermant encore *Parahoplites Milleti* et comprenant à la base des sables et grès verts, puis les argiles noires de l'Armanche de J. Lambert et peut-être la base des couches des Drillons où remonte *D. mamillare*; 2° une sous-zone à *Hoplites dentatus* proprement dite, constituée par les grès et sables glauconieux des Drillons à *Desmoceras Beudanti* (10 m.), suivis des argiles tégulines à *H. interruptus* (8 m.), elles-mêmes surmontées par des grès à *Ostrea arduennensis*, qui supportent la masse épaisse de 30 m. des sables ferrugineux de Frécambault à *Sonneratia Cleon*, *S. quercifolia*, *Inoceramus Salomoni*, terminés par un niveau gréseux à *Plicatula radiola*, *Exogyra canaliculata*, *Serpula heliciiformis*; 3° sous-zone à *Hoplites splendens* formée des graviers à *Opis glareosa* de Duchy et des argiles sableuses à la base, à *H. splendens*, *Hamites rotundus*, *O. glareosa*, *H. dentatus* et sa faune de

(1) A. LEYMERIE. Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube. *Mém. Soc. Géol. France*, 1<sup>er</sup> sér., IV, p. 291-364, 1840; V, p. 1-34, 1842.

(2) Ch. LARCHEL. Contribution à l'étude de l'Albien de l'Aube. *Bull. scientif. de Bourgogne*, 1936.

(3) P. MARIE. Zones à Foraminifères du Gault dans le département de l'Aube. *C. R. som. S. G. F.*, p. 38-40, 1941.

(4) J. HOUDARD. Notes sur l'étage Albien aux environs de Saint-Florentin. *Bull. Soc. Sc. hist. nat. Yonne*, 86<sup>e</sup> vol., p. 45-56, 1932.

satellites remonte dans ce niveau en se raréfiant au sommet ; on trouve par place *Belemnites minimus* et *Epiaster Ricordeanus*.

Dans cet ensemble que l'on doit attribuer uniquement à la zone à *Hoplites dentatus*, P. Marie (1) distingue plusieurs niveaux à petits Foraminifères ; l'inférieur à *Citharina discors* et *C. gracilis* dans les argiles à *H. dentatus* représentant l'horizon des Drillons ; le moyen, à *Frankeina Murchisoni*, dans les sables de Frécambault ; le supérieur correspondant aux argiles sableuses bleu-noir à *H. splendens* et au gravier à *Opis* et caractérisé par *Citharina Lemoinei*, *C. Arambourgi*, *Frankeina Murchisoni*. Les deux derniers manquent dans l'Aube.

Il est extrêmement intéressant de constater que sur les 82 m. de puissance que présente la zone à *H. dentatus* à Saint-Florentin, les argiles, qui pratiquement constituaient toute la zone dans l'Aube, ne comptent plus que pour 31 m., les sables et grès étant prédominants et d'une épaisseur totale de 51 m. On est arrivé en ce point, après avoir dépassé le débouché du détroit Morvano-Vosgien, sur le méridien du bord occidental du Morvan, et c'est probablement à cette circonstance qu'est dû le développement d'une sédimentation détritique arénacée. En continuant vers le SW, les intercalations argileuses s'amenuisent encore pour disparaître à peu près complètement en Puisaye où la masse sableuse atteint 150 m. d'épaisseur.

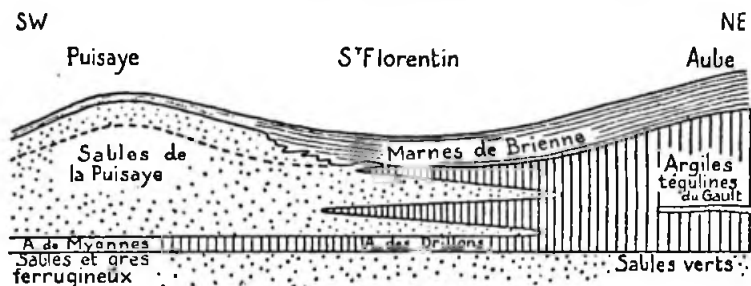


Fig. 11. — Schéma du passage des faciès argileux de l'Albien aux faciès sableux.

**CÉNOMANIEN.** — En ce qui concerne la nature des sédiments, le Cénomalien présente en Champagne deux secteurs bien différents. Le premier qui s'étend du versant méridional de l'Ardenne jusqu'aux environs de Vitry-le-François, est caractérisé par des faciès littoraux, gaize, sables et marnes glauconieux ; le second, de ce dernier point à l'Yonne, voit se développer les faciès crayeux, qui se poursuivent jusque dans le Cher où, un peu à l'E de Vierzon, on retrouve des formations littorales arénacées.

La *gaize de Rethel* constitue entre Aubenton et Attigny une première lentille comprenant à la base la *gaize de Draize* et les sables de Liart, et au sommet la *gaize de Marlemont*, cette dernière seule correspondant à la gaize de l'Argonne. Le niveau inférieur, à l'état de marnes argileuses noires ou grises avec bancs et nodules de gaize, repose directement sur les Sables verts et, ainsi que nous l'avons dit (p. 71), il est possible qu'il représente les argiles du Gault, d'autant plus que, à côté de *Inoceramus sulcatus*, on y trouve *I. Salomoni* ; il ne dépasse pas Hirson vers le N. La gaize de Marlemont qui a l'aspect d'un grès glauconieux lustré est très fossilifère, avec les mêmes espèces qu'en Argonne. Ce niveau se prolonge vers le SE par des marnes noires (Faux, Sorcy) ou des nodules de phosphate de chaux à 55 p. 100 dits *coquins riches* ou *coquins de gaize* (ne se retrouvant le plus

(1) P. MARIE. Zones à Foraminifères du Crétacé moyen de Saint-Florentin (Yonne). C. R. som. S. G. F., p. 173-174, 1939.

souvent que remaniés à la base des marnes de Givron) qui forment la liaison avec la seconde lentille.

Cette deuxième lentille est constituée par la *gaize de l'Argonne* ou *gaize de Vouziers*, largement développée des alentours d'Attigny jusqu'au NE de Vitry-le-François, formant un important massif aux reliefs escarpés. La gaize crétacée, dont la composition est très voisine de celle de la gaize oxfordienne dont il a été parlé antérieurement (p. 63), est une roche poreuse, tendre, très légère, de couleur grise ; c'est, au point de vue pétrographique, un grès calcaire renfermant une proportion de silice gélatineuse variant de 5 à 27 p. 100. D'après L. Cayeux, cette silice provient non seulement des spicules de Spongiaires et des Radiolaires et Diatomées, qui constituent souvent la moitié de la roche, mais aussi de la décomposition sur place de l'argile du sédiment primitif. La gaize était autrefois employée pour fabriquer la dynamite et pour les creusets réfractaires.

Sur la rive gauche de l'Aire, la gaize occupe une large zone orientée NW-SE et supporte la forêt d'Argonne ; sur la rive droite, des lambeaux isolés forment le couronnement de mamelons élevés. Pour sa presque totalité, elle appartient au Cénomaniens inférieur, zone à *Mortoniceras inflatum* ; en plus de cette espèce, elle renferme, d'après Ch. Barrois, *Hoplites falcatus*, *H. auritus*, *Hamites virgulatus*, *Inoceramus sulcatus*, *Pinna tetragona*. La présence de *Schlaenbachia varians* (1) permet de penser que sa partie supérieure représente la base du Cénomaniens moyen, et cette conclusion est renforcée par la citation d'*Acanthoceras Mantelli* par Ch. Barrois.

Cette formation qui a son maximum de puissance, une centaine de mètres, aux environs de Clermont, de Varennes, de Grand-Pré, montre souvent à sa base un lit de nodules de phosphate de chaux, de 12 cm. d'épaisseur en moyenne, autrefois activement exploité. La gaize a fourni de la pierre de taille à Montblainville et à Sainte-Menehould.

Le Cénomaniens moyen et supérieur du N de la Champagne (2) comprend de bas en haut : 1° Marne grise glauconifère, à *Schlaenbachia varians*, *Turritites tuberculatus*, *Turbo Milleti*, *Chlamys asper*, *Ostrea phyllidiana*, *Rhynchonella Martini*, formation lenticulaire atteignant 30 m. d'épaisseur à Givron ; 2° Sables glauconieux de la Hardoye, à *Ostrea conica*, dépassant la couche précédente vers le S et reposant sur des assises plus anciennes ; 3° Marne glauconieuse verte à fossiles en phosphate de chaux (*A. laticlavius*, *Arca Passyana*, *Venus faba*, *Kingena lima*) correspondant au *tourtia* du Pas-de-Calais ; 4° Marne argileuse à *Holaster subglobosus*.

Les trois premières des assises précédentes sont développées en bordure des Ardennes, mais s'étendent peu vers le S ; la quatrième au contraire s'étend peu vers le N ; elle fait notamment défaut dans le Rethelois où la marne à *Actinocamax plenus* qui marque le début du Turonien recouvre directement la marne à *A. laticlavius*.

A l'W de l'Argonne, les parties moyenne et supérieure de l'étage sont incomplètes ; au-dessus de la gaize viennent des Sables verts quartzeux et glauconieux à *Alectryonia carinata* et *Chlamys asper*, avec veines de marnes blanches, supportant une marne crayeuse, glauconieuse à la base, à *Neithea quinquecostata*, qui paraît représenter le niveau à *Holaster subglobosus*. L'ensemble ne dépasse pas 12 à 15 m. d'épaisseur.

Les faciès crayeux du Cénomaniens apparaissent dans le S de la Marne et se développent largement dans l'Aube et l'Yonne. La zone à *Mortoniceras inflatum* est à l'état de marne crayeuse (marne de Brienne) qui outre ce Céphalopode, renferme de nombreux Lamellibranches (3). Au débouché, du détroit Morvano-Vosgien, cet horizon qui correspond au Vraconnien est très argileux et fait suite, par transition insensible, à la masse de l'argile léguline albienne.

(1) R. ABRARD. Stratigraphie de la gaize de l'Argonne. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 171-172, 1929.

(2) CH. BARROIS. La zone à *Belemnites plenus* : étude du Cénomaniens et du Turonien à l'Est du Bassin de Paris. *Ann. Soc. Géol. Nord*, II, p. 145-193, 1875.

(3) R. HOFFSTETTER. Le Cénomaniens dans le Sud-Est du Bassin de Paris. Troyes, 1936.

Une craie marneuse en bancs, avec Céphalopodes variés (*Schlaenbachia varians*, *S. Coupei*, *Acanthoceras Mantelli*, *A. naviculare*, *Turrillites*), remplace les marnes glauconieuses à *C. asper* (1). Puis vient une craie massive à Spongiaires et à Échinides (*Holaster nodulosus*, *Discoidea subuculus*, *Cidaris velifera*), et la série se termine par une craie sèche à *Scaphites aequalis* (craie de Saint-Pierre), compacte à la base, en plaquettes au sommet. On ne trouve plus aucune assise glauconieuse.

Des zones à petits Foraminifères ont été distinguées par P. Marie dans ces couches cénomaniennes : 1° z. à *Epistomina spinulifera* et *Lenticulina diademata* à l'extrême-base des marnes de Brienne ; 2° z. à *Citharinella pinaeformis* et *Flabellina didyma*, un peu au-dessus ; 3° z. à *Flourensina Douvillei*, *Rhabdogonium tricarinarum* et *R. excavatum* dans les marnes de Brienne proprement dites (Vraconnien supérieur) ; 4° z. à *Rosalina appenica*, *Gaudryina filiformis* et *Froncularia Unger* dans la Craie tuffeau à *Acanthoceras* de la crête d'Avrolles (Yonne). La zone 1 manque dans l'Aube.

TURONIEN. — La composition de cet étage est assez uniforme du N de la Champagne à la Loire. L'assise la plus variable dans ses caractères et son épaisseur est le niveau inférieur à *Actinocamax plenus* ; en Thiérache, c'est une marne calcaire blanchâtre plus ou moins sableuse et glauconieuse, épaisse de 5 à 10 m. ; vers le S la glauconie disparaît progressivement, l'assise restant marneuse, pour passer dans la Marne à une craie marneuse grise, puissante de 20 m., qui devient compacte dans l'Yonne.

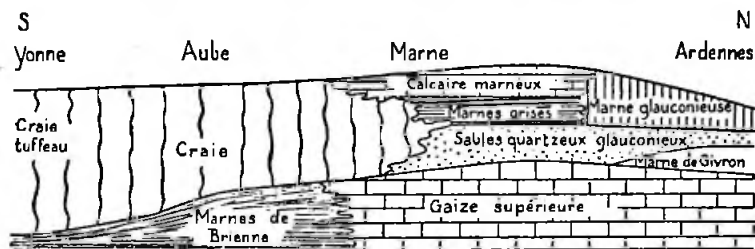


Fig. 12. — Schéma du passage des faciès marno-sableux du Cénomalien aux faciès crayeux.

Dans ce dernier département, la série classique, épaisse de 140 m. environ, montre d'après J. Lambert (2) la succession suivante :

— Craie marneuse grise, en général compacte, à *Actinocamax plenus*, *Discoidea infera*, *Inoceramus labiatus*, *Ptychodus decurrens* ;

— Craie grumeleuse grise avec *Cidaris subvesiculosa*, *C. hirudo*, *Discoidea infera*, *Holaster icaunensis*, *Hemiasiter nasutus*, *Ostrea hippopodium*, *Lima cuneiformis*, *Inoceramus labiatus*, *Pachydiscus peramplus* (Craie de Joigny inférieure) ;

— Craie blanche noduleuse (50 m. en moyenne), à *Cidaris clavifera*, *Echinoconus subrotundus*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus*, *Prionotropis Woolgart*, dents de *Ptychodus decurrens* (Craie de Joigny supérieure) ;

— Craie marneuse sans silex (40 m.), à *Terebratulina gracilis*, avec *Discoidea infera*, *Micraster breviporus*, *Inoceramus labiatus* rare, *I. Brongniarti* fréquent, *Pachydiscus peramplus*, *Prionotropis papalis* ;

— Craie à silex à *Holaster icaunensis*, *Micraster breviporus* (= *M. Leskei*), *Spondylus spinosus*, *Pachydiscus peramplus* ;

(1) A. PENON. Notes pour servir à l'histoire du terrain de Craie dans le Sud-Est du Bassin anglo-parisien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, XLI, p. 145-124, 1887.

(2) J. LAMBERT. Sur l'étage Turonien du département de l'Yonne. *Ibid.*, XXXV, II, p. 144-173, 1881.

— Craie sans silex à *Holaster planus*, *Cardiaster granulatus*, *Micraster breviporus* (type et var. *corbovis*), *Terebratula hibernica*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Spondylus spinosus*, *Ostrea hippopodium*, *Spondylus spinosus*, *Pachydiscus peramplus* ;

— Craie sans silex à *Epiaster brevis*, avec *Cidaris sceptrifera*, *Micraster decipiens* (= *M. cortestudinarium*), *Terebratula hibernica*, *Spondylus spinosus*, *Scaphites Geinitzi*, *Prionocyclus Neptuni*.

Les trois premiers niveaux constituent le Turonien inférieur ou craie marneuse à *Inoceramus labiatus* et les trois suivants, le Turonien supérieur ou craie à *Micraster breviporus* ; le dernier, turonien par ses Céphalopodes renferme déjà *Micraster decipiens*, ce qui le fait souvent placer dans le Sénonien inférieur.

Dans l'ensemble, les Ammonites sont rares dans cette série-type qui se poursuit dans l'Aube (1), et qui comporte d'ailleurs des variantes suivant les régions. C'est ainsi, par exemple, que dans la Marne, au-dessus de l'assise à *Actinocamax plenus* qui contient surtout *Neithea quadricostata* et *Terebratula semiglobosa*, et qui aux environs de Sainte-Menehould a livré des fragments de Rudistes rapportés à *Sauvagesia cornupastoris*, la Craie marneuse comprend trois horizons caractérisés respectivement par *Inoceramus labiatus*, *Rhynchonella Cuvieri* et *Terebratulina gracilis* ; le premier est une craie compacte parfois jaunâtre, tandis que les deux suivants, souvent confondus, sont à l'état de marnes blanches crayeuses. Au-dessus, l'assise à *Holaster planus*, avec fréquents *Micraster breviporus* et *Spondylus spinosus*, est une craie blanche sans silex, quelquefois noduleuse, qui marque le début du faciès sénonien et qui passe insensiblement au Crétacé supérieur.

Vers le N, il y a une diminution très générale mais inégale de l'épaisseur des couches ; nous l'avons déjà constatée pour celle de base à *A. plenus* et nous la retrouvons en ce qui concerne la craie à *M. breviporus* puissante de 70 m. en moyenne dans l'Yonne et de 35 à 40 m. dans la Thiérache.

### Crétacé supérieur ou Sénonien

Le Crétacé supérieur de la partie centrale du Bassin de Paris se présente entièrement sous le faciès de la Craie blanche, très uniforme, qui affleure sur de grandes étendues en Champagne, déterminant une forme du sol et un aspect de pays (*campana*) auquel elle doit son nom. Il est très développé aux environs de Sens, d'où le terme de Sénonien par lequel il est souvent désigné.

La Craie blanche a été longtemps considérée comme correspondant à une boue à Globigérines analogue à celle que l'on drague actuellement par des fonds de 2.500 à 4.500 m. dans les océans, et cette manière de voir est encore adoptée par F. Rinne dans sa 8-9<sup>e</sup> édition. Les recherches de L. Cayeux (2) ont au contraire démontré que les Globigérines y sont rares, et que la présence de macro-organismes, jointe à celle d'éléments détritiques tels que le quartz, la tourmaline, le rutile, le zircon, voire même de petits galets, obligeait à la regarder comme un dépôt terrigène formé à une profondeur n'excédant pas 240 à 250 m., c'est-à-dire dans une zone de sédimentation qui peut être placée à peu près à la limite des régions néritiques et bathyale.

Malgré ses éléments détritiques, la craie blanche est essentiellement une roche zoogène, constituée par des fragments finement triturés de

(1) J. PIÉTRÉSSON DE SAINT-AUBIN. Note sur la craie du département de l'Aube. B. S. G. F. (5), XIII, p. 343-349, 1943.

(2) L. CAYEUX. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. — II. Craie du Bassin de Paris, Lille, 1897.

tests d'Échinodermes, de Bryozoaires, de Lamellibranches, organismes n'ayant certainement pas vécu à de grandes profondeurs. Des Foraminifères benthoniques s'y ajoutent en proportion variable, pouvant atteindre 80 p. 100 de la roche dans la craie turonienne très fine, et ne dépassant pas en général 50 p. 100 dans la craie sénonienne à texture plus grossière. Les Diatomées ne s'y comptent que par individus. Les tests à l'état de calcite, et notamment ceux des Crinoïdes et Échinides, sont conservés, tandis que ceux constitués par de la conchyoline ont été dissous, les moules étant par ailleurs très mal conservés en raison de la nature du sédiment. Ceci explique la rareté dans la craie blanche des Ammonites et des Gastéropodes, alors qu'en plus des Échinides (*Cidaris*, *Ananchytes*, *Micraster*) on y trouve des Bryozoaires, des Brachiopodes et certains Lamellibranches (*Ostrea*, *Neithea*, *Inoceramus*) en bon état, ainsi que des Bélemnites.

La craie renferme de nombreux silex, souvent disposés en cordons ou en lames, ces dernières pouvant remplir des diaclases, ce qui démontre que leur formation, qui a été étudiée par L. Cayeux (1), est postérieure au dépôt du sédiment. Ils sont le plus souvent en rognons noirs ou roux, à patine blanche alignés suivant les délits de la masse crayeuse. Ces nodules contiennent fréquemment des squelettes et des spicules de Spongiaires, lesquels contribuent à fournir la silice hydratée (opale), qui entre dans leur constitution, en mélange irrégulier avec de la silice cristallisée. Il est possible que les silex de la craie continuent à se former actuellement, mais le fait qu'on les rencontre remaniés à la base du Tertiaire inférieur montre que dans l'ensemble leur mise en place était achevée avant le Thanétien.

L'homogénéité de la masse de craie sénonienne du Bassin de Paris, qui a dans sa partie centrale une épaisseur moyenne de 300 à 350 m., jointe à l'absence à peu près totale d'Ammonites, rend très délicate sa subdivision en étages et c'est pourquoi Alc. d'Orbigny en 1842 en a fait son *Sénonien*. Les éléments que l'on peut utiliser, du point de vue de la stratigraphie paléontologique, *Micraster* et *Belemnitella* ne sont pas très satisfaisants, et leur rareté relative, qui fait que sur des espaces souvent étendus on ne trouve aucun repère est un autre inconvénient. Peut-être pourra-t-on un jour se baser sur de petits Foraminifères, toujours très abondants, quoique la continuité du faciès ne laisse pas d'espoir exagéré sur la précision à laquelle il sera ainsi possible d'atteindre.

On emploie communément une division en Emschérien ou craie à *Micraster*, à la base, et en Aturien ou craie à Bélemnites au sommet. Le premier comprend deux niveaux, l'inférieur caractérisé par *M. cor testudinarium* (= *M. decipiens*), et le supérieur par *M. cor anguinum*, qui correspondent respectivement, d'une manière approximative, au Coniacien et au Santonien. Le second qui renferme *B. quadrata* seule à la base, *B. quadrata* et *B. mucronata*, dans sa partie moyenne, et

(1) L. CAYEUX. Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1929.

*B. mucronata* seule à sa partie supérieure, est entièrement campanien, et ses couches les plus élevées sont inférieures à la zone à *Bostrychoceras polyplacum* (1). Contrairement à ce que pensait É. Haug, le Maestrichtien n'est pas représenté dans le Bassin de Paris, soit parce qu'il ne s'y est pas déposé, une émergence s'étant produite dès la fin du Campanien, et c'est de beaucoup l'hypothèse la plus plausible, soit à la suite de son enlèvement par érosion antétertiaire. L'épaisseur de l'argile à silex en certains points indique en effet la destruction d'une masse de craie importante, mais les silex souvent fossilifères n'ont fourni aucune forme caractéristique du Maestrichtien.

La stratigraphie de la Craie supérieure a été étudiée en détail par A. de Grossouvre (2), et, en ce qui concerne la Champagne, elle peut se résumer de la manière suivante :

**CONIACIEN.** — Cet étage parait, pour sa plus grande partie, constitué par la craie à *Micraster decipiens*, ou craie à *M. cor testudinarium* (3). Nous avons vu que l'on s'accordait à maintenir dans le Turonien une assise fermant déjà *M. decipiens*, mais aussi des Céphalopodes très caractéristiques du Turonien tels que *Scaphites Geinitzi* et *Prionocyclus Neptuni* (craie de Béon et d'Armeau, dans l'Yonne). D'après de Grossouvre, le Coniacien comprend la craie supérieure à *M. decipiens* de Maillot près de Sens, à *Holaster placenta*, *Inoceramus involutus*, *I. digitatus*, *Peroniceras subtricaratum*, *Actinocamax westphalicus*.

On a souvent considéré que ce dernier niveau faisait défaut plus au N, dans la Marne et en Thiérache ; on doit cependant lui attribuer une craie fine sans silex à *Inoceramus involutus*, ressemblant extrêmement à celle à *Holaster planus* du Turonien, à laquelle elle fait suite, et qui atteint 40 m. d'épaisseur dans la Marne.

**SANTONIEN.** — La craie inférieure à *Micraster cor anguinum* est placée dans le Coniacien par A. de Grossouvre, mais il est plus rationnel de la situer à la base du Santonien ainsi que l'a fait Haug. Cet étage est donc constitué par les assises ci-après, ou craie à *M. cor anguinum* :

1° Craie inférieure à *Micraster cor anguinum*, *M. turonensis*, *Epiaster gibbus*, *Inoceramus digitatus*, de Villeneuve-l'Archevêque, peu fossilifère et infertile dans la Marne. La craie plus ou moins magnésienne de Vervins, qui appartient presque entièrement au Coniacien, s'élève peut-être jusque dans ce niveau.

2° Craie du Sénonais (Gron, Paron, Sens, etc.) à *Marsupites ornatus*, *Micraster cor anguinum*, *Actinocamax verus*, *A. Grossouvrei*.

Épaisseur 120 à 150 m. pour l'ensemble.

**CAMPANIEN.** — Le Campanien — qui tire son nom de la Champagne charontaine, et non de la région étudiée — est formé par la craie à Bélemnites dans laquelle on distingue plusieurs horizons :

1° Craie à *Actinocamax quadratus* inférieure, correspondant à la craie

(1) R. ARRARD. Révision de la feuille de Provins au 80.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 179, XXXIV, p. 206-208, 1931.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la Craie supérieure. 1<sup>re</sup> partie, Stratigraphie générale. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1901.

(3) POUR J. LAMBERT (Essai d'une Monographie du genre *Micraster*, in DE GROSSOUVRE, *loc. cit.*), *M. decipiens* et *M. cor testudinarium* sont en réalité deux espèces différentes qui caractérisent des horizons distincts (voir p. 174-175 et 217-219) ; la plupart des auteurs français et anglais ont admis l'identité des deux formes et c'est simplement cette opinion que nous exprimons. Dans la légende des cartes géologiques au 80.000° c'est en général le terme de « craie à *Micraster cor testudinarium* » qui est employé.



grise moyenne d'Hardivillers, à *Scaphites aquisgranensis*, niveau difficile à identifier en Champagne.

2° Craie à *A. quadratus* moyenne, ou craie inférieure de Reims, à *Micraster fastigatus*, *Actinocamax quadratus*, *Belemnitella mucronata*.

3° Craie à *A. quadratus* supérieure, ou craie supérieure de Reims, craie de Michery (Yonne), à *Micraster pseudo-glyphus*, *Rhynchonella limbata*, *Actinocamax quadratus*, *Belemnitella mucronata*.

4° Craie à *Belemnitella mucronata*, de Saint-Aignan (Yonne), Montereau, Longueville, Épernay, niveau de la craie de Meudon, très fossilifère par places, avec *Micraster Brongniarti*, *M. pseudo-glyphus*, *Ananchytes ovatus*, *Crania parisiensis*, *Magas pumilus*, *Terebratulina carnea*, *Rhynchonella octoplicata*, *Pycnodonta vesicularis*, *Belemnitella mucronata*.

L'épaisseur de cette série peut dépasser 200 mètres.

Les espèces citées dans chaque niveau sont celles qui y paraissent assez étroitement cantonnées ; il en existe beaucoup d'autres que l'on rencontre dans toute la masse du Sénonien : *Cidaris sceptrifera*, *Terebratulina striata*, *Kingena lima*, *Spondylus Dutemplei*, *Pycnodonta vesiculosa*, *Neithea Dutemplei*, *Lima granulata*, etc. *Ananchytes ovatus* se trouve dans les trois étages mais avec des variétés dans chacun d'eux (*carinata*, *scutata*, *ovata*) ; la forme souvent appelée *Echinocorys vulgaris* et la variété *gibba* se rencontrent avec la var. *meudonensis* dans la craie à *B. mucronata*. D'autres espèces, telles que *Bourgueticrinus ellipticus* vont du Santonien supérieur au Campanien inférieur.

Les Foraminifères sont très nombreux ; P. Marie (1) en signale environ 250 espèces dans la Craie à *Belemnitella mucronata* ; beaucoup d'entre eux se trouvent déjà dans les assises sous-jacentes, mais certains paraissent être d'assez bons repères et confirment qu'il s'agit de Campanien et non de Maestrichtien.

L'argile à silex qui résulte de la décalcification de la craie par les eaux météoriques est généralement très tenace, d'un brun rougeâtre, empâtant des silex entiers et non roulés, ce qui la distingue des conglomérats et du « bief à silex » où les éléments sont plus ou moins brisés et usés. Elle recouvre en certaines régions la craie d'un manteau à peu près continu avec contact très irrégulier et poches parfois profondes.

En Champagne, elle est développée vers le S où elle est assez épaisse sur les plateaux de la forêt d'Othe ; elle a d'ailleurs souvent été confondue avec des conglomérats peut-être sparnaciens qui ont repris les silex. Elle manque presque totalement dans la Marne où la craie est peu altérée en surface, mais on la retrouve vers le N, notamment en Thiérache, qui participe à cet égard des conditions que l'on observe en Picardie où elle prend une grande extension.

#### TERRAINS TERTIAIRES

La pierre de Stonne dont il a été parlé antérieurement (p. 72) a laissé des témoins plus ou moins démantelés dans les Ardennes, notamment au N de Stonne, au NE de Raucourt, au S de Dom, au SW de Flize, au SW et à l'W de Mézières.

Il ne paraît pas utile de revenir sur les résidus siliceux (grès, conglomérats, galets roulés) signalés en Argonne par A. Meunier, et qui sont peut-être des vestiges de formations tertiaires d'âge indéterminé, ayant pu présenter une certaine continuité.

(1) P. MARIE. Les Foraminifères de la Craie à *Belemnitella mucronata* du Bassin de Paris. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, nouv. sér., t. XII, fasc. 1, 1941.

Bien qu'isolés sur la craie par l'érosion, et se trouvant de ce fait en avant du bassin tertiaire de l'Île-de-France, le lambeau de calcaire pisolithique du Mont-Aimé près de Vertus, et le Mont Berru, avec le fameux conglomérat thanétien de Carnay-lez-Reims, seront étudiés dans le chapitre relatif à cette région dont il serait peu rationnel de les séparer.

Le SPARNACIEN est conservé sur les plateaux crétacés de l'extrême SE de la Seine-et-Marne, et sur ceux de l'Yonne, vers le N, en lambeaux isolés occupant les points culminants, puis prenant de plus en plus d'extension vers le S, de manière à devenir presque jointifs ; dans le SW du Sénonais il forme une couverture à peu près continue, interrompue par les vallées et les vallons secs.

Les sédiments sont des argiles, quelquefois réfractaires, qui ont été exploitées pour tuilerie, des argiles ligniteuses, des sables plus ou moins grossiers, souvent ferrugineux, qui peuvent être agglomérés en grès parfois quartziteux et très durs, des poudingues et des conglomérats. Tous ces faciès sont très irrégulièrement répartis et passent les uns aux autres de la façon la plus capricieuse. Des couches de lignite se montrent, soit dans les argiles, soit dans les sables ; elles sont en général peu épaisses.

A. Lanquine et J. Cuvillier (1) qui ont étudié, en particulier dans le Sénonais et aux confins de la Puisaye, les faciès siliceux de cette formation, ont indiqué qu'ils passent le plus souvent latéralement de l'un à l'autre, à l'intérieur d'une grande masse sableuse qui contient également des épisodes argileux et des poudingues.

A. Hure (2) a énuméré un grand nombre de points où on peut observer le Sparnacien. L'épaisseur dans le S varie de 10 à 25 m., mais il y a des poches beaucoup plus profondes ; la plus connue est celle de Dixmont, près de Sens où l'on a rencontré cinq couches de lignites, d'une épaisseur totale de 20 m., alternant avec des couches de sable et d'argile, l'ensemble ayant une puissance de près de 60 m., le fond de la poche n'étant pas atteint à 70 m. Le banc supérieur de lignite comprenait un entassement de troncs d'arbres très bien conservés où dominaient les Conifères, avec structure du bois rappelant celle des Eucalyptus et *Taxodium* actuels.

Signalons enfin qu'à la partie supérieure des argiles rapportées au Sparnacien on a exploité des lits de limonite (2) et que les divers sédiments arénacés et les poudingues renferment des rognons d'hématite brune.

Laissant de côté des limons et des cailloutis rapportés, sans doute parce que l'on ne sait où les placer, au Pliocène, nous ne nous occuperons en ce qui concerne celui-ci que de la découverte par E. Bruet (3)

(1) A. LANQUINE et J. CUVILLIER. Sur les faciès siliceux du Sparnacien dans l'Est et le Sud-Est du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (5), XI, p. 195-206, 1941.

(2) A. HURE. Note sur la géologie et la tectonique du Bassin de la Vanne (Yonne). *Ibid.* (3), XIX, p. 217-242, 1919. — Le fer Sparnacien dans l'Yonne. *Ibid.* (4), XXI, p. 253-255, 1921.

(3) E. BRUET. Sur la découverte du Pliocène supérieur dans la vallée de l'Aujon. *C. R. Ac. Sc.*, t. 184, p. 1262, 1927. — Sur le pliocène supérieur de la vallée de l'Aujon. *Ibid.*, t. 185, p. 602. — Sur la présence d'une nappe alluviale, et sur la découverte

en Haute-Marne, dans la région d'Arc-en-Barrois, de dépôts qui le représentent d'une manière authentique.

Une terrasse de 140 m. de l'Aujon a laissé de nombreux vestiges sur les plateaux, et notamment dans la forêt d'Arc ; on rencontre tantôt un faciès superficiel ayant remanié le Bathonien, tantôt des poches avec témoins de Callovien, tantôt enfin des remplissages de fissures dans le Bathonien. Le second mode de gisement qui est le plus intéressant montre à « la Vendue » une couche d'ocre jaune épaisse d'au moins 8 m. qui repose sur un Callovien réduit à de gros galets arrondis de calcaire à *Kepplerites calloviensis*, ayant subsisté à l'état de témoins. Au-dessus de l'ocre jaune vient un conglomérat épais de 0 m. 50 à 1 m. formé de fragments de calcaire anguleux associés à des galets de quartz et de grès d'origine vosgienne, à des fragments roulés d'Ammonites calloviennes, avec minerai de fer pisolithique et limonite. Puis on trouve une couche d'ocre rouge de 8 m. avec fossiles calloviens (*Terebratula Saemanni*, *Lunuloceras*, etc.) dénotant son origine ; elle passe vers la surface à une argile ocreuse.

Les restes de Mammifères, qui sont principalement des dents, se rencontrent dans le conglomérat, et quand il n'existe pas, à la base de l'ocre rouge, et au contact des galets de grès et de quartz mêlés au minerai de fer, ainsi que dans les fentes de remplissage dans le Bathonien. E. Bruet signale *Bos etruscus*, *Equus Stenonis*, *Hippopotamus major*, *Cervus cusanus*, *Antilope ardea*, faune qui indique du Villanchien, c'est-à-dire du Pliocène tout à fait supérieur.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les principales formations quaternaires de la Champagne sont les alluvions anciennes et modernes des cours d'eau (Oise supérieure, Aisne supérieure et moyenne, Marne moyenne, Aube, Seine entre Bar et Montereau, Yonne moyenne et inférieure, pour ne citer que les plus importants), les limons et les minerais de fer remaniés de la Haute-Marne.

*Les alluvions.* — Il n'existe aucune étude récente d'ensemble relative aux alluvions anciennes des fleuves et rivières énumérés ci-dessus ou de leurs affluents, ni même pour chacun d'entre eux, de tentative de raccorder leurs niveaux alluviaux avec les terrasses reconnues par E. Chaput en aval de Montereau dans la vallée de la Seine, et l'on doit se rabattre sur des données assez sporadiques.

Des couches de silex roulés s'observent en de nombreux points des vallées de l'Oise et du Thon. Dans le Bassin de la Souche, les alluvions sont souvent sableuses, mais celles des rivières traversant des régions de craie sans silex, sont principalement formées d'un gravillon crayeux ; elles s'élèvent jusqu'à 50 m. au-dessus du niveau des cours d'eau. Les basses terrasses ont fourni *Elephas primigenius* à Dizy-le-Gros, Marle, Pierrepont.

On est beaucoup mieux renseigné sur l'Aisne, étudiée par G. Denizot (1) du Callovien dans la région d'Arc-en-Barrois (Haute-Marne). *B. S. G. F.* (4), XXVII, p. 115-122, 1927.

(1) G. DENIZOT. Observations sur les dépôts superficiels de la vallée de l'Aisne dans la région de Sainte-Menehould. *C. R. son. S. G. F.*, p. 173-174, 1917. — Observations sur la Marne et l'Aisne. *Ibid.*, p. 133-134, 1919.

et par É. Patte (1). Le premier de ces auteurs a distingué autour de Vienne-le-Château : une terrasse supérieure de 70 m. correspondant aux alluvions supérieures des plateaux des environs de Paris ; une terrasse de 50 m. très étendue et atteignant 4 km. de largeur, avec lit fossilifère à la base (*Corbiacula fluminalis*, *Unio* sp., *Neritina fluviatilis*) ; une moyenne terrasse de 25 m. réduite à des lambeaux correspondant à la haute terrasse des environs de Paris, alors que la précédente représenterait les alluvions des plateaux inférieurs ; enfin, deux basses terrasses de 15 et de 10 m., parallèles avec le Chelléen et la basse terrasse. Ces cinq niveaux équivaldraient respectivement aux glaciations günzienne, mindélienne, rissienne, au III<sup>e</sup> interglaciaire, et à la glaciation würmienne. Il faut noter la haute altitude de la couche à *C. fluminalis*.

É. Patte signale en amont d'Attigny des bas niveaux inférieurs à 10 m., puis au-dessus des alluvions surtout sableuses paraissant correspondre à des terrasses de 10-12 m., 30 m., 50 m., avec niveau élevé à 57 m. et pénélplan à 70 m. Les restes de Mammifères des niveaux moyens (Sainte-Menehould, Vienne-la-Ville) sont *Cervus giganteus*, *Elephas antiquus*, *E. Trogontherii* ; des bas niveaux et des terrasses imprécisées on peut citer, *Hippopotamus amphibius*, *Cervus tarandus*, *Rhinoceros Merckii*, *Elephas primigenius* et sa variété *sibiricus*. R. Tilloy (2) cite de plus *Rhinoceros antiquitatis*, *Equus caballus*, *Bos primigenius*, *Ursus spelaeus*, comme provenant d'une terrasse de 35-40 m. On trouve des instruments en silex représentant les industries acheuléenne, levalloisienne et moustérienne.

Les terrasses de la « Champagne humide », aux environs de Vitry-le-François et de Montierender ont été définies par G. Corroy (3).

Dans cette région, très facile à déblayer en raison de son sous-sol constitué presque entièrement par les argiles albiennes, et où convergent la Saulx, l'Orconte et la Marne, les alluvions, surtout les modernes, occupent une importante superficie. Les alluvions anciennes, entièrement formées de graviers calcaires du Jurassique supérieur, avec minces lits irréguliers de sables du Crétacé inférieur, peuvent être réparties en trois terrasses, de 55 m., 30-35 m., et 12-15 m. La première ou haute terrasse n'est conservée qu'en trois placages ; la moyenne constitue quelques lambeaux peu étendus ; l'inférieure recouvre une grande partie de la plaine alluviale entre la Marne et la Saulx, depuis une cote inférieure de quelques mètres, jusqu'à 12-15 m. au-dessus de l'étiage de la Marne.

La vallée de la Marne contraste, d'après G. Denizot, avec celle de l'Aisne, par l'indigence des niveaux élevés ; à Châlons, par exemple, on n'observe bien qu'un bas niveau de 12 m. avec Mammouth et industrie paléolithique, recouvert par des limons ; un moyen niveau de 35-38 m. est beaucoup plus réduit, et on ne trouve aucun vestige certain de niveaux plus élevés.

Dans les alluvions anciennes de l'Ornain, G. Gardet (4) a reconnu une terrasse, de 55-60 m., assez localisée, formée de cailloutis calcaires, dont on retrouve des équivalents dans les vallées de l'Aisne et de l'Ante ; une terrasse de 30-35 mètres, alluvions calcaires qu'il rattache au Tyrrhénien ; enfin, une basse terrasse de 15-20 m., qui correspondrait au Monastirien. Cette dernière n'est pas le niveau le plus inférieur, et en aval de Sermaize, des cailloutis calcaires de 5-7 m. reposent sur les argiles et les Sables verts albiens.

La question des alluvions anciennes d'entre Ornain et Aisne a été reprise récemment (5) et l'opinion de G. Gardet concernant l'écoulement de l'Or-

(1) É. PATTE. Le Quaternaire dans la vallée de l'Aisne. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., XIV, mém. n° 32, 1937.

(2) R. TILLOY. Contribution à l'étude de la faune quaternaire des environs de Sainte-Menehould. *Bull. Soc. Sc. Nancy*, n° 1, p. 12-24, 1937.

(3) G. CORROY et R. ARRAND. Étude de la double faille de la Marne et des régions voisines. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXX, n° 165, 1927.

(4) G. GARDET. Les alluvions de l'Ornain en aval de Bar-le-Duc (feuille de Bar-le-Duc au 80.000<sup>e</sup>). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXXIX, n° 197, p. 58-65, 1938.

(5) A. PAQUE et A. CAILLEUX. A propos des alluvions anciennes entre Ornain et Aisne. *C. R. som. S. G. F.*, p. 157-159, 1946.

nain et de la Saulx vers le N, confirmée. A la limite de la Lorraine, à Mussey-Vassincourt on observe à la base *Elephas Trogontherii* (Vassincourt) ; *E. primigenius* a été trouvé dans une terrasse située à 20 m. au-dessus de l'Ante et en continuité avec celles de l'Ornain et de la Saulx.

Trois faunes d'Éléphants, chaude, froide, puis de nouveau chaude peuvent être reconnues dans ces alluvions. A la Neuville-aux-Bois, on trouve une faune chaude et une faune froide superposées (*E. antiquus* puis *E. primigenius* passant à *E. Trogontherii*) ou une faune mixte en place dans les alluvions anciennes, à 20 m. au-dessus de l'Ante (1).

D'une manière générale, les rivières qui ont tout leur parcours en pays de craie ont des alluvions constituées par de la « grève crayeuse » à éléments assez bien calibrés, formées des parties résistantes de la roche ; ceci s'observe dans la « Champagne pouilleuse », notamment entre Reims et Arcis-sur-Aube, de même qu'en Thiérache. Cette nature des alluvions contraste avec celle des mêmes dépôts dans les vallées des cours d'eau principaux où on trouve, souvent en prédominance, des galets et des sables, ainsi que des fossiles roulés, provenant du Jurassique et du Crétacé inférieur, et même, dans les alluvions de l'Aube et de la Seine, des éléments siliceux considérés comme arrachés au Morvan, bien qu'on ne voie pas nettement leur origine, ces cours d'eau et leurs affluents ne descendant pas des régions cristallines.

La contemporanéité de ces alluvions est démontrée par le fait, très net, par exemple aux environs de Saint-Saturnin, à la jonction des vallées secondaires avec celle de l'Aube, de l'alternance de lits de graviers jurassiques avec des couches de « groize » crayeuse à grains mal arrondis agglutinés par un ciment crayeux.

Entre Nogent et Montereau, les alluvions anciennes de la Seine sont conservées en guirlandes vers la base des collines sénoniennes ; elles sont constituées par des galets plats de calcaires jurassiques, des débris crétacés et des silex roulés provenant de la Champagne pouilleuse ; en quelques points, on rencontre également des fragments des grès durs sparnaciens.

La terrasse alluviale est très étendue au confluent avec l'Yonne, et dans les exploitations pour ballast et gravier du Petit Fossard on peut saisir la prédominance alternée d'éléments séquaniens, jurassiques et crétacés et d'éléments amenés par l'Yonne, qui comportent des débris granitiques venant du Morvan ; il y a là une disposition tout à fait comparable aux alternances de groize et d'alluvions jurassiques dont il a été parlé plus haut.

Les alluvions anciennes sont assez largement développées dans la vallée de l'Yonne ; il s'agit presque toujours de bas niveaux compris entre 5 et 12 m. Des molaires d'*Elephas primigenius* ont été trouvées à Cannes-Écluse et à Sens.

Les *alluvions modernes*, qui sont en général rapportées au Flandrien, occupent les fonds de vallées et y couvrent parfois des superficies considérables ; elles peuvent être argileuses, argilo-sableuses, tourbeuses, sableuses ou caillouteuses et graveleuses.

En Champagne humide, ces alluvions récentes sont très développées dans les vallées de la Marne et de la Blaise où elles sont argilo-calcaires, et dans la région du Der où dominent les dépôts argilo-sableux. En ce dernier point, les ondulations peu marquées des argiles albiennes ont été, ainsi que l'indique G. Corroy, comblées par les apports d'un grand nombre de ruisseaux qui alimentent les marecages et les étangs, ce qui donne au pays l'allure d'une vaste pénéplaine.

En Champagne pouilleuse et en Thiérache, les alluvions modernes se trouvent dans toutes les vallées à fond plat, et supportent un rideau de verdure qui tranche avec la monotonie des plateaux crétacés ; elles sont le plus souvent argileuses, argilo-sableuses ou limoneuses, mais également

(1) A. PAQUE. Faune et morphologie des alluvions anciennes de l'Ornain et de l'Ante. *B. S. G. F.* (5), XVII, p. 193-198, 1947.

A. PAQUE et R. VAUFREY. Les vieilles alluvions de l'Ornain et de l'Ante et le Mammouth. *L'Anthropologie*, t. 51, n° 3-4, p. 201-219, 1947.

tourbeuses en quelques points. La tourbe a été exploitée dans l'Aube, dans les vallées de la rivière des Auges et du ruisseau du Paussin.

Au confluent de l'Aube et de la Seine ces alluvions récentes, caillouteuses, sont très développées et ont été exploitées pour empierrement et ballast. Un peu plus à l'aval, dans la vallée de la Seine, entre Nogent et Montereau, la plaine alluviale moderne atteint par places une largeur de 8 km. ; les alluvions y sont surtout formées de graviers fins, avec éléments plus gros à la partie inférieure, en partie repris aux alluvions anciennes et de brèche crayeuse ; elles sont exploitées pour ballast à Courtavent, aux Ormes-sur-Voulzie, à la Grande-Paroisse, ainsi qu'aux environs de Nogent et de Bray-sur-Seine.

Dans la vallée de l'Yonne, la plaine récente atteint son maximum de largeur à Villeneuve-la-Guyard ; les dépôts sont très voisins de ceux de la Seine, mais il s'y adjoint des éléments siliceux fins provenant du Massif Central.

Les petites rivières à fond plat du Sénonais ont déposé des alluvions en général formées d'argiles sableuses ; dans la vallée de la Vanne, entre Noë et Sigy, la tourbe a été autrefois activement exploitée.

*Les limons.* — Le limon des plateaux, paraissant formé sur place, constitue des lambeaux sur le Jurassique du N de la Champagne, mais il est surtout développé sur le Crétacé de la Thiérache, où il est argilo-sableux, et fortement argileux à la base lorsqu'il repose sur l'argile à silex. Il renferme toujours à sa partie inférieure des débris de la roche sur laquelle il repose. Ce limon sur Craie perd progressivement de son importance vers le S, et dans la région de Reims on n'en trouve plus que des îlots dispersés à toutes les altitudes (1) ; il est souvent mélangé à de la grève crayeuse (sur 3 m. à Tagnon, Ardennes).

Vers le S, en Champagne pouilleuse, cette formation de couverture fait à peu près complètement défaut, et c'est à son absence qu'est due l'infertilité du sol. Il réapparaît dans le Sénonais où il est intimement mêlé au remaniement des sédiments sparnaciens dont il est souvent très difficile de le distinguer ; il y est argilo-sableux et, parfois, vers sa base, il renferme des grains de minéral de fer pisolitique provenant de la partie supérieure de l'argile plastique.

Les régions d'affleurement de la craie marneuse turonienne et de la gaize montrent des lambeaux de limon dont la partie inférieure est un sable un peu argileux, quelquefois avec cailloux roulés, et le sommet un limon jaune argilo-siliceux exploité pour tuilerie et briqueterie, en raison de la finesse de son grain.

Des *limons de ruissellement* paraissant le plus souvent provenir du lessivage du limon des plateaux s'observent sur les pentes et même au fond des vallées, où ils recouvrent parfois les alluvions. Le limon qui surmonte les terrains jurassiques au pied de l'Ardenne paraît provenir du remaniement de celui que l'on trouve sur le plateau.

*Minéral de fer remanié.* — Dans la Haute-Marne, au N de Poissons, le minéral de fer géodique valanginien, en poches dans le calcaire portlandien, a été remanié par les eaux pendant le Quaternaire ; G. Corroy signale que l'on y a rencontré des Mammifères contemporains de la glaciation würmienne tels que *Equus caballus*, *Cervus elaphus*, *Elephas primigenius*, représentés par des ossements et des dents. Ces formations se trouvent entre 190 et 210 m. au-dessus du niveau de la Marne, et seule l'action des eaux de ruissellement peut être admise.

(1) A. F. DE LAPPARENT. Révision de la feuille de Reims au 80.000<sup>e</sup>. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XLIV, n<sup>o</sup> 212, p. 19-38, 1943.

## CHAPITRE III

### LA BOURGOGNE ET LE NIVERNAIS

Continuant vers le SW l'étude de la bordure secondaire du Bassin de Paris, nous abordons maintenant la région comprise entre la Champagne méridionale et la Loire, c'est-à-dire le N de la Bourgogne et le Nivernais sédimentaires.

Telles qu'elles sont habituellement entendues, ces deux provinces sont formées, la première, de la plus grande partie des départements de l'Ain, de la Saône-et-Loire, de la Côte-d'Or et de l'Yonne, la seconde de celui de la Nièvre. De cet ensemble, au point de vue géologique, il faut détacher le Morvan cristallin et paléozoïque qui appartient au Massif Central. En ce qui concerne les secteurs sédimentaires, seuls nous intéressent pour la Bourgogne ceux situés au N de la ligne de partage des eaux du détroit Morvano-Vosgien, les autres dépendant des régions rhodanienne et jurassienne.

Les contrées qui seront passées en revue dans le présent chapitre sont essentiellement l'Auxois, le Tonnerrois, l'Auxerrois, l'Avallonnais, la Puisaye — souvent considérée comme annexe de l'Orléanais, mais qui prolonge vers le SW le Crétacé inférieur et moyen de la Champagne — et le Nivernais sédimentaire.

La région qui vient d'être définie comporte, le long du Morvan notamment quelques apparitions de Trias, qui se font plus nombreuses vers le S de la Nièvre, et une bordure liasique dont la continuité est, sur le versant occidental du massif hercynien, interrompue par des failles en quelques points.

Le Jurassique moyen, d'allure tranquille en Bourgogne où il fait suite aux assises du Châtillonnais, est, comme le Lias, compartimenté dans le Nivernais par de multiples failles de direction subméridienne qui s'observent du Morvan à la Loire, avec mise en saillie des petits horsts de Saint-Saulge et de Decize.

Les auréoles de Jurassique supérieur et de Crétacé inférieur et moyen de la Champagne se poursuivent sans heurt vers le SW, avec une diminution dans la largeur des zones d'affleurement qui n'est d'ailleurs qu'un étranglement, en ce qui concerne le premier que l'on retrouve très développé sur la rive gauche de la Loire.

Dans le S du Nivernais on trouve des assises tertiaires continentales qui représentent l'extension septentrionale des bassins du Massif Central, Limagne et Forez. Des formations résiduaire, consistant en des cailloutis, des sables, des argiles, occupent, principalement sur le Jurassique moyen, des superficies considérables le plus souvent recouvertes de forêts ; elles résultent de la destruction d'une épaisseur de calcaires jurassiques qui peut être très importante.

## TERRAINS TRIASIQUES

Les affleurements du Trias sont très irrégulièrement répartis sur la bordure du Morvan ou à son voisinage. Les régions d'Autun, et plus au N, d'Arnay-le-Duc, où il est assez bien développé, ne se trouvent plus dans le Bassin de Paris. A l'extrême limite sud-orientale de celui-ci des sédiments de cet âge s'observent dans le détroit Morvano-Vosgien au SE de Blaisy-Bas, ce qui paraît établir la liaison entre les lagunes du SW de la Lorraine et la partie médiane du bord oriental du Morvan.

En remontant du N du Bassin d'Arnay-le-Duc vers le Semurois, on voit le Lias inférieur, Rhétien quelquefois, et le plus souvent Hettangien, reposer directement sur les roches granitiques ou gneissiques, et il en est de même dans les petits lambeaux conservés sur le Morvan. Autour de Semur, un Trias assez hypothétique est interposé entre la granulite et le Rhétien, mais sur toute la lisière N du Morvan, jusqu'à Avallon, le Lias inférieur est transgressif sur les terrains cristallins. Les marnes triasiques réapparaissent à Pontaubert et au SE de Vézelay.

Dans le Nivernais, les affleurements sont plus étendus et on les observe notamment près de Corbigny, au S du horst de Saint-Saulge, mais ils prennent surtout de l'importance dans la région de Decize et entre Loire et Allier. A. de Grossouvre (1) a signalé que le Trias supérieur diminue rapidement d'épaisseur vers le N et que, très puissant à Decize, il est fort réduit près de Saint-Saulge, et il a été conduit à penser, en tenant compte du fait que vers le S le Trias s'amenuise également, qu'il s'était déposé dans une lagune de faible profondeur, occupant à peu près l'emplacement du bord N actuel du Massif Central, et limitée au N par un seuil granitique. Cette lagune que l'on peut considérer comme un pseudopode poussé vers l'W, du grand Bassin de Lorraine, se serait étendue en se contractant peu à peu, jusque vers l'extrémité W de la Marche. Le point le plus profond devait se trouver dans la région de Decize où le Trias recouvre du Permien paraissant situé dans le prolongement vers l'W du Bassin d'Autun, bien qu'appartenant à un niveau plus élevé ; les grès triasiques seraient également très épais dans le Cher, ainsi que nous le verrons plus tard.

Le TRIAS SUPÉRIEUR seul est représenté dans la région étudiée, et c'est improprement que l'on a rapproché du grès bigarré, en lui en donnant la même notation sur certaines feuilles de la Carte géologique au 80.000<sup>e</sup>, un complexe de grès plus ou moins argileux et d'arkoses, qui est en réalité à rattacher aux marnes irisées entendues en tant que niveau stratigraphique.

A l'extrémité SE de l'Auxois, aux environs de Mâlain (2), au S de Blaisy-Bas les sédiments triasiques épais de 60 à 65 m. comprenant à la base des grès plus ou moins grossiers, quartzeux et feldspathiques

(1) A. DE GROSSOUVRE. Observations sur l'origine du terrain sidérolithique. Analogies avec certains dépôts triasiques. *B. S. G. F.* (3), XVI, p. 287-298, 1887-1888. — Sur les relations du Trias du Sud-Est du Bassin de Paris. *C. R. Ac. Sc.*, t. 114, p. 1218-1220, 1892.

(2) M. COLLOT. Carte géologique de la Côte-d'Or au 1/320.000<sup>e</sup>. *Rev. bourguignonne* XXI, n<sup>o</sup> 4, 1911.



transgressifs sur la granulite, qui à Sainte-Sabine, localité qui se trouve déjà dans le Bassin de la Saône, sont suffisamment cimentés par de la silice pour être exploités pour pavés. Puis viennent des marnes irisées avec lits de dolomie à leur partie supérieure. Ces marnes renferment des lentilles de gypse exploitées près de Mâlain et des pseudomorphoses de sel gemme. Les sources salées du Lias (Pouillenay, Santenay) doivent leur minéralisation à cette formation. Les eaux qui ont en certains points silicifié l'arkose y ont déposé des mouches et géodes de fluorine, barytine, galène, cuivre gris ; on leur attribue généralement la formation des filons de quartz blanc du Morvan.

Plus au N, autour de Semur, des marnes bariolées surtout rouges, discontinues, d'épaisseur très réduite, avec cargneules et des arkoses qui occupent les petites dépressions de la granulite, ont été considérées par Collenot comme appartenant au Keuper (1) et par Ch. Vélain (2) comme formation du Rhétien résultant du remaniement d'assises triasiques. P. Bonnet (3) rétablit l'attribution au Trias de la partie inférieure de cet ensemble assez hétérogène.

Dans le quadrilatère Avallon-Pontaubert-Domecy-sur-Cure-Saint-Germain-des-Champs, on attribue au Keuper des lambeaux d'argiles bariolées et d'arkoses, très fortement silicifiées et meulériisées, qui reposent directement sur la granulite ou le gneiss. Le fait que le Rhétien ne les recouvre jamais, et que sauf aux Panats, l'étage n'est pas connu dans l'Avallonnais, a fait penser qu'il s'agissait peut-être d'un faciès de ce dernier qui équivaldrait aux formations d'âge discuté de Semur.

Aux environs de Corbigny, les marnes irisées, très argileuses, où domine le rouge nuancé de vert et de violet, sont très développées long du canal du Nivernais, notamment à Chitry-les-Mines, et aussi entre Bazolles et Mingot ; elles sont par places fortement silicifiées et traversées par des masses de quartz calcédonieux.

Réduit en épaisseur et gréseux sur le Massif de Saint-Saulge où il forme des placages sur la microgranulite et à son extrémité méridionale, où les grès très grossiers sont fortement relevés par des failles, le Trias supérieur se développe largement autour de Decize où il surmonte le Permien constitué par des grès rouges alternant avec des argiles, et dont il est quelquefois difficile de le distinguer. La base est un banc de calcaire dolomitique avec géodes siliceuses (banc des Ponteaux), qui passe à l'W à des grès bariolés, principalement rouge orangé et lie-de-vin, très puissants. Au-dessus, les marnes irisées rouges et vertes accompagnées de grès fissiles psammitiques, quelquefois riches en écailles de Poissons (environs de la Machine), associés à des argiles rouges à noyaux verts arrondis, présentent plusieurs bancs, dont deux très constants, de gypse, exploités par puits aux environs de Decize ; ces bancs sont séparés par des couches peu épaisses d'argile grise ou de grès dur.

(1) COLLENOT. Description sommaire des terrains sédimentaires de l'Auxois. *B. S. G. F.* (3), VII, p. 781-804, 1879.

(2) CH. VÉLAIN. Résumé au sujet des terrains stratifiés et des failles qui enveloppent le Morvan. *Ibid.*, p. 766-781.

(3) Légende de la feuille d'Avallon au 80.000<sup>e</sup>, 1932.

## TERRAINS JURASSIQUES

Les assises jurassiques qui enveloppent le Morvan ne sont pas disposées suivant des auréoles concentriques, et la régularité de leur ordonnance est, surtout sur le bord occidental du massif ancien, fortement troublée par les failles bordières. C'est ainsi que le Lias qui normalement devrait partout être en contact avec les roches cristallines disparaît à l'W, entre Bazoches et Pouques-Lormes, le Jurassique moyen, Bajocien principalement, étant dans ce secteur en contact par faille avec le gneiss ; les mêmes conditions se reproduisent, sur une distance un peu plus réduite, au S de Moulins-Engilbert.

Les étages élevés du Jurassique supérieur, qui se tiennent hors de la zone des failles subméridiennes, forment une bande intermédiaire entre la Champagne et le Berry et les reliant.

*Jurassique inférieur ou Lias*

Ainsi que nous venons de le dire, le Lias n'entoure pas le Morvan d'une manière absolument continue. Dans l'Auxois et sur la bordure septentrionale, où les fractures sont rares et n'ont pas le caractère de failles-limites proprement dites, il est transgressif sur les terrains cristallins. Souvent, et ceci est général dans l'Avallonnais, le Rhétien fait défaut, et c'est l'Hettangien qui s'avance directement sur la granulite ou le gneiss.

Entre Morvan et Loire, le jeu des vousoirs déterminés par les failles ramène le Jurassique inférieur au jour entre des bandes de Jurassique moyen, l'occidentale étant en place normale sur le Lias, et l'orientale en contact par faille avec lui. Quelquefois même, comme entre Varzy et Tannay, il y a contact anormal avec le Jurassique supérieur.

RHÉTIEN (1). — Aux environs de Mâlain, l'étage, transgressif par rapport au Trias épais de 10 m., comprend des marnes noires avec un lit calcaire, des grès siliceux blonds ou roux à *Avicula contorta*, *Mytilus minutus*, *Gervilleia praecursor*, ainsi que des conglomérats avec bone-bed renfermant des débris de Reptiles et de Poissons. Il diminue très rapidement d'épaisseur vers le N et n'atteint pas Semur (2), ne dépassant guère Normier et Marcilly-sous-Thil ; il est épais de 2 à 3 m., à l'état de grès assez fins et fissiles, reposant directement sur le gneiss. Outre les trois espèces précédentes, il contient *Terebratula piriformis* et des dents de Poissons.

Dans l'Avallonnais, l'étage paraît faire défaut et on ne lui attribue que le lambeau silicifié de la ferme des Panats, depuis longtemps invisible. Dans le Nivernais, le Rhétien, d'une épaisseur de 2 à 3 m., est, soit en continuité stratigraphique avec le Trias, soit transgressif sur les roches anciennes ; il est constitué par des grès ferrugineux, des marnes sableuses micacées, des calcaires spathiques qui, par places, et notamment aux environs de Corbigny, renferment de nombreux petits Lamellibranches : *Avicula contorta*, *Mytilus minutus*, *Taeniodon praecursor*, *Lima praecursor*, *Panopaea depressa*.

(1) BONNARD. Notice géognostique sur quelques parties de la Bourgogne, 1825. — J. MARTIN. Paléontologie stratigraphique de l'Infra-Lias de la Côte-d'Or. *Mém. Soc. Géol. France*, 2, VII, 1859. — Id. Zone à *Avicula contorta* ou étage Rhétien, 1865. — COLLENOT. *Loc. cit.* — M. COLLOT. *Loc. cit.*

(2) Sont considérées les couches datées et non celles rapportées tantôt au Trias, tantôt au Rhétien.

**HETTANGIEN.** — Avec l'Hettangien commence une transgression très étendue, la mer s'avancant sur des régions qui étaient restées exondées pendant le Trias et le Rhétien, à moins que leurs dépôts n'aient été enlevés par dénudation ; quoi qu'il en soit, les sédiments hettangiens débordent de beaucoup le Rhétien, et d'une manière très générale recouvrent directement les roches cristallines ou le Trias sur presque tout le pourtour du Morvan.

De l'Auxois au Niverrais, la composition de l'étage est, sauf variations de détail, assez uniforme ; on y distingue une zone inférieure à *Psiloceras planorbis* et une zone supérieure à *Schlotheimia angulata*.

Le niveau inférieur ou « lumachelle de Bourgogne » est pétri de fossiles et surtout de Lamellibranches, le genre *Cardinia* étant prédominant ; il constitue les lambeaux isolés sur les points hauts du Morvan et se développe largement autour de celui-ci. Il se présente sous trois aspects : 1° type normal ou *Pierre bise*, surtout développé en bordure de l'Auxois, pouvant, vers le Morvan oriental, devenir gréseux et ressembler au grès d'Hettange ; 2° lumachelle ferrugineuse de Thostes (1) et Beauregard au SW de Semur, autrefois exploitée comme minerai (fer oligiste, oxyde de fer hydraté) avec *Cardinies* à test remplacé par de l'oxyde de fer ; 3° lumachelle silicifiée, pouvant être entièrement transformée en roche siliceuse, avec nids de barytine, fluorine, galène, azurite, très développée le long du bord septentrional du Morvan, avec maximum près de Courcelles-Frémy. Ce niveau, qui correspond aux zones à *Psiloceras planorbis* et à *Alsatites laqueus*, contient principalement des Lamellibranches, *Ostrea irregularis*, *Myophoria*, *Cardinia* ; on y trouve encore *Mytilus minutus*.

Le niveau supérieur ou « foie de veau » épais de 2 à 3 m. est argilo-calcaire ; il correspond à la puissante masse gréseuse de la zone à *Schlotheimia angulata* de la Moselle et du Luxembourg (25 à 110 m.) ; J. Martin cite en Côte-d'Or 176 espèces de cet horizon, les *Hettangia*, *Isodonta*, *Saxicava*, étant prédominants. Il faut noter que cette assise est souvent difficile à identifier, et que dans l'Avallonnais elle a été déblayée par l'érosion là où elle n'est pas protégée par une couverture de calcaires sinémuriens.

L'Hettangien, dont l'épaisseur totale dépasse rarement une dizaine de mètres dans l'Auxois et l'Avallonnais, prend de la puissance dans le Niverrais où il atteint une épaisseur de 80 m. Sa base y est un calcaire à grain de quartz, avec petits galets vers la bordure ancienne, bleuâtre, quelquefois dolomitique, en bancs alternant avec des marnes feuilletées jaunâtres ce niveau, bien développé notamment dans la région de Decize et entre Loire et Allier, où les calcaires sont quelquefois rouges, renferme outre des *Cardinies*, *Ostrea sublamellosa*, *O. irregularis*, *Pholadomya prima* et des *Chemnitzia*.

Au-dessus, le « foie de veau », à l'état de calcaires marneux compacts en bancs noduleux, d'un brun jaunâtre, exploités pour chaux hydraulique, alternant irrégulièrement avec des marnes jaunes, atteint une épaisseur de 20 m. Il paraît passer vers le S à un calcaire à *Encrines* rubéfié surmonté par un calcaire dolomitique bariolé et cloisonné, supportant un calcaire en dalles minces jaunâtres, qui termine l'étage.

A Saint-Révérien, au N du Massif de Saint-Saulge, l'Hettangien, en position dominante dans un vousseur surélevé, est représenté par des grès durs à grain fin, blancs ou gris-blanc, très fragmentés, avec quelques lits d'argile rougeâtre. Ces grès fournissent quelques Végétaux (*Otosamites latior*, *Clathropteris platyphylla*), ainsi que de nombreux Lamellibranches mal conservés.

**SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN.** — Ces deux étages ne peuvent en raison de la continuité du même faciès, les calcaires à Gryphées arquées, être séparés dans la région étudiée. Cette formation, épaisse de 10 à 30 m., classique et très bien représentée autour de Semur où d'Orbigny a pris le

(1) EVRARD. Le Plateau de Thostes et ses mines. *Revue univer. des Mines*, 1867.

type de l'étage Sinémurien, est constituée par des calcaires gris-bleu foncé ou gris bleuté, en bancs généralement très réguliers et peu épais, que séparent de minces lits de marnes grises.

De l'Auxois à la vallée de la Cure, le Calcaire à Gryphées affleure suivant une bande irrégulière (1), formant souvent plateforme au pied du talus déterminé par les marnes du Lias moyen et supérieur. Des lambeaux isolés sont, à la suite d'imprégnations de silice, conservés sur des points hauts du Morvan (les Loizons, les Amans, etc.), jusqu'à l'altitude de 680 m., reposant toujours sur de l'Hettangien et jamais directement sur les roches cristallines. Dans ces calcaires, la forme *Gryphaea obliquata* s'associe vers le haut à *G. arcuata* typique, qui abonde à la base et dans la partie moyenne. Il est difficile de distinguer des zones dans cette formation homogène ; il semble cependant que dans l'Auxois et l'Avallonnais on puisse y reconnaître trois horizons, l'un inférieur à *Arnioceras geometricum*, *Agassicerias Scipioni*, *Arietites bisulcatus*, *A. Conybeari*, *A. (Coroniceras) rotiforme* ; le second moyen à *A. (Coroniceras) Bucklandi*, *A. (C.) Sauzeanum* ; le troisième supérieur à *Deroceras Birchi*, *Asteroceras obtusum*, *A. stellare*, *Echioceras raricostatum*, *E. Nodotianum*, *Agassicerias lacunatum*, *Oxyzoniceras oxynotum*. Les deux premiers sont sinémuriens, le dernier lotharingien ; celui-ci est assez nettement différent par ses Céphalopodes, des niveaux inférieurs dans lesquels il ne faut considérer les espèces citées que comme prédominantes, la plupart d'entre elles passant d'une zone à l'autre.

On trouve dans toute la masse des Calcaires à Gryphées, outre de surabondants exemplaires de ce genre, des Crinoïdes (*Pentacrinus tuberculatus*), des Brachiopodes (*Spiriferina pinguis*, *S. Walcottii*), et de nombreux Lamellibranches tels que *Lima gigantea*, *Avicula sinemuriensis*, *Cardinia crassissima*, *C. hybrida*, *C. concinna*, *C. sinemuriensis*, *Pecten textorius*. Les Gastéropodes plus rares appartiennent surtout aux genres *Pleurotomaria*, *Turbo*, *Straparolus*, *Chemnitzia*.

Dans le Nivernais, où l'allure des affleurements est, en raison des failles, beaucoup plus décousue, le calcaire à Gryphées épais de 20 m. en moyenne présente les trois horizons distingués par Collenot dans l'Auxois ; il est souvent en bancs noduleux.

Les calcaires sont exploités pour moellons, chaux hydraulique et empierrement ; à leur partie supérieure principalement se rencontrent des nodules de phosphate de chaux qui ont été activement exploités entre Semur et Avallon. Les bancs noduleux se poursuivent jusque dans le Cher.

PLIENSBRACHIEN. — Essentiellement formé dans l'Auxois, l'Avallonnais et le Nivernais par les marnes inférieures à *Bélemnites*, ainsi dénommées pour les opposer aux marnes supérieures du Toarcien ; elles alternent avec des calcaires marneux gris-bleuâtre, exploités comme calcaires à ciment à Venarey (Côte-d'Or), Étaules, Pouilly (Yonne), etc. Les marnes sont parfois schisteuses.

Cette formation épaisse de 10 à 12 m. renferme des formes pliensbachiennes et domériennes inférieures, ce qui est un argument pour les auteurs qui considèrent le Lias moyen comme comprenant un étage unique, le Charmouthien.

Les Ammonites sont nombreuses : *Phylloceras Loscombi*, *Lytoceras fimbriatum*, *Aegoceras capricornu*, *Ae. Henleyi*, *Deroceras Davoei*, *D. venarensis*, *Cycloceras Valdani*, *Liparoceras Bechei*, *Polymorphites Jamesoni*, *Amaltheus margaritatus*, *Coeloceras centaurus* ; elles sont souvent pyriteuses, notamment à Venarey. Les *Bélemnites* sont extrêmement abondantes : *B. clavatus*, *N. niger*, *B. paxillosus*. Un Gastéropode, *Trochus imbricatus* et un Brachiopode, *Zeilleria numismalis* sont fréquents à ce niveau.

Au-dessus vient une masse puissante, pouvant atteindre 60 m. d'épaisseur dans l'Auxois, de marnes micacées plus ou moins schisteuses, grises

(1) CH. VÉLAIN. Le Morvan et ses enveloppes. Livret-Guide du VIII<sup>e</sup> Congrès Géol. intern. Paris, 1900. Exc. XV. — J.-J. COLLENOT. Description géologique de l'Auxois. Semur, 1873.

ou jaunâtres, avec, par places, nodules calcaires et plaquettes ferrugineuses. Elles sont très peu fossilifères, ne renfermant que des Lamellibranches clairsemés et de petits Foraminifères, ce qui, joint à la nature potassique de l'élément ferro-magnésien, favorise leur utilisation pour briqueterie et tuilerie.

L'absence de faune caractéristique ne permet pas de les attribuer avec certitude à une zone précise ; on peut admettre qu'elles constituent le passage du Pliensbachien à l'étage suivant. Des marnes à *Phylloceras ibex* ont été signalées à Anlezy au N de Decize.

DOMÉRIEN. — Le « calcaire à Gryphées géantes », caractérisé par l'abondance de *Gryphaea cymbium* est un calcaire grossier, gris-bleuâtre en profondeur, gris-jaunâtre par altération en surface, noduleux et ferrugineux dans la Nièvre, assez irrégulièrement entremêlé de marnes. Son épaisseur, d'une quinzaine de mètres dans l'Auxois, diminue vers l'W et le SW et n'est plus que de 6 à 8 m. dans le Nivernais où il est souvent gréseux.

Cette formation dure forme au-dessus des pentes adoucies des marnes micacées un abrupt très marqué dans la topographie, particulièrement net sur la bordure N du Morvan.

La faune indique une diminution de profondeur de la mer, déjà indiquée par le faciès lithologique. Parmi les Céphalopodes on trouve cependant vers l'E, *Phylloceras Zetes*. Les principales espèces sont : *Almatheus margaritatus*, *A. spinatus*, *Deroceras Davoei*, *Grammoceras normannianum*, beaucoup moins nombreux que les Lamellibranches (*Gryphaea cymbium* et sa var. *gigantea*, *G. latior*, *G. regularis*, *Pseudopecten aequivalvis*, *Pecten disciformis*) et que les Brachiopodes (*Spiriferina pinguis*, *S. rostrata*, *Zeilleria cornuta*, *Aulacothyris resupinata*, *Rhynchonella tetraedra*). Les Bélemnites sont *B. breviformis* et *B. clavatus*.

En quelques points du Nivernais les fossiles sont à l'état de phosphat de chaux.

TOARCIEEN. — La sédimentation marneuse reprend au Toarcien, et de l'Auxois et l'Avallonnais se poursuit pendant une partie de l'Aalénien inférieur, constituant les marnes supérieures à Bélemnites. Les marnes toarciennes, noires et schisteuses, quelquefois jaunâtres, ne sont épaisses que d'une douzaine de mètres dans l'Auxois et dans l'Avallonnais, tandis qu'en certains points du Nivernais leur puissance atteint 50 à 60 m. A la base règne uniformément le niveau des marnes très schisteuses ou des schistes bitumineux se débitant en feuillets très minces dits « schistes-carton », à *Posidonomya Bronni*.

Au-dessus de ces schistes-carton bitumineux les marnes présentent dans l'Auxois et l'Avallonnais un niveau inférieur caractérisé par *Hildoceras serpentinum*, *H. bifrons*, *Dactylioceras Holandrei*, *D. annulatum*, renfermant des bancs de calcaire marneux gris ou gris-bleu activement exploité sous le nom de « calcaire à ciment de Vassy », à Athie, Sainte-Colombe, l'Isle-sur-Serein, etc. Dans cette dernière localité ont été trouvés des restes de Reptiles téléosauriens, notamment un crâne de *Steneosaurus* décrit par A. Thévenin et plus récemment par J. Lacoste (1), un fragment de mâchoire, des dents et des vertèbres à rapporter au même genre, avec moulage de la moelle épinière, résultant de la substitution du sédiment à sa substance. Ceci indique des conditions de fossilisation très spéciales, et le recouvrement immédiat par une boue vaseuse à éléments très fins des dépouilles d'animaux amenées au rivage. La proximité d'une terre émergée est confirmée par la présence de divers débris végétaux généralement ligniteux.

Les marnes supérieures utilisées pour tuilerie près de Montbard contiennent *Phylloceras heterophyllum*, *Lytoceras jurense*, *Hildoceras bifrons*, *H. Levisoni*, *Coeloceras crassum*, *Haugia Ogerieni*, *Hammatoceras insigne*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Belemnites unisulcatus*, *B. tripartitus*, *Eunema capitaneum*.

(1) J. LACOSTE. Un moulage naturel représentatif de la moelle épinière chez un Reptile du Lias. *B. S. G. F.* (4), XXIX, p. 31-33, 1929.

Dans le Nivernais, les marnes noires schisteuses à Posidonomyes supportent une masse puissante d'argiles bleues, sans bancs calcaréo-marneux, quelquefois feuilletées, beaucoup moins fossilifères qu'en Bourgogne, renfermant dans leur partie moyenne un banc à petits Mollusques (*Nucula Hamneri*, *Turbo subduplicatus*), et à leur sommet *Lytoceras jurensis* et *Belemnites acuaris*.

L'épaisseur de ces marnes se maintient vers le S où un banc calcaire à Poissons (*Leptolepis lepidotus*) est très constant dans l'assise de base à *P. Bronni*, alors qu'ailleurs il n'est pas toujours facile de l'identifier.

**AALÉNIEN.** — Il semble que l'on peut faire débiter l'Aalénien avec les marnes à *Turbo subduplicatus* et *Nucula Haussmanni*, jaunâtres et finement gréseuses dans la Côte-d'Or, épaisses de 4 à 6 m., dans lesquelles on trouve également *Pecten pumilus*, *Plicatula Neptuni*, *Belemnites irregularis*.

Au-dessus viennent dans le S de l'Auxois des grès très fins micacés, en petits lits, à pistes et *Cancellophycus* (*Spirophyton*) *liasicus*, passant vers l'Avallonnais à des marnes bleues sans fossiles épaisses de quelques mètres.

L'Aalénien supérieur est représenté par la base de ce que les anciens auteurs appelaient l'« oolithe inférieure », formation verticalement très homogène, dans sa majeure partie bajocienne, et dans laquelle il est impossible de faire passer une limite.

Sa partie inférieure comprendrait les zones à *Ludwigia Murchisonae* et à *Lioceras concavum*; d'après Collenot, la première de ces Ammonites a été recueillie à l'extrême base de ce niveau.

Dans la Nièvre, l'assise des marnes bleues toarciennes passe insensiblement à des alternances de marnes argileuses, avec parfois nodules de phosphate de chaux, et de calcaires à entroques. A la base, encore entièrement marneuse on trouve *Dumortieria radians*, espèce de la zone à *Lioceras opalinum*, associée à *Belemnites acuaris*. Plus haut apparaissent *Dumortieria radiosa*, *Belemnites rhenanus*, *B. irregularis*, *Ostrea Beaumonti*, *Rhynchonella cynocephala*, *Terebratula infraoolithica*, *T. ovoides*. Vers le S, un banc calcaire à *O. Beaumonti* couronne les pentes marneuses; il a été exploité comme minerai de fer oolithique pauvre à Gimouille. De même, qu'en Bourgogne, il est pratiquement impossible de séparer, au milieu d'un calcaire à entroques massif, l'Aalénien supérieur du Bajocien inférieur; en divers points *Ludwigia Murchisonae* a été trouvée à la partie inférieure de cette assise.

### Jurassique moyen

Ainsi que nous venons de le voir, la délimitation entre le Lias supérieur et le Jurassique moyen s'avère comme très laborieuse à établir au sein d'un faciès calcaire continu et c'est pour cette raison que sur les cartes géologiques détaillées de la région qui nous occupe, l'Aalénien n'a pas fait l'objet d'une notation spéciale. Il s'agit cependant d'un étage parfaitement individualisé en d'autres contrées (Lorraine, Allemagne du Sud, Normandie, Angleterre, etc.), et il ne faut pas tirer argument de faits locaux pour diminuer sa valeur.

Le Jurassique moyen est bien représenté en Bourgogne et dans le Nivernais, sauf en ce qui concerne ses termes supérieurs. Si en effet le Bajocien et le Bathonien y sont bien développés, l'Oxfordien y est très déficient, fort réduit en épaisseur et souvent absent; c'est à tort qu'on lui a, en un certain nombre de points, attribué des couches qui doivent revenir soit au Callovien, soit à l'Argovien; il ne paraît pas dépasser beaucoup vers l'W dans l'Yonne la vallée du Serein. Quant au Callovien, s'il est moins réduit en épaisseur que le terme supérieur, il disparaît encore plus rapidement vers l'W et ne dépasse guère ou

n'atteint pas, suivant les niveaux, la vallée de l'Armançon ; mais il reparait dans l'Avallonnais et on le retrouve bien représenté dans la Nièvre l'Oxfordien s'y montrant également, mais étroitement localisé dans la région de Nevers et à ses alentours. Cette diminution de puissance vers l'W du Callovien-Oxfordien se manifeste depuis le S de la Lorraine, en s'accroissant à travers la partie méridionale de la Champagne.

BAJOCIEN. — Les zones à *Witchellia laeviuscula*, à *Emileia Sauzei* et à *Witchellia Romani*, qui constituent le Bajocien inférieur et moyen, peuvent être considérées comme formant les parties moyenne et supérieure de l'oolithe inférieure, dont nous savons que la base doit être rapportée

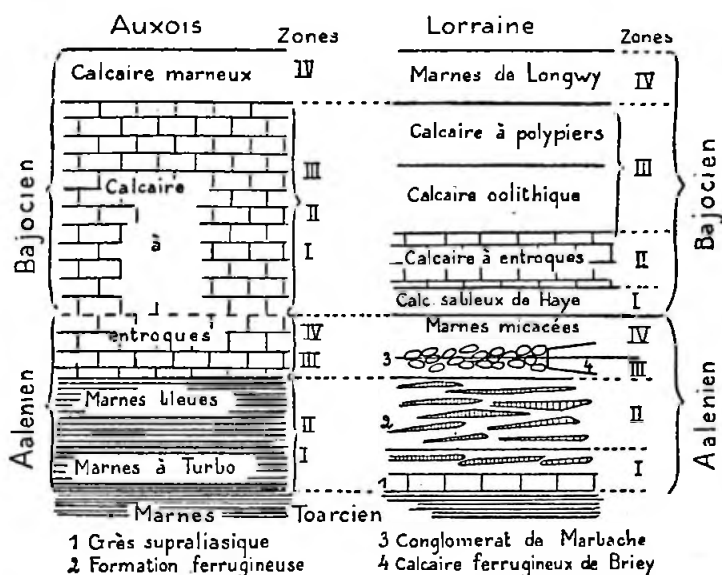


Fig. 13. — Schéma de la constitution de l'Aaleno-Bajocien en Auxois et en Lorraine.

aux deux zones élevées de l'Aalénien. Cette oolithe inférieure, épaisse de 30 à 40 m., qui presque partout forme une corniche ou un abrupt au-dessus des marnes du Toarcién, est constituée par des calcaires gris ou jaunes, quelquefois oolithiques, plus ou moins ferrugineux, où prédominent les faciès à entroques et à Échinides, qui ont été très exploités comme pierre de taille.

Un peu au-dessus de l'extrême base, encore aalénienne, de cette formation, on trouve des calcaires à *Emileia Sauzei*, *E. polyschides*, *Rhynchonella quadriplicata*, *Terebratula perovalis*, qui sont ordinairement gris foncé et tachés de rouille. Des calcaires à entroques, jaunes ou rougeâtres avec *Extracrinus Babeui*, *Pentacrinus bajocensis*, *Cidaris cucumifera*, constituent presque entièrement la masse moyenne qui est la plus importante. Puis viennent des calcaires grumeleux à Polypiers et des calcaires à grain fin, irrégulièrement accompagnés de marnes, et la série se termine par des

calcaires en dalles minces blanchâtres, oolithiques ou à entroques, surtout visibles dans la Côte-d'Or.

C'est surtout dans ce dernier niveau, souvent mal individualisé, que l'on recueille de rares Ammonites, *Stepheoceras Humphriesi*, *S. Baylei*, *S. Blagdeni*, *S. Freycineti*. Des Lamellibranches tels que *Alectryonia Marshii*, *Ctenostreon proboscideum*, *Pecten silenus*, *P. Dewalquei*, et des Brachiopodes comme *Terebratula Phillipsi* et *Acanthothyris spinosa* se trouvent dans presque toute l'épaisseur de cette assise, certains apparaissant même dès sa base qui est encore aalénienne.

Le Bajocien supérieur est formé d'alternances de calcaires marneux et de marnes argileuses, feuilletées en général, à leur partie inférieure, où abonde *Ostrea acuminata* qui constitue quelquefois des lumachelles ; à la base où existe souvent un banc de calcaire grumeleux, on rencontre *Homomya gibbosa* et *Pholadomya Vezelayi*. Dans la vallée de la Cure (Sermizelles, Lucy-le-Bois), on passe progressivement à des calcaires fissiles jaunâtres, finement oolithiques, considérés peut-être à tort par M<sup>lle</sup> S. Gillet (1) comme correspondant à l'oolithe ferrugineuse de Vandenesse. La faune de cet ensemble comprend *Cosmoceras Garanti*, *C. subfurcatum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *P. neuffensis*, *Perisphinctes Martiusi*, *Terebratula Ferryi*, *Clypeus Ploti*, *Collyrites ringens*. L'épaisseur de la zone est de 10 m. à l'É et de 5 à 6 m. sous son faciès de calcaires fissiles, lequel est très fossilifère.

Dans la Nièvre, la composition du Bajocien est très analogue à ce qu'elle est en Bourgogne. L'étage a sa base constituée par le calcaire à entroques qui chevauche la limite Aalénien-Bajocien, mais ne paraît pas cependant monter aussi haut que dans les régions précédentes ; en certains points il a, dans sa partie médiane, fourni *Sonninia Sowerbyi*, *Terebratula perovalis*, *Rhabdocidaris horrida* ; il est en général très dur, avec taches ferrugineuses et nids terreux. L'épaisseur est moindre qu'en Avallonnais et Auxois et ne dépasse guère 10 à 15 m. en y comprenant la partie qui revient à l'Aalénien. Au-dessus de ce calcaire à entroques vient une oolithe ferrugineuse qui a en quelques points été exploitée comme minerai de fer ; elle a été étudiée par A. de Grossouvre (2) dont les conclusions ne paraissent pas avoir toujours été bien interprétées.

L'oolithe ferrugineuse du Nivernais n'est pas partout de même âge, ce qui provient de la conjugaison de deux ordres de faits très différents, le premier étant que le calcaire à entroques sous-jacent monte, suivant les points, plus ou moins haut dans la série, et le second l'existence dans le Bajocien-Bathonien inférieur de lacunes comparables à celles de Normandie en bordure du Massif armoricain, où à celles des régions bordières du détroit poitevin, les couches ne paraissant au complet qu'aux environs de Moulins-Engilbert.

Il en résulte que, vers la vallée de la Loire et entre Loire et Allier, où le calcaire à entroques ne s'élève que jusque dans la zone à *Sonninia Sowerbyi*, l'oolithe ferrugineuse qui le surmonte correspond à la zone à *Emileia Sauzei*, tandis que vers le Morvan, où ce même calcaire à entroques englobe la zone à *Witchellia Romani* (identifiée par la présence de *Stepheoceras Blagdeni*), l'oolithe ferrugineuse dite de Vandenesse appartient pour sa plus grande partie à la zone à *Cosmoceras Garanti*. Au contact, il y a ravinement de la surface perforée du calcaire à entroques, dénotant soit des hard-grounds soit une émergence. Il ressort de ceci que l'oolithe ferrugineuse est de plus en plus récente lorsqu'on se dirige d'W en E.

L'oolithe ferrugineuse du niveau inférieur renferme *Emileia Sauzei*, plus commun à la base et *Stepheoceras Blagdeni*, plus fréquent au sommet ; elle représente donc les deux zones moyennes du Bajocien ; on y trouve

(1) S. GILLET. Révision de la feuille d'Avallon au 80.000<sup>e</sup>. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXVIII, n° 155, p. 50-52, 1924 ; XXIX, n° 158, p. 25-28, 1924 ; XXXI, p. 47-53, 1928.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Note sur l'Oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), XIII, p. 355-411, 1885. — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre. *Ibid.* (4), XVIII, p. 337-459, 1918.



également *Stepheoceras Humphriesi*, *Terebratula Kleini*, *Zeilleria carinata*, *Z. Waltoni*, *Rhynchonella quadriplicata*, *Acanthothyris spinosa*. Elle passe latéralement au calcaire à entroques supérieur de la région de Vandenesse.

L'oolithe ferrugineuse de Vandenesse, formation classique, considérée comme appartenant à la zone supérieure bajocienne à *Cosmoceras Garanti*, n'est pas partout absolument du même âge ; elle est plus ancienne à la Chalotte et à Saint-Honoré où elle renferme *Cosmoceras niortense* qu'à Isenay où on ne trouve pas cette Ammonite. Le gisement typique qui se trouvait à la sortie de Saint-Honoré sur la route de Vandenesse a disparu depuis longtemps ; l'oolithe ferrugineuse, très marneuse, y était épaisse de 0 m. 60. En ce qui concerne les Ammonites, ce niveau, très fossilifère est caractérisé par des espèces de la zone supérieure du Bajocien telles que *Oppelia subradiata*, *Oecotraustes genicularis*, *Cosmoceras Garanti*, *C. subfurcatum*, *C. longoviensis*, auxquelles s'associent des formes du Bathonien inférieur comme *Zigzagoceras zigzag*, *Morphoceras polymorphum*, *M. pseudoanceps*, *Oppelia fusca*. A Isenay on retrouve la plupart des espèces de Saint-Honoré et notamment *Parkinsoni Parkinsoni*, *P. ferruginea*, mais aussi *Oppelia nivernensis*, *Strigoceras Truellei*, *Lissoceras oolithicum*, *Bigotites Thevenini*, *B. Haugi*, *Belemnites (Megateuthis) giganteus*, *B. terminalis*, etc.

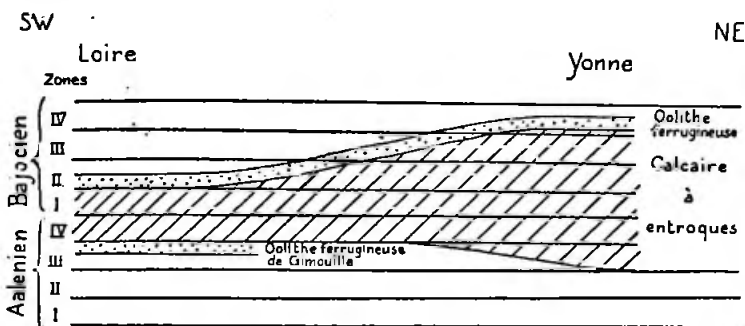


Fig. 14. — Extension stratigraphique du calcaire à entroques, du Berry au Morvan.

formes essentiellement bajociennes, sauf la première qui est fréquente dans l'oolithe ferrugineuse du Bathonien inférieur au Mousseau. Dans tous les gisements, de nombreux Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Ampullospira*, *Purpurina*, *Procerithium*, etc.), Lamellibranches (*Lima*, *Chlamys*, *Gresslya*, *Pleuromya*, etc.), Brachiopodes (*Terebratula*, *Zeilleria*, *Aulacothyris*, *Rhynchonella*, *Acanthothyris*), ainsi que quelques Polypiers (*Discocyathus*, *Trochocyathus*) et Echinides (*Plegiocidaris*, *Holactypus*), complètent la faune de ce niveau qui est une des plus riches du Nivernais.

Dans les régions où l'oolithe ferrugineuse appartient au Bajocien inférieur ou moyen, et notamment autour de Saint-Benin-d'Azy et dans les Amognes, le sommet de l'étage est représenté par 15 ou 20 m. d'argiles bleuâtres avec lits de rognons calcaires contenant *Parkinsonia Parkinsoni* et *Perisphinctes Martusi*, assise qui peut être considérée comme un équivalent latéral de l'oolithe de Vandenesse et que l'on désigne improprement sous le nom de « terre à foulon » ; au-dessus vient une oolithe ferrugineuse à *Zigzagoceras zigzag* par laquelle débute le Bathonien.

**BATHONIEN.** — La limite entre cet étage et le précédent est souvent imprécise et donne lieu à des divergences d'opinion qui portent sur l'âge des couches qui renferment une faune mixte à Céphalopodes bajociens et batho-

nions ; nous venons de voir qu'en ce qui concerne le Nivernais, on s'accorde généralement sur leur maintien dans le Bajocien.

Le Bathonien, formé principalement de puissantes masses de calcaires, souvent oolithiques, atteint une épaisseur de 150 m. en moyenne dans l'Yonne et de 200 m. dans la Nièvre.

Dans l'Yonne, la partie inférieure, puissante de 30 à 40 m., correspondant à la zone à *Oppelia fusca*, est un calcaire en dalles minces, gélives, puis un calcaire compact grenu devenant peu à peu oolithique vers le sommet. La faune de ce « calcaire blanc jaunâtre moyen » comprend *Perisphinctes subbakeriae*, *P.* (*Zigzagoceras*) *arbuscigerus* (très fréquent), *Sphaeroceras bullatum*. En Côte-d'Or, ce calcaire contient de nombreux nodules siliceux ou chailles, surtout dans sa partie inférieure.

Le Bathonien moyen et supérieur, anciennement désigné par le terme de Grande Oolithe, peut être divisé en trois niveaux : 1° « Oolithe blanche » représentée dans la Côte-d'Or par un calcaire tendre à petites oolithes déformées avec calcaires graveleux à débris subordonnés ; faune très littorale, *Patella aubrtonensis*, *Purpuroidea glabra*, *Pecten vagans*, *Ctenostreon pectiniforme*. Dans les vallées de l'Yonne et de la Cure, ce niveau est un calcaire finement oolithique blanchâtre ou jaunâtre, presque dépourvu de fossiles, qui débute par une oolithe blanche à *Anabacia orbulites* et se termine par un banc à *Rhynchonella decorata*.

2° Calcaires compacts, épais de 40 m. en moyenne, sublithographiques, en bancs épais, formant souvent une corniche ; c'est le niveau du calcaire dit « marbre de Comblanchien ». Ces calcaires très exploités ne renferment guère que *Cidaris bathonica* et des sections peu déterminables d'*Anabacia* et autres Polypiers, ainsi que de quelques Mollusques. En Côte-d'Or, où certaines assises sont dolomitiques, on trouve à la base un banc rosé avec galets.

3° Marnes et calcaires marneux à *Eudesia cardium*, *Zeilleria digona* et *Hemicidaris luciensis* avec, en Côte-d'Or *Sphaeroceras bullatum* et *Rhynchonella major*, supportant des calcaires grisâtres grenus ou oolithiques à *Z. digona* var. *emarginata*, très compacts dans l'Auxois où on les exploite pour moellons, et des calcaires grumeleux. Au-dessus viennent des couches à *Rhynchonella varians* var. *oolithica*, *Terebratula obovata*, *Hemicidaris langrunensis* et Lamellibranches, marneuses dans la vallée de la Cure, et à l'état de calcaires à grain fin ou de calcaires grumeleux à Rhynchonelles dans celle du Serein, où en certains points la série se termine par un calcaire grisâtre à Polypiers, ou par un calcaire graveleux oolithique à Bryozoaires.

Le Bathonien de la Nièvre, étudié par A. de Grossouvre, débute par des calcaires à grain très fin, recherchés pour la sculpture dans le Cher (Nérandes, Apremont, Charly, etc.), mais plus marneux à l'E de la Loire. A la base se trouve un horizon fossilifère très constant qui, autour de Saint-Benin-d'Azy, où il repose sur les marnes du Bajocien supérieur, et au Mousseau, où il recouvre le calcaire à entroques (zone à *Witchellia Romani*), est chargé d'oolithes ferrugineuses. Les principales espèces sont : *Oppelia fusca*, *O. nivernensis*, *Oecotraustes serrigerus*, *Parkinsonia ferruginea*, *P. wurtembergica*, *Zigzagoceras zigzag*, *Z. arbuscigerum*, *Z. Schloenbachi*, *Morphoceras polymorphum*, *M. pseudo-anceps*, *Bclennites sulcatus*, *B. canaliculatus*. On trouve aussi de nombreux Lamellibranches, des Brachiopodes tels que *Terebratula Favrei*, *T. Ferryi*, *T. conglobata*, *Zeilleria carinata*, *Z. digona* var. *emarginata*, *Rhynchonella Garanti* et des Echinides comme *Collyrites ovalis* et *C. ringens*.

Le Bathonien supérieur comprend de bas en haut les assises suivantes, son épaisseur totale étant de 50 à 120 mètres :

1° Calcaires alternant avec des marnes jaunes avec, à la base, niveau très fossilifère à Tronsanges : *Oppelia aspidoides*, *Clydoniceras discus*, *Oecotraustes serrigerus*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Sphaeroceras bullatum*, pour les Ammonites. Les Brachiopodes sont nombreux (*Terebratula bradfordiensis*, *Zeilleria digona*, *Z. obovata*, *Rhynchonella varians*) ainsi que les

Échinides (*Echinobrissus clunicularis*, *Pygurus depressus*, *Hyboclypeus gibberulus*) ; on passe à des calcaires à entroques vers le NE.

2° Marnes blanchâtres de Pougues-les-Eaux et de Guéigny, très-épaisses vers le S où elles sont exploitées pour chaux hydraulique et peu fossilifères.

3° Marnes à ciment de Nevers à *Oppelia aspidoides* et *Zeilleria digona*, et alternances de marnes et de calcaires suboolithiques, ces derniers se développant vers le N, sous forme de calcaires en dalles formant abrupt, avec à sa base niveau marneux fossilifère qui prend de l'épaisseur vers le S. On a signalé de rares *Macrocephalites macrocephalus* dans cet horizon qui, outre *Alectryonia costata*, renferme surtout des Brachiopodes : *Eudesia cardium*, *Terebratula Fleischeri*, *Zeilleria obovata*, *Dictyothyris coarctata*, *Rhynchonella Morieri*.

Il y a dans ces assises supérieures de multiples changements de faciès qui n'ont pas été étudiés en détail ; les calcaires oolithiques de Clamecy et de Varzy, exploités comme pierre de taille, et qui paraissent prolonger vers le SW les bancs moyens de la Grande Oolithe sont peut-être en partie plus élevés dans la série.

**CALLOVIEN.** — La diminution rapide d'épaisseur et la discontinuité vers le SW, depuis le S de la Lorraine et la Champagne méridionale des deux étages supérieurs du Jurassique moyen, est un fait sur lequel on a beaucoup insisté et, d'après les travaux de J. Lambert (1), la probabilité de leur non-représentation dans les vallées de l'Yonne et de la Cure a été admise (2). Il n'en est cependant pas tout à fait ainsi.

Dans la partie orientale de l'Auxois, le Callovien inférieur, souvent intimement lié au Bathonien supérieur, comprend d'abord des marnes peu épaisses à *Macrocephalites macrocephalus* et *Pholadomya divionensis*, puis des calcaires grenus à débris quelquefois oolithiques, ou des calcaires en dalles très minces, surtout vers le haut, à *Ostrea hemidelloidea*, *Pernostrea Heberti* correspondant à la « dalle nacrée ». Le Callovien supérieur discontinu est formé de calcaires marneux à *Reineckeia anceps* et *Peltoceras athleta* cette dernière espèce indiquant qu'ils chevauchent peut-être sur l'Oxfordien ; les deux formes sont d'ailleurs souvent citées côte à côte dans la région.

Plus à l'W, entre l'Armançon et le Serein, des calcaires durs, oolithiques et spathiques, à nids de Polyptères, prolongement du calcaire de Gigny, supportent des argiles noires, bien développées à Villiers-les-Hauts, renfermant *Reineckeia anceps*, *Pholadomya carinata*, *Rhynchonella spathica*, *Zeilleria pala*, *Dysaster ellipticus*, associés à des espèces de la zone inférieure de l'Oxfordien telles que *Peltoceras athleta* et *Cosmoceras Duncanii*.

Sur les plateaux d'entre Cure et Yonne, dans la région de Montillot et de Brosses, le Callovien serait, d'après Ch. Vélain, représenté par des marnes à *M. macrocephalus* et *R. anceps*. Pour M<sup>lle</sup> S. Gillet, seule la zone inférieure à *M. macrocephalus* est représentée avec certitude dans les vallées de la Cure et de l'Yonne, par 10 à 15 m. de calcaires jaunes finement oolithiques à *Elignus polytypus*, avec à leur base un banc de silex rubané ; ils supportent les calcaires marneux à *Zeilleria pala* de Montillot. Dans la vallée du Serein, le calcaire de Gigny atteint les alentours d'Étivey ; il montre à sa base un banc de silex ; il ne contient pas de fossiles.

Dans la Nièvre, le Callovien est beaucoup mieux développé que dans l'Yonne et peut atteindre une épaisseur de 30 m. La zone inférieure est à l'état de marnes argileuses jaunâtres, avec bancs de calcaires noduleux, renfermant *Macrocephalites macrocephalus*, *Keplerites Gowerianum*, *Zeilleria pala*, *Z. biappendiculata*, *Dysaster ellipticus*, *Echinobrissus clunicularis* ; ce niveau est bien développé aux environs de Clamecy.

La zone supérieure à laquelle on passe insensiblement est formée de calcaires blancs durs, un peu spathiques, en bancs épais, avec gros rognons

(1) J. LAMBERT. Études sur le terrain jurassique moyen de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, XXXVIII, 2<sup>e</sup> sem., p. 1-175, 1884.

(2) P. LEMOINE. Géologie du Bassin de Paris, p. 104.

siliceux de couleur grise (chailles) ; cette assise s'observe particulièrement bien autour de Nevers, Pougues et Guérigny où on trouve entre autres *Rcineckia anceps*, *Hecticoceras lunula*, *H. hecticum*, *H. punctatum*, *Strigoceras pustulatum*, *Cosmoceras Jason*, *Stephoceras coronatum*, ainsi que *Zeilleria umbonella*, *Z. pala*, *Terebratula dorsoplicata*, *Rhynchonella spathica*, *R. Orbignyi*, *Dysaster ellipticus*.

Vers l'E les calcaires, et surtout ceux de la zone supérieure, se chargent en silice qui fossilise parfois les Brachiopodes et les Échinides, la roche passant peu à peu à une gaize contenant d'après L. Cayeux un grand nombre de Diatomées.

Les chailles qui pour ce dernier auteur sont des silex incomplets constituent le plus souvent des nodules dans le Callovien supérieur où elles apparaissent, mais elles sont quelquefois rubanées comme dans la région de Donzy et de Menou. P. Jodot (1) a signalé le rôle important que jouent dans leur constitution les spicules de Spongiaires et d'Alcyonaires, et la part accessoire prise par les grains de quartz clastique, la silice du ciment pouvant réaliser une texture à tendance cryptocristalline, ou être nettement cristalline ; il lui paraît possible de distinguer par leurs caractères pétrographiques les chailles calloviennes, et argoviennes du Nivernais.

**OXFORDIEN.** — Les affleurements de cet étage sont encore beaucoup plus réduits et discontinus que ceux du précédent, soit qu'en de nombreux points il ne se soit pas déposé, et qu'il y ait une lacune réelle de sédimentation due à des émergences assez étendues, soit que ses dépôts aient disparu par ravinement avant l'Argovien. Sa faible épaisseur, lorsqu'il existe, milite plutôt en faveur de la première hypothèse, tandis que ses faciès viennent à l'appui de la seconde.

Dans l'Auxois, l'Oxfordien n'est pas représenté, et dans l'Avallonnais on ne le connaît que dans la vallée du Serein, et au S d'Étivey, à l'état de lambeaux de quelques centimètres d'épaisseur, d'un calcaire gris à oolithes ferrugineuses avec *Cardioceras cordatum*, *Aspidoceras perarmatum*, *Perisphinctes plicatilis*, *Ochoceras canaliculatum*, *Oppelia Eucharis*. Vers le NE, ce niveau se développe entre le Serein et l'Armançon, sous forme d'un minéral de fer oolithique inclus dans un calcaire bleuâtre à *C. cordatum*, *A. perarmatum*, *O. canaliculatum*, *Pelloceras arduennense*, *P. bimammatum*, qui surmonte les argiles noires à *Pelloceras athleta* et se poursuit vers le Châtillonnais.

Dans la Nièvre, l'Oxfordien, localisé dans la région de Nevers, comprend d'abord des argiles verdâtres à fossiles phosphatés, *Pelloceras athleta*, *P. arduennense*, *Cosmoceras Duncani*, puis des calcaires marneux pétris par place d'oolithes ferrugineuses, avec *Cardioceras cordatum* et *Pelloceras Eugenioi*, enfin les marne-calcaires à oolithes ferrugineuses à *Perisphinctes plicatilis*, *Aspidoceras Faustum* et Spongiaires, qui d'après P. Jodot recouvrent directement le Callovien à la Loge de Tronsanges. Il semble donc que sous une épaisseur qui ne dépasse pas quelques mètres les trois zones soient représentées.

### *Jurassique supérieur*

Il est généralement admis que le début du Lusitanien est marqué par une dénudation sous-marine très prononcée, qui se serait manifestée dans l'E et le S du Bassin de Paris, de même que dans le Jura méridional, en Franconie, dans les Alpes de Glaris et sur le pourtour du Bassin du Rhône (2), on explique ainsi l'amenuisement, la discon-

(1) P. JODOT. Contribution à l'étude pétrographique des chailles : importance relative des spicules de spongiaires, des spicules d'alcyonaires et des grains de quartz clastiques. *C. R. Ac. Sc.*, t. 180, p. 523-524, 1925. — La classification des niveaux à chailles du Nivernais basée sur leurs caractères pétrographiques. *C. R. som. S. G. F.*, p. 60-62, 1925.

(2) E. HAUG. *Traité de Géologie*, p. 1060.

tinuité ou la disparition du Callovien et de l'Oxfordien, et le fait que dans des régions très étendues l'Argovien repose directement sur le Bathonien. Nous avons vu qu'il n'est pas exclu cependant que des émergences aient provoqué des lacunes proprement dites.

La continuité des affleurements reprend dès l'Argovien, qui a déposé des sédiments sur les espaces dénudés par lui, ou qui a couvert à nouveau des surfaces exondées, suivant l'interprétation à laquelle on s'arrête relativement à la déficience des étages supérieurs du Juras-

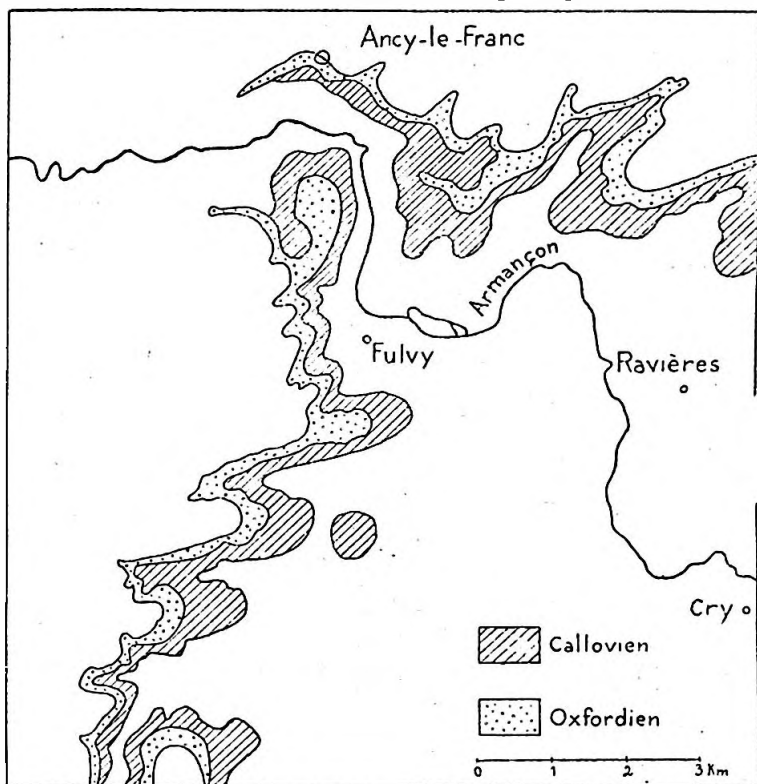


Fig. 15. — Les affleurements du Callovien et de l'Oxfordien dans le bassin de l'Armançon (d'après la carte géologique au 80.000<sup>e</sup>).

sique moyen. Le Lusitanien occupe de larges étendues de la Champagne à la Loire, présentant des formations coralligènes absolument classiques, telles que celles de Tonnerre, de Mailly-la-Ville, de Châtel-Censoir, de Coulanges-sur-Yonne.

Le Kimeridgien et le Portlandien, très uniformes, constituent une bande disparaissant au N sous le Crétacé de la Puisaye, et dans laquelle se poursuivent vers le SW, sans changements appréciables, les faciès de la Champagne.

**LUSITANIEN.** — Les trois termes de l'étage sont très bien développés, l'inférieur reposant tantôt sur l'Oxfordien (entre Armançon et Serein et aux environs de Nevers), tantôt sur la Callovien (dans presque toute la Nièvre) ; tantôt sur le Bathonien (dans presque toute l'Yonne) (1).

**Argovien.** — Dans les vallées de l'Armançon et du Serein, ce sous-étage débute par des marnes et calcaires marneux à Spongiaires, à *Ocheloceras canaliculatum*, *O. subclausum*, *Peltoceras bicristatum*, *Perisphinctes plicatilis*, *Cardioceras alternans*, épais de 3 à 4 m., bien visibles aux environs de Noyers et se poursuivant jusque dans le Châtillonnais. Au-dessus, entre cette dernière région et Villiers-les-Hauts, viennent des marno-calcaires et des marnes grises hydrauliques exploités pour chaux, à *Perisphinctes plicatilis*, *P. Martelli*, *Pholadomya decemcostata*, qui passent vers Noyers à des calcaires lithographiques à *O. canaliculatum* épais d'une dizaine de mètres.

Dans la vallée de l'Yonne et sur la rive gauche de la Cure, l'Argovien est représenté par des calcaires marneux à grain fin, souvent feuilletés à *O. canaliculatum*, *P. plicatilis*, *P. Martelli*, *Terebratula insignis*, *Trochotoma discoidea*, que surmontent des calcaires grêlés à silex très fossilifères à leur partie supérieure, avec *Glypticus hieroglyphicus*, l'ensemble ayant 30 à 40 m. d'épaisseur.

L'Argovien de la Nièvre est formé de marnes et calcaires à Spongiaires renfermant de nombreuses Ammonites : *Ocheloceras canaliculatum*, *O. arolicum*, *O. trimarginatum*, *Creniceras lophotum*, *Aspidoceras Oegir*, ainsi que des Brachiopodes : *Terebratula Stockeri*, *Zeilleria impressula*, *Z. Moeschi*, *Glossothyris Douvillei* ; aux environs de Nevers et vers le NE (vallée de la Nièvre), on passe à un calcaire à oolithes ferrugineuses, et plus au N, à un calcaire à chailles avec *Perisphinctes Martelli*, *Gryphaea dilatata*, *Pecten Moreanus*, *Terebratula Richardiana* à la base (Clamecy, Druyes) et *Cidaris verticilis*, *Glypticus hieroglyphicus* au sommet (Surgy).

**Rauracien.** — Entre la région des récifs coralliens de la Haute-Marne, et celle où se développent les formations coralligènes de l'Yonne, le Châtillonnais est cité comme une zone de sédimentation vaseuse, libre de récifs, ce qui est attribué à sa position, à peu près dans l'axe du détroit Morvano-Vosgien. Ce secteur ne se prolonge pas bien loin vers le SW, et dès la vallée de la Laigne, réapparaissent à plusieurs niveaux des tendances coralligènes (2) qui vont trouver leur plein épanouissement à partir de la vallée de l'Armançon.

Les multiples et rapides changements de faciès, la présence en des horizons différents de massifs de Polypiers, accompagnés d'une faune satellite, toujours la même, bien qu'il s'agisse d'assises non synchroniques, compliquent à l'extrême l'étude du Rauracien, comme aussi celle du Séquanien de l'Yonne, et il est bien certain que si les recherches de J. Lambert ont dégagé les grandes lignes de leur stratigraphie, beaucoup de points de détail restent encore à préciser.

Dans la vallée de l'Armançon et sur le plateau de Cruzy-le-Châtel, on observe de haut en bas les couches suivantes :

6. Calcaire oolithique ou grumeleux à *Zeilleria egena* ;
5. Lithographiques de Cruzy-le-Châtel, sans fossiles ;
4. Lithographiques fossilifères de Commissey ;
3. Lithographiques et bancs marneux à *Belemnites Roycri* ;
2. Calcaire arénacé de Lézennes et calcaire coralligène de Gland ;
1. Calcaires hydrauliques d'Ancy-le-Franc et du Val de Jully.

1) est argovien ; 2) est argovien ou rauracien ; 3) constitue la masse du Rauracien ; 4-5-6) sont séquanien.

Le calcaire de Lézennes est jaunâtre, tendre, arénifère ; il renferme *Belemnites hastatus*, *Gryphaea dilatata*, *Pholadomya Protei*, *P. hemicardia* et d'autres Lamellibranches ; épais de 20 m. à Lézennes, il s'amenuise rapide-

(1) Pour ce qui concerne le Lusitanien, on consultera les travaux antérieurement cités de J. LAMBERT, P. LEMOINE, P. JODOT, S. GILLET.

(2) J. PIÉTRÉSSON DE SAINT-AUBIN. Étude stratigraphique sur le Rauracien de la vallée de la Laigne (Côte-d'Or et Aube). B. S. G. F. (4), XXX, p. 943-956, 1930.

ment vers le NE et le SW. Dans la première direction il a pour équivalent latéral le calcaire à Polypiers de Gland, étudié par P. Lemoine et C. Rouyer, à *Thecosmilia*, *Thamnastraea*, *Isastraea*, *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pecten articulatus*, *Pinnigena Saussurei*. Plus au NE on passe à des calcaires grumeleux, très fossilifères à Villedieu et à Molesmes où J. Piétrisson de Saint-Aubin signale entre autres *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Stomechinus perlatus*, *Ostrea pulligera*, *Rhynchonella matronensis*, *Megerlea pectunculus*, *Zeilleria egena*, *Terebratula insignis*. C'est avant tout une faune de faciès, mais ses Echinides conduisent à se demander si l'on ne se trouve pas en présence d'Argovien plutôt que de Rauracien.

Les couches à *Belemnites Royeri* souvent marneuses ont une extension assez grande et se poursuivent jusque dans la région de Nitry-Jouancy et recouvrent dans la vallée du Serein des assises surtout marneuses qui équivaldraient au calcaire de Lézinnes et représenteraient le Rauracien entre l'Armançon et l'Yonne, où elles contiennent *Peltoceras bicristatum* et *Belemnites Royeri*.

Ces marnes sont exploitées pour ciment à Moutot et Frangey ; elles deviennent calcaires vers le NE où l'ensemble des calcaires blancs durs de l'E de la Laigne (1) et les calcaires à Polypiers du niveau de Gland qui les surmontent en constituent un équivalent latéral.

Dans la partie septentrionale des affleurements des vallées de la Cure et de l'Yonne, le Rauracien est entièrement représenté par les calcaires hydrauliques de Vermenton, où ils sont activement exploités ; ils sont épais de 70 à 80 m. La base, feuilletée, renferme *Ochetoceras marantianum*, la partie moyenne, compacte, est azoïque, le sommet contient des *Pholadomyes* et des *Perisphinctes* paraissant être une forme ancestrale de *P. Achilles*. La liaison vers le NW, avec les assises marneuses dont il a été parlé, se fait par les faciès de la vallée du Serein, où le sous-étage débute par des calcaires marneux à Spongiaires à rares *Peltoceras bicristatum* et *Ostrea solitaria*, épais de 25 à 30 m., et formant les plateaux du S de Noyers et de Jouancy ; au-dessus viennent 20 à 30 m. de lithographiques de Moutot calcaires hydrauliques très exploités, puis les marnes à *Belemnites Royeri* (5 à 20 m.) et la série se termine par 15 à 25 m. de nouveaux calcaires hydrauliques, les lithographiques de Môlay, qui constituent les plateaux entre Joux, Nitry et Vermenton.

Vers le S, dans les vallées de la Cure et de l'Yonne, le Rauracien est entièrement à l'état de calcaires coralligènes, formant dans les localités classiques de Mailly-le-Château, Mailly-la-Ville, Châtel-Censoir, Coulanges-sur-Yonne, des récifs à Polypiers (*Isastraea*, *Thecosmilia*, *Thamnastraea*) blancs, accompagnés de calcaires oolithiques ou grenus. Les *Diceras*, représentés par *D. arietinum*, *D. sinistrum*, *D. Cotteaui*, *D. originale*, se trouvent surtout par poches dans les calcaires oolithiques ; on rencontre aussi des Echinides, des Brachiopodes (*Terebratula insignis*, *Zeilleria censoriensis*) et des Mollusques à test épais tels que *Lima corallina*, *Pterocardium corallinum*, *Nerinea Mosae*, *N. ursicina*. Vers la périphérie de la zone récifale, les calcaires oolithiques sont surmontés par des calcaires lithographiques à *Ochetoceras Marantianum*, et on passe latéralement vers le N aux calcaires hydrauliques et lithographiques de la région non coralligène. L'épaisseur des calcaires coralliens est d'une centaine de mètres.

Dans la Nièvre, le Rauracien inférieur est, en quelques points du voisinage de la vallée de la Loire, à l'état de marnes à Spongiaires avec *Ochetoceras Marantianum* et *Peltoceras bicristatum*, mais, le plus souvent, c'est un calcaire sublithographique à *P. bicristatum* (calcaire schisteux de la Marche). La partie moyenne et supérieure du sous-étage est formée de calcaires oolithiques à *Diceras arietinum* (oolithe de la Charité), qui donnent

(1) Ces calcaires blancs paraissent prolonger vers le SW celui de Lalrency (Haut-Marne) et à Lézinnes, où ils sont inférieurs au calcaire jaune arénacé, ils renferment d'après P. Lemoine, *Perisphinctes variocostatus*.

une excellente pierre de taille de Narcy, Malveaux, Mesves, etc. Ils représentent le prolongement vers l'W et la terminaison des formations coralligènes de la vallée de l'Yonne ; ils passent latéralement à des calcaires lithographiques qui les remplacent sur la rive gauche de la Loire et sont peu développés sur la rive droite.

*Séquanien.* — Il convient de faire débiter le Séquanien avec les premières couches à *Perisphinctes Achilles*, c'est-à-dire avec les marno-calcaires de Commissey dans la vallée de l'Armançon et avec les sublithographiques de Cravant dans celle de l'Yonne.

Dans la vallée de l'Armançon, les *marno-calcaires de Commissey* à *Perisphinctes Achilles*, *Pholadomya hemicardia*, *P. tumida*, *Rhynchonella pinguis*, *Terebratula insignis*, passent vers le NE à des marnes argileuses grises à chaux hydraulique (Mussy-sur-Seine) et aux calcaires à Polypiers de Molesmes et de la Gloire-Dieu. Vers le SW, par l'intermédiaire des couches argileuses de la vallée du Serein, à *Pecten subarmatus*, on passe dans la région de Nitry aux calcaires de Cravant, fins, grenus, sublithographiques, à *Perisphinctes Achilles*. L'algue calcaire *Goniolina geometrica* est assez fréquente dans leur partie inférieure blanche et fissile, avec Brachiopodes et moules de Lamellibranches et de Gastéropodes, tandis que vers le sommet où ils sont gris et marneux on trouve de nombreux Lamellibranches en bon état : *Pinna granulata*, *Pholadomya Protei*, *Modiola subpectinata*, etc. Épaisseur à Cravant : 60 à 65 mètres.

Au-dessus du niveau précédent, viennent les *calcaires lithographiques de Cruzy-le-Châtel*, de P. Lemoine et C. Rouyer, bien lités, se débitant en dalles minces utilisées autrefois pour les toitures (lèves) et ne renfermant que des empreintes indéterminables. Ils sont bien développés dans la vallée de l'Armançon où ils se chargent parfois d'oolithes à leur partie supérieure. Dans la vallée de l'Yonne, ils ne sont nets que sur la rive gauche, au SW de Bazarnes, où ils ont une vingtaine de mètres d'épaisseur.

Le troisième niveau du Séquanien est le *calcaire de Bazarnes*, horizon très constant de l'Yonne jusqu'à la Seine, épais de 12 à 15 m. ; il est formé de calcaires blancs, grenus, quelquefois lithographiques, avec lentilles oolithiques irrégulières et bancs grumeleux. Les principaux fossiles sont *Avicula Gessneri*, *Mytilus perpicatus*, *Ceromya obovata*, *Astarte supracorallina* (= *A. minima*), *Zeilleria egena*, *Rhynchonella pinguis*, *Cidaris florigemma* var. *philastarte*. *Perisphinctes Achilles* a été trouvé en divers points dans cette assise, par laquelle quelques auteurs font à tort débiter le Séquanien ; nous avons vu en effet que cette Ammonite, essentiellement caractéristique du sous-étage, se rencontre déjà dans les calcaires de Commissey et de Cravant. C'est surtout vers le NE que le calcaire de Bazarnes, désigné aussi sous le nom d' « horizon à *Zeilleria egena* », montre des aspects grumeleux et rocailloux que l'on peut suivre dans l'Aube jusqu'à la vallée de la Seine (1).

Le calcaire de Bazarnes supporte une formation coralligène, le *calcaire de Tonnerre* (2), épisode récifal qui surmonte les calcaires lithographiques à *Perisphinctes Achilles* ; c'est un calcaire crayeux d'un blanc pur, passant à des calcaires oolithiques, et formant une masse épaisse de 60 m. entre l'Armançon et l'Yonne, qui augmente de puissance vers l'W, atteignant de 80 à 90 m. au delà de Bazarnes. Les Polypiers qui peuvent atteindre de grandes dimensions se trouvent à la base (*Septastraea*, *Montlivaultia*, etc.) ; la faune comprend notamment : *Perisphinctes danubiensis*, *Actaeonina acuta*, *Pseudomelania Dormoisii*, *Pholadomya Protei*, *P. hemicardia*, *Diceras eximium*, *Pterocardium corallinum*, *Pinnigena Saussurei*, *Pinna granulata*, *Ostrea pulligera*, *Exogyra bruntrutana*, *Terebratula cincta*, *Zeilleria egena*,

(1) J. PIÉTRÉSSON DE SAINT-AUBIN et C. LARCHER. Sur l'horizon du Séquanien à *Zeilleria egena* et les couches voisines dans l'Aube. *B. S. G. F.* (4), XXVIII, p. 353-361, 1928.

(2) P. DE LORIOI. Description des Mollusques et Brachiopodes des couches séquanienues de Tonnerre (Yonne), accompagnée d'une étude stratigraphique de J. LAMBERT. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XX, 1893.



*Rhynchonella pinguis*, *Cidaris florigemna*, *Acrocidaris nobilis*, *Hemicidaris Agassizi*. On a également trouvé des Végétaux terrestres tels que *Bolbopodium* et *Chenopteris*.

Vers le NE l'espace intermédiaire entre le récif de Tonnerre et celui de la Mothe en Haute-Marne est occupé par des équivalents latéraux non coralligènes dont la moitié supérieure est constituée par la partie séquanienne de la formation dite calcaire à *Astartes* (1). Un stade de passage s'observe dans la région des Riceys, où la base est formée par 12 m. de calcaires crayeux blancs, au-dessus desquels se trouvent 45 m. de calcaires à *Ostrea paucicosta*, *Astarte supracorallina*, *A. multistriata*.

Le « marbre de Bailly », calcaire blanc à Nérinées, subrécifal, et la « pierre de Vincelles » à Polypiers appartiennent à un horizon-limite du Séquanien supérieur, qui peut être suivi depuis la vallée de l'Yonne un peu à l'aval du confluent avec la Cure, jusqu'à Coulanges. Il surmonte une oolithe à *Zamites Feneonis* (Cycadée) et *Brachyphyllum Moreanum* (Conifère) qui paraît correspondre à la partie supérieure de l'oolithe de Tonnerre dans laquelle ces végétaux ont été également rencontrés.

De l'Yonne à la Loire les assises séquaniennes se poursuivent, avec çà et là des récifs, sous des faciès qui rappellent beaucoup ceux qui viennent d'être énumérés, calcaires sublithographiques ou compacts, calcaires oolithiques, calcaires crayeux, mais il est essentiel de noter que ceux-ci ne se placent pas au même niveau que dans le Tonnerrois ; les calcaires crayeux, par exemple, se placent au-dessous ou au niveau des couches à *Perisphinctes Achilles* au lieu de les surmonter et correspondent peut-être à l'horizon à *Zeilleria egena*.

Une étude détaillée de ces faciès est due à D. Reyre (2) ; il fait débiter le Séquanien par les « calcaires gris », compacts à grain fin, se divisant en dalles et montrant en plaques minces de nombreux fragments de quartz clastique et des paillettes de mica blanc, et marquant par rapport à l'oolithe fine et aux formations récifales rauraciennes qu'ils surmontent un changement complet de régime. Vers le SW cependant, à partir du S de la vallée de la Nohain, il est assez difficile de les séparer du Rauracien, également représenté par des calcaires gris analogues aux précédents, la continuité de sédimentation étant complète, conditions qui deviennent la règle à l'W de la Loire.

Les calcaires gris sont ordinairement dépourvus de fossiles, mais localement ils admettent des lentilles de calcaire coquillier, formant par places un véritable banc à Exogyres (*E. Bruntrutana*, *E. cf. rastellaris*) avec Brachiopodes, *Apiocrinus* et radioles d'Échinides ; à la Grande Brosse, ils renferment notamment *Terebratula semicincta*, *Trigonia Daphne*, *Opis Moreana*, *O. valsinensis*, *Diceras eximium*. Des formations coralligènes, calcaire à Polypiers en récif, près de Saint-Quentin-sur-Nohain, oolithe de Suilly-la-Tour, oolithe grossière de Saint-Quentin, d'un blanc pur à *Zeilleria egena*, *Exogyra Bruntrutana* (surabondante), *Diceras sinistrum*, *Apiocrinus Roissy*, *Cidaris florigemna*, *Rhandocidaris Orbigny*, etc., oolithe fine de Seigne, à ciment pétri d'innombrables Foraminifères appartenant à plusieurs groupes, forment dans ces calcaires gris des amas plus ou moins importants et le remplacent souvent sur d'assez grandes étendues.

Au-dessus viennent des calcaires blancs crayeux, considérés comme supérieurs au calcaire de Bazarnes qui ne se prolongerait pas au delà de la Montagne des Alouettes. Ce calcaire blanc, tendre, très pur, contient des fossiles en très bon état, Échinides, Polypiers, pouvant constituer des amas importants, Brachiopodes, prodigieusement abondants dans quelques poches. Les espèces principales sont *Glypticus Lamberti*, *Stomechinus Robineau*, *Cyphosoma Douvillei*, *Hemicidaris crenularis*, *Terebratula*

(1) C. ROUYER. Observations sur le calcaire dit à *Astartes* du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, L, 1897.

(2) D. REYRE. Les faciès du Séquanien dans le Nord de la Nièvre. *B. S. G. F.* (5), XIII, p. 241-259, 1943.

*formosa*, *T. semicincta*, *T. Bourgueti*, *Zeilleria egena*, *Rhynchonella pinguis*, *Lima Drya*, *Pinnigena Saussurei*. En certains points on se trouve en présence de faciès presque récifaux, et dans la région de Suilly, l'oolithe empiète sur ces calcaires blancs ; ces derniers que l'on désigne quelquefois sous le nom de *calcaire de Pouilly* augmentent d'épaisseur de la Nohain à la Loire, passant de 12 à 30 mètres (1).

Le dernier niveau séquanien est le « système marno-calcaire supérieur » équivalent latéral des calcaires lithographiques de Sancerre à *P. Achilles* ; il diminue rapidement d'épaisseur vers l'E et se réduit à une dizaine de mètres. Il comprend d'abord des calcaires jaunâtres sublithographiques, puis des bancs à *Fucoides* et des couches à *Nérinea* (*Nerinea Deswoydyi*, *N. Salomoni*, *N. cf. Mariae*), considérées par P. Lemoine comme pouvant être un équivalent du marbre de Bailly et de l'oolithe de Tonnerre. A Villiers, des bancs récifaux séparés par des calcaires lithographiques renferment une belle faune de Polypiers (*Montlivaultia*, *Leptophyllia*, *Latimacandra*, *Stylina*, *Thamnastraea*, *Comoseris*, etc.), associée à des Échinides (*Stomechinus Cotteaui*, *Cidaris florigemma*), à des Serpules et à des Mollusques tels que *Nerinea Salomonis*, *Nerinea subtricincta*, *Chenopus Eudora*, *Pinnigena Saussurei*, *Pterocardium corallinum*, *Lucina Aspasia*, *Diceras originale*, *D. cf. sinistrum*. Les Brachiopodes, *Terebratula cf. subsella*, *Zeilleria cf. humeralis*, déjà très voisins des espèces ptérocériennes, sans cependant leur être identiques, indiquent que l'on se trouve dans le Séquanien tout à fait supérieur.

Sur toute son étendue, la zone d'affleurement des calcaires rauraciens et séquaniens est très sèche, ces formations étant très perméables en raison surtout de leur fissuration. Les localités sont espacées sur les plateaux, leur seule ressource en eau consistant souvent en des citernes. Les eaux infiltrées reviennent au jour, fréquemment au contact des couches plus marneuses du Rauracien inférieur, en quelques fortes sources à caractère vaclusien, situées en général au pied des versants des vallées principales ; la Fosse-Dionne à Tonnerre (2), et la source de Poilly-sur-Serein sont parmi les plus connues. On observe également dans la région des calcaires lusitaniens, des pertes et infiltrations de rivières et des résurgences.

**KIMERIDGIEN.** — Les deux divisions qui constituent cet étage, et qui basées uniquement sur des faciès, ne sont pas de véridiques sous-étages, le Ptérocérien et le Virgulien, peuvent, assez difficilement pour la première, souvent confondue avec le Séquanien supérieur, dans le calcaire à *Astartes*, se suivre de l'Aube à la Loire (3).

Le Ptérocérien du Tonnerrois est un banc calcaire à *Perisphinctes decipiens* et *Ptérocères* (4). Dans la Nièvre, ce niveau est formé vers le S, par des calcaires noduleux, plus ou moins marneux à *Harpagodes Oceani*, *Nerinea Deswoydyi*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Goniolina geometrica* ; vers le N, on trouve d'après D. Reyre une alternance de calcaires lithographiques et calcaires marneux un peu noduleux renfermant

(1) A Sougères, une lentille pseudo-oolithique ou pseudo-pisolithique incluse dans les calcaires compacts du Séquanien supérieur a fourni soixante-dix espèces de Gastéropodes (J. HOUDARD et G. DELPEY. Le gisement séquanien du « Roi-Chat » à Sougères-en-Puisaye. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, t. 94, 1946-1948).

(2) C. ROUYER. Origine géologique de la Fosse-Dionne à Tonnerre et des sources voisines. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, 2<sup>e</sup> sem., p. 177-184, 1908 (1909).

(3) P. LEMOINE et C. ROUYER. L'étage kimeridgien entre la vallée de l'Aube et celle de la Loire. *Bull. Soc. Sc. Hist. et nat. Yonne*, LVII, p. 213-299, 1903 (1904).

(4) *Pictonia Cymodoce* qui caractérise cette zone n'a pas été rencontrée dans l'Yonne et la Nièvre.

outre la plupart des espèces précédentes, *Ostrea solitaria*, *Pholadomya Protei*, *Mytilus perpicatus*, *Natica millepora*, *Rhynchonella pinguis* var. *minor*, ainsi que des *Aspiocrinus* et des radioles de *Cidaris*.

Le Virgulien est formé d'alternances de marnes d'un gris bleuâtre très argileuses où *Exogyra virgula* se rencontre à profusion, constituant aussi des lumachelles, et de calcaires, dont certains bancs perforés par des Lithodomes, avec Huîtres et Plicatules fixées, témoignent de relèvements temporaires du fond. Les Céphalopodes qui se trouvent seulement dans les argiles sont *Aspidoceras orthocera* et *A. Lallieri*. L'étage se termine par des argiles noires en lits minces à *Aspidoceras caletanum* (= *A. longispinum*), *Aulacostephanus pseudomutabilis*, *Perisphinctes Erinus*, *Terebratula subsella* et *Zeilleria humeralis* se trouvent du bas jusqu'en haut dans ces assises dont l'épaisseur varie de 70 à 110 m. dans l'Yonne, où l'on peut observer les niveaux précédents, qui montrent déjà la fusion en un seul des deux horizons supérieurs de la Champagne et de la Lorraine. Vers la Loire, dans la Nièvre, le Kimeridgien moyen et supérieur qui ne dépasse ordinairement pas 50 m. est formé de marnes argileuses à *Exogyra virgula*, alternant avec plusieurs bancs de calcaire compact, et il est très difficile d'y retrouver les horizons à Ammonites, celles-ci n'étant guère représentées que par *Aspidoceras Lallieri*, assez peu fréquent, qui se rencontre dans les argiles inférieures.

L'uniformité dans la composition du Kimeridgien, de la Meuse à la Loire, et même au delà, est frappante, surtout si on la compare aux multiples changements de faciès du Lusitanien sous-jacent. Les formations coralligènes ont complètement disparu et les sédiments indiquent des fonds calmes et une profondeur moyenne.

Nous avons dit antérieurement que la forme du sol donnée par les pentes marneuses adoucies, couronnées par les calcaires portlandiens, bien caractérisée dans la Meuse, se poursuivait jusque dans l'Yonne ; ce sont ces pentes qui portent le vignoble de Chablis.

**PORTLANDIEN.** — De même qu'en Champagne, le passage de l'étage précédent au Portlandien se fait d'une manière insensible par l'apparition dans les marnes de bancs calcaires de plus en plus nombreux et de plus en plus épais, en même temps que plus lithographiques, des récurrences de marnes à *E. virgula* se produisant vers la base des assises nettement portlandiennes.

Nous avons assisté dans l'Aube (p. 95) à la disparition du Bononien supérieur à influences saumâtres de la Haute-Marne, l'étage s'y terminant par des calcaires marneux blanchâtres à *Pinna suprajurensis* du Bononien moyen. Ce régime se poursuit dans l'Yonne (1), où l'étage, bien développé aux environs d'Auxerre, est constitué par le calcaire du Barrois, généralement compact et bien lité, mais très fissuré. Il est plus marneux à sa partie inférieure qui renferme *Gravesia gigas*, *G. portlandica*, *Exogyra Bruntrutana*, *Pinna granulosa*, *Thracia incerta*, *Trigonia Cottaldi*, *Pholadomya hortulana*, *Pleuromya tellina*, *Pseudomelania gigantea*. Les intercalations marneuses et les minces lumachelles à *E. virgula* var. *minor* s'observent à ce niveau. D'après É. Haug, les assises précédentes correspondraient à des formations bathyales, ce qui semble assez difficile à admettre.

Les calcaires qui viennent ensuite, marneux et blanchâtres, sont cependant certainement plus néritiques ; les Ammonites y sont très rares et on y trouve surtout *Pinna suprajurensis*, *Cardium Verioti*, *Natica barrensis*. Les bancs oolithiques à Trigonies exploités pour moellons à Pargues et Lagesse dans l'Aube appartiennent à cet horizon.

C. Rouyer a noté la diminution d'épaisseur du Portlandien, d'E en W : 120 m. aux Riceys, 70 m. sur l'Armançon, 50 m. sur l'Yonne ; elle semble provenir surtout de la disparition progressive du Bononien moyen à *Pinna suprajurensis* due plutôt au caractère régressif du dépôt, qu'à une érosion ultérieure. Ce niveau ne paraît pas atteindre la Loire, et dans la Nièvre, l'étage est, aux confins de la Puisaye, représenté par des calcaires à *Gra-*

(1) P. DE LORIOU et G. COTTEAU. Monographie géologique et paléontologique de l'étage portlandien du département de l'Yonne. Paris, 1868.

*oesia gigas* dans lesquels on trouve aussi *Cardium Veriotti*, dont l'épaisseur vers le S est d'une trentaine de mètres.

Les calcaires portlandiens constituent des plateaux secs prolongeant ceux du Barrois.

### TERRAINS CRÉTACÉS

L'auréole de Crétacé inférieur et moyen de l'E et du SE du Bassin de Paris, que nous avons dans les chapitres qui précèdent étudiée jusqu'à l'Armançon, se poursuit vers le SW à travers la Puisaye, pour atteindre la Loire, entre Cosne et Neuvy. On observe dans ce secteur une diminution dans la largeur des affleurements, portant sur l'Éocrétacé et l'Albien, sensible surtout entre le Haut-Tholon et Saint-Amand-en-Puisaye.

#### *Crétacé inférieur*

Tandis que le Valanginien n'a laissé dans la partie occidentale de l'Yonne que des vestiges localisés sur le Portlandien durci, corrodé et perforé, l'Hauterivien, reposant presque partout directement sur le Bononien moyen, montrant ainsi qu'il vient d'être dit des indices certains d'émergence, est largement représenté, et d'une manière continue, jusqu'au delà de la Loire. Le Barrémien inférieur marin a une extension assez voisine, mais le Barrémien supérieur de l'Yonne et de la Nièvre est continental. Les argiles à Plicatules aptiennes traversent l'Yonne et pénètrent dans la Nièvre, mais n'atteignent pas la Loire ; l'Aptien supérieur régressif n'a pas été rencontré à l'W de la Seine.

Il y a, dans l'ensemble, prolongement plus ou moins loin vers le SW des faciès de la Champagne, dont certains seulement atteignent le Berry.

**VALANGINIEN.** — Dans l'Yonne, entre Beine et Cheney, le calcaire à *Hyposalenia stellulata* ou « calcaire de Bernouil » forme le couronnement des collines portlandiennes. Au SW de Beine, il passe à un calcaire avec nombreux Zoanthaires, et ce changement de faciès est symétrique de celui qui se manifeste dans l'Aube au NE de Marolles ; ce calcaire à Polypiers, très fossilifère à Gy-l'Évêque, ne dépasse guère Coulanges-la-Vineuse vers le SW et G. Corroy signale qu'il s'étend à peine à plus de 8 km. des rives de l'Yonne.

Nous avons donné antérieurement les caractéristiques et la faune de ces formations (p. 97) épaisses de 0. 25 à 3 m. Les principaux gisements sont Beine, Cheney, Bernouil, Tronchoy, Maligny, Gy, Collan, Coulanges-la-Vineuse, Vézannes ; le calcaire dur, coralligène, est le « Néocomien blanc » de Peron.

Vers le SW, dans la région de Quenne, Bleigny-le-Carreau, Venoy, Fontenoy, Leugny, Égriselles, les faciès calcaires sont remplacés par des marnes à Bryozoaires, grisâtres, épaisses d'un mètre au maximum, qui renferment la même faune d'Échinides, associée à des *Stromatopora*, *Diatopora*, *Entalophora*, *Heteropora*, *Lichenopora* ; on y trouve également des Spongiaires, Cœlentérés, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, dont la plupart existent dans les calcaires blancs.

**HAUTERIVIEN.** — Le Calcaire à *Spatangues* dont les caractéristiques ont été données dans le chapitre qui précède (p. 98) se poursuit jusque dans le Sancerrois, en diminuant graduellement d'épaisseur, sa puissance passant de 8 à 10 m. dans l'Yonne à 5 m. en Puisaye, s'abaissant à 1 m. vers la Loire.

Les faciès récifaux, avec nombreux Polypiers, Spongiaires et Échinides, sont très développés dans l'Yonne ; dans les vallées du Serein et de l'Armançon, ce faciès zoogène surmonte soit les marnes à Bryozoaires valanginiennes, soit le calcaire à *Hyposalenia*, soit directement le Portlandien.

On retrouve des récifs autour de Gy-l'Evêque et de Coulanges-la-Vineuse, les plus occidentaux se montrant entre Sainte-Colombe et Saint-Sauveur, dans la haute vallée du Loing. Entre les formations zoogènes, et notamment aux environs d'Auxerre et vers la Loire, les Coralliaires font défaut, les Échinides se raréfient, bien que l'on trouve encore les *Toxaster*, tandis que les Lamellibranches (1), les Brachiopodes, les Foraminifères (*Cristatella*, *Textularia*, etc...) deviennent abondants ; les Bryozoaires et les Ammonites deviennent assez fréquents. Comme espèces plus particulièrement liées à ce faciès dans l'Yonne, on peut citer *Terebratula Moutoniana*, *Turritella pseudodupiniana*, *T. planicostata*, *Duvalia binervia*, *Nautilus autissiodorensis*, *Leopoldia cryptoceras*.

**BARRÉMIEN.** — De même qu'en Champagne (voir p. 99), le Barrémien inférieur est constitué dans l'Yonne et la Nièvre par des assises marines, les argiles ostréennes, qui comportent deux horizons, l'un à *Astarte subformosa* à la base, l'autre à *Miozoaster Ricordeai* au sommet. Aux environs de Leugny, l'ensemble atteint une épaisseur de 12 mètres.

Le Barrémien supérieur continental est à l'état d'argiles panachées et de sables bariolés ; les argiles ont été exploitées pour tuilerie à Jonche et Pontigny, près d'Auxerre, et pour faïencerie à Saint-Amatre. Des nodules ferrugineux se trouvent en certains points à la partie supérieure de ces formations.

**APTIEN.** — Seul l'Aptien inférieur ou Bédoulien est représenté dans l'Yonne, avec les mêmes caractères lithologiques et fauniques que dans l'Aube (voir p. 100) ; il ne dépasse pas vers l'W le N de la Puisaye ; il est surtout bien développé à Saint-Georges, près d'Auxerre, dans la vallée du rû de Baulche, et on en observe des vestiges sur les plateaux de Venoy et d'Égriselles. Il comprend à la base des marno-calcaires sableux à fines oolithes ferrugineuses, à *Terebratella Astérian*, Polypiers, Spongiaires, Lamellibranches, et au sommet des argiles à *Parahoplites Dshayesi* et *Plicatules* épaisses de 5 m. en moyenne.

### Crétacé moyen

Des changements de faciès extrêmement importants intéressent les deux termes inférieurs du Crétacé moyen, dans le secteur compris entre la Seine et la Loire. Nous avons vu l'Albien, sableux à la base, argileux au sommet, presque pour parties égales en Haute-Marne, devenir à peu près entièrement argileux dans l'Aube ; puis vers le SW, dans la vallée de la Seine d'après Ébray, commencent à apparaître dans la masse des argiles tégulines des niveaux sableux qui se développent de plus en plus vers l'Armançon, de sorte qu'à Saint-Florentin (voir p. 105) où l'étage comporte des alternances de sables et d'argiles, les premiers ont une épaisseur totale de plus de 50 m., contre moins de 35 m. pour l'argile. En continuant à se diriger vers le SW, les niveaux argileux s'amenuisent progressivement ; ils sont encore épais avant Auxerre, ainsi que le montre le forage de Chichery-la-Ville (2), mais au

(1) S. GILLET. Étude sur les Lamellibranches néocomiens. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., mém. n° 3, 1924.

(2) R. ABRARD. Contribution à l'étude hydrogéologique du Bassin de Paris. *Annales des Mines*, XI, p. 580 1937.

delà, en Puisaye, ils disparaissent presque complètement, se réduisant à deux lentilles qui s'amincissent vers la Loire.

En schématisant un peu, on constate que la masse argileuse supérieure aux Sables verts, qui dans l'Aube (où elle empiète à la base sur ces sables) comprend le Gault et le Cénomanien inférieur (marnes de Brienne, équivalent du Vraconnien), ne subsiste à l'état d'argile en Puisaye qu'à la base et au sommet, la partie moyenne étant remplacée par une puissante masse sableuse. Cette formation détritique qui se poursuit dans le Berry suit la bordure du Massif Central auquel ont été empruntés une grande partie de ses éléments, et ceci est confirmé par le fait que la zone de passage des faciès argileux aux faciès arénacés se situe entre Seine et Armançon d'une part, et Auxerre d'autre part, c'est-à-dire qu'elle commence à se manifester à la hauteur de l'extrémité orientale du Morvan.

Le Cénomanien conserve son faciès crayeux dans l'E de la Puisaye, mais vers l'W, cette craie se charge peu à peu en glauconie à mesure que l'on se rapproche des formations tout à fait littorales de la région de Vierzon.

ALBIEN. — Cet étage comprend en Puisaye trois termes qui sont de bas en haut les Sables verts passant aux Sables et grès ferrugineux, les argiles de Myennes, et les Sables de la Puisaye.

Les *Sables verts*, glauconieux et souvent assez fins, sont parfois réduits à une couche peu épaisse ; on y trouve par places *Douvilleiceras mamillare*. Ce niveau est beaucoup mieux caractérisé dans la Nièvre, où les Sables verts, grossiers, sont en certains points agglutinés en grès verts très fossilifères (1) qui ont notamment fourni *Douvilleiceras mamillare*, *Hoplites Deluci*, *Placenticeras Ebrayi*, *Trochus nivernensis*, *Tornatella cosnensis*, *Avellana lacryma*, *Inoceramus Salomonis*. Dans une grande partie de la Puisaye, on ne trouve pas de sables glauconieux, et à la place qu'ils occupent normalement, on rencontre des sables et des grès ferrugineux à grain grossier qui paraissent appartenir au même horizon ; sur la rive gauche de la Loire on y a recueilli *Parahoplites Milleti* et *Hoplites tardefurcatus* qui dénotent de l'Albien inférieur.

Ce niveau de sables albiens s'est étendu assez loin vers le Morvan, mais moins toutefois que les Sables de la Puisaye dont ils sont séparés par une assise argileuse.

Les *Argiles de Myennes*, noirâtres ou d'un gris bleuâtre, fines et micacées, où de Grossouvre a signalé *Douvilleiceras mamillare*, atteignent 30 m. d'épaisseur au bord de la Loire où elles ont été exploitées pour tuilerie et poterie. Elles reposent sur les sables et grès verts précédents, se trouvant ainsi en même situation que les argiles du Gault de la Champagne. Elles diminuent d'épaisseur vers le NE, et on peut admettre qu'elles se relient à ces dernières par l'intermédiaire de la couche argileuse, souvent peu épaisse qui s'observe immédiatement au-dessous des Sables de la Puisaye et surmonte soit les Sables verts, soit les sables et grès ferrugineux.

Les Sables de la Puisaye constituent une puissante assise qui, déjà épaisse de 40 m. à Seignelay, atteint 150 m. à Saint-Fargeau pour diminuer d'épaisseur vers le SW et n'avoir plus que 40 m. à Neuvy-sur-Loire ; ils continuent à perdre de la puissance sur la rive gauche de la Loire ; ils s'amenuisent également vers le S. Ils sont ordinairement fins, grisâtres ou jaunes, plus ou moins ferrugineux, avec veinules rubéfiées. Par places, ils sont plus grossiers et peuvent se charger en grains de quartz amygdalaires. Ils peuvent

(1) P. DE LORIOU. Études sur la faune des couches du Gault de Cosne (Nièvre) *Mém. Soc. Pal. Suisse*, IX, 1882.

être agglutinés par un ciment ferrugineux et transformés en un grès dur exploité pour moellons.

Stratigraphiquement il semble admis (1) que cette masse sableuse résulte de la dilatation des sables et grès de Frécambault, mais on peut aussi bien estimer que par disparition progressive de l'argile intermédiaire à *Hoplites interruptus* (= *H. dentatus*), il y a fusion avec les sables à *Hoplites Beudanti*. Dès lors, l'argile des Drillons à *D. mamillare* correspond à l'argile de Myennes, les sables gagnant encore en épaisseur par le fait que le niveau argileux supérieur à *H. interruptus* passe vers la Puisaye à un faciès arénacé (voir fig. 16).

La grande épaisseur des Sables de la Puisaye a pu faire penser qu'en certains points, tout au moins, il s'agissait de formations dunaires mais aucune observation précise ne permet d'étayer cette opinion, et il paraît bien que l'assise est entièrement marine, les lentilles argileuses, parfois fort amincies, mais très étendues confirmant cette manière de voir. On peut d'ailleurs douter que ces intercalations argileuses soient rigoureusement synchroniques de l'Armançon à la Loire, et il est probable qu'elles se relaient à des niveaux qui peuvent varier suivant les points.

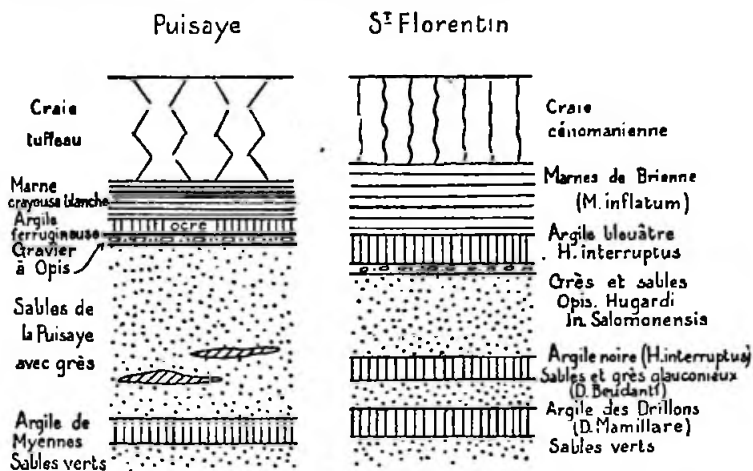


Fig. 16. — Coupes schématiques comparatives de l'Albien et du Cénomanien à Saint-Florentin et en Puisaye.

Le gravier fossilifère qui à Saint-Florentin se trouve sous l'argile supérieure à *Hoplites interruptus* et *H. splendens*, peut être suivi de Seignelay aux environs de Toucy où il disparaît ; il se trouve tout à fait au sommet des Sables de la Puisaye et contient à l'état de moules phosphatés *Hoplites Renauzianus*, *Opis glareosa* (= *O. Hugardi*), *Inoceramus sulcatus*. Cette faune, ainsi que la position du gravier à Saint-Florentin sous des argiles à *Hoplites*, elles-mêmes inférieures à des marnes à *Mortoniceras inflatum*, montre bien que les Sables de la Puisaye sont inférieurs à ces dernières, et n'en constituent pas l'équivalent latéral, ainsi que, comme l'a rappelé Ch. Jacob (2), l'ont admis quelques auteurs.

Des lambeaux, presque toujours extrêmement réduits de grès ferrugineux, s'observent directement sur les terrains jurassiques en avant du Morvan,

(1) J. LAMBERT. Étude comparative sur la répartition des Échinides crétacés dans l'Yonne et dans l'Est du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, XLVIII, p. 3-88, 1894.

(2) CH. JACOB. Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. 1907, voir p. 271.

notamment sur le Rauracien et le Bathonien sur les plateaux entre Cure et Serein ; M<sup>l</sup><sup>le</sup> S. Gillet signale qu'aux environs de Vermenton ils renferment *Trigonia aliformis* et les rapproche des grès et sables de la Puisaye.

**CÉNOMANIEN.** — Les marnes de Brienne à *Mortoniceras inflatum* et *Ostrea vesiculosa* de la Champagne se poursuivent à travers l'Yonne où ces fossiles ont été trouvés en quelques points, jusque dans la région de Toucy, ne dépassant guère vers le SW les limites atteintes par le gravier à *Opis* de l'Albien supérieur. Localement, aux environs de Toucy, on observe à la base de la formation un lit de fer hydroxydé concrétionné qui supporte une couche d'ocre qui a été activement exploitée, et que surmonte une argile glauconieuse et ferrugineuse. Dans la vallée du Tholon, les marnes de Brienne renferment des intercalations d'un grès un peu glauconieux, tendre et peu dense.

Ce Cénomanién inférieur disparaît vers l'W, à moins qu'il n'en faille voir un équivalent latéral dans l'extrême base des marnes argileuses très glauconieuses qui appartiennent à un niveau supérieur et sont un peu plus épaisses dans la Nièvre où elles surmontent directement les Sables de la Puisaye, que dans la partie de l'Yonne où on les trouve au-dessus des marnes de Brienne. Ce niveau glauconieux que caractérise *Pecten (Chlamys) asper* représente la partie inférieure des couches correspondant à la craie de Rouen, et il passe progressivement vers le haut à une craie glauconieuse et un peu marneuse ; celle-ci, entre Briennon-sur-Armançon et Toucy perd vers le haut sa glauconie et son argile pour donner une sorte de tuffeau exploité pour moellons et pierres de taille et renfermant souvent des silex épars. Au delà de Toucy, vers la Loire, la craie glauconieuse supporte une craie blanche qui peut se charger en silice et se transformer en une sorte de gaize. Dans le Nord de la Puisaye on trouve à ce niveau des marnes à silex souvent exploitées.

L'ensemble précédent, épais en moyenne de 25 m., équivaut aux deux zones supérieures du Cénomanién ; mais elles ne peuvent y être distinguées, ou tout au moins on n'a pu le faire jusqu'à présent. On y rencontre comme Ammonites *Hoplites falcatus*, *Acanthoceras Mantelli*, *A. rotomagense*, *Turrilites costatus*, *Schloenbachia varians* ; on trouve aussi *Exogyra columba*, *Inoceramus cuneiformis*, et, surtout vers le haut, *Holaster subglobosus*.

**TURONIEN.** — La craie marneuse turonienne ou *Craie de Joigny* présente sur la rive gauche de l'Yonne les mêmes divisions que dans le Pays d'Othe (1), mais elle y est déjà moins épaisse (120 m. contre 170 m.). A la base, la craie est assez dure avec nodules calcaires ; *Inoceramus labiatus* y abonde et l'on y trouve aussi *Prionotropis Woolgari*. Puis vient une craie tendre, massive, en bancs épais, qui séparent des lits minces de marnes feuilletées verdâtres ; on y rencontre *Echinoconus subrotundus*, et plus haut, *Holaster icaunensis*. La partie supérieure de l'étage est, à l'inverse de la précédente, une craie à silex, renfermant *Pachydiscus peramplus*, *Acanthoceras Deverianum*, *Terebratulina gracilis*, *Micraster breviporus*, *Holaster planus*.

Vers l'W, la craie turonienne, qui est partout exploitée comme marne, est recouverte d'un manteau d'argile à silex, de sorte que bien que constituant le sous-sol d'une région étendue, elle n'apparaît que sur les flancs des vallées (Ouanne, Loing, etc.) ; elle atteint la Loire au N de Neuvy, sa limite entre le fleuve et le Loing étant à peu près marquée par une ligne allant de cette localité à Saint-Privé ; les fossiles sont peu nombreux dans ce secteur où on a signalé *Discoidea infera* et *Echinoconus subrotundus*.

#### Crétacé supérieur

Le Crétacé supérieur des confins de la Puisaye et du Gâtinais constitue la terminaison vers le S et le SW de celui du Sénonais, étudié

(1) C. ROUYER. Le Pays d'Othe (Tectonique d'ensemble, Craie turonienne, Cail-loutis à silex). B. S. G. F. (5), VII, p. 35-51, 1927.



dans le chapitre précédent (p. 110). Seules se montrent dans quelques vallées (Ouanne, Loing, etc.) ses assises inférieures caractérisées par *Micraster cor testudinarium* (= *M. decipiens*) qui font suite en continuité de sédimentation au Turonien, et supportent soit l'argile à silex, soit des formations attribuées au Sparnacien.

La disposition d'ensemble des assises crétacées en Puisaye détermine dans leur partie moyenne deux niveaux aquifères importants et constants, l'un au-dessus des argiles de Myennes, à la base du massif perméable des Sables de la Puisaye, l'autre au-dessus des marnes de Brienne, à la partie inférieure de la craie cénomaniennne fissurée.

La nappe qui correspond à celle des Sables verts albiens, et qui est maintenue sous pression par les argiles de Myennes est rendue fort irrégulière par l'épaisseur généralement faible des sables qui semblent assez près de leur limite d'extension. Quant au Turonien et au Crétacé supérieur, les débits importants ne peuvent y être fournis que par des circulations dans les diaclases.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Dans la région comprise entre l'Yonne et la Loire on trouve deux groupes bien différents de formations post-secondaires ; le premier est constitué essentiellement par des dépôts résiduaux, résultant de la décalcification et de la destruction d'assises jurassiques et crétacées couvrant des surfaces très étendues dans le Nivernais et la Puisaye ; il est fort difficile de les dater, et leur formation qui a même pu commencer dès l'émersion, se continue actuellement ; il faut en rapprocher des faciès argileux et détritiques assez variés attribués, d'ailleurs, sans aucun argument décisif au Sparnacien, et qui sont dus au remaniement par les eaux continentales, fluviales ou de ruissellement, des éléments précédents.

Le deuxième groupe comprend des lambeaux, souvent très exigus, qui sont en général datés : sidérolithique, lambeaux lacustres éocènes de Saint-Martin-sur-Ouanne et des environs de Cosne, lambeaux de Calcaire du Berry et de Calcaire à Phryganes.

#### *Formations résiduaux et dépôts subordonnés*

La plus grande confusion règne dans la définition et l'interprétation des terrains résiduaux et superficiels, qu'il s'agisse de ceux notés  $e_v$ ,  $e_{iv}$ , M, sur les feuilles géologiques au 80.000<sup>e</sup> de Troyes, Auxerre, Clamecy, reposant en général sur le Crétacé et exceptionnellement sur le Jurassique, ou de ceux marqués  $p$  sur les feuilles de Clamecy, de Nevers, de Saint-Pierre-le-Moutier, recouvrant presque toujours le Jurassique et pouvant incidemment déborder sur le Crétacé moyen. (1)

On a pendant longtemps considéré que les derniers étaient, dans leur ensemble, plus récents que le complexe des premiers, et ils ont été attribués au Pliocène supérieur, sans qu'il soit possible d'en connaître le pourquoi ; il semble cependant qu'en se trompant sur l'origine des

(1) Notation modifiée sur les nouvelles éditions et les réimpressions.

cailloutis, regardés à tort comme fluviatiles, et en tenant compte des cotes élevées auxquelles on les rencontre, il a été admis qu'il ne pouvait s'agir que de Tertiaire tout à fait supérieur.

En les examinant sous leur véritable jour de formations résiduaire, et en tenant compte de ce que les régions où on les trouve paraissent avoir été recouvertes par les mers du Crétacé moyen et supérieur, on peut être conduit à penser que l'attaque par les agents atmosphériques, des terrains jurassiques, n'ayant pu avoir lieu avant le débâlement du Crétacé, ils sont effectivement plus récents que les dépôts résiduaire sur Craie, ou tout au moins qu'ils n'ont pu commencer à se former qu'après ceux-ci. Il apparaît cependant que l'attaque des assises jurassiques a pu se produire beaucoup plus tôt, par exemple pendant l'émergence du Portlandien au Crétacé moyen, être interrompue sous la protection des sédiments crayeux, puis reprendre dès la destruction de ces derniers, et se continuer jusqu'à maintenant. Il nous semble donc rationnel d'étudier d'abord ces formations sur les régions jurassiques.

*Terrains résiduaire et superficiels sur le Jurassique.* — Les plateaux jurassiques du Nivernais sont, sur de très vastes superficies, recouverts par des sables, des limons jaunâtres veinés de blanc, des argiles avec ou sans silex, avec quelquefois des minerais de fer à leur base, des argiles rubigineuses à grandes chailles oxfordiennes ou calloviennes fossilifères ; des couches caillouteuses et des cailloutis proprement dits, essentiellement formés d'éléments siliceux jurassiques, silex, chailles, fossiles silicifiés, s'observent fréquemment principalement au voisinage du Callovien, surtout vers la partie inférieure de la formation, dont l'épaisseur totale varie de 1 à 20 mètres.

Ces terrains supportent les forêts de la Nièvre sédimentaire, notamment celles des environs d'Entrains, Clamecy, Donzy, la Charité, Prémercy, Guérigny, Saint-Benin-des-Bois, Montigny-aux-Amognes.

L'attribution ancienne au Pliocène supérieur, de ces dépôts, ne peut être maintenue, et il semble que l'on doit se ranger à l'avis de A. Panthier (1) qui y voit des terrains résiduaire, provenant de la destruction sur place des terrains secondaires, à toutes les époques depuis leur formation jusqu'à aujourd'hui, avec parfois légers déplacements locaux. Il distingue parmi eux :

1° Les chailles et silex, résidus provenant du Bathonien, du Callovien, du Rauracien, du Séquanien, du Cénomaniens, du Turonien et du Sénonien ;

2° Les limons, fournis surtout par les calcaires du Sinémurien, les marnes du Toarcien, et les calcaires du Cénomaniens ;

3° Les sables supérieurs à la cote 230, les uns calcaires et résultant principalement des coulées et résidus de l'Argovien à *Perisphinctes variocostatus*, les autres avec éléments quartzeux, s'observant dans le voisinage de la Puisaye, et provenant de l'Albien ;

4° Les minerais de fer plus ou moins oolithiques, attribués à la destruction et à l'altération plus ou moins ancienne de terrains secondaires allant du Trias au Séquanien.

(1) A. PANTHIER. A propos des terrains superficiels du Nivernais. *C. R. som. S. G. F.*, p. 69-71, 1932. — Les terrains résiduels dans le Nivernais. *Ibid.*, p. 81-83, 1932.

Une mention spéciale est due, en raison des divergences d'opinion auxquelles ils ont donné lieu, aux sables du Mont Givre au S de Pougues, qui s'observent à la cote 278. Il s'agit de sables quartzeux très fins occupant les dépressions du calcaire jurassique, associés à des argiles plus ou moins bariolées avec grains d'oxyde de fer, supportant un gros sable granitique ; le général de Lamothe a considéré les sables comme les restes d'une terrasse élevée de la Loire ; pour M<sup>lle</sup> A. Hure (1) les sables fins sont sparnaciens, ainsi d'ailleurs que les sables granitiques et les chailles qui les surmontent (opinion combattue par P. Jodot (2) qui cependant se refuse à discuter de leur origine) ; A. Panthier (3) les considère comme résultant de la « fusion » sur place de l'Argovien et, pour lui, la surface actuelle du Mont Givre qui repose sur le Callovien à *Stepheoceras coronatum*, n'a aucun rapport avec une surface sparnacienne de pénéplanation vue par M<sup>lle</sup> A. Hure ; A. Vatan (4) estime qu'il ne s'agit ni de Sparnacien, ni de terrains résiduels, et d'après leur analyse pétrographique, il admet qu'ils représentent un

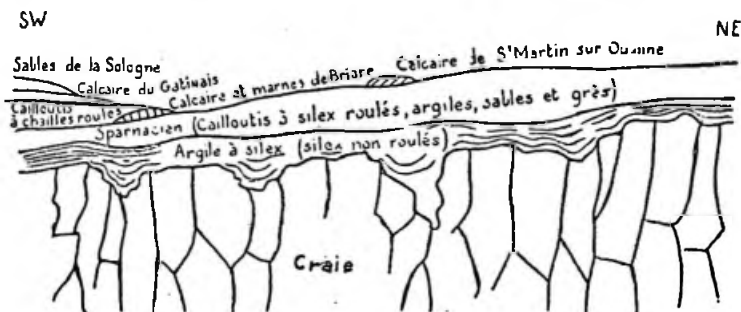


Fig. 17. — Schéma des formations post-crétacées en Puisaye.

lambeau d'alluvions élevées, revenant ainsi à l'opinion du général de Lamothe ; mais plus tard (5), découvrant en des éléments volcaniques tertiaires une origine ligérienne à ces sables, il pense en raison de leur similitude avec ceux de Gravières à Pougues et de la Brosse, d'altitudes relatives de 40 et 60 m., que leurs éléments ont pu être empruntés à des terrasses de ces niveaux et portés par le vent à l'altitude à laquelle on les trouve ; entre temps, A. Panthier (6) ne paraissant guère convaincu par les arguments de A. Vatan, avait en quelque sorte répondu par avance à cette dernière hypothèse en considérant comme possible un mélange d'éléments alluviaux basaltiques et de sables

(1) A. HURE. La possibilité d'un raccordement d'un Éocène nivernais avec un Éocène sénonais. *C. R. som. S. G. F.*, p. 18-19, 1932.

(2) P. JODOT. Observations sur la « possibilité d'un raccordement d'un Éocène nivernais avec un Éocène sénonais ». *Ibid.*, p. 55-56, 1932.

(3) *Loc. cit.*

(4) A. VATAN. Étude pétrographique des sables du Mont Givre (Nièvre). *C. R. som. S. G. F.*, p. 115-117, 1934.

(5) *Id.* Sur la présence d'éléments volcaniques tertiaires dans les sables du Mont Givre (Nièvre). *Ibid.*, p. 187-189, 1935.

(6) A. PANTHIER. Les sables nivernais. *Ibid.*, p. 147-148, 1934.

résiduels, et déclarait qu'il lui paraissait inutile de faire passer la Loire au Mont Givre « pour qu'elle puisse déposer des sables sous des chailles non roulées », indiquant que non seulement il maintenait sa liste de niveaux secondaires producteurs de sables, mais qu'il se proposait même de l'allonger.

*Terrains résiduaires et superficiels sur le Crétacé.* — Ces formations qui comprennent des argiles, des minerais de fer, des argiles à silex, des sables, des poudingues, des cailloutis de silex, à éléments tantôt non roulés, tantôt roulés, parfois brisés, dont certaines sont stratifiées, alors que d'autres ne le sont pas, occupent de très grandes surfaces sur les plateaux de la Puisaye où elles recouvrent d'un manteau pouvant atteindre une vingtaine de mètres d'épaisseur les assises crétacées, et principalement le Turonien et le Sénonien inférieur, qui de ce fait n'apparaissent à l'affleurement que dans les vallées. Elles ont été diversement interprétées, la difficulté de leur étude étant encore augmentée par le fait que sur les différentes cartes géologiques les notations  $e_v$ ,  $e_{iv}$ , M qui les désignent ne sont pas toujours appliquées à des dépôts de même nature (1).

On peut dans l'ordre de superposition distinguer de bas en haut : 1° l'argile à silex proprement dite ; 2° les argiles, sables et silex roulés attribués au Sparnacien ; 3° l'argile superficielle à silex et le limon à silex.

1° *L'argile à silex proprement dite*, ou argile à silex vraie de C. Rouyer résulte de l'altération et de la décalcification de la craie, destruction qui se fait sur place, et donne une formation qui remplit les cavités et inégalités de la roche, et qui peut être entraînée sur les pentes des vallons. Les silex sont presque entiers, non roulés ; on passe à des conglomérats constitués par des silex entassés, réunis par une argile maigre. Aucune stratification ne peut être observée dans ce dépôt, qui a pu commencer à se former dès l'émersion qui a suivi le Campanien, et qui peut, de nos jours, continuer à s'accroître *per descensum*, là où il n'est pas recouvert par des sédiments plus récents.

2° Les *argiles, poudingues et conglomérats*, caractérisés par des silex roulés, ainsi que les sables et grès, pouvant remplir des poches de 30 m. de profondeur, constituent un complexe stratifié, aux multiples changements de faciès. Ils ravinent soit la craie, quand ils la surmontent directement, soit l'argile à silex vraie. Entre Cosne et Saint-Fargeau prédomine un poudingue à très gros éléments fortement roulés, empruntés pour la plupart à la craie sénonienne, empâtés dans une argile blanche ou rouge ; on y trouve de nombreux Échinides, *Ananchytes*, *Micraster*, siliceux, également très roulés. Il est admis que ces poudingues passent à ceux de Nemours en suivant la vallée du Loing. De Bouhy à la Loire ces dépôts débordent sur le Jurassique.

Les argiles qui sont blanches, grises ou roses ont été exploitées pour tuilerie lorsqu'elles étaient assez pures. Elles renferment ainsi que les sables, surtout vers leur base, des rognons d'hydroxyde de fer qui ont

(1) P. LEMOINE. Sur quelques points de la géologie des terrains superficiels de la région entre Cosne et Clamecy. *C. R. som. S. G. F.*, p. 88-90, 1912.

été exploités en de très nombreux points et dont les scories amoncelées sont désignées sous le nom de *ferriers* ; on y a largement puisé pour l'empierrement des routes.

Des lits de silex anguleux, libres ou cimentés de même manière que les poudingues, se rencontrent quelquefois au milieu des sables. Latéralement aux puissantes masses de poudingues les sables contiennent de gros silex roulés à patine noire et l'on passe ainsi d'un faciès à l'autre.

L'ensemble des formations précédentes est attribué au Sparnacien, les principales raisons invoquées étant la similitude des sables, grès et argiles avec ceux du Sénonais rapportés à ce sous-étage, et le passage vers le N des poudingues de la Puisaye à celui de Nemours.

Cependant, cette manière de voir paraît très sujette à caution ; l'âge sparnacien du poudingue de Nemours, bien qu'admis par tous, nous paraît loin d'être évident, puisqu'il repose sur la Craie ou sur une argile à silex qui peut être maestrichtienne, danienne ou montienne, et que la plus ancienne couche datée qui le surmonte est un calcaire lacustre bartonien supérieur ou sannoisien. Dans le SE de l'Orléanais, le poudingue de la Puisaye et les formations subordonnées se placent stratigraphiquement sous le calcaire de Briare admis par G. Denizot comme équivalent du Calcaire de Champigny. Le poudingue en question se situe donc entre le Danien et le Bartonien supérieur. D'autre part, il est très possible que sa puissante masse, qui s'amenuise vers le N, pour s'abaisser à 12 ou 15 m. autour de Nemours, ne soit pas partout du même âge. Il ne serait pas surprenant qu'un jour il soit démontré que l'ensemble des formations rapportées au Sparnacien dans le SSE du Bassin de Paris s'échelonne en réalité sur plusieurs étages, comme par exemple le Sidérolithique ; il faudrait pour cela découvrir des passages latéraux à des assises fossilifères.

3<sup>o</sup> L'*argile superficielle à silex* et le *limon à silex* recouvrent les argiles, sables et poudingues attribués au Sparnacien ; ils s'observent sur les plateaux élevés de la Puisaye et du Gâtinais, et aussi en Champagne sur ceux de la forêt d'Othe où ils ont été étudiés par C. Rouyer (1). Les silex, souvent brisés, quelquefois cimentés par un enduit ferrugineux, associés à des grains d'hydroxyde de fer, forment à la partie inférieure une couche à peu près continue ; d'après C. Rouyer, ils ont été arrachés aux pointements crayeux ayant subsisté entre les dépressions où se sont accumulés les argiles, sables et poudingues du début de l'Éocène ; ils forment parfois des amas de *cailloutis à silex*, avec gros éléments très peu roulés, les petits étant plus fortement usés.

Les silex sont aussi disséminés dans la partie inférieure de l'argile, se raréfient vers le haut et disparaissent, de sorte que l'argile peut être exploitée pour briques et tuiles. Il y a fréquemment passage à des limons à silex, plus ou moins sableux.

Les formations superficielles précédentes ravinent à peine le

(1) *Loc. cit.*

complexe considéré comme sparnacien ; elles ont dû commencer à se former vers le Miocène supérieur, et leur dépôt, dans lequel les eaux de ruissellement paraissent avoir joué un rôle considérable, s'est poursuivi jusqu'à la pénéplanation complète de la région, qui devait être terminée au Pliocène supérieur. Elles subissent encore des remaniements et peuvent, comme l'argile à silex proprement dite, être entraînées sur les pentes.

Dans le S du Nivernais, surmontant le Trias, le Jurassique ou le calcaire à Phryganes, des argiles et graviers, rapportés au Pliocène, recouvrent presque tous les plateaux et occupent, notamment entre la Loire et l'Allier, des superficies considérables. Ils paraissent différents, quant à leur constitution et à leur origine, des deux catégories de terrains superficiels, sur Jurassique et sur Craie, qui viennent d'être étudiés. Ils forment la « terre boulaïse » et comprennent des bancs de graviers, qui en forment la base, et des argiles surtout développées à la partie supérieure.

Au N de la Loire, à l'E du horst de Decize, on trouve une argile fine, jaune et blanche avec grains de minerais de fer et quelquefois petits silex blonds ; il devient alors difficile de la séparer de l'argile à chailles qui est une formation résiduaire.

#### *Sidérolithique et Calcaires lacustres*

Des formations tertiaires beaucoup mieux datées que les précédentes sont conservées en lambeaux le plus souvent peu étendus, à la surface des terrains secondaires, ou bien, comme le Calcaire à Phryganes, constituent une assise continue, mais n'apparaissant que dans les vallées, étant presque entièrement recouvertes par les argiles et graviers des plateaux.

Le *Sidérolithique*, si développé sur la rive gauche de la Loire, en bordure du Massif Central, n'est représenté dans le Nivernais que par des lambeaux très exigus entre la Loire et le horst de Decize.

On lui attribue l'argilolithe très dure du Bois de la Vesvre au N d'Imphy et la brèche ferrugineuse du Bois Boulâtre à l'E. Il affleure un peu plus largement entre Sardolles et Limon. Il surmonte presque toujours le Bathonien supérieur ou le Callovien et il est recouvert par une argile à chailles, résultant de l'altération du Callovien, qui a donc subi un léger déplacement.

Des poches de minerai de fer, dans les calcaires bathoniens, ont été autrefois exploitées et dépendent du *Sidérolithique*, qui atteint une épaisseur de 15 à 20 m. L'ensemble de la formation, qui ne peut être datée avec précision, semble pouvoir être rapporté au Bartonien-Sannoisien.

Les Calcaires lacustres, fossilifères en divers points, s'échelonnent du Lutétien à l'Aquitainien.

LUTÉTIEN. — Représenté par le petit lambeau de calcaire lacustre de Saint-Martin-sur-Ouanne (1), qui ne s'étend que sur quelques centaines de

(1) P. JODOT. A propos du calcaire lacustre de Saint-Martin-sur-Ouanne (Yonne). A. F. A. S., Congrès de Nîmes, p. 330-335, 1912.

mètres et renferme *Planorbis pseudoammonius* var. *angigra* (1), *Limnaea Bervillei*, *Stalioa Deschiensi*. Il surmonte des couches rapportées au Sparnacien qui sont, de haut en bas, des sables quartzeux, des grès ferrugineux, des grès lustrés, ces derniers directement superposés au Turonien.

Ce calcaire lacustre se relie aux formations analogues de la région de Nogent-sur-Seine et de Provins par les débris meuliers lutétiens du Sénonais (2) à *Vivipara novigentiensis*, *Stalioa Deschiensi*, *Limnaea Bervillei*, *Planorbis*

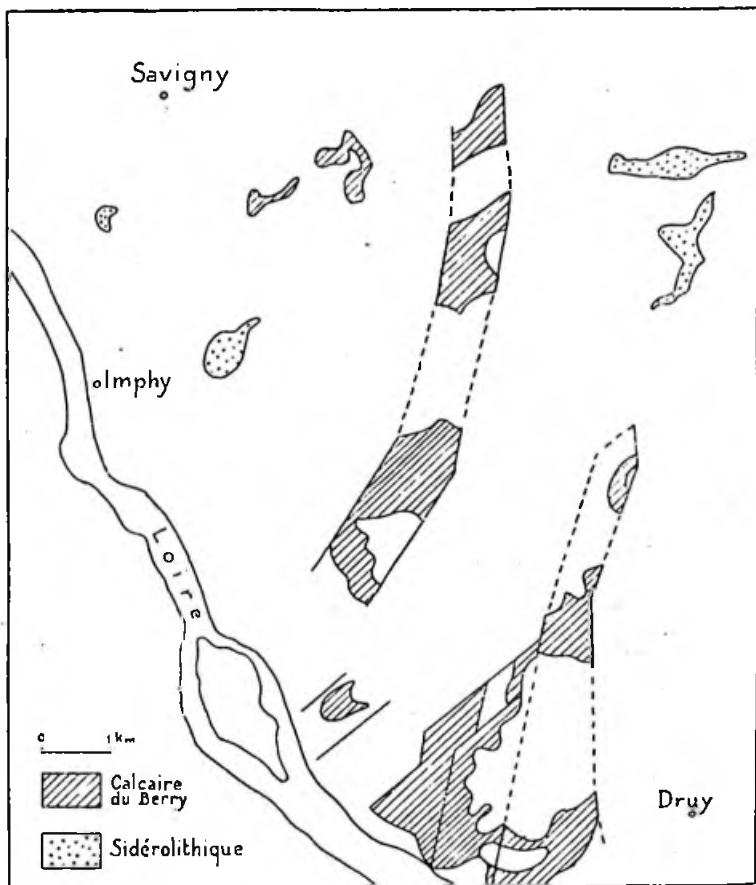


Fig. 18. — Les lambeaux de Sidérolithique et de calcaire du Berry du S du Nivernais et leurs relations avec les failles (d'après la carte géologique au 80.000<sup>e</sup>).

*pseudoammonius*, *P. Chertieri*. Il devait y avoir une série de lacs, s'étendant loin dans l'Yonne et se rattachant par des déversoirs au grand lac lutétien du Nord.

(1) *P. pseudoammonius* var. *pseudorotundatus* pour G. Denizot, à qui est due la citation de *Stalioa Deschiensi*.

(2) M<sup>lle</sup> A. HURE. Sur le calcaire lutétien dans l'Yonne. *C. R. Ac. Sc.*, t. 171, p. 1068-1069, 1920.

D'après G. Denizot, il faut rapporter au Lutétien le bassin lacustre indiqué par P. Jodot comme reposant sur le Cénomaniens, en bordure de la Loire, au S de Cosne, entre Port-Aubry et les Sajots ; on n'y a rencontré que des fossiles mal conservés.

**BARTONIEN.** — Un calcaire lacustre découvert par P. Lemoine surmonte directement le Portlandien, au S de Cosne, sur le plateau en bordure de la Nohain (1) ; il est fossilifère en plusieurs points (Fontaine Morin, Maison-Rouge, Mont Chevreau, etc.) où il renferme *Limnaea longiscata*, *L. pyramidalis*, *Planorbis goniobasis*, espèces du Calcaire de Saint-Ouen.

Un niveau plus élevé dans le Bartonien, correspondant à la partie supérieure de l'étage ou Wemmélien (= Ludien), est donné par le Calcaire du Berry, dont on trouve quelques affleurements dans le S du Nivernais, souvent conservés dans des compartiments affaissés entre des failles ; il s'observe dans la région comprise entre le horst de Decize et l'Allier, ainsi qu'à l'E de Nevers et dans la vallée de la Nièvre, à l'amont de Saint-Aubin. La formation est tantôt à l'état de calcaire dur, blanc, vermiculé, mal stratifié et massif, tantôt, mais plus rarement à l'état de marnes. En quelques points on rencontre des moules de *Bithinia*, *Limnaea* et *Planorbis*. Il repose sur divers termes du Jurassique.

**AQUITANIEN.** — Les formations aquitaniennes, lacustres et peut-être jusqu'à un certain point lagunaires, que l'on trouve dans le S du Nivernais, y représentent, comme mode de gisement, et comme origine, une manière d'être tout à fait différente de celle des calcaires lacustres lutétiens et bartoniens. En effet, alors que ceux-ci ne sont conservés qu'en lambeaux très réduits et dépendent du Bassin de Paris, le calcaire à Phryganes aquitaniens est une formation continue, épaisse de plus de 60 m., qui fait partie du bassin de la Limagne, dont il constitue la terminaison septentrionale laquelle déborde sur le S du Bassin de Paris, y amenant les faciès du Massif Central.

Le Calcaire à Phryganes (2) ou Calcaire à industries est un faciès constituant des massifs à contours irréguliers dus à l'agglomération de milliers de tubes de Phryganes, plutôt que des bancs continus. D'après J. Giraud, il existe deux niveaux de ce calcaire, l'un Chattien (Stampien supérieur pour cet auteur), l'autre Aquitaniens. Au premier correspondent les couches à *Helix Ramondi* et *Limnaea pachygaster*, les tubes de Phryganes y étant construits avec *Paludina (Amnicola) arvernensis* ; au second, les assises dans lesquelles on ne trouve plus que quelques rares *H. Ramondi*, cette espèce y étant remplacée par *H. arvernensis*, et les tubes de Phryganes y étant édifiés avec une *Valvata* voisine de *V. circinata*.

C'est au niveau supérieur aquitaniens qu'appartient le calcaire à Phryganes du Nivernais ; les tubes des larves de ces Insectes Trichoptères (3) sont fréquents en certains points, notamment à Saint-Germain-Chassenay dans la vallée de l'Abron. La formation se présente très souvent sous forme de puissants bancs calcaires alternant avec des marnes vertes exploitées pour l'amendement des terres. A Brain, au SE de Decize, on a trouvé des restes de Mammifères de la faune de Saint-Gérand-le-Puy : *Cainotherium commune*, *Rhinoceros lemanensis*, *Anthracotheurium*.

Le calcaire à Phryganes, presque partout recouvert par les argiles et graviers des plateaux, n'affleure guère que dans les vallées (Indargo, Aron, Loire, Acolin, Abron, Dornette). Le maximum d'extension vers le N de cette assise caractéristique de la Limagne s'observe sur la rive droite de la Loire, à l'E du massif houiller, où elle s'avance jusqu'à Montigny-sur-Canne, au N de Cercy-la-Tour ; elle est encore épaisse dans ce secteur et à Verneuil un sondage l'a traversée sur 60 m. sans atteindre son substratum.

(1) P. JODOT. Sur la présence d'un bassin lacustre bartonien aux environs de Cosne (Nièvre). *C. R. som. S. G. F.*, p. 86-87, 1912.

(2) J. GIRAUD. Études géologiques sur la Limagne (Auvergne). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XIII, n° 87, 1902, voir p. 382-388.

(3) Ordre très voisin des Lépidoptères, mais dont les ailes sont recouvertes de poils au lieu d'écaillies.



Dans le Nivernais elle repose sur le Trias ou sur le Lias, mais dans le Massif Central elle peut recouvrir directement les terrains hercyniens.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les principaux dépôts quaternaires de la région comprise entre l'Armançon et la Loire sont les alluvions anciennes et modernes des cours d'eau et le limon des plateaux.

*Alluvions anciennes.* — Ces alluvions sont assez développées dans les vallées de l'Armançon, du Serein, de la Cure et de l'Yonne, où il semble que l'on peut distinguer trois terrasses, de 30-20 m., 15-10 m., et 5 m. environ, au-dessus de l'étage. Dans celles du Serein, de la Cure et de la Haute-Yonne, les éléments granitiques roulés sont prédominants, leur volume diminuant à mesure que l'on s'éloigne du Morvan, d'où ils proviennent ; ils sont mêlés à des galets calcaires qui deviennent de plus en plus nombreux vers l'aval, où se reconnaît le mieux la terrasse de 5 m. A Accolay, Vermenton, Cravant, les alluvions anciennes bien développées ont fourni *Elephas antiquus* et *E. primigenius*.

Dans la vallée de l'Yonne, à l'aval d'Auxerre, les éléments anciens sont encore nombreux, mais les galets de calcaires jurassiques dominent et, à partir de Gurgy, on y rencontre des silex crétacés. Les alluvions qui s'élèvent jusqu'à 40 m. au-dessus de la rivière sont caillouteuses à gros galets à la base, sablo-graveleuses à un niveau plus élevé, et argilo-sableuses au sommet. Vers le confluent de l'Yonne et du Serein, les bancs caillouteux sont souvent cimentés en un poudingue utilisé pour la construction.

Les alluvions de l'Armançon sont essentiellement formées de galets de calcaires jurassiques ; à Villiers-Vineux, la terrasse de 10-15 m. renferme de très nombreux débris de chailles.

En divers points, les alluvions de l'Armançon et de l'Yonne à l'aval d'Auxerre contiennent des molaires d'*Elephas primigenius* et des dents et ossements d'*Equus caballus* et de *Cervus elaphus*.

Dans la vallée du Mazou on a attribué aux alluvions anciennes un ensemble sablo-graveleux, avec silex provenant des formations résiduelles, qui s'étend entre le SE de Vieilmanay et l'W de Chasnay. La vallée de la Nièvre montre quelques placages de sables et graviers avec galets de calcaires et silex jurassiques ; ils s'observent au N de Dom pierre, au NW de Beaumont-la-Ferrière, où ils s'élèvent jusqu'à 22-24 m. au-dessus de la plaine alluviale moderne, au NW de Coulanges ; ces alluvions anciennes se développent assez largement sur la rive gauche de la rivière, vers son confluent avec la Loire, où on les trouve à Chaluzy, à 11 m. au-dessus de la plaine récente.

Les alluvions anciennes de la Loire ont été étudiées localement par le général de Lamothe (1) et dans leur ensemble par E. Chaput (2) et G. Denizot (3). Elles se composent de sables fins, à lits entrecroisés de

(1) GAL DE LAMOTHE. Sur la présence d'alluvions granitiques à de grandes hauteurs au-dessus du niveau actuel de la Loire et du Cher. *B. S. G. F.* (4), III, p. 36-39, 1903.

(2) E. CHAPUT. Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents, Lyon, 1917.

(3) G. DENIZOT. Les alluvions du Bassin de la Loire. *Bull. Soc. Géol. et Min. de Bretagne*, II, 4, p. 430-477, 1921.

sables plus grossiers et de graviers, avec bancs irréguliers de cailloutis ou « jars » et de limon argileux ou « jalle ». Le caractère ligérien leur est donné par des éléments de roches cristallines, granites et gneiss notamment, ces derniers en galets polis seulement sur une partie de leur surface, et par des roches volcaniques tertiaires, qui sont des trachytes gris amenés surtout par l'Allier et des basaltes violacés ou noirs. Près du confluent des deux cours d'eau, ces éléments originaires du Massif Central se trouvent en galets ; vers l'aval, leurs dimensions se réduisent. Ils permettent de ne pas confondre les alluvions de la Loire avec celles des petits cours d'eau qui en sont tributaires, dans lesquelles ils ne se rencontrent pas.

Les alluvions anciennes vont jusqu'à une coloration roux foncé, tandis que les alluvions récentes sont grises ou blondes. Ces dépôts alluviaux sont représentés sur la rive droite du fleuve par des placages assez étendus à l'E de Fourchambault, à l'W de Pougues, entre la Charité et Pouilly, entre Myennes et Cosne. Ils sont le plus souvent formés d'un sable quartzueux avec couches de cailloux où prédominent les débris de chailles calloviennes.

D'après G. Denizot, dont les terrasses ne concordent pas avec celles de E. Chaput sur lesquelles elles empiètent plus ou moins, on peut distinguer dans la région de Nevers quatre niveaux qui sont : le niveau supérieur, à 60 m. environ au-dessus de l'étiage ; le haut niveau, autour de 37 m. ; le niveau moyen, vers 33 m. ; le bas niveau à 12 m. à peu près.

Des vestiges du niveau supérieur se trouvent jusque vers la cote 230, entre le NW de Nevers et Coulanges ; ils sont également nets entre Cosne et Myennes. Le général de Lamothe a considéré comme un lambeau alluvial très élevé (111 m. au-dessus du niveau de la Loire) les sables granitiques du Mont Givre, opinion admise par E. Chaput, sous la réserve que l'on y rencontre des éléments ligériens, et qui a donné lieu par la suite à des discussions résumées plus haut (p. 145), la question ne paraissant pas résolue.

Le haut niveau, souvent difficile à séparer du niveau moyen, se trouve autour des cotes 203-205 dans la région à l'W de Pougues (1) sur une épaisseur de 5 m. Le niveau moyen est développé entre la Charité et Pouilly. Aucun fossile n'a été recueilli dans les alluvions anciennes de la Loire.

Des brèches à ossements qui semblent contemporaines des alluvions anciennes des hautes et moyennes terrasses ont été rencontrées en plusieurs points au bord des plateaux jurassiques de l'Avallonnais et de l'Auxois notamment à Genay.

*Alluvions modernes.* — Les plaines alluviales récentes, assez resserrées dans la traversée des régions jurassiques, prennent une grande largeur dans les régions d'argiles et de sables, faciles à déblayer, du Crétacé inférieur et moyen, dans les vallées de l'Armançon, de l'Armanche, du Serein et de l'Yonne. Dans l'Avallonnais, la Cure (qui ne

(1) Abbé DASSÉ. Les environs de Pougues. *Soc. niv. lettres, sc. et art.*, p. 33, 1914.

pénètre pas en pays crétacé), et les deux rivières précédentes, ont des alluvions modernes principalement formées de graviers et de sables provenant du Morvan ; un peu plus à l'aval, les alluvions deviennent argilo-sableuses, recouvertes de limon dans la zone liasique. Plus à l'aval, elles sont surtout formées de galets calcaires, avec quelques cailloux de granulite. Dans la partie jurassique de la vallée de l'Armançon, dont les alluvions sont presque uniquement composées de galets calcaires, leur épaisseur ne dépasse guère 5 m. En quelques points de la vallée de l'Yonne on trouve de la tourbe.

La Nièvre et les petits cours d'eau du Nivernais ont des alluvions sableuses et surtout limoneuses. Dans la vallée de la Loire, où la plaine alluviale est très peu développée sur la rive droite, on trouve presque exclusivement des sables caillouteux et graveleux.

*Limon des plateaux.* — Certains de ces limons datent peut-être du Pliocène, d'autres datent du dépôt des alluvions anciennes. Ils constituent des lambeaux ou des placages, le plus souvent très étendus, sur les plateaux jurassiques du Tonnerrois et de l'Avallonnais ; ils paraissent correspondre à une pénélaine de 120-140 m. au-dessus du fond actuel des vallées, mais peuvent s'élever beaucoup plus haut (428 m. au Mont Vigne). D'autres fois, on les trouve sur les pentes des coteaux (Cravant, Bazarnes, Trucy).

Dans le Tonnerrois, ces dépôts sont principalement des argiles rouges qui renferment parfois des grains de limonite résultant de l'altération des calcaires jurassiques sous-jacents ; les argiles à minerai de fer de Sambourg se rapportent à cette formation.

L'Avallonnais montre des dépôts limoneux un peu différents, comprenant des sables granitiques avec quartz bipyramidé, des argiles, et des bancs caillouteux à silex jurassiques et crétacés.

On appelle improprement *arènes* dans les régions jurassiques des dépôts formés de petits cailloux calcaires anguleux empruntés sur place et pris dans une argile jaunâtre ; ce sont des dépôts meubles sur les pentes, mais on les rencontre souvent au sommet des plateaux ; ils peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur et sont quelquefois cimentés par des eaux très chargées en calcaire, et transformés en poudingue assez cohérent. Dans la région d'affleurement du Lias moyen les pentes sont recouvertes de marnes argileuses qui souvent descendent jusque vers la base des coteaux.

## CHAPITRE IV

### LE BERRY

Les départements du Cher et de l'Indre correspondent à peu près exactement à l'ancienne province du Berry ; ils forment le S du Bassin de Paris et empiètent plus ou moins sur le Massif Central qui demeure hors des limites de la présente étude. Nous en retrancherons également l'extrémité SE de la Sologne, qu'entame légèrement le Cher au N et au NE de Vierzon et, à partir du Turonien, le Crétacé qui affleure entre le Cher et la Creuse ; la première dépend en effet de l'Orléanais et le second de la Touraine.

La région qui fait l'objet du présent chapitre est donc délimitée à l'E par le cours de la Loire et de l'Allier, au S par le bord septentrional du Massif Central (Permien de Bourbon-l'Archambault, granite et granulite, puis plus à l'W, terrains cristallophylliens de la Marche), au N par la Sologne, au NW par la ligne d'affleurement de la craie turonienne, à l'W par les confins du Poitou atteints un peu au delà de la Creuse. Elle comprend donc une petite partie du NW du département de l'Allier.

Depuis l'Auxois, à travers la Bourgogne et le Nivernais, nous avons suivi depuis le débouché du détroit Morvano-Vosgien, le bord N du Massif Central, en grande partie masqué par les terrains tertiaires dans le S de la Nièvre. Le Berry est, au point de vue géologique, la prolongation de cette bordure secondaire le long du massif hercynien, depuis la Loire et l'Allier, jusqu'au détroit poitevin. Il a été étudié par A. Vacher en ce qui concerne sa géographie (1).

Dans le Berry oriental s'observent les dernières avancées du régime faillé subméridien d'entre Morvan et Loire, marqué par les fractures du Sancerrois, la plus représentative d'entre elles étant la grande cassure qui de l'E de Sancerre s'étend jusqu'au SW de Lurcy-Lévy, délimitant un compartiment abaissé. Vers l'W, les accidents tectoniques deviennent rares et peu importants.

La bordure sédimentaire secondaire du massif ancien est formée de Trias et de Lias, s'amenuisant beaucoup vers l'W, de Jurassique moyen et d'une large bande de Jurassique supérieur. Le Crétacé inférieur, prolongement de celui de la Puisaye, ne s'étend pas très loin sur la rive gauche du Cher, certains niveaux ne dépassant d'ailleurs pas le Sancerrois. La craie sénonienne n'est pas conservée, tout au moins en surface entre la Loire et la Sologne, où elle a laissé des formations éluviales résultant de sa destruction et de sa décalcification, et constituées par des sables et argiles à silex.

Des dépôts tertiaires, lacustres ou continentaux, recouvrent sur des étendues souvent importantes le Jurassique ou le Crétacé. Dans le Cher, le calcaire lacustre du Berry est beaucoup plus développé que le Sidérolithique ; dans l'Indre, au contraire, les calcaires lacustres

(1) A. VACHER. *Le Berry*. 1908.

sont assez réduits, tandis que les argiles, sables et grès arkosiques, considérés comme sidérolithiques, occupent de vastes superficies ne laissant souvent apparaître leur substratum jurassique que dans les vallées. On a discuté des positions relatives des calcaires et des formations sidérolithiques ; il semble qu'il y ait souvent passage latéral très irrégulier des uns aux autres, et que des superpositions locales puissent être inversées un peu plus loin.

### TERRAINS TRIASIQUES

Les assises triasiques, déjà épaisses à Decize, se développent largement en bordure du Massif Central sur la rive gauche de l'Allier pour atteindre leur maximum de puissance, plus de 250 mètres, entre la faille de Sancerre et la vallée du Cher. Elles diminuent ensuite progressivement d'épaisseur, tout en étant encore bien représentées jusqu'à l'W de la Châtre, puis leur amenuisement s'accroît rapidement, elles disparaissent par places, le lambeau le plus occidental atteignant Chaillac, vers le débouché NE du détroit du Poitou, mais ne pénétrant pas dans ce dernier qui était certainement fermé au Trias.

Nous avons dit antérieurement (p. 118) que ce Trias de la bordure septentrionale du Massif Central ne se poursuivait pas bien loin sous sa couverture jurassique, et qu'il diminuait rapidement d'épaisseur et disparaissait vers le N. Il paraît s'être déposé dans une lagune assez étroite, digitation de celle de Lorraine.

Dans le NW du département de l'Allier et jusque vers la Châtre, la base du Trias est constituée par des grès argileux bariolés qui forment tout le sous-sol de la forêt de Tronçais et sont très développés entre Châteaumeillant et la Châtre. Ils se présentent comme une masse mal stratifiée de grès argileux et d'argiles sableuses, très chargées en galets et cailloux de quartz ; les teintes, souvent réparties en veines irrégulières sont vives, le rose étant dominant. Bien que se dégradant facilement sous l'action des intempéries, les grès sont utilisés pour la construction dans toute la région où ils affleurent et donnent un aspect caractéristique aux agglomérations.

Ces grès surmontent tantôt le Permien, dont il est alors difficile de les distinguer, tantôt le granite, le granulate ou le houiller (forêt de Tronçais), tantôt les gneiss et micaschistes de la Marche. Autour de Vitray (Allier), une brèche à cailloux anguleux à ciment siliceux, soudée au substratum micaschisteux, se trouve à la base des grès. Aux environs de la Châtre, on observe des bancs de quartz carié, avec fluorine et galène, qui passent latéralement à des poudingues et à des grès.

Dans la région de Saint-Plaisir et de Coulevre (Allier), on rencontre dans la masse des grès argileux des bancs continus de silex noir ou jaune.

La position qu'occupent les grès dans la série triasique est très difficile à préciser ; ils ont été longtemps considérés comme correspondant au grès vosgien et au grès bigarré du Trias inférieur, mais il semble qu'ils sont plutôt l'équivalent du Trias moyen, ainsi que l'a admis P. Lemoine (1) ; il faut toutefois noter que, dans cette hypothèse, il y

(1) P. LEMOINE. Bassin de Paris, p. 51.

aurait une lacune entre eux et les grès permien sur lesquels ils paraissent en concordance en un certain nombre de points. Cette assise s'amenuise assez brusquement vers l'W à 5 ou 6 km. au delà de la Châtre et s'atrophie avant Cluis.

Le Trias supérieur est représenté par des marnes rouges et vertes ou marnes irisées qui dans l'Allier montrent quelques bancs de grès micacés, et des bancs de gypse réguliers, séparés par des marnes grises, exploitées à Grandvaux, près de Lurcy-Lévy, dans les mêmes conditions qu'à Decize. Vers l'W, dans la vallée du Cher, au-dessus de grès et d'arkoses pouvant passer à des quartzites, et appartenant au niveau des grès argileux, les marnes irisées, accompagnées de dolomies, sont encore épaisses d'une cinquantaine de mètres.

En continuant vers l'W, aux environs de Châteaumeillant, les marnes irisées se réduisent beaucoup et disparaissent même par places (entre Champillet et la Châtre, par exemple), alors que les grès argileux sont encore très développés. Le Keuper y devient d'ailleurs très difficile à séparer du Rhétien et sur les Cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup> de Montluçon et d'Aigurande, les marnes irisées et les sablons et grès inférieurs rhétiens sont réunis sous une même notation.

Le Trias supérieur s'étend beaucoup plus loin vers l'W que les grès argileux, mais il est discontinu, le lambeau le plus avancé étant celui de Chaillac, formé d'argiles bariolées, de sables et de grès avec cailloux de quartz, d'une faible épaisseur ; on y a rencontré une lentille de fluorine et des gisements d'une certaine importance de minerais de fer et de manganèse, quelquefois juxtaposés mais jamais mélangés.

Les données qui viennent d'être exposées résument l'état de nos connaissances jusqu'à l'importante découverte de Végétaux probablement liasiques dans des assises rapportées au Trias en plusieurs points de l'Indre (1) : *Elatides peregrina*, *Thinnfeldia* cf. *rhomboidalis*. Il faudra donc probablement attribuer à l'Hettangien une grande partie du prétendu Trias du N du Massif Central, les arkoses de base représentant seules cette formation. Cela rend également précaire l'existence du Rhétien.

#### TERRAINS JURASSIQUES

Les formations jurassiques du Berry, prolongement de celles du Nivernais, constituent le long du Massif Central une bordure continue, mais ne s'y comportent pas de la même manière suivant les niveaux auxquels elles appartiennent.

Le Lias diminue progressivement d'épaisseur d'E et W, ses étages inférieurs disparaissent avant le seuil du Poitou, tandis qu'un peu plus tard, il semble y avoir continuité avec cette région, mais réalisée par des couches très amincies. Le Jurassique moyen, normalement développé en ce qui concerne le Bajocien-Bathonien est réduit dans sa

(1) R. MOUTERDE et G. RICOUR. Age de la transgression secondaire et nouveaux gisements à plantes de la base du Lias dans le département de l'Indre. *C. R. som. S. G. F.*, p. 266-268, 1949.

partie supérieure, le Callovien, et surtout l'Oxfordien, semblent manquer en un certain nombre de points vers l'W, le premier reparaisant ensuite ; il y a dans l'ensemble continuité avec le N du seuil poitevin, sous les formations tertiaires lacustres et continentales. Le Jurassique supérieur affleure très largement, surtout le Lusitanien, et disparaît à l'W sous le Sidérolithique et le Crétacé ; le Kimeridgien et le Portlandien s'enfoncent sous le Crétacé à peu près sur le méridien de Châteauroux ; le dernier ne paraît pas très éloigné de sa limite d'extension.

### *Jurassique inférieur ou Lias*

La diminution d'épaisseur des assises d'E en W est le trait saillant de l'allure du Lias de la bordure septentrionale du Massif Central ; elle s'applique à tous les étages, y compris au Toarcien, formation généralement épaisse, et qui n'a plus qu'une puissance très faible aux confins du seuil poitevin. Cet amincissement qui se manifeste d'une manière progressive depuis le S du Nivernais se précipite et devient très rapide à l'W de la vallée de la Creuse. Plusieurs niveaux deviennent même méconnaissables et se fondent en quelques mètres de calcaire.

Le Lias du Berry fait presque partout suite en concordance au Trias supérieur, en continuité de sédimentation ce qui, surtout dans l'W, rend très difficile la délimitation entre le Keuper à l'état de marnes irisées et le Rhétien formé à la base de sablons et de grès. A l'W de la vallée de la Creuse, où par places le Trias fait défaut, soit qu'il ait été enlevé par érosion avant le dépôt du Lias inférieur, soit, ce qui est plus vraisemblable, qu'il n'y ait jamais existé, l'Hettangien, le Rhétien ou le Sinémurien surmontent directement le cristallophyllien.

Plus à l'W, au delà du dernier lambeau triasique, celui de Chaillac, au débouché du détroit poitevin, le Lias moyen et le Toarcien sont transgressifs sur les terrains cristallophylliens formés de micaschistes et sur la granulite.

Au voisinage du massif ancien, surtout vers l'E, les couches du Lias sont assez sensiblement relevées et plongent vers le N, mais ce pendage s'atténue vite quand on s'éloigne de la région hercynienne.

**RHÉTIEN.** — Entre les vallées de l'Allier et de l'Auron, cet étage serait, comme aux environs de Decize, représenté par une arkose et des grès bariolés peu cohérents à ciment siliceux ou calcaire, ensemble surmonté par des couches de marne blanche et rouge ; on n'y a pas rencontré de fossiles ; l'épaisseur, très variable, est de 2 à 15 mètres.

Aux environs de Saint-Amand-Montrond, où toute la série liasique est très fossilifère (1), le Rhétien est représenté par 10 à 15 m. d'argilites verdâtres, alternant avec des sables argileux, renfermant quelquefois des écailles de poissons et des marnes jaunâtres. A. de Grossouvre (2) signale dans les argilites, des empreintes de bivalves, des écailles de Poissons et des fragments de petits os, et y voit un équivalent du *bone-bed* classique du Lias inférieur.

Vers l'W, l'étage perd de l'épaisseur et n'est plus guère formé que de

(1) DAGINCOURT. Note sur la Géologie des environs de Saint-Amand (Cher). *B. S. G. F.* (3), IX, p. 223-242, 1881.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Compte rendu de l'excursion du 3 septembre à la Côte de Meillant et aux Cottards. *Ibid.* (3), XVI, p. 1103-1106, 1888.

sablons et de grès, associés à des marnes et à des argiles rouges, dans lesquelles il est difficile de faire le départ entre le Trias et le Lias inférieur. P. Lemoine rappelle que M. Sand et Terquem ont décrit une faune rhétienne des jaspes de Chaumoisi, près la Châtre, provenant de la silicification de ces assises. Au delà de la vallée de la Creuse, leur épaisseur devient très faible et elles sont discontinues, le lambeau le plus occidental étant celui de Chaillac, minéralisé ainsi qu'il a été dit plus haut.

**HETTANGIEN.** — Entre l'Allier et le Cher, l'Hettangien, épais de 60 à 80 m., débute par un calcaire gréseux dolomitique, quelquefois rouge, avec grains de quartz roulés, renfermant *Ostrea irregularis*, *O. sublamellosa*, *Pholadomya prima*, que surmontent une marne jaune et verte puis un calcaire dolomitique cloisonné et bariolé, la série se terminant par des dalles minces, jaunâtres.

Vers l'W, dans la vallée du Cher, les calcaires inférieurs, compacts, en gros bancs séparés par des marnes et des lumachelles à *O. irregularis*, constituent le calcaire pavé de Saint-Amand dans lequel on trouve notamment *Diademopsis serialis*, *Cerithium porulosum*, *Mytilus productus*, *Cypricardia porrecta*, ainsi que, surtout au sommet, des *Natica* et *Chennitzia*. Ce niveau, épais de 12 m. environ, supporte une petite couche de marnes à écailles et débris de Poissons Ganoides et Végétaux (*Brachyphyllum*), qui le sépare de 30 m. de calcaires marneux dolomitiques blanc jaunâtre, en gros bancs, très pauvres en fossiles, sauf à leur partie supérieure où on rencontre *Pleurotomaria masellana*, *Cerithium porulosum*, *Natica obtusa*, *Ostrea irregularis*, *Plicatula hettangiensis*, *Mytilus glaber*, *Lima amoena*. Des *Aptychus* ont été signalés dans le calcaire de Saint-Amand, mais Dagincourt dit n'en avoir jamais trouvés. Le caractère tout à fait néritique de cette faune, dépourvue de Céphalopodes, la rend comparable à celle des grès d'Hettange et du Luxembourg.

Vers l'W, l'étage est encore distinct aux environs de la Châtre où il semble débiter par des couches à *Elatides* et *Thinnfeldia* qui avaient été rapportées au Trias.

Le calcaire pavé a une très faible épaisseur et présente un lit marneux à *Ostrea irregularis*; en quelques points on y rencontre des Lamellibranches, surtout des Pholadomyes; le lambeau isolé de Terrier-Vauvet a fourni *Mytilus minutus*. Aux abords de la vallée de la Creuse, le calcaire, blanc grisâtre ou brun foncé, se charge en grains de quartz à la base, et au sommet se confond avec le calcaire sinémurien; plus à l'W, on ne peut lui attribuer que 1 ou 2 m. de grès grossiers qui se trouvent à la base du Lias, au contact avec les roches anciennes.

A sa partie supérieure, le calcaire hettangien est, en de nombreux points, corrodé et perforé, ce qui indique une émergence.

**SINÉMURIEN-LOTHARINGIEN.** — Dagincourt a indiqué l'absence du Sinémurien inférieur aux environs de Saint-Amand, lacune consécutive à l'exondation dont il vient d'être parlé. Alors qu'à l'W de la Guerche les assises ont encore leur aspect habituel de calcaires bleus à Gryphées, en bancs puissants, exploités autrefois pour chaux, on passe vers la vallée du Cher à des calcaires marneux jaunâtres en petits bancs, d'une épaisseur totale de 3-4 à 5 m. En l'un et l'autre point, la partie inférieure est sinémurienne, et la partie supérieure lotharingienne, mais il faut admettre qu'à Saint-Amand le Sinémurien proprement dit est extrêmement réduit; on n'y trouve pas en effet la forme typique de *Gryphaea arcuata*, mais seulement *G. obliquata* qui caractérise un horizon plus élevé.

A l'W de la Guerche, la base des calcaires renferme *Arietites Bucklandi* et le sommet *Asteroceras stellare*. Aux environs de Saint-Amand les couches marneuses et calcaréo-marneuses qui surmontent l'Hettangien corrodé contiennent *Arietites Bucklandi* et *Coroniceras Kridion* (1), espèces siné-

(1) A. DE GROSSOUVRE. Compte rendu de l'excursion du 2 septembre aux environs de Saint-Amand. *B. S. G. F.* (3), XVI, p. 1099-1103, 1888.



muriennes qui remontent cependant plus ou moins dans es calcaires marneux qui leur font suite. Ceux-ci, intimement liés à l'assise précédente, doivent être attribués au Lotharingien en raison de la présence de *Gryphaea obliquata*, *Aegoceras planicosta*, *Echioceras raricostatum*, *Ozynoticeras oxynotum*. Dans l'ensemble des deux niveaux on trouve entre autres *Spiriferina Walcottii*, *Harpax spinosus*, *Lima hettangiensis*, *Pecten aequalis*, *Pentacrinus tuberculatus*, *Belemnites acutus*.

La surface d'affleurement du Sinémurien-Lotharingien s'élargit vers l'W et constitue un plateau au NE de la Châtre, où leur puissance totale atteint 30 m., puis, il y a diminution d'épaisseur, les bancs calcaires et marneux qui alternent assez régulièrement étant en général très fossilifères avec *Arietites bisulcatus*, *Belemnites brevis*, *Gryphaea obliquata*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cor*. Plus à l'W, on ne trouve plus que quelques bancs de calcaire brun qui se confond avec le calcaire hettangien sous-jacent et avec le calcaire du Lias moyen superposé.

**PLIENSBACHIEN.** — Entre l'W de la Guerche et le Cher, le Pliensbachien est le plus souvent assez mal défini; il paraît comprendre des marnes fissiles, faisant suite aux couches à *Echioceras raricostatum* et *Asteroceras stellare*, et renfermant *Belemnites longissimus* en grande quantité de même que, dans un niveau supérieur, *Belemnites paxillosus*, *Aegoceras Taylori*, *Deroceras armatum*, *Ozynoticeras lynx*, *Cycloceras Valdani*, *Turbo cyclostoma*, *Turritella Zieteni*, *Zeilleria numismalis*, *Rhynchonella rimosa*, *R. furcillata* (gisement du Bois de Trousse, d'après Dagincourt).

Aux environs de Saint-Amand l'étage est bien représenté et très fossilifère; sa zone inférieure paraît pouvoir être trouvée dans des marnes peu épaisses avec *Ammonites lotharingiennes* telles que *Aegoceras planicosta*, mais dans lesquelles on rencontre *Deroceras armatum* et *Zeilleria numismalis*. La zone supérieure constitue le très riche gisement des Cottards près de Saint-Georges, où des marnes et des calcaires marneux, épais de 15 à 20 m., avec deux bancs de calcaire à ciment, renferment de très nombreuses *Ammonites* parmi lesquelles *Phylloceras ibex*, *P. Loscombi*, *Deroceras venarensis*, *Tropidoceras Masseanum*, *T. Actaeon*, *T. Maugenesti* (au sommet), *Cycloceras Valdani* (au sommet), *Polymorphites Jamesoni* (à la base) (1), *Aegoceras Taylori*, *Liparoceras Bechei*, *L. Henleyi*, *Cœloceras centaurus*. On trouve également des Bélemnites (*B. clavatus*, *B. umbilicatus*, *B. paxillosus*, *B. Bruguieri*, des Gastéropodes (*Turbo heliciformis*, *T. cyclostoma*, *Turritella Zieteni*, etc.), des Lamellibranches (*Pecten textorius*, *Harpax spinosus*, etc.) et des Brachiopodes (*Zeilleria numismalis*, *Rhynchonella rimosa*, *R. furcillata*). Les *Ammonites* sont souvent à l'état de moules ferrugineux. Épaisseur, 10 à 15 mètres.

Vers l'W, l'étage diminue encore en épaisseur et il est formé de marnes à Bélemnites où abonde surtout *B. Bruguieri* associée à des *Ammonites* telles que *Phylloceras ibex*, *Lytoceras fimbriatum*, *Polymorphites Jamesoni*, *Aegoceras Taylori*, *Liparoceras Henleyi*. Au delà de la vallée de la Creuse il y a fusion avec le massif calcaire englobant plusieurs étages, dont nous avons déjà parlé.

A la base de ce niveau lotharingien, des nodules phosphatés ont été exploités en de nombreux points, surtout vers l'E: Germigny, et autour d'Argenton-sur-Creuse: Malicornay, Chavin, Celon.

Aux environs de Saint-Amand (Arcomps, vallée de l'Arnon, Moulin de la Fouillouse, Grand Tertre, etc.), des marnes et des calcaires marneux bleus ou gris, épais d'une dizaine de mètres, placés par Dagincourt au-dessous des couches à *Echioceras raricostatum*, et caractérisés par l'abondance de *Gryphaea cymbium*, paraissent appartenir à un niveau plus élevé, peut-être lotharingien supérieur; cet auteur cite entre autres de ces couches où on ne trouve pas d'*Ammonites*: *Belemnites acutus*, *Pecten textorius*, *Lima hettan-*

(1) Il faut rapporter à cette espèce *Am. Regnardi* de d'Orbigny, citée par cet auteur de Saint-Amand et du Bois de Trousse, dénomination conservée par A. de Grossouvre.

*giensis*, *Pinna ampla*, *Avicula inaequalis*, *Spiriferina Walcottii*, *S. pinguis*, *Zeilleria cor.*, *Terebratula subpunctata*, *Rhynchonella rimosa*.

DOMÉRIEN. — La zone inférieure, de l'W de Sancoins (vallée du Sagouin) à l'W de Saint-Amand, comprend des marnes et des calcaires marneux très semblables à ceux des Cottards et renfermant *Belemnites clavatus*, *B. elongatus*, *Deroceras Davæi*, *Aegoceras capricornu*, *Liparoceras Bechei*, *Phylloceras Loscombi*, *Zeilleria numismalis*.

Au-dessus, viennent des marnes plus ou moins micacées à *Amaltheus margaritatus*, *Cæloceras globosum*, *Lytoceras fimbriatum*, *Phylloceras Loscombi*, *Belemnites elongatus*, *Pleurotomaria amalthei*, *Harpax spinosus*.

La zone supérieure débute aux environs de Saint-Amand par des marnes schisteuses bleues à *Amaltheus spinatus*, puis on trouve un banc calcaire pétri de *Pecten (Pseudopecten) æquivalvis*; l'ensemble ayant, comme les deux horizons précédents une épaisseur de 10 à 15 m., contient notamment *Belemnites paxillosus*, *B. niger*, *Amaltheus spinatus*, *Ostrea leaviuscula*, *Gryphaea cymbium*, *Pecten æquivalvis*, *Mytilus scalprum*, *Spiriferina rostrata*, *Zeilleria quadrifida*, *Z. cornuta*, *Rhynchonella tetraedra*. Vers l'W, au contraire des deux précédents, ce niveau se développe et passe dans l'Indre à un calcaire spathique souvent très dur, utilisé pour la construction, qui à la base empîète peut-être sur la zone moyenne, car on y rencontre *A. margaritatus* à côté de *A. spinatus*. *Gryphaea cymbium* et *Spiriferina rostrata*, qui autour de Saint-Amand sont très rares à ce niveau, deviennent prédominants; *Pecten æquivalvis* est également très abondant, et on trouve de plus de nombreux Brachiopodes, *S. pinguis*, *S. rostrata*, *Z. quadrifida*, *Z. cornuta*, *Aulacothyris resupinata*, *Rhynchonella acuta*, à test le plus souvent silicifié et d'une très belle conservation.

A l'W de la vallée de la Creuse toutes les assises domériennes, y compris la dernière, n'ont plus qu'une faible épaisseur et elles passent peu à peu à l'assise calcaire épaisse de quelques mètres seulement, dans laquelle on ne peut délimiter les étages et qui, en certains points tout au moins, représente le Lias inférieur (Hettangien-Sinémurien-Lotharingien) et moyen (Pliensbachien-Domérien). Ceci n'est évidemment pas fait pour faciliter l'étude des limites d'extension vers l'W, variables suivant les étages, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

TOARCIEN. — Cet étage, très développé entre l'W de la Guerche et l'W de Saint-Amand où il atteint une puissance de 70 m. et constitue souvent des buttes isolées par l'érosion, se réduit considérablement vers l'W, et n'a plus qu'une épaisseur très faible aux abords du détroit du Poitou. De la Guerche au delà de la vallée du Cher, il comprend, d'après Dagincourt et de Grossouvre, les assises suivantes :

1° Marnes argileuses à *Dactyloceras Holandrei*, surmontant en concordance le Domérien supérieur, et formant le début du Lias supérieur, épaisses de 5 m. près de Saint-Amand ;

2° Schistes inférieurs à *Posidonomyes*, très réduits (quelques centimètres) ;

3° Banc de calcaire fssile à Poissons (*Leptolepis lepidotus*), épais de 0 m. 10 ;

4° Schistes à *Posidonomya Bronni* et *Hildoceras serpentinum* (15 à 20 m.) ;

5° Argiles à nodules calcaires souvent volumineux dans lesquels on trouve *Hildoceras bifrons*, *H. serpentinum*, *Dactyloceras Holandrei*, etc., passant aux suivantes par disparition des nodules ;

6° Argiles et marnes argileuses, bleuâtres ou gris ardoisé, exploitées en de nombreux points pour amendement, briqueterie et tuilerie, renfermant parmi beaucoup d'autres, *Lytoceras cornucopiae*, *Dactyloceras commune*, *Hildoceras bifrons*, *Grammoceras complanatum*, *Cæloceras Raquinianum*, *Belemnites acuarius*, *B. tripartitus*, *B. irregularis*, *Turbo subduplicatus*, *Theocyathus maetra*. L'épaisseur des argiles 5 et 6 est pour l'ensemble de 30 à 40 m. A la base de l'assise 6, un niveau fossilifère est très riche en indi-

vidus de petite taille ; en plus des espèces précédentes, on peut y recueillir *Pentacrinus jurensis*, ainsi que des Gastéropodes tels que *Pleurotomaria philocles*, *Turbo capitaneus*, *T. subangulatus*, *Cerithium pseudocostellatum*, et des Lamellibranches comme *Pecten pumilus*, *Leda rostralis*, *Nucula Hammeri*, *Trigonia pulchella*, *Astarte Voltzi*.

Au sommet ces argiles et marnes qui passent à l'Aalenien deviennent schisteuses et contiennent de nombreuses plaquettes ferrugineuses ; cette partie supérieure est très peu fossilifère.

Vers l'W, les schistes à Posidonomyes disparaissent et le Toarcien qui s'amenuise rapidement renferme à sa base un cordon de nodules et d'Ammonites phosphatés ; à Sacierges, au delà d'Argenton-sur-Creuse, l'étage débute par un calcaire à oolithes ferrugineuses avec nombreux Céphalopodes.

**AALENIEN.** — Comme dans le Nivernais, le faciès des marnes schisteuses se poursuit jusque dans l'Aalenien inférieur, ainsi que l'atteste la présence de *Dumortieria radians*. Un banc calcaire avec alternances marneuses à la base couronne les grandes pentes argileuses ; il renferme *Belemnites irregularis*, *Ostrea Beaumonti*, *Rhynchonella cynocephala*, *Terebratula infraoolithica*, et quelquefois *Dumortieria radiosa* ; on peut admettre qu'il correspond à la zone à *Lioceras opalinum*, qui s'observe du NE de Nérondes à la région de Saint-Amand et se poursuit jusque dans la Vienne. *L. opalinum* a été recueilli à l'W de la Guerche.

L'Aalenien supérieur est représenté par la base du calcaire à entroques, caractérisée par *Ludwigia Murchisonae*, trouvée en quelques points.

#### *Jurassique moyen*

Au N de la bande liasique le Bajocien et surtout le Bathonien affleurent largement entre la faille de Sancerre et l'Indre, s'enfonçant ensuite à l'W sous les formations sidérolithiques pour n'apparaître que dans les vallées. Le Callovien et l'Oxfordien sont beaucoup moins développés et manquent par places, ou sont incomplets ; une discordance entre les deux étages peut parfois être observée. Étudié par A. de Grossouvre (2), le Jurassique moyen du Berry ressemble beaucoup à celui de la Nièvre, dont il est le prolongement ; vers l'W, aux abords de la vallée de la Creuse, s'amorcent les changements de faciès qui constituent le passage aux formations du détroit poitevin.

En ce qui concerne la délimitation avec le Jurassique inférieur on se trouve, comme dans le Nivernais, dans des conditions qui ne permettent pas de la préciser, un même faciès, le calcaire à entroques, englobant l'Aalenien supérieur et le Bajocien inférieur.

**BAJOCIEN.** — Nous avons vu précédemment (p. 124) que dans le Nivernais le calcaire à entroques, aalenien à sa base, avec *Ludwigia Murchisonae*, était bajocien pour sa plus grande partie et que, en se dirigeant de la bordure du Morvan vers la vallée de la Loire, ce faciès s'élevait dans des niveaux de moins en moins élevés du Bajocien ; dans le Berry, sa partie supérieure, caractérisée par *Sonninia Sowerbyi*, ne paraît s'étendre qu'à la zone inférieure de l'étage, bien que des espèces d'un horizon plus élevé y aient quelquefois été signalées, comme par exemple *Sonninia propinquans*, qui se trouve habituellement dans la zone à *Emileia Sauzet*.

Le calcaire à entroques, épais de 12 à 15 m., très dur, avec taches ferru-

(1) Dagincourt cite de ce niveau *Grammoceras toarcense*, espèce du Toarcien supérieur.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Note sur l'Oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), XIII, p. 355-386, 1885.

gineuses et poches terreuses, renferme à sa partie supérieure *Terebratula perovalis*, *T. Wrighti*, *Rhynchonella gingensis*, *Rhabdocidaris horrida*, et quelques Ammonites : *Sonninia Sowerbyi*, *S. adicra*, *S. propinquans* ; les Lamellibranches sont assez fréquents. Les parties terreuses contiennent des Polypiers, des Bryozoaires et des Échinides tels que *Pygaster Trigeri* et *Galeopygus Marcoui*.

Le calcaire à entroques, qui se charge plus ou moins en rognons de silice, se poursuit jusqu'à la vallée de la Creuse où il devient parfois grenu et pulvérulent ; plus loin, le faciès est moins encrinétique, et on passe peu à peu aux calcaires à silice, riches en Céphalopodes, de la Vienne.

De même que dans la Nièvre, le calcaire à entroques est, dans l'E du département du Cher (W de la Guerche, NW du Sancerrois, etc.) recouvert par une oolithe ferrugineuse, épaisse du 1 m. 50 à 2 m. De Grossouvre y a distingué deux niveaux, l'un inférieur à *Sonninia propinquans*, *Stepheoceras Freycineti*, *Emileia Brocchii*, *E. Sauzet*, *E. polymerum*, *Sphaeroceras Gerவில்*, *Terebratula perovalis*, *T. ventricosa*, *Rhynchonella gingensis*, l'autre supérieur caractérisé par *Strigoceras Truelli*, *Stepheoceras Humphriesi*, *S. Blagdeni*, *Normannites Braikenridget*, *Cosmoceras Garanti*, *Oppelia subradiata*, *Terebratula perovalis*, *T. sphaeroidalis*, *Rhynchonella gingensis*. Au-dessus viennent des argiles bleues avec lits espacés de rognons calcaires ; on y trouve *Perisphinctes Martiusi*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Cosmoceras Garanti*, *Ostrea gibriaca*, *O. subcrenata*, *Avicula Munsteri*. Le niveau ferrugineux a été exploité à Ignol comme minerai.

Vers le SW, on rencontre encore les marnes supérieures dans la vallée de l'Auron, où elles renferment *Cosmoceras niortense* en plus des espèces précédentes ; dans la vallée du Cher, un calcaire jaunâtre ferrugineux à *Terebratula sphaeroidalis* surmonte le calcaire à entroques, le Bajocien supérieur paraissant représenté par un calcaire entroquifère avec taches ferrugineuses, épais de 6 à 8 m. Vers l'W, on ne trouve plus dans la vallée de la Creuse au-dessus du calcaire à entroques que des calcaires spathiques gris jaunâtre très durs et compacts, ou des calcaires sublamellaires, qui supportent les calcaires oolithiques bathoniens.

**BATHONIEN.** — La composition de cet étage est sensiblement différente à l'E et à l'W ; à travers des variations de faciès locales assez nombreuses, on peut dire que, dans l'ensemble, il est formé surtout de marnes et de calcaires marneux dans le Berry oriental, et qu'il comprend principalement des calcaires durs, fréquemment oolithiques, dans le Berry occidental, le passage d'un régime à l'autre s'effectuant d'une manière progressive. Un fait très intéressant est l'intercalation à Saint-Gaultier (Indre) d'un niveau lacustre dans les calcaires marins à Brachiopodes, Polypiers et Ammonites, à la base du Bradfordien.

Dans la région qui avoisine la faille de Sancerre, le Bathonien inférieur (Vésulien) débute par un calcaire à grain fin épais de 4 m. environ, fournissant une excellente pierre de taille tendre et très recherché pour la sculpture ; désigné sous le nom de *pierre de Charly*, il est activement exploité à Nérondes, Flavigny, Ourouer, Charly, etc. A la base, un niveau fossilifère renferme *Oppelia fusca*, *Oecotraustes genicularis*, *Morphoceras polymorphum*, *Zigzagoceras zigzag-arbustigerum*, *Reineckea pseudo-anceps*, *Parkinsonia wurtembergica*, *P. ferruginea*, *Belemnites canaliculatus*, *B. sulcatus*, *Terebratula Ferryi*, *Zeilleria carinata*, *Z. emarginata*, *Collyrites ovalis*, *C. ringens*. Le calcaire lui-même ne contient guère que des Ammonites de grande taille, très frustes, des empreintes de Crustacés (*Glyphaea*), des dents de Poissons (*Hybodius*, *Acrodus*) et de *Liopleurodon Grossouvrei*.

Au-dessus on trouve des marnes calcaires bleuâtres à *Perisphinctes subbakeriae*, *Ostrea acuminata*, *Pholadomya crassa*, *P. Murchisonae*.

Le Bathonien supérieur (Bradfordien) débute par des bancs de calcaire

dur, gris, avec taches ferrugineuses, renfermant vers leur base *Oppelia aspidoides*, *O. serrigera*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Clydoniceras discus*, *Perisphinctes subbakeriae*, *Sphacroceras bullatum*, *Collyrites analis*, et par endroits, dans des lumachelles, *Rhynchonella varians*. Au sommet, il y a des alternances de marnes jaunes, et passage à des marnes blanchâtres, correspondant aux marnes bleuâtres à ciment de Nevers ; l'assise, épaisse de 25 à 30 m., contient quelques Brachiopodes à sa partie supérieure : *Zeilleria digona*, *Z. obovata*, *Rhynchonella Morieri*. Des bancs de calcaires noduleux y apparaissent, et il y a passage insensible au Callovien.

Les faciès précédents atteignent à peine la vallée de l'Auron, et vers l'W le Bathonien est entièrement formé de calcaires plus ou moins oolithiques ; dans la vallée du Cher, par exemple, l'étage comprend d'abord 20 m. de calcaire gris, suboolithique et sublamellaire, avec Brachiopodes peu déterminables, puis 20 m. environ d'un calcaire plus blanc, plus tendre, plus régulièrement oolithique, peu fossilifère (Lamellibranches, *Dictyothyris coarctata*, dents de Poissons tels que *Aerodus*, *Strophodus* et de *Liopleurodon*). Ce calcaire oolithique qui a été très activement exploité comme pierre d'appareil à Meillant, la Celle-Bruère, Vallenay, Chambon, Ambrault, comprendrait à sa partie supérieure, d'après de Grossouvre, la zone inférieure callovienne à *Macrocephalites macrocephalus*.

Plus à l'W, à Ardentes (Indre), le Bathonien épais de 40 m. est constitué par une masse puissante de calcaire oolithique, exploité pour chaux et construction, très pauvre en fossiles, mais dans lequel on trouve d'énormes touffes d'un Polypier, *Calamophyllia radiata*. Il se termine par un niveau subrécifal à *Eudesia cardium* et radiales d'Oursins. A Clavières, le calcaire à Polypiers renferme des Gastéropodes (*Patella*, *Purpuroidea*, *Alaria*, *Nerita*, etc.).

Plus au SW, à Saint-Gaultier, les faciès deviennent plus variés, et un fait extrêmement intéressant est l'intercalation d'un niveau lacustre à Paludines dans une série marine récifale (1), comprenant de bas en haut 1° marne à *Clypeus Ploti* ; 2° calcaire oolithique à *Eudesia cardium* ; 3° calcaire siliceux ; 4° calcaire compact à Polypiers en massifs, les intervalles entre les touffes de Zoanthaires étant comblés par un calcaire oolithique à *Brachytrema Buvignieri*, avec *Hemicidaris luciensis*, *Acrosalenia Lamarcki* ; 5° calcaire subcrazeux à *Parkinsonia Parkinsoni*, *Belemnites bessinus*, *B. fusiformis* ; 6° niveau lacustre formé de marnes, de lignites et d'un calcaire tufacé à Paludines et plantes ; 7° calcaire lithographique à *Fucoïdes* ; 8° Oolithe milliaire à *Rhynchonella Hopkinsi* et *R. elegantula* ; 9° calcaire en plaquettes à *Corbula* ; 10° calcaire à *Anabacia orbulites*, *Rhynchonella decorata*, *Dictyothyris coarctata*.

Le calcaire oolithique du niveau 4, dit « couche à *Brachytrema* », a fourni de nombreux Gastéropodes avec leur test (*Patella*, *Delphinula*, *Ataphrus*, *Pileolus*, *Neritopsis*, *Brachytrema*, *Procerithium*, *Nerinella*, *Nerinea*, *Cerithiella*, etc.). Cossmann cite de l'ensemble du Bathonien de Saint-Gaultier 56 Gastéropodes et 46 Lamellibranches. Le calcaire tufacé 6 renferme *Vivipara aureliana*, *Valvata Benoitii*, *V. Delaunayi*, *Planorbis spissus*. Considéré comme se trouvant à la limite du Bathonien inférieur et du Bathonien supérieur, il a été admis par Cossmann qu'il formait la base du second ; mais il est fort possible qu'il appartienne en réalité à la partie inférieure de l'étage, comme les assises saumâtres bathoniennes de la bordure SW du Massif Central, indiquées par Ph. Glangeaud à ce niveau. Il a dû se déposer dans de petites mares d'eau douce, près du rivage, pendant une émergence momentanée. La présence de ces couches lacustres, de même que celle des assises

(1) M. COSSMANN. Sur la découverte d'un gisement palustre à Paludines dans le terrain bathonien de l'Indre. *B. S. G. F.* (3), XXVII, p. 136-143, 1899. — Note sur les Gastéropodes du gisement bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Ibid.*, p. 543-585, 1899. — Seconde note sur les Mollusques du Bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Ibid.* (3), XXVIII, p. 165-203, 1900. — Troisième note sur le Bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Ibid.* (4), VII, p. 225-253, 1907.

saumâtres de la Charente et de la Dordogne implique l'émergence d'une partie du massif hercynien.

**CALLOVIEN.** — Le Callovien qui apparaît à la Guerche dans un voussoir abaissé affleure suivant une bande plus ou moins large, de Couy, au SW de Sancerques, jusqu'à la Celle-Condé sur l'Arnon où il disparaît sous le Sidérolithique et les cailloutis des plateaux, pour se montrer à nouveau entre Pruniers et Bommiers. Au delà de ce dernier point, qui se trouve à peu près à mi-chemin entre l'Arnon et l'Indre, il fait défaut jusqu'au S et au SW de Châteauroux ; il en résulte que sur une vingtaine de kilomètres, l'Oxfordien manquant également, l'Argovien repose directement sur le Bathonien supérieur. Dans la vallée de la Creuse, à l'aval de Saint-Gaultier, le Callovien se développe largement et se relie à celui du Poitou.

Il est difficile de savoir si cette absence de Callovo-Oxfordien est due à une véritable lacune de sédimentation, ou à un ravinement au début de l'Argovien, qui s'est manifesté avec intensité dans certaines régions (voir p. 130), ce qui concorderait, avec la surface corrodée du Bathonien, signalée par H. Douvillé et Jourdy.

À l'E de la vallée de l'Indre, le Callovien, de faciès nivernais, est constitué à la base par des alternances de bancs de calcaires noduleux ou de calcaires durs, et de marnes argileuses, quelquefois avec oolithes ferrugineuses. La faune comprend comme espèces principales : *Macrocephalites macrocephalus*, *Kepplerites Goweri*, *Zeilleria pala*, *Z. biappendiculata*, *Dysaster ellipticus-Echinobrissus clunicularis*. Vers l'W, ce niveau passe à un calcaire à en, troques avec lumachelles de *Terebratula dorsoplicata*, *T. Trigeri*, *Zeilleria pala* et Echinides.

La zone supérieure est constituée par des bancs calcaires et marneux caractérisés par *Reineckeia anceps*, *Oecoptychius refractus*, *Cosmoceras Jason*, *Hecticoceras lunula*, *Stepheoceras coronatum*, *Terebratula dorsoplicata*, *Zeilleria pala*, *Z. umbonella*, *Rhynchonella spathica*, *Dysaster ellipticus*.

L'ensemble de l'étage est épais de 40 m. en moyenne. Le calcaire argileux à chaux hydraulique de la Guerche, azoïque, englobe les deux horizons.

À l'W de la vallée de l'Indre, le Callovien est formé d'un calcaire à grosses oolithes irrégulières au sommet, plus fines à la base, où la délimitation avec le Bathonien ne peut être établie avec certitude ; on ne rencontre guère que *Ostrea costata*, *Rhynchonella cf. elegantula*, *R. ampla*. En continuant vers l'W, les oolithes et pisolithes se raréfient dans la vallée de la Vienne, et on passe aux calcaires crayeux de la vallée du Clain. Les faciès du Berry occidental sont donc nettement différents de ceux du Cher.

**OXFORDIEN.** — Cet étage est très réduit dans le Berry et n'est authentiquement signalé que dans les vallées de la Loire et du Cher.

Des marnes à Ammonites pyriteuses se trouveraient à Bengy et à la Guerche avec, au sommet, couche à nodules calcaires renfermant *Cardioceras cordatum*. Il s'agit donc de la zone supérieure de l'étage, qui au N de la Guerche, au Foulon, contient des fossiles phosphatés : *Aspidoceras perarmatum*, *Perisphinctes cf. plicatilis*, *Peltoceras arduennense*, *Belemnites hastatus*, *Pecten fibrosus* (1). Des calcaires noduleux supérieurs, de Grossouvre cite *Cardioceras cordatum*, *Quenstedticeras Mariae*, *Hecticoceras punctatum*, *Aspidoceras Babeui*.

L'Oxfordien paraît plus complet dans la vallée du Cher, où au S de Venesmes notamment, des bancs de calcaires marneux et des marnes bleuâtres, devenant foncés à l'air, dessinant un gradin très marqué, contiennent *Quenstedticeras Lamberti*, *Cosmoceras Duncani*, *Hecticoceras punctatum*, *Perisphinctes cf. plicatilis*, *Pachyceras Goliathus*. Au-dessus viennent des marnes à Ammonites pyriteuses (*Perisphinctes cf. plicatilis*), puis des marnes avec calcaires noduleux, renfermant *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras Eugenii*, *P. arduennense*, correspondant à ceux de la Guerche.

(1) H. DOUVILLÉ et JOURDY. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Berry. *B. S. G. F.* (3), III, p. 93-112, 1874.

*Jurassique supérieur*

Les assises du Jurassique supérieur affleurent sur près du tiers de la superficie du Berry, le rôle le plus important revenant au Lusitanien ; les calcaires lithographiques rauraciens notamment sont très développés et constituent la Champagne herrichonne, région monotone faiblement ondulée. Le Kimeridgien et le Portlandien forment la base des collines du Sancerrois.

Ces formations, qui s'observent depuis la Loire, disparaissent à l'W sous des couches de plus en plus récentes. Le Portlandien est visible jusqu'à Saint-Christophe, et le Kimeridgien, en une bande assez large, jusque vers le méridien de Buxueil, réapparaît très étroitement au NE et au NW de Buzançais. Au delà, le Rauracien, qui sur toute la bordure N du Berry supportait le Kimeridgien, est directement surmonté par le Cénomaniens. Plus au S, il s'enfonce sous le Sidérolithique au travers duquel il se montre en divers points.

**LUSITANIEN.** — L'étage, composé pour la plus grande partie par des marnes à Spongiaires, des calcaires à Spongiaires et des calcaires lithographiques, est très bien représenté, de la Loire au delà de l'Indre. La série est, après le travail de H. Douvillé et Jourdy (1) classique aux environs de Bourges et dans la vallée du Cher, mais elle n'a fait l'objet d'aucune étude récente.

**Argovien.** — Constitué par des marnes à Spongiaires, épaisses de 4 à 10 m., très fossilifères à Venesmes, Targon, Bengy, la Guerche, etc. Les principales espèces sont *Ochetoceras canaliculatum*, *Cardioceras alternans*, *Oppelia Eucharis*, *Perisphinctes plicatilis*, *P. virgulatus*, *Belemnites Royeri*, *Terebratula Stockari*, *Megerlea pectunculus*, *Cidaris coronata*, *Sphoerites punctatus*, *Porospongia impressa*.

L'Argovien qui fait en quelques points normalement suite à l'Oxfordien peut aussi surmonter directement le Callovien ou le Bathonien.

**Rauracien.** — Le passage des marnes précédentes aux calcaires lithographiques se fait par admission de bancs de calcaires marneux de plus en plus nombreux et de moins en moins argileux vers le sommet, les lits de marne s'amenuisant, puis disparaissant. A la base de ces assises de transition, épaisses de 4 à 5 m., on observe encore des Spongiaires, soit en masses isolées, soit en bancs continus ; ce sont les « calcaires à Spongiaires » de Douvillé et Jourdy qui, renforçant d'après ces auteurs *Peltoceras bicristatum* et *Ochetoceras Marantianum*, doivent être placés à la base du Rauracien ; ils sont fossilifères au S de Châteauneuf-sur-Cher, dans le lit de la rivière.

Les marnes et les calcaires à Spongiaires correspondent, dans une grande partie du département du Cher, à une ligne de talus qui forme la limite S d'affleurement des calcaires lithographiques.

Vers l'W, les formations à Spongiaires passent latéralement à des marnes à chailles, épaisses de 20 m., et contenant, à l'état de moules siliceux, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Terebratula Galliinei*, *T. Cotteaui* ; elles paraissent argoviennes pour leur plus grande partie.

Le Rauracien est essentiellement constitué par une masse puissante (90 à 110 m.) de calcaires lithographiques avec alternances, surtout vers la base, de calcaires marneux et de marnes calcaires subordonnées, ensemble formant le sous-sol de la Champagne herrichonne. La partie inférieure, plus

(1) H. DOUVILLÉ et JOURDY. *Loc. cit.*

marneuse, est exploitée pour chaux hydraulique à Befles et dans la vallée de l'Aubois. Les fossiles sont extrêmement rares ; on ne trouve guère que quelques Lamellibranches et Ammonites peu déterminables, et vers la base, *Ochetoceras Marantianum* et *Oppelia Eucharis* ; tout à fait au sommet, on rencontre quelquefois des Brachiopodes.

*Séquanien*. — On attribue généralement au Séquanien le calcaire crayeux de Bourges, épais de 12 m. environ, d'un blanc éclatant, exploité comme pierre de taille à Sancerre, Bourges, etc., formation coralligène, avec bancs de Polypiers et nombreux fossiles parmi lesquels *Lima laeviuscula*, *Pinnigena Saussurei*, *Terebratula cincta*, *Zeilleria egena*, *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*. Au sommet, le calcaire moins crayeux renferme des Lamellibranches (1). Vers l'W, cette formation subcréifale dépasse à peine le méridien d'Issoudun où elle n'a plus qu'une très faible épaisseur.

Le calcaire crayeux supporte 8 m. de calcaires compacts exploités pour chaux à Sainte-Outrille et Mazières ; ils ne contiennent que de rares *Pinna obliquata* et présentent à leur sommet un calcaire sableux renfermant les Brachiopodes du calcaire crayeux (*Terebratula cincta*, *T. bisuffarcinata*, *Zeilleria egena*, *Rhynchonella* cf. *pinguis*). Vers l'E, ces calcaires se chargent peu à peu par la base, en grosses oolithes irrégulières, et un peu avant Sainte-Solange les premiers *Diceras* (*D.* cf. *eximium*) y font leur apparition, devenant ensuite très abondants des Aix-d'Angillon à Sancerre ; on trouve également des Brachiopodes et *Ostrea pulligera*. Les oolithes, qui sont plutôt des concrétions sans structure concentrique, deviennent plus régulières dans un banc de calcaire compact, qui vers l'E, à Sancerre, termine l'assise.

Les calcaires lithographiques supérieurs, avec bancs de calcaires marneux et marnes à petites Exogyres, constituent la partie supérieure du Séquanien ; les bancs lithographiques, grisâtres ou bleuâtres de la base renferment *Perisphinctes Achilles*, tandis que le sommet est caractérisé par *Pinna obliquata*, en grands exemplaires très abondants dans certaines couches.

P. Lemoine signale des Végétaux tels que *Sphenopteris Michelini*, *Stachypteris spicans*, *Jeanpaulia longifolia*, *Zamites Feneonis* dans ces calcaires lithographiques supérieurs.

Vers l'W, où disparaît le calcaire crayeux subcréifal, les marnes à Spongiaires argoviennes, très fossilifères à Villemongin, au S de Maron, supportent un puissant massif de calcaires lithographiques, dans lesquels au delà de Neuvy-Pailloux (terminaison du calcaire crayeux) il est pratiquement impossible de séparer le Rauracien du Séquanien. A la base, au S de Châteauroux, un calcaire oolithique fin à *Cidaris florigemma*, *C. Blumenbachi*, *C. coronata*, se développe plus ou moins et disparaît à l'W sous le Sidérolithique, au travers duquel il se montre çà et là et se relie au calcaire oolithique de Preuilly dans la vallée de la Creuse ; il est surmonté par un niveau à Spongiaires avec *Ochetoceras Marantianum*, qui paraît un peu plus élevé dans la série que les calcaires à Spongiaires de la base du Rauracien que l'on observe dans le Cher à Châteauneuf et aux environs.

*KIMERIDGIEN*. — La partie inférieure de cet étage ou Ptérocérien est, ainsi que l'ont indiqué Douvillé et Jourdy, constituée par le calcaire à *Astartes*, ou tout au moins par ses assises moyennes et supérieures. Cette formation, qui ne paraît pas renfermer d'*Astartes* dans le Berry, s'observe bien, immédiatement au N de Bourges et dans la tranchée de la gare. Elle débute par des calcaires marneux à Fucoides séparés par des couches de marnes fossilifères. Il y a continuité de sédimentation, et passage insensible du Séquanien au Ptérocérien, et ce niveau inférieur qui contient encore des espèces lusitaniennes (*Diceras* cf. *suprajurensis*, *Terebratula bisuffarcinata*) et déjà *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Rhabdocidaris Orbigny*, associés à *Ostrea pulligera*, *Exogyra Bruntrutana*, *Rhynchonella pinguis*,

(1) A. PERON. Les faunes successives du Jurassique supérieur des environs de Bourges. *A. F. A. S.*, Congrès de Montauban, p. 497-518, 1902.



*Goniolina geometrica*, peut aussi bien être considéré comme l'assise terminale du Séquanien. Le sommet est un calcaire dur en bancs minces avec Serpules et Huîtres à leur surface ; l'épaisseur totale est de 20 à 25 mètres.

Au-dessus vient une couche à *Nerinea Deswoidyi*, calcaire grossier jaunâtre irrégulièrement oolithique ; lorsque les oolithes, qui ont en moyenne 1 mm. de diamètre, constituent presque toute la roche, celle-ci prend une teinte rougeâtre ; les principaux fossiles sont, outre les grandes Nérinées, *Pholadomya Protei*, *Pinnigena Saussurei*, *Ostrea pulligera*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Rhynchonella Matronensis*, *Goniolina geometrica*. Épaisseur 2 m. à 2 m. 50.

Le sous-étage se termine par 8 m. de marnes et calcaires noduleux caractérisés par *Pictonia Cymodoce* dont Douvillé et Jourdy ont recueilli un échantillon au sommet de la butte de l'Archelet, à la sortie N de Bourges,

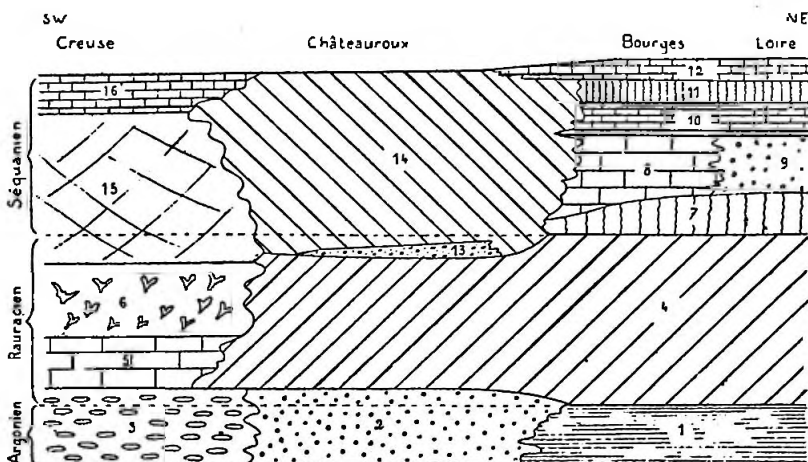


Fig. 19. — Schéma des changements de faciès du Lusitanien de la Loire à la Creuse.

1, marnes à Spongiaires (Argovien) ; 2, calcaires coralligènes avec bancs oolithiques (Argovien et Rauracien inférieur) ; 3, calcaires à silex à *Gl. hieroglyphicus* et *Megerlea pectunculus* (Argovien et base du Rauracien) ; 4, calcaires lithographiques à *Ochetoceras maritanum* et *Peltoceras bicristatum* (Rauracien et base du Séquanien) ; 5, calcaires blancs grossiers (Rauracien) ; 6, calcaires grenus ou compacts à *Polypiers* (Rauracien et base du Séquanien) ; 7, calcaire crayeux à *Cidarid forigemma* (Séquanien) ; 8, calcaires compacts ; 9, calcaires à grosses pisolithes avec *Diceras* ; 10, calcaires lithographiques à *Pinna obliqua* ; 11, calcaire à Fucoides ; 12, calcaire oolithique à *Nerinea Deswoidyi* (8 à 12, Séquanien) ; 13, Conglomérat à éléments calcaires (Séquanien) ; 14, marno-calcaires à *N. Deswoidyi* (Séquanien) ; 15, calcaires massifs à *Diceras* (Séquanien) ; 16, calcaires à Nérinées.

et par *Pterocera Ponti*, *Ceromya excentrica*, *Mytilus subpectinatus*, *Pinnigena Saussurei*, *Ostrea pulligera*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Pseudocidarid ovifera*, *Goniolina geometrica*.

Le Ptérocérien se suit, avec peu de changements, depuis la Loire jusque dans les affleurements les plus occidentaux du département de l'Indre où on retrouve notamment un banc oolithique à Nérinées, renfermant également des *Diceras*.

Le Kimeridgien supérieur ou Virgulien comprend des marnes argileuses bleuâtres ou gris bleuâtre, quelquefois schisteuses et compactes, pétries d'*Exogyra virgula*, avec lumachelles de la même *Exogyre*. On observe, surtout vers la base, des intercalations de calcaires compacts ou marneux ; on trouve dans ce niveau inférieur *Ostrea pulligera*, *Ceromya excentrica*, *Terebratula subsella* var. *major*, *Rhabdocidarid Orbigny*, *Pictonia Cymodoce*

est signalé dans les petits affleurements argileux de Sougé et de Saint-Genou, dans la région de Buzançais. On ne peut plus reconnaître dans le Berry les divers horizons à Céphalopodes de la Champagne et de la Bourgogne.

**PORTLANDIEN.** — La base de l'étage est formée de calcaires lithographiques en petits bancs réguliers, semblables à ceux du Barrois qui à leur partie inférieure montrent des couches minces de marnes bleuâtres remplies de très petites *Exogyra virgula*, le passage au Kimeridgien étant insensible. Ces calcaires, épais de 40 m. à peu près, ont fourni en certains points *Gravesia portlandica*, *G. Gravesi*, *Exogyra Bruntrutana*.

A partir du SW de Vierzon (Massay), les calcaires lithographiques sont surmontés par des marnes finement zonées et des calcaires marneux jaunâtres, sableux, qui se développent dans la vallée du Fouzon et constituent à Saint-Christophe, où ils réapparaissent au travers des sables albiens, l'affleurement portlandien le plus occidental du Berry. A la base, près de Massay, le calcaire, peu sableux et plus compact, a été exploité pour chaux hydraulique.

Il ne s'agit pas de Portlandien supérieur ainsi qu'on l'a cru autrefois, mais de Bononien moyen.

### TERRAINS CRÉTACÉS

Les assises crétacées forment à l'affleurement, au N du Berry jurassique, une bande qui réunit la Puisaye et le Gâtinais à la Touraine ; cette bordure est très étroite dans la région de Vierzon où elle est en grande partie masquée par les terrains tertiaires, notamment par l'extrémité méridionale de la Sologne.

#### Crétacé inférieur

On assiste dans le Berry à la terminaison de l'auréole de Crétacé inférieur de l'E et du S du Bassin de Paris ; elle y arrive très appauvrie, le Valanginien et l'Aptien faisant défaut, l'Hauterivien étant très réduit, et le Barrémien continental bien développé étant seul à la représenter depuis le NNE de Bourges jusqu'au delà de Vierzon.

**HAUTERIVIEN.** — Le calcaire à Spatangues, épais de 0 m. 30 à 2 m., se rencontre dans le Sancerrois (Sancerre, Menetou-Ratel, Subigny, Savigny) et au NW de Menetou-Salon où se trouve son affleurement le plus occidental. Il est oolithique, jaune grisâtre, avec petites oolithes ferrugineuses. La faune, très littorale, comprend de petits Spongiaires, des Échinides (*Toxaster retusus*, etc.), des Lamellibranches (*Neitheia atava*, etc.), à l'exclusion des Polypiers et des Ammonites.

**BARRÉMIEN.** — D'après G. Corroy (1), le Barrémien inférieur marin très réduit en épaisseur et appartenant uniquement à la zone des argiles et lumachelles à *Miotaxaster Ricordeauxi*, est représenté dans la colline de Sancerre, où il supporte les horizons lagunaires également peu épais ; il n'est pas connu plus à l'W.

Le Barrémien inférieur lagunaire, comprenant des argiles rouges, des grès et des sables ferrugineux, en général très fins, avec minerai de fer subordonné, s'étend à travers tout le département du Cher, avec une puissance de quelques mètres, reposant presque partout, directement sur le Portlandien ; il se poursuit au delà de Vierzon jusque dans la vallée du Fouzon, atteignant Bagneux. Le minerai de fer, analogue au minerai valanginien de la Haute-Marne, facile à fondre, est appelé *mine chaude* dans la région, par opposition au minerai sidérolithique tertiaire ou *mine froide*. Il est formé

(1) G. CORROY. Le Néocomien de la bordure orientale du Bassin de Paris, p. 207.

d'oolithes de limonite et de géodes associées à des argiles fines et blanches utilisées pour porcelaine ; il est phosphoreux et peu alumineux (1).

Les principales exploitations se trouvaient à Boucard (vallée de la Sauldre), à Saint-Éloi-de-Gy, près de Bourges, à Allouis dans la vallée du Cher (Château des Fontaines, où les géodes ont fourni des moules de fossiles marins, *Trigonia*, *Astarte*, *Panopaea*), à Massay, au SW de Vierzon. L'extraction a atteint 100.000 tonnes par an à la fin du siècle dernier ; elle a été arrêtée en 1908 par suite du manque de combustible sur place, et de la concurrence des minerais liasiques de Lorraine.

Les formations précédentes se terminent par des sables bariolés et des argiles panachées (blanches, grises, jaunes, rouges ou violettes), tantôt intimement mêlés, tantôt séparés, épais de 8 m. en moyenne et qui sont quelquefois attribués au Barrémien supérieur.

### Crétacé moyen

Le Mésocrétacé est bien développé dans le Berry, notamment le Cénomaniens, qui est classique aux environs de Vierzon. En ce qui concerne l'Albien, il y a amenuisement progressif des assises et disparition de certaines d'entre elles ; c'est ainsi que les sables ferrugineux inférieurs qui disparaissent sous l'Éocène lacustre et continental à l'E de la vallée du Barangeon réapparaissent dans la vallée de l'Arnon, mais dépassent peu Dampierre, tandis que les argiles de Myennes se terminent en biseau immédiatement à l'W du méridien de Bourges.

ALBIEN. — L'étage débute par des sables et grès ferrugineux, généralement grossiers qui, à Crésancy, ont fourni à de Grossouvre (2), *Parahoplites Milleti*, *Hoplites tardefurcatus*, *Rhynchonella sulcata*, *R. nuciformis*, *Terebratula* cf. *tamarindus*, *Thetis minor*. La présence de la seconde de ces espèces indique qu'il ne s'agit pas d'Aptien, ainsi qu'on l'a quelquefois admis, mais d'Albien inférieur, et il faut voir, dans cette assise qui est peu épaisse, l'équivalent des Sables verts.

Les *Argiles de Myennes*, fines, bleuâtres, micacées, exploitées pour tuilerie, ne sont pas fossilifères, et disparaissent à l'W de Saint-Martin-d'Auxigny ; elles correspondent à la base des argiles du Gault.

Les *Sables de la Puisaye* n'ont plus au maximum qu'une épaisseur d'une quarantaine de mètres. Fins, siliceux et jaunâtres à l'E, ils deviennent progressivement grossiers vers l'W où ils présentent des bancs gréseux. Avant la vallée du Barangeon, ils s'enfoncent, comme les sables et grès ferrugineux, sous le Tertiaire, pour se montrer à nouveau à l'W de l'Arnon, et s'étendent jusqu'au delà de Saint-Christophe. Au N où ils sont bien développés, fins, avec grès lustrés, ils bordent le Barrémien de la vallée du Fouzon ; au S (Luçay, Meunet) ils sont très réduits, à l'état de marnes sableuses avec nodules phosphatés, et surmontent directement le Portlandien.

On ne trouve donc pas de niveau albien argileux dans la région de Graçay, mais il faut rappeler qu'un peu plus au N les argiles du Gault ont été rencontrées dans le forage de Romorantin (3).

Le niveau de graviers quartzeux avec nodules de phosphate de chaux que l'on trouve au sommet des sables de la Puisaye entre la Loire et l'Armançon existe autour de Vailly, mais ne s'étend pas plus au S ; on y trouve surtout *Mortoniceras inflatum*, *Hoplites Deluci*, *H. Renauxi*, *Douvilleiceras mamillare* et des Lamellibranches.

(1) A. DE GROSSOUVRE. Étude sur les gisements de minerai de fer du centre de la France. *Ann. des Mines*, X, p. 211-315, 1886.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), XVII, p. 475-524, 1889. Voir p. 480-496.

(3) P. GAUCHERY et A. DE GROSSOUVRE. Puits foré à Romorantin. *B. S. G. F.* (3), XXIV, p. 877, 1896.

CÉNOMANIEN. — Le faciès crayeux du Cénomanién que nous avons suivi depuis la Champagne jusqu'à l'extrémité occidentale de la Puisaye, passe sur la rive gauche de la Loire, mais ne persiste qu'aux abords du fleuve ; il passe rapidement vers le SW à des formations littorales, grès et sables de Vierzon, marnes à Ostracées.

L'étage débute par une marne argileuse très glauconieuse, sans fossiles, qui entre la Loire et le SW de Vailly supporte une craie, tantôt verte et glauconieuse (Cernoy), tantôt blanche et un peu micacée (Vailly), avec silex ; cette craie glauconieuse, épaisse d'une vingtaine de mètres, est caractérisée par *Hoplites falcatus*, *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *Turrilitis Scheuchzeri*, *Inoceramus striatus*, *Trigonia crenulata*, *Epiaster crassissimus*, *Holaster nodulosus*.

Dès Cernoy apparaissent dans la craie glauconieuse des intercalations de gaize, qui au delà de Villegenon envahissent presque toute l'assise, tandis qu'à la partie supérieure apparaît un lit de sable quartzoux qui va se développer considérablement vers l'W autour de Vierzon, et se montre déjà bien individualisé à la hauteur d'Humbligny.

Dans la région de Vierzon, le Cénomanién débute par une gaize glauconieuse formée d'une argile grise ou noirâtre, avec quelques marnes calcaires ; ce niveau de base renferme *Exogyra canaliculata*, *Pecten asper*, *Spondylus striatus*. Au sommet, il y a en certains points (la Caroline au NW de Saint-Palais) des sables kaoliniques utilisables pour biscuit de porcelaine, ou des ocres (S de Thénieux). Ensuite viennent les Sables et grès de Vierzon, équivalent latéral de la craie glauconieuse à laquelle ils passent vers l'E, ainsi que nous l'avons dit, par intercalations de bancs de gaize de plus en plus nombreux et épais. Ces sables sont siliceux, très fins, blanchâtres ou jaunâtres, parfois glauconieux ; ils sont agglutinés par des imprégnations de calcédoine en grès lustrés très durs ou grès à pavés, qui forment de grandes lentilles. On n'y trouve que de grands *Acanthoceras rotomagense*. A la partie supérieure on trouve des grès calcaires en général assez fossilifères ; de Grossouvre cite entre autres un Rudiste, *Caprotina striatu* et *Pseudodidema variolare*, *Anorthopygus orbicularis*, *Catopygus columbarius*, *Neithea cometa*, *Trigonia sinuata*, *T. crenulata*, *Exogyra columba*, *E. flabellata*, *Acanthoceras rotomagense*, *Terebratella Menardi*, *Rhynchonella compressa*.

Ces sables et grès correspondent aux Sables du Perche ; ils sont épais de 40 mètres.

Le Cénomanién supérieur, crayeux à Neuvy-sur-Loire, sur la rive droite du fleuve, est encore formé d'une craie très marneuse à Châtillon-sur-Loire et à Blancafort, mais très vite vers le S il se charge en glauconie, l'élément calcaire disparaît, et on passe aux Marnes à Ostracées, blanchâtres à leur partie inférieure, argileuses et verdâtres vers le sommet, se terminant quelquefois par une argile verte à fossiles silicifiés ou par une couche sableuse. Elles apparaissent au S de Sancerre sur le flanc E de la montagne de l'Orme-au-Loup ; épaisses de 12 à 15 m. à l'E, elles ont une trentaine de mètres de puissance près de Vierzon.

*Exogyra columba* est extrêmement abondante dans ces marnes dans lesquelles on rencontre principalement *Acanthoceras Gentoni*, *Schloenbachia varians*, *Pycnodonta cf. vesiculosa*, *Ostrea Baylei*, *Dentalium deforme*, *Rhynchonella compressa*, *Cidarid subvesiculosa*, *Discoidea subuculus*, *Hemiaster bufo*.

TURONIEN. — Entre la Sologne et la Loire, la craie marneuse turonienne, épaisse de 20 m., affleure étroitement dans les vallées (Nère, Sauldre, etc.) aux abords de Blancafort, d'Aubigny (Cher), de Châtillon, d'Autry-le-Châtel (Loiret). Elle est blanchâtre, grossière et dépourvue de silex. *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus*, *Discoidea minima*, *Echinoconus subrotundus*, espèces du Turonien inférieur ou Ligérien, y sont assez fréquents.

Le Turonien du Berry occidental sera étudié dans le chapitre consacré à la Touraine.

### Crétacé supérieur

Le Sénonien affleure très étroitement hors du Berry, proprement dit, sur la rive gauche de la Loire, entre le méridien de Gien et Châtillon ; il s'agit d'une craie noduleuse, blanche, de dureté moyenne, avec peu de silex, très pauvre en fossiles, à rapporter au Coniacien.

Les formations résiduelles résultant de l'altération et de la décalcification de la craie sénonienne, et peut-être aussi, turonienne, couvrent de grandes superficies en bordure S et E de la Sologne, où elles constituent le sous-sol des grandes forêts : forêts de Vierzon, de Saint-Laurent, de Saint-Palais, d'Yvoy, bois de Sens-Beaujeu, d'Henrichemont, d'Humbligny, etc.

Ces formations éluviales dues essentiellement à la destruction sur place de la Craie et aux métasomatoses, mais qui ont quelquefois pu subir un très léger transport, sont constituées par des argiles quelquefois pures et blanches, mais le plus souvent grises et rubéfiées, maigres, avec ou sans silex entiers, parfois chargées de grains de quartz, par des sables, et par des conglomérats de silex à patine blanche, non ou à peine roulés. Quelquefois, il y a cimentation des cailloutis par des imprégnations ferrugineuses ou siliceuses, et transformation en des poudingues qui peuvent être très durs.

L'épaisseur de cette couverture résiduelle est très variable et peut atteindre 40 à 50 m. ; l'altération de la Craie a dû commencer dès son émergence, mais elle paraît surtout liée aux surfaces topographiques de l'Éocène (1), époque à laquelle ont peut-être été mis en place certains sables et certaines argiles.

Ces formations qui renferment de nombreux *Ananchytes* et *Micraster* silicifiés se trouvent en position culminante jusque sur les collines du Sancerrois et reposent sur des terrains de plus en plus anciens, jusqu'au Cénomannien, sur lequel on en observe des lambeaux avec *Micraster cor anguinum*, au SE de Sury-ès-Bois, près de Vailly.

### TERRAINS TERTIAIRES

Les dépôts tertiaires sont représentés dans le Berry par des calcaires lacustres éocènes de divers âges, dont le plus important est le « Calcaire du Berry » par le calcaire de la Limagne aquitainien, qui s'observe dans le NW de l'Allier, par des formations sidérolithiques qui recouvrent vers l'W de grandes superficies, enfin, par les Sables et Argiles du Bourbonnais, assez développés dans le S du Berry oriental.

*Calcaires lacustres.* — LUTÉTIEN. — Un lambeau réduit à quelques ares, de calcaire d'eau douce et de marnes phosphatées, reposant sur le Bathonien oolithique, situé à un peu plus de 3 km. à l'W d'Argenton-sur-Creuse, sur le domaine des Prunes, a fourni des restes de Tortues (*Trionyx*), des dents de Crocodiles et des Mammifères parmi lesquels *Lophiodon medium*, *Chasmotherium minimum*, *Propalaeotherium argenticum*, *P. Rollinatti*, *P. parvulum*, *Catodotherium* sp. (2).

(1) Légende de la feuille de Gien au 80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> édition, 1940.

(2) H. G. SREHLIN. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), IX, p. 489-520, 1909. Voir p. 490.

**BARTONNIEN.** — Des calcaires lacustres se rencontrent dans deux zones dépressionnaires subméridiennes, le système de failles du Sancerrois, et la vallée du Cher et ses abords, entre Vouzeron et Montluçon ; on rapporte souvent ceux de la première zone au calcaire de Briare, qui est d'ailleurs sensiblement contemporain du calcaire du Berry, qui se développe dans la seconde.

Le *Calcaire de Briare*, typique dans l'Orléanais, sur les deux rives de la Loire, autour de cette localité, se retrouve en Berry, à Boulleret, Bannay, où il occupe des dépressions de l'argile à silex et bute par faille à l'W contre celle-ci. Il est gris, à cassure esquilleuse et forme de gros bancs, sur une épaisseur pouvant atteindre 25 m. De Grossouvre signale qu'il est fossilifère à Bannay, avec les genres *Pisidium*, *Limnaea*, *Planorbis*, *Helix*, *Pupa*, *Pomatias*, qui n'ont pu être déterminés spécifiquement d'une manière satisfaisante. Il ressemble au calcaire de Château-Landon, duquel H. Douvillé l'a rapproché alors que ce dernier était considéré comme l'équivalent du Calcaire de Brie ; on admet aujourd'hui qu'il correspond au Calcaire de Champigny, de même que le Calcaire de Briare, qui est donc placé dans le Bartonien supérieur ou Wemmélien (= Ludien).

D'autres lambeaux de calcaire lacustre s'observent le long de la faille de Sancerre, jusqu'à l'W de la Guerche et à l'E de Germigny.

Le *Calcaire du Berry*, souvent associé à du Sidérolithique, auquel il paraît tout au moins par endroits, passer latéralement, constitue des lambeaux très importants, au N, dans les vallées de l'Arnon, du Cher, de l'Yèvre, du Barangeon, où il repose sur du Crétacé ou sur du Jurassique supérieur, puis plus bas, entre le Cher et l'Auron, enfin, au S, vers Montluçon où son substratum peut être formé par le Trias ou les terrains cristalloglyliens.

Ce calcaire lacustre est tantôt marneux, comme en certains points dans la région au S de Vierzon, tantôt dur et compact, résistant à la gelée, et alors utilisé comme pierre de construction à la Chapelle-Saint-Ursin, Saint-Florent-sur-Cher, etc. ; il peut atteindre 30 à 40 m. d'épaisseur. Souvent vermiculé, ce calcaire a une structure massive. En certains points, il est imprégné de calcédoine ; à Quincy, la magnésite (*quincite*) et l'opale le colorent en rose. Il peut également renfermer des dépôts de silex ou des lentilles d'une argile verte très siliceuse. Dans le S (Vicq-Exempt, etc.) il est meulériisé.

L'âge du Calcaire du Berry a donné lieu à des discussions épiques entre G. F. Dollfus (1), qui comme H. Douvillé le considérait comme sannoisien, et A. de Grossouvre qui le plaçait dans l'Éocène moyen ou supérieur (2). Le fait que les fossiles ne s'y rencontrent qu'en quelques points, qu'ils sont souvent mal conservés, et qu'ils appartiennent à des groupes ne permettant guère de déterminations précises, explique ces divergences d'opinions ; de Grossouvre pensait que certains de ses Planorbes pouvaient être rapprochés de *P. pseudoammonius*, d'autres de *P. Chertieri*, espèces lutétiennes ; on admet maintenant qu'il renferme *Limnaea ostrogallica*, *L. Durandi*, *Planorbis goniobasis*, *P. Vasseuri*, *Nystia Duchasteli*. La première de ces espèces est voisine de *L. longiscata*, et la seconde est une forme des calcaires de Château-Landon et de Briare ; la dernière se trouve surtout en face de Maulne, sur la rive gauche du Cher. Des microorganismes se montrent dans les silex.

La faune précédente rend vraisemblable l'opinion de A. de Grossouvre, et, à sa suite, G. Denizot (3) place le Calcaire du Berry dans l'Éocène supérieur, à peu près au niveau du Calcaire de Champigny (Bartonien supérieur ou Wemmélien).

(1) G. F. DOLLFUS. Les calcaires et sables tertiaires du Bassin de la Loire. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 113-118, 1904. Feuille de Bourges au 320.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XVI, n° 110, p. 6-26, 1906.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Feuille de Bourges au 320.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XVI, n° 105, p. 6-17, 1905.

(3) G. DENIZOT. Les formations continentales de la région orléanaise, 1927.

D'après L. Aufrère (1), des calcaires lacustres seraient dans l'Indre, tantôt sous-jacents aux grès sidérolithiques, tantôt intercalés dans les formations détritiques.

Une instabilité du fond lacustre due pour A. Vatan (2) au jeu de diaclases orientées NS affectant les calcaires jurassiques de la Champagne berrichonne et fractionnant les dépôts éocènes sus-jacents, aurait produit des remaniements sous-lacustres ; il attribue à ceux-ci le fait que les calcaires lacustres contiennent à leur base des oolithes ferrugineuses du Sidérolithique, et présentent des colorations différentes en ce qui concerne les éléments remaniés.

Le contact actuel, près de Vierzon et de Mehun-sur-Yèvre, du calcaire du Berry et du Crétacé, a été considéré par de Grossouvre, comme correspondant à la véritable limite d'extension dans cette direction, du dépôt lacustre.

Le Calcaire à *Phryganes* aquitaniens apparaît en quelques points (Bois de Bagnolet, Aubigny, Saint-Léopardin) du NW du département de l'Allier, mais on ne le connaît pas dans le Berry proprement dit. Il repose sur le Trias ou le Jurassique et se montre au travers des argiles et sables du Bourbonnais sous lesquels il est en continuité avec le calcaire de la Limagne qui, ainsi que nous l'avons dit (p. 150) se poursuit dans le S du Nivernais.

*Sidérolithique.* — Les formations sidérolithiques (3), de faciès variés, très répandues dans le département du Cher, paraissent résulter de l'altération sur place et *per descensum* de tous les terrains, y compris le Jurassique, pendant une période allant principalement du Bartonien au Sannoisien. Il est permis d'attribuer à un processus de latérisation la formation de minerais de fer en grains ou en amas.

Le Sidérolithique se présente souvent en poches dans les calcaires jurassiques, l'une de celle-ci signalée par de Grossouvre, ayant à Bellegarde, à l'W de Mers, une profondeur de plus de 200 m. ; il est fréquemment intercalé entre le Jurassique ou le Crétacé, et le Calcaire lacustre du Berry, le contact avec les sédiments encaissants étant presque toujours très irrégulier. L. Aufrère (4) indique un passage latéral, par multiples digitations, du Sidérolithique au Calcaire du Berry, aux environs de Mehun-sur-Yèvre et de Vicq-Exempt.

Dans le S, en bordure du massif ancien, la formation sidérolithique comprend des argiles sableuses blanches ou jaunes, ou marbrées de rouge vif ; elles renferment de nombreux cailloux de quartz anguleux, et en se chargeant de silice, passent à des grès rouges lustrés ; on n'y rencontre pas de minerai de fer. Au centre, dans la région de la Chapelle-Saint-Ursin et de Saint-Florent-sur-Cher, le minerai de fer, en grains pisiformes, avec argile et quartz granulaire, peut être accompagné, soit par des marnes farineuses cristallines, ou des argiles blanches, grises, vertes ou ocreuses, plus ou moins sableuses, avec

(1) L. AUFRÈRE. Les formations lacustres dans la Brenne au Sud de Mézières (Indre). *C. R. som. S. G. F.*, p. 267-268, 1935.

(2) A. VATAN. Remaniements sous-lacustres dans les calcaires éocènes du Berry. *Ibid.*, p. 43-45, 1936.

(3) A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.* : *Ann. Mines*, X, p. 211-215, 1886 ; *B. S. G. F.* (3), XVI, p. 287-298, 1888 ; *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 105, p. 6-17, 1905.

(4) L. AUFRÈRE. *Loc. cit.*

graviers siliceux passant à des grès ferrugineux, auxquels sont associés des cailloux roulés formés de chailles et de silex remaniés, soit par des argiles blanches kaoliniques et réfractaires.

Plus au N, dans la région de Massay, Vierzon, Mehun-sur-Yèvre, le Sidérolithique est une argile dure, bariolée, imprégnée de silice et d'opale, accompagnée ou non de nodules ou de pisolithes de minerai de fer, avec silex plus ou moins roulés. Enfin, en bordure de la Sologne (Allogny, Thénieux, etc.) de profondes poches dans le Crétacé décalcifé renferment une opale pulvérulente, blanche ou jaune, dite *grossouvréite*.

Un résidu argileux est laissé, au contact avec le Sidérolithique, par les calcaires jurassiques et le Calcaire du Berry, recristallisés.

On a invoqué autrefois des influences éruptives ou hydro-minérales dans la formation des dépôts sidérolithiques, mais ils paraissent bien provenir de la destruction de sédiments antérieurs, faite pour la plus grande partie sur place ; cependant, il a pu y avoir transport souvent important des sables et des matériaux fins argileux (1).

Dans l'Indre, les sables, grès, arkoses et argiles sidérolithiques occupent de grandes étendues, recouvrant les calcaires jurassiques, dont ils remplissent les fissures et les inégalités et poches ; toutefois, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il y aurait en certains points, d'après L. Aufrère, des calcaires lacustres interposés entre le Jurassique et le Sidérolithique et ceci avait été invoqué par G. F. Dollfus pour placer dans les Sables de la Sologne les formations ci-dessus. Cependant, L. Aufrère signale également des calcaires lacustres intercalés, et un passage tantôt latéral, tantôt vertical d'un dépôt à l'autre. Il semble donc que l'on se trouve bien devant du Sidérolithique, mais il se peut que vers l'W il monte plus haut, jusque dans l'Oligocène moyen, que dans l'E, où au N du Lys-Saint-Georges, le calcaire du Berry lui est superposé, ainsi que l'a montré de Grossouvre.

Pour P. Jodot, les sables et les grès, plus récents que le calcaire de la Bussière, doivent être placés dans le Bartonien supérieur (2) ; des sables burdigaliens surmonteraient l'ensemble du Sidérolithique et des calcaires lacustres.

Le Sidérolithique de l'Indre est formé d'argiles sableuses ou pures, blanches, rouges, ocreuses ou bariolées, mélangées de sables, graviers siliceux, silex jurassiques, passant à des grès tendres ou grisons allant du gris clair au rouge vif, et à des arkoses à ciment siliceux à grain plus ou moins grossier. A la base, on rencontre en divers endroits (Mézières, Argenton, etc.) des argiles ocreuses avec minerai de fer pisolithique, qui a été autrefois exploité. Près de Sainte-Gemme, d'importants amas d'argiles blanches réfractaires dépendent du Sidérolithique.

La formation a une allure très irrégulière, descendant souvent très

(1) A. VATAN. Sur les formations continentales « sidérolithiques » semblant provenir de matériel marin dans le Bassin de Paris méridional. *C. R. som. S. G. F.*, p. 290-292, 1938.

(2) P. JODOT. L'âge des formations continentales nummulitiques de la Breane. *Ibid.*, p. 327-329, 1947.



bas dans les fissures des calcaires jurassiques, pouvant atteindre sur les plateaux une épaisseur de 30 m., mais se réduisant et laissant apparaître des flots de marnes et calcaires jurassiques. Entre les vallées de la Creuse et de la Claise, où elle n'est pas recouverte par les limons et graviers des plateaux, elle constitue le sous-sol de la Brenne, plateau couvert d'étangs et de buttes correspondant aux parties plus dures, moins entamées par l'érosion.

Au contact avec le Sidérolithique, le Jurassique est presque toujours profondément modifié, transformé en marnes cristallines pulvérulentes, et prenant parfois l'aspect d'un calcaire lacustre, ce qui doit rendre circonspect dans l'indication de la présence de ce dernier.

*Sables et argiles de la Sologne. Argiles et sables à cailloux du Bourbonnais.* — Des lambeaux assez importants d'argiles sableuses qui s'observent au S de Vierzon, entre les vallées du Cher et de l'Arnon, jusqu'à la hauteur de Charost, recouvrant le Crétacé, le Calcaire du Berry, puis plus au S, le Jurassique, se rattachent incontestablement aux Sables et argiles de la Sologne, dont dépendent peut-être aussi des sables granitiques rubéfiés, avec quelquefois cailloux roulés de quartz blanc, chailles jurassiques et silex crétacés.

Des sables et argiles à galets, quelquefois assez volumineux, de quartz blanc et de quartzites, matériel originaire du Massif Central, auquel s'ajoutent vers le N des chailles jurassiques, forment une couverture très étendue qui dans le S du département du Cher et le NW de celui de l'Allier, masque presque partout les terrains sous-jacents. Ce sont les *Argiles et sables du Bourbonnais* qui sont en continuité avec les formations superficielles du S du Nivernais. Les argiles sont quelquefois pures et réfractaires.

L'épaisseur de cette formation est variable, se tenant en moyenne entre 20 et 30 m., mais on en connaît, il est vrai, en dehors de la zone sédimentaire, des poches de plus de 220 m. de profondeur (1). Elle est rapportée au Pliocène sur les Cartes géologiques, mais L. de Launay (2) qui l'a étudiée en détail n'a pu préciser son attribution au Miocène ou au Pliocène. Il est possible qu'il y ait eu continuité avec les Sables de la Sologne, ainsi que l'a pensé G. F. Dollfus et que l'a admis M. Gignoux dans sa « Géologie stratigraphique », et que Sables et argiles du Bourbonnais, Sables et argiles de la Sologne, et Sables granitiques fassent partie d'une même formation du Miocène inférieur.

Cependant, les Sables du Bourbonnais se sont répandus en nappe sur une surface topographique paraissant plus récente, et d'autre part, en certains points, notamment à l'W de Reuilly, dans la vallée de l'Arnon, des argiles avec quartz roulés très peu nombreux sont associées à des sables rouges granitiques qui semblent être des sables de la Sologne remaniés.

(1) P. LEMOINE. Sur l'importance du lambeau pliocène de Culan (Cher). *B. S. G. F.* (4), XXX, p. 433-435, 1930.

(2) L. DE LAUNAY. Notes sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. *Bull. Serv. Carte Géol. France.* t. XXVI, n° 147, 1923. Voir p. 103-126.

## FORMATIONS QUATERNAIRES

Les dépôts quaternaires du Berry ne comprennent guère que les alluvions anciennes et modernes des cours d'eau. On ne peut y reconnaître comme limon des plateaux véritablement postérieur au Pliocène, que des lambeaux de limon de décalcification, remanié par ruissellement, avec peut-être dépôts éoliens, qui surmontent les calcaires jurassiques aux environs de Bourges. Les formations superficielles, argiles sableuses avec graviers de quartz blanc laiteux, qui dans l'Indre recouvrent le Sidérolithique au S de la Creuse, sont à rattacher aux Sables et argiles du Bourbonnais.

*Alluvions anciennes.* — Nous avons indiqué antérieurement (p. 151) les travaux de E. Chaput et de G. Denizot, relatifs aux alluvions de la Loire et de ses affluents principaux.

Dans la vallée de la Loire, les alluvions anciennes sont beaucoup moins développées sur la rive gauche que sur la rive droite, et n'y forment que quelques placages de superficie restreinte. Les sables à quartz et chailles roulées de la rive gauche de la Vauvise, à l'W de Sancergues, représentent peut-être un lambeau d'une terrasse de 60 m., de même que les limons à quartz et silex roulés qui s'observent autour de Boulleret. La terrasse de 40 m. montre en amont du Bec d'Allier (amont du Veudre, Château-sur-Allier, près de Neuvy-le-Barrois, etc.) des alluvions avec roches cristallines et grains ou cailloux roulés volcaniques (trachytes, scories basaltiques) ; en aval du Bec d'Allier, les alluvions de cette terrasse sont moins nettes (N de la Chapelle-Montlinard, de 172 à 188 m.) ; les alluvions de l'Aubois très développées ne renferment pas de roches cristallines et paraissent provenir d'un lavage du Pliocène, dont les sables ont été entraînés ; elles sont très différentes de celles de l'Allier.

La terrasse de 15-20 m., très développée dans la plaine de Mars, sur la rive droite de l'Allier, sous forme de sables gris à grains volcaniques très abondants, est bien développée à Maison Rouge, puis entre Chaudillon et Herry, enfin, à Saint-Bouise.

Nous avons dit (p. 152) qu'il y avait un certain désaccord entre G. Denizot et E. Chaput, sur le nombre et les niveaux des terrasses de la Loire ; les indications précédentes sont empruntées à ce dernier, d'après lequel les terrasses de 55-60 m., 35-40 m. et 15-20 m. se retrouvent dans les vallées de ses affluents principaux.

Dans la vallée du Cher, la terrasse de 55 m. serait représentée autour de Drevant, à l'amont de Saint-Amand, par une mince couche de sables et de limons à quartz et silex roulés surmontant le Lias, et à l'aval, des cailloutis avec arkoses du Trias et chailles, dans le défilé de Bruère, seraient à rapporter au même niveau. La terrasse de 30-35 m., très nette sur le plateau d'Igny au SE de la Perche, et sur la rive gauche de l'Arnon entre Ardennais et Touchay comporte des alluvions formées de sables rouges à éléments sédimentaires associés à des roches cristallines friables ; interrompues dans la région de Saint-Amand on les retrouve à l'aval, notamment sur la rive droite à Châ-

teauneuf. La terrasse de 15 m. est observable à Saint-Amand (Cher et Marmande) où les alluvions sont très sableuses, et à Vierzon.

Les vallées de l'Indre et de la Creuse montrent des lambeaux plus ou moins étendus se rattachant aux terrasses précédentes.

Au NE d'Argenton et à Saint-Marcel, des sables argileux rubéfiés, avec chailles roulées, quartz, roches cristallines, qui se trouvent à la cote 155, dépendent du niveau de 55 m. Les éléments anciens y sont moins fréquents et plus altérés que dans les alluvions de la terrasse de 35 mètres.

Les alluvions anciennes n'ont, dans le Berry, fourni aucun fossile, ce qui empêche de préciser leur horizon stratigraphique. Dans l'ensemble, celles des rivières importantes et de la Loire renferment des roches cristallines et volcaniques associées à des éléments sédimentaires, tandis que celles des petits cours d'eau du N sont formées seulement de ces derniers, et principalement de sables et galets tertiaires remaniés.

*Alluvions modernes.* — Les alluvions récentes sont très développées dans les vallées de l'Allier et de la Loire ; en ce qui concerne celle-ci, nous avons indiqué, en en donnant la composition (p. 153), combien ces alluvions étaient réduites sur la rive droite.

Sur la rive berrichonne, au contraire, elles constituent une plaine alluviale large souvent de plusieurs kilomètres, interrompue seulement du Poids de Fer aux Batis, au S du confluent avec l'Aubois, et resserrée au pied des coteaux de Sancerre. Dans la vallée de l'Aubois, elles sont surtout argileuses.

Les petits cours d'eau de parcours jurassique présentent parfois des nappes alluviales caillouteuses importantes que l'on pourrait considérer comme anciennes (1), mais qui, en raison de leur bas niveau au-dessus de l'étiage, doivent plutôt être rapportées aux alluvions modernes.

Les plaines et fonds de vallées du Cher et de l'Arnon montrent des alluvions sableuses et argilo-sableuses, tandis que celles de la Théols et de l'Auron sont argilo-calcaires. Les dépôts argileux dominent dans la vallée de l'Yèvre, mais aux abords de Mehun, des puits destinés à l'alimentation de la commune ont traversé sur plusieurs mètres des sables blancs, fins ; à Moulins-sur-Yèvre et à Saint-Germain-du-Puits, on rencontre de la tourbe.

Les alluvions récentes de l'Indre sont formées de sables plus ou moins limoneux ; elles occupent un fond de vallée assez étroit depuis l'amont de Châteauroux jusqu'au delà de Buzançais, mais la plaine alluviale se développe largement après le confluent avec le ruisseau de la Cité, dans la région de Saint-Genou-Pallau.

Dans la vallée de la Creuse, les apports récents sont constitués par des sables quelquefois assez argileux avec galets en petit nombre.

(1) R. ABRARD. Les alluvions de la rivière de Feux (Cher). *C. R. som. S. G. F.*, p. 58-59, 1944.

## CHAPITRE V

### LE SEUIL DU POITOU ET SES ABORDS

Les cartes géologiques à petite échelle montrent d'une manière très parlante, la continuité des terrains jurassiques du SW du Bassin de Paris avec ceux du N du Bassin aquitainien, entre la Gâtine vendéenne, extrémité SE du Massif armoricain, et le Limousin, partie NW du Massif Central.

Cette région, qui sépare les deux massifs hercyniens, et par laquelle les deux grands bassins sédimentaires ont communiqué, non seulement au Jurassique, mais aussi pendant une partie du Crétacé moyen et supérieur, constitue le seuil ou détroit du Poitou, passage qui a permis de nombreux échanges de faunes.

Ainsi que nous l'avons dit lorsque nous avons parlé des limites du Bassin de Paris, celles-ci sont assez imprécises dans cette zone, transitoire au point de vue géographique, et nous avons admis que la séparation était donnée par la ligne de partage des eaux, à vrai dire très sinueuse, entre les cours d'eau tributaires du Bassin de la Loire et ceux qui dépendent de la Sèvre Niortaise et de la Charente (voir p. 28), ligne qui peut être jalonnée approximativement par Champdeniers, Lezay, la faille de Montalembert jusqu'au S de la source de la Bouleure, et passant ensuite au N de Civray pour s'infléchir en direction de Confolens pour séparer le bassin du Clain de celui de la Charente.

Ceci, qui conduit en pratique à amener vers le SW le Bassin de Paris jusqu'à la faille de Montalembert, c'est-à-dire à y inclure la plus grande partie du détroit poitevin, cadre bien avec le fait que pendant presque tout le Jurassique les faciès du N se sont étendus jusqu'à la Rochefoucauld.

Le seuil du Poitou comprend donc essentiellement les terrains jurassiques qui se sont déposés dans la zone d'ennoyage des plis hercyniens de direction armoricaine, l'existence à faible profondeur du socle ancien étant indiquée par de nombreuses failles orientées NW-SE. Ces fractures, dues à la remise en jeu au Tertiaire, de cassures carbonifères et permienes, du substratum cristallin, marquent la continuité par-dessous les formations jurassiques, de la Gâtine et du Limousin occidental.

Au N le Jurassique, qui occupe le détroit proprement dit, est bordé par du Crétacé moyen, Cénomaniens et Turonien, qui le recouvre en transgression et représente les derniers affleurements vers le SW, du Méso-crétacé de l'Anjou et de la Touraine.

Les calcaires lacustres nummulitiques et le Sidérolithique recouvrent sur de grandes superficies le Jurassique et le Crétacé, principalement à l'E d'une ligne Dangé-Châtelleraut-Poitiers-Voulon, suivant les vallées de la Vienne, puis du Clain. Les faluns miocènes ont laissé un lambeau à Mirebeau.

Au point de vue géographique, la région étudiée dans le présent

chapitre correspond à peu près à la totalité du Haut-Poitou (1) ; elle comprend le département de la Vienne moins la petite partie qui mord sur le Limousin, et son extrémité S qui appartient au Bassin de la Charente, et une bande assez étroite dans l'E du département des Deux-Sèvres. Le seuil du Poitou, dépendant du Bassin de Paris, n'occupe donc que moins d'un tiers de l'ancienne province qui a donné les départements de la Vienne, des Deux-Sèvres et de la Vendée. Considérée sous l'angle géologique, cette province, fort peu naturelle, s'étendait sur des massifs hercyniens distincts, et sur une zone mésozoïque et tertiaire les séparant, appartenant elle-même à deux bassins sédimentaires différents, le Bassin de Paris au N de l'anticlinal faillé de Montalembert, et le bassin aquitainien au S, cette limite étant seulement approximative.

### TERRAINS JURASSIQUES

Le Trias n'existe pas sur les bords du détroit du Poitou et le Jurassique (2) est, par l'un ou l'autre de ses termes, directement transgressif sur les roches cristallines de la Gâtine et du Limousin. La ligne de contact est assez régulière à l'W, mais vers le NW du Massif Central, dans les vallées de la Bénaise, du Salleron, de la Gartempe, de la Blourds, de la Vienne, du Clain, etc., les roches anciennes, granites, granulites et micaschistes, s'avancent en digitations très marquées dans la région jurassique et tertiaire, formant des pointes qui apparaissent au travers du Lias.

#### *Jurassique inférieur ou Lias*

En bordure du Limousin, le Lias est partout, par des niveaux qui varient, transgressif sur le Massif hercynien. Il en est de même en beaucoup de points vers l'W, par exemple à Thouars où le Lias supérieur recouvre le Cristallophyllien, mais on y observe une accentuation de la transgression au début du Jurassique moyen, le Bajocien et le Bathonien, s'étant très souvent avancés plus loin que le Lias sur le Massif vendéen.

RHÉTIEN. — A la base des assises liasiques, on trouve en quelques points des dépôts, surtout arénacés, qui ont été attribués au Rhétien, et qui sont très discontinus. On peut citer les argiles sableuses de la partie inférieure du Lias reposant sur les roches anciennes à Champagné-Saint-Hilaire, les argiles sableuses marbrées et les grès grossiers reposant sur le granite à Pressac dans la haute vallée du Clain (Le Touzé de Longuemar) ; la roche siliceuse dure de Pressac ; les arkoses dures qui se trouvent entre Confolens et Charroux, aux confins du Bassin aquitainien.

L'âge rhétien de ces couches est extrêmement sujet à caution.

(1) J. WELSCH. Essai sur la Géographie physique du seuil du Poitou. *Ann. de Géogr.*, XVI, n° 87, p. 53-64, 1892. — Le Haut-Poitou. *Ibid.* p. 204-222. — Les régions naturelles du Poitou, Paris, 1922.

(2) Comme travaux généraux on consultera : J. WELSCH. Etude des terrains du Poitou dans le détroit poitevin et sur les bords du massif ancien de la Gâtine. *B. S. G. F.* (4), III, p. 797-881, 1903. — Coupe des terrains jurassiques sur le versant parisien du seuil du Poitou, au Nord de Ligugé et de Poitiers. *Ibid.*, p. 944-954. — Bibliographie. *Ibid.*, p. 789-793. — PH. GLANGEAUD. Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. VIII, n° 50, 1895.

**HETTANGIEN.** — Le Calcaire jaune nankin dolomitique, compact ou terreux, avec bancs durs, ou caverneux et cloisonné, considéré par de Longuemar comme représentant l'Hettangien avec passage au Sinémurien, ne paraît pas empîeter sur ce dernier. Il s'étend sur tout le S du détroit du Poitou, du Limousin au Bocage vendéen, et remonte au N jusqu'à Champagné-Saint-Hilaire, et au Moulins de Villemonay dans la vallée du Clain. Il disparaît au delà de l'axe de Champagné, le Lias moyen élevé, ou le Lias supérieur, reposant directement sur les roches anciennes.

L'Hettangien de Champagné-Saint-Hilaire, formé de calcaires dolomitiques jaune brun et jaune nankin, compacts et cloisonnés, avec intercalations d'argiles et de calcaires marneux feuilletés, vers sa partie supérieure, a fourni vers le sommet *Lucina arenacea*, *Cypricardia laevigata*, *C. triangularis*, *Astarte irregularis*, *Turritella Zinkeni*.

**SINÉMURIEN.** — La *caillebotine*, calcaire noduleux d'un blanc grisâtre, très dur, en petits bancs, épais au total de 4 à 5 m., est fossilifère hors du Bassin de Paris, aux environs de Niort où on a trouvé *Arietites latisulcatus*, *A. Conybeari*, *Pseudomelania nuda*, *Cardinia copides*, etc. Ce faciès ne s'étend pas vers le N, mais dans la vallée de la Vonne, à Ménigoute et à Sanxay, on trouve des couches d'un aspect très voisin.

Sur le bord occidental du Massif Central, et dans le milieu du détroit poitevin, le Sinémurien paraît faire défaut, à moins qu'il ne soit représenté par la partie supérieure du calcaire jaune nankin, comprise entre l'Hettangien et le Lias moyen datés. Le fait que à Villemonay et près de Champagné on trouve à la partie supérieure de ce calcaire des oolithes ferrugineuses très fines, semblables à celles qui, au S de Saint-Maixent, s'observent à la base de la caillebotine, peut passer pour un argument dans ce sens. L'épaisseur du Sinémurien serait alors très réduite, car lesdites oolithes se rencontrent presque immédiatement sous le Lias moyen.

**DOMÉRIEN.** — La Lotharingien et le Pliensbachien font défaut dans le seuil du Poitou, et le Domérien fait suite au calcaire hettangien ou repose directement sur les roches anciennes, comme à Ligugé. L'étage est absent ou mal représenté sur les bords N du seuil, qu'ils s'agisse des abords du Limousin ou de ceux de la Vendée.

Au S de Montmorillon, sous les marnes bleues de Saulgé, J. Welsch a recueilli *Amaltheus margaritatus*; plus au S, entre l'Isle-Jourdain et Availles, le Domérien manque, à moins qu'on ne lui rapporte 1 à 2 m. de grès ou de poudingues à petits éléments, qui surmontent directement les roches cristallines et supportent le Toarcien. A l'W, dans la vallée de l'Auzance, des calcaires cristallins brun foncé paraissent représenter l'étage, de même que, avec plus de doute, des grès grossiers plus ou moins calcaires du bassin du Thouet, interposés entre le socle ancien et le Toarcien. Ces grès diminuent d'épaisseur vers le N et disparaissent à peu près complètement aux environs d'Airvault et de Saint-Varent.

Le Domérien représenté par des calcaires gréseux variant du blanc grisâtre au brun jaunâtre, épais de 4 à 12 mètres, renfermant souvent des silex, s'observe en bordure du Massif Central, dans la haute vallée du Clain notamment, et s'étend jusqu'à la Gâtine, apparaissant sous les formations plus récentes en divers points du milieu du détroit, à la faveur de dislocations qui ont relevé plusieurs régions: Montalembert, Fougeré-de-Champagné, Champagné-Saint-Hilaire, Voulon, Ligugé. Les principaux fossiles sont *Amaltheus margaritatus*, *A. spinatus*, *Belemnites niger*, *B. paxillosus*, *Gryphaea cymbium*, *Pecten aequivalvis*, *P. disciformis*, *P. acuticostatus*, *Rhynchonella tetraedra*.

J. Welsch indique la présence de bancs silicifiés très durs, sur la rive droite du Clain, à l'extrémité S du pointement granitique de Ligugé, et à Montreuil-Bonnin, sur la rive droite de la Boivre à l'W de Poitiers.

Dans la Gâtine de Parthenay, le Lias moyen est formé de quelques mètres de grès durs à grain fin en bancs horizontaux, entremêlés d'argiles

verdâtres, conservés à la surface des terrains anciens, granulite et Briovérien.

**TOARCIEU.** — Avec le Lias supérieur, la transgression venant du S (1) s'accroît très largement, et le Toarcien, presque entièrement marneux, repose directement sur les terrains cristallophylliens et les schistes briovériens dans le S du détroit poitevin, de même qu'au N aux environs de Thouars. Sur le bord NW du Massif Central, il y a quelquefois entre lui et les terrains hercyniens des couches calcaires ou détritiques, très réduites, que l'on attribue au Lias moyen, mais le plus souvent il y a contact direct avec le substratum ancien, granitique, granulitique ou cristallophyllien.

Le Toarcien a recouvert toute la région du seuil du Poitou, et il s'observe sur les bords des Massifs Central et vendéen, et aussi en un certain nombre de points, dans le détroit lui-même, où il est ramené au jour le long d'anticlinaux souvent faillés. Sa composition est très uniforme; il est constitué par des marnes bleues qui séparent des bancs de calcaires marneux plus durs, l'ensemble ayant de 8 à 10 m. d'épaisseur. On y trouve des fossiles pyriteux et ferrugineux, des cristaux de pyrite et de marcasite, quelques cristaux de gypse, et des passages ligniteux.

L'étage est particulièrement développé aux environs de Thouars (Vrines, etc.) où en a été pris le type, mais il est également très fossilifère partout, notamment dans la Vienne (environs de Ligugé, etc.) (2). J. Welsch y a distingué cinq niveaux, qui sont plutôt des horizons que de véritables zones paléontologiques; ce sont de bas en haut :

1° Horizon à *Harpoceras falciferum*, représenté à Thouars par un calcaire marneux et gréseux à oolithes ferrugineuses, et dans le SE du seuil par des marnes grises; épaisseur 0 m. 20 à 1 m. Fossiles principaux : *H. falciferum*, *Dactyloceras* cf. *annulatum*, *Paroniceras subcarinatum*. A Thouars, ce niveau surmonte 2 m. de poudingue à petits éléments de quartz, et de grès grossiers qui reposent sur les schistes anciens, assise que d'Orbigny plaçait dans le Lias moyen; Welsch ayant trouvé dans le poudingue une Ammonite voisine de *Harpoceras Strangewesi* déclare le rattacher au Toarcien, mais quelques lignes plus loin, en raison de la présence de *Pecten disciformis*, il conclut à un faciès littoral du Domérien (*Géologie des environs de Thouars*, p. 7). Il s'agit d'une couche qui paraît correspondre aux grès grossiers et aux calcaires bruns que l'on trouve en un certain nombre de points sous le Toarcien en bordure du Limousin et dont il est bien difficile de préciser l'âge, considéré en général comme Charmouthien; mais elle peut aussi représenter un faciès transgressif du Lias supérieur; nous pensons que la seconde opinion est la plus proche de la réalité.

2° Horizon à *Hildoceras bifrons*, calcaire marneux à grosses oolithes ferrugineuses, épais de 0 m. 30, très fossilifère au sommet : *H. bifrons*, *H. Levisoni*, *Harpoceras complanatum*, *Dactyloceras Holandrci*, *D. commune* (bordure du Limousin et de la Gâtine, centre du Seuil, etc.).

3° Horizon à *Haugia variabilis*, formé de calcaires marneux bleuâtres (0 m. 50 à Thouars, 3 m. dans la Vienne), avec, outre l'espèce précédente *Haugia jugosa*, *Lytoceras sublineatum*, *Pseudolyceras compactile*, *Lillia erbaensis*.

4° Horizon à *Grammoceras toarcense*, le plus général (1 m. 50 à Thouars, 3 à 4 m. à la Bournigale près Ligugé), constitué surtout par des marnes bleues, avec quelques bancs de calcaires marneux bleuâtres; les Ammonites, presque toujours pyriteuses, montrent de nombreux *Grammoceras* et *Pseudo-*

(1) R. ABRARD. Les relations du Bassin de Paris et du Bassin aquitain pendant le Lias. *C. R. Ac. Sc.*, t. 218, p. 563-565, 1944.

(2) J. WELSCH. *Loc. cit.*, 1903, p. 821-826. — La Géologie des environs de Thouars (Deux-Sèvres) et l'étage Toarcien. *Mém. Soc. vulg. Sc. Nat. Deux-Sèvres*, 1911. — Contribution à la connaissance des faunes jurassiques du Poitou. I. — Le Lias supérieur de Ligugé-Smarves, près Poitiers (Vienne). *C. R. som. S. G. F.*, p. 145-147, 1928. — P.-A. GILLARD. Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers. *B. S. G. F.* (5), IX, p. 599-609, 1939.

*grammoceras*. D'après P.-A. Gillard on peut, dans la Vienne, reconnaître quatre niveaux dans cet horizon :

a) niveau à *Pseudogrammoceras striatulum*, avec *Phylloceras heterophyllum*, *P. Nilsoni*, *Lytoceras sublineatum*, *L. funiculum*, *Grammoceras audax*, *G. fallaciosum*, *Haugia comensis*, *H. illustris*, *Pseudogrammoceras Saemanni*, *Paroniceras sternale*, *Harpoceras cumulatum* ;

b) niveau à *Haugia Eseri*, mince niveau marno-calcaire très localisé (environs de Ligugé) à très nombreuses petites Ammonites pyriteuses : *H. Eseri*, *H. occidentalis*, *Lillia* aff. *aspera*, *Pseudogrammoceras pedicum*, *Phymatoceras Dumortieri* ;

c) niveau à *Pseudogrammoceras pedicum*, marnes schisteuses tendres, grises ou bleuâtres (1 m. 50 au plus), développées dans le centre du détroit, avec, outre l'espèce caractéristique, *Phylloceras heterophyllum*, *P. Nilsoni* (Gouex, Queaux, N de Saulgé), *Grammoceras toarcense*, *G. fallaciosum*, *Pseudogrammoceras Cotteswoldiae*, *P. Bingmanni*, *P. quadratum*, *Paroniceras sternale* ;

d) niveau à *Pseudogrammoceras Struckmanni*, 1 m. 50 à 2 m. de marnes bleues légèrement sableuses, à nombreuses petites Ammonites ferrugineuses : *Phylloceras heterophyllum*, *Cotteswoldia distans*, *Pseudogrammoceras Struckmanni*, *P. Bingmanni*, *P. doerntense*, *P. latescens*, etc. ; se voit notamment au S de Ligugé, à Vivonne, la Rallerie.

Il ne faut pas trop s'illusionner sur la portée de cette microstratigraphie, et sur la possibilité de retrouver dans tout le détroit des niveaux, qui correspondraient aux quatre premières « hemerae » distinguées par S. S. Buckman dans le « Yeovillien » du Yorkshire.

5° Horizon à *Hammatoceras insigne*, représenté à Thouars par 1 m. à peu près de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses d'abord fines, puis devenant plus grosses vers le haut qui passe insensiblement à l'Aalénien ; on trouve encore quelques oolithes au pont de Mezeaux au S de Poitiers, mais elles disparaissent dans la vallée de la Vienne. Les exemplaires de *H. insigne* sont très grands à Thouars. On trouve également à ce niveau *Grammoceras fallaciosum*, *Pseudogrammoceras Cotteswoldiae*, *Polyplectus discoides*.

P.-A. Gillard reconnaît, au-dessus de l'horizon précédent, un niveau à *Phlyseogrammoceras dispansum*, avec *Cotteswoldia distans*, *Polyplectus discoides*, *Hammatoceras insigne* (à la base), *Lytoceras Trautscholdi*, *Phlyseogrammoceras metallarium* et à Mezeaux et Laverré, plusieurs espèces d'*Hildoceras* voisines de *H. Grinowi*. Ce niveau, en général à l'état de marnes grises, peut être considéré comme formant la partie terminale de l'horizon 5, plutôt que comme une zone indépendante.

Le Toarcien est une des plus belles formations jurassiques du Seuil du Poitou, et une des plus fossilifères. Gillard cite 52 espèces d'Ammonites des horizons 4 et 5, dans lesquelles on trouve des formes ubiquistes, associées à des espèces rhodaniennes et aveyronnaises, ainsi qu'à des formes des niveaux de Whitby-Yeovil, dans le Yorkshire. L'horizon 4 est le plus riche ; on y trouve également des Bélemnites (*B. tripartitus*, *B. irregularis*), et de nombreux moules de Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Turbo*, *Chemnitzia*) et de Lamellibranches (*Pecten*, *Gervilleia*, *Avicula*, *Arca*, *Trigonia*, *Gresslya pinguis*, *Pholadomya*).

Dans l'horizon 5, on trouve avec *Lima toarcense* les premières *Ostrea Beaumonti* représentées par une variété en général plus grande que la forme typique de l'Aalénien. C'est aussi à ce niveau qu'à Mezeaux a été recueilli *Trochotiarra Deslongchampsii*, l'unique Échinide toarcien de la région (1), le faciès ne convenant pas au développement de ces organismes.

AALÉNIEN. — Le Toarcien passe insensiblement à l'Aalénien et la limite entre les deux étages est souvent difficile à discerner. D'une manière générale, dans le centre du détroit, le faciès des marnes bleues persiste dans les

(1) J. LAMBERT. Note sur les Échinides jurassiques et les oscillations du détroit poitevin. *B. S. G. F.* (5), IV, p. 523-535, 1934.



deux zones inférieures de l'Aalenien, tandis qu'à Thouars on trouve d'abord un calcaire à oolithes, puis des calcaires marneux et des marnes jaunâtres.

J. Welsch a distingué cinq zones qu'il répartissait entre le Toarcien supérieur et le Bajocien inférieur :

1<sup>o</sup> Zone à *Dumortieria radians*, calcaire marneux à oolithes ferrugineuses (1 m.) à Thouars et Airvault, marnes bleues schisteuses dans la Vienne (S de Poitiers), avec *Catulloceras Dumortieri*, *Dumortieria pseudoradiosa*, *D. costula*, *D. radiosa*. Un Lamellibranche, *Inoceramus dubius*, abonde en certains points. Ce niveau, par les trois avant-dernières Ammonites citées, représente certainement la zone classique à *Dumortieria Levesquei*.

2<sup>o</sup> Zone à *Pleydellia aalensis* débutant à Thouars par un banc de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses à *Dumortiera Moorei* et s'y continuant par 2 m. de calcaires et marnes jaunâtres. Dans le milieu du seuil où ce niveau existe partout, il est formé par des marnes bleues, quelquefois assez compactes ou par des marnes jaunes sableuses. On y trouve également *Dumortieria maetra*, *Pleydellia subcompta* et des *Lytoceras* que Welsch rapporte, probablement à tort, à *Lytoceras jurense*.

C'est le principal niveau à *Ostrea (Gryphaea) Beaumonti*, auquel appartient peut-être le gisement signalé récemment par M. Dérivé (1) ; on y rencontre également *Terebratula infraoolithica*, *Rhynchonella cynocephala* et P.-A. Gillard (2) y a signalé le genre *Diastopora*, ce qui constitue la première preuve certaine de la présence de Bryozoaires dans le Lias français.

3<sup>o</sup> Zone à *Lioceras opalinum*, distincte à Thouars (1 m.) et en de nombreux point du détroit (S de Poitiers, Mezeaux, Croutelle, près de Vivonne, etc.) (2 à 3 m.) et du pourtour de la Gâtine, sous forme de calcaires marneux jaunâtres ou bleuâtres avec banc rouge à Thouars. En plus de l'Ammonite caractéristique, on trouve *Ostrea Beaumonti* et des Brachiopodes : *Terebratula Eudesi*, *T. infraoolithica*, *Waldheimia Lycetti*, *Rhynchonella cynocephala*.

Bien que cette zone puisse être souvent séparée de la précédente, notamment à Mezeaux et à Croutelle, où *Lioceras opalinum* se trouve surtout à 2 m. au-dessus de la couche à *Pleydellia aalensis* (avec *Grammoceras lotharingicum*), il semble que celle-ci doive lui être rattachée, l'ensemble correspondant à la zone classique à *L. opalinum*.

Il y a passage insensible à la zone suivante.

4<sup>o</sup> Zone à *Ludwigia Murchisonae*, dans laquelle se continue le faciès des calcaires marneux jaunâtres ou bleuâtres, avec sur les bords de la Gâtine (environs de Saint-Varent, Thouars, etc.), *Rhynchonella cynocephala*, *Ostrea Beaumonti*, *Hammatoceras Sieboldi*, dans les couches de passage. Très réduite sur les bords des massifs anciens (0 m. 50 à 1 m.), cette zone est épaisse dans le milieu du détroit où les calcaires marneux, épais de 4 à 5 m., supportent 10 à 15 m. de calcaires à silex, très gros et formant des bancs au sommet (Payré, Villenon, etc.) ; ces calcaires gris jaunâtre sont très pauvres en fossiles : *Ludwigia Murchisonae* et var. *Baylei*, *L. Haugi*, *L. rudis*, *Gryphaea sublobata*, *Mytilus Sowerbyi*. Dans les calcaires marneux sous-jacents, et à la base des calcaires à silex, on trouve quelquefois des *Ludwigia*, *Lioceras opalinoïdes*, *Pecten pumilus*, *Gresslya pinguis*.

Un faciès très spécial s'observe à Saulgé sur la Gartempe où des calcaires marneux, autrefois exploités pour chaux hydraulique, renferment une faune naine silicifiée avec *L. Murchisonae*, *Lioceras striatum*, *Pleurotomaria*, *Chemnitzia*, *Natica*, *Ostrea*, *Astarte*, *Trigonia*, *Terebratulina*, *Rhynchonella*, *Rhabdocidaris* et Polypiers.

5<sup>o</sup> Zone à *Lioceras concavum* comprenant au milieu du détroit, au S de Poitiers, la partie tout à fait supérieure des calcaires à gros silex, avec *Lioceras V scriptum*, *Hyperlioceras Walkeri*, *Belemnites canaliculatus*, et les calcaires en bancs noduleux qui les surmontent ; les fossiles y sont rares :

(1) M. DÉRIVÉ. Sur un nouveau gisement en place de l'Aalenien dans le détroit de Poitiers. *C. R. som. S. G. F.*, p. 27-29, 1945.

(2) P.-A. GILLARD. Sur la présence du genre *Diastopora* Lmk. dans le Lias supérieur de Ligugé (Vienne). *Ibid.*, p. 251-252, 1937.

*L. concavum*, *Ludwigia* cf. *Baylei*, *Haplopleuroceras subspinatum*, *Gryphaea sublobata*. Vers la bordure du Limousin, ce niveau, parfois réduit à quelques centimètres, est à l'état de calcaires marneux bleuâtres ou grisâtres (Saulgé, N d'Availles, etc.), avec nombreuses variétés de *L. concavum*, associées à *Ludwigia rudis*, *L. cornu*, *Pecten barbatus*, *Lima proboscidea*.

#### *Jurassique moyen*

Ainsi que nous venons de le voir, le passage des faciès marneux aux faciès calcaires s'est produit dans la partie moyenne de l'Aalénien, le sommet de cet étage se présentant sous un aspect très voisin de celui du Bajocien inférieur, et la limite entre les deux formations, tout en étant beaucoup plus nette que lorsqu'elle passe au sein de calcaires à entroques, est encore très difficile à déterminer.

J. Welsch qui plaçait dans le Bajocien les deux zones à *Ludwigia Murchisonae* et à *Lioceras concavum*, indique (1) n'avoir pu distinguer des assises à *Witchellia* et *Sonninia* entre les couches à *L. concavum* et celles à *Emileia Sauzei*. Il cite de la dernière zone aalénienne de nombreuses *Sonninia* spécifiquement bajociennes ; tout en admettant que dans une région de sédimentation continue, il est normal que des couches-limite renferment à la fois *Lioceras concavum* et *Sonninia Sowerbyi*, il faut constater que le véritable niveau des *Sonninia* se situe plus haut ; il faut, ainsi que l'a fait P.-A. Gillard (2), les retrancher de la faune aalénienne, et considérer que sous un faciès identique, l'assise terminale du Lias à *Lioceras concavum*, et la première couche du Bajocien à *Sonninia Sowerbyi* constituent deux horizons distincts.

Le Bajocien et la Bathonien sont les formations qui affleurent le plus largement dans la région du Seuil du Poitou, occupant presque tout le détroit, et constituant sur de grandes étendues les berges et les escarpements de la Bouleure, du Clain, de la Vienne, de la Gartempe, etc. C'est au travers d'elles que dans le milieu du détroit apparaissent dans les fonds de vallées, ou relevées par des accidents tectoniques les assises du Lias. Dans l'E, sur la bordure du Limousin, elles ne sont pas directement superposées aux roches anciennes, mais dans l'W au contraire le Bajocien et le Bathonien sont très souvent transgressifs sur les terrains granitiques et cristallophylliens de la Gâtine de Parthenay et de Bressuire et au NE et à l'E de ce dernier point, des lambeaux bathoniens décalcifiés sont conservés à la surface de la granulite et du granite.

Les couches épaisses et peu fossilifères dans le centre du détroit s'amènent beaucoup vers les bords des massifs anciens où elles renferment de nombreux organismes littoraux, Échinides, Polypiers, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes. Le long du Massif vendéen, on observe des bancs-limite, des hard-grounds et des lacunes localisées qui témoignent de déplacements de la ligne de rivage et indiquent la proximité de la côte.

Le Callovien, également calcaire, est développé entre les axes de Montalbert et de Champagné-Saint-Hilaire, et à la sortie N du détroit, il forme une bande continue en bordure du Bajocien-Bathonien.

L'Oxfordien ne paraît bien représenté qu'au N de Poitiers et dans la région de Moncontour.

**BAJOCIEN.** — Sur le versant aquitanien, on peut distinguer dans le Bajo-

(1) *Loc. cit.*, 1903, p. 829.

(2) P.-A. GILLARD. Contribution à l'étude du Lias de la feuille de Poitiers. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXIX, n° 197, p. 105-112, 1938.

cien plusieurs niveaux à Ammonites, mais plus au N les Céphalopodes sont très peu abondants, et on n'en trouve guère qu'à la base de l'étage.

Au S de Poitiers, dans la vallée du Clain, le Bajocien épais de 80 m. débute par des calcaires à rognons de silex plats et allongés, avec *Sonninia Sowerbyi*; ils supportent des calcaires dolomitiques jaunâtres, tantôt sableux, tantôt grenus, tantôt lamellaires à *Sonninia acanthodes*, *S. propinquans* et *Echinides* (*Ressopygus Constantini*, *Pygaster semisulcatus*, *Hybochlypeus suborbicularis*); un niveau plus élevé est caractérisé par *Stepheoceras* cf. *turgidulus*, *Phasianella Saemanni*, *Ctenostreon pectiniforme*, *Terebratula sphaeroidalis*, *T. perovalis*, *Rhynchonella quadriplicata*, *R. plicatella*, *Stomechinus bigranularis*, *Chlypeus Ploti*; ce dernier horizon est net autour de la gare de Poitiers avec *Emileia Brocchii*, *Myoconcha sulcata*, *Alectryonia Marshii*, etc.

Le Bajocien supérieur est formé de 15 à 25 m. de calcaires sans silex, gris, dolomitiques, sublamellaires et suboolithiques, qui constituent la base des escarpements du Clain de Saint-Benoît à Poitiers, où les fossiles sont peu fréquents; cependant, près des Arcs de Parigny, Welsch a recueilli notamment *Parkinsonia Parkinsoni*, *Perisphinctes Martiusi*, *Ctenostreon Hector*, *Rhynchonella plicatella*, *R. quadriplicata*; on trouve aussi *Acanthothyris spinosa*. Ces calcaires, dont la cassure est spathique, sont séparés des précédents par des calcaires à entroques et par 5 à 8 m. de calcaires à silex sans fossiles.

Vers l'E, dans la vallée de la Vienne, dominant au sommet les calcaires à Encrines et les calcaires lamellaires; à l'E de Lussac, ce niveau supérieur qui contient *Terebratula perovalis* et *Rhynchonella bajocensis* est formé de calcaires lamellaires et suboolithiques qui fournissent des pierres de taille renommées. Plus à l'E encore, l'étage qui diminue d'épaisseur est entièrement à l'état de calcaires sableux à silex. Dans la direction opposée, aux environs de Thouars, l'étage comprend des calcaires à silex, peu fossilifères et d'épaisseur réduite.

**BATHONIEN.** — Le maximum de puissance de l'étage, 150 m. environ, s'observe dans la vallée de la Vienne, où il se présente sous son faciès oolithique exploité pour pierres de taille à Chauvigny, Tercé, Forges Moulimes, etc. La série peut se résumer de bas en haut, ainsi qu'il suit :

- calcaires grenus suboolithiques avec bancs pisolithiques à *Collyrites*;
- calcaires blanchâtres crayeux avec silex rubanés (la Tour au Coignon), avec *Terebratula maxillata*, *T. intermedia*, *T. ornithocephala*, *Purpurea minax*;
- calcaires marneux pisolithiques;
- calcaires à fines oolithes (la Tranchaye) et calcaires oolithiques crayeux, avec banc supérieur à *Perisphinctes procerus* et *P. Moorei*; d'après Ph. Glangeaud, ces calcaires qui à la base renferment *Alectryonia costata*, *Trigonia duplicata*, *Pholadomya Murchisonae*, seraient, au moins en partie, l'équivalent de ceux de la Tour au Coignon;
- calcaires oolithiques et suboolithiques à *Ctenostreon Hector*, séparés des couches supérieures par des calcaires grenus tendres;
- calcaires oolithiques à grain serré et ciment calcaire finement cristallisé (pierre de Chauvigny), épais de 30 à 40 m.; on y signale *Rhynchonella decorata*, *Lucina Bellona*, *Ctenostreon Hector* et des dents de *Liopleurodon Grossouvrei*.

Vers l'E, le Bathonien diminue d'épaisseur (50 m.), il devient pseudo-oolithique et passe aux faciès du Berry occidental avec lesquels il est en continuité; on trouve rarement des fossiles, *Belemnites* (*Belemnopsis*) *bessinus*, *Alectryonia costata*, *Anabacia orbulites* à la base, *Rhynchonella elegantula*, au sommet.

Entre la Trimouille et Saint-Hilaire, dans la vallée de la Benaize, les calcaires blanchâtres, avec fines oolithes irrégulièrement réparties, ren-

ferment de nombreux Bryozoaires (1) appartenant à des espèces du même niveau de Normandie, du Boulonnais et d'Angleterre.

Ces organismes se montrent d'ailleurs dans le centre du détroit, au S de Poitiers, dans des passées marno-sableuses d'un horizon superposé aux calcaires dolomitiques de la zone à *Stepheoceras Blagdeni*; A. Gillard (2) cite 31 espèces de ce niveau qui paraît encore bajocien.

Dans la vallée de la Gartempe, le Bathonien est peu fossilifère; cependant G. Gardet (3) y a signalé quelques gisements renfermant surtout des Brachiopodes et des Lamellibranches.

A l'W de la vallée de la Vienne, les faciès oolithiques font place à des calcaires gris grossiers, avec silex branchus, qui constituent à Poitiers les berges du Clain et de la Boivre et contiennent de gros Polypiers, ainsi que *Eudesia cardium*, *Dictyothyris coarctata*, *Terebratula hybrida*; ils surmontent des calcaires dolomitiques grenus, sublamellaires et suboolithiques avec *Terebratula ovoides* et *Clypeus Ploti*; l'ensemble atteint 40 m. d'épaisseur.

Au SW, ces formations calcaréo-dolomitiques passent latéralement au faciès à Céphalopodes nord-aquitainien, que l'on commence à rencontrer dans les vallées de la Clouère et du haut Clain. A la base, on trouve des calcaires grenus jaune clair, à silex, avec *Oppelia biflexuosa* (entre Champagné et Sommières) et, à la partie supérieure, des calcaires crayeux avec bancs de silex, renfermant *Sphaeroceras bullatum*, *Perisphinctes subbakerae*, *Belemnites (Belemnopsis) sulcatus*, *Eligmus polyptychus*, *Terebratula sphaeroidalis*, *Clypeus Ploti*.

**CALLOVIEN.** — Avec le Callovien nous arrivons aux formations dont les affleurements sont nettement disjoints par l'érosion, et ne se trouvent plus que de part et d'autre de la région médiane du détroit, considéré dans le sens transversal. Cependant, en ce qui concerne cet étage, en dehors d'une bande septentrionale s'étendant des environs de Moncontour au N de Vouillé, de Poitiers, de Chauvigny, pour se relier au Berry vers le Blanc, et d'une bande nord-aquitainienne, développée de l'W de Chef-Boutonne jusqu'à l'W de Nontron, avec élargissement au S de Ruffec, un large lambeau isolé recouvert par de l'Argovien se trouve dans le milieu du détroit, longeant au N l'axe de Montalembert, depuis l'W de la Mothe-Saint-Héraye jusqu'à l'W de Civray. La partie occidentale de cet affleurement où coule la haute Sèvre Niortaise est située dans le Bassin aquitainien, mais on doit considérer comme dépendant encore du Bassin de Paris, une grande partie de sa superficie traversée par les vallées supérieures de la Dive et de la Bouleure.

Dans la vallée du Clain, le Callovien inférieur est formé de calcaires blancs qui couronnent les plateaux autour de Poitiers, où ils surmontent les calcaires à silex du Bathonien supérieur; le reste de l'étage est formé de calcaires blancs crayeux. Les fossiles se trouvent surtout à la base; ce sont principalement *Macrocephalites macrocephalus*, *M. Herveyi*, *Reineckea anceps*, *Perisphinctes subbakerae*, *Terebratula dorsoplicata*.

Les calcaires calloviens ont été exploités en grand dans le vallon des Lourdines, immédiatement au N de Poitiers; la roche, désignée sous le nom de *Banc royal*, est tendre, d'un beau blanc, à grain fin très homogène. Au temps où l'on avait encore le goût des belles constructions, cette « pierre du Poitou » était expédiée dans toute la France, en Belgique, en Hollande, en Espagne, et jusqu'en Amérique du Nord (New-York) et du Sud (Buenos-Ayres). L'exploitation est faite par carrières et par galeries souterraines principalement à Château-Gaillard. On trouve *Reineckea anceps*, des moules de Lamellibranches et quelquefois des empreintes de Cycadées; au toit,

(1) P.-A. GILLARD. Sur la présence de Bryozoaires dans le Bathonien de la Vienne. *C. R. som. S. G. F.*, p. 165-166, 1938.

(2) Id. Note préliminaire sur les Bryozoaires jurassiques du Centre-Ouest. *Ibid.*, p. 314-315, 1938.

(3) G. GARDET. Sur quelques points fossilifères du Bathonien et du Callovien des environs de Saint-Savin-sur-Gartempe (Vienne). *C. R. som. S. G. F.*, p. 228-230, 1945.

on laisse un banc à grosses Ammonites, *Reineckeia anceps*, *Stephoceras coronatum*, etc.

Le Callovien est épais de 50 m. environ, dans la région de Poitiers. Vers l'E, dans la vallée de la Vienne, l'étage augmente d'épaisseur (80m.) il débute par des couches à *Macrocephalites macrocephalus* qui supportent des calcaires siliceux à *Trigonia* cf. *duplicata*. Au-dessus viennent des calcaires blancs crayeux, mais plus durs que ceux des Lourdines dont ils sont l'équivalent latéral; ils sont bien développés entre Poitiers et Chauvigny et constituent la *Pierre de Lavoux*, utilisée comme pierre d'ornement, pouvant donner des blocs homogènes de 8 à 20 mètres cubes, tels que ceux dans lesquels ont été taillés les lions du pont Alexandre-III, à Paris; on y rencontre *Reineckeia anceps* et *Zeilleria umbonella*. La série se termine par des calcaires crayeux à oolithes irrégulières et pisolithes. Plus à l'E, au-dessus d'un niveau inférieur siliceux avec silex jaune d'ocre, *Ctenostreon proboscideum*, *Anabacia orbulites*, etc., le faciès oolithique de charriage envahit progressivement l'étage qui n'a plus que 40 m. d'épaisseur, et on passe aux formations de l'W du Berry.

Sur le bord NW du détroit du Poitou on ne trouve plus de dépôts de mers assez profonds, mais des sédiments très littoraux, ferrugineux et fossilifères, d'épaisseur réduite à 0 m. 50-1 m. 50, avec les gisements de Pas-de-Jeu et de Montreuil-Bellay à *Reineckeia anceps*, sur lesquels nous reviendrons.

Au S, entre le haut Clain et la Charente (Sommières-du-Clain, etc.) de même que sur la bordure non faillée du lambeau argovien situé au N de l'axe de Montalembert, le Callovien est formé de calcaires crayeux, ou de calcaires blancs, compacts ou schisteux, fossilifères par places, avec *Macrocephalites macrocephalus*, *Reineckeia anceps*, *Belemnites hastatus*, *Aulacothyris pala*, etc.

On a souvent parlé d'une lacune entre le Bathonien et le Callovien, dans le Poitou; on peut, avec J. Welsch, admettre qu'il n'en est rien, sauf peut-être en quelques points de bordure, et qu'il y a au contraire continuité de sédimentation entre les deux étages, la stérilité de certaines couches empêchant seule, parfois, de la saisir.

OXFORDIEN. — Cet étage n'est connu qu'en un petit nombre de points dans le Seuil du Poitou, où, d'une manière très générale, l'Argovien repose directement sur le Callovien. On doit donc admettre, soit que l'Oxfordien ne s'est pas déposé, soit qu'il a été enlevé par un ravinement intense du début de l'Argovien, dont on a des preuves dans d'autres régions (voir p. 130); cette dernière hypothèse est celle qui rend le mieux compte de la répartition irrégulière des affleurements.

L'Oxfordien inférieur est bien développé à l'W de Moncontour, entre Irais et Oiron, et au S à l'E de Saint-Chartres, sous forme de calcaires marneux et de calcaires jaune roussâtre en plaques alternant avec des marnes feuilletées; il renferme notamment *Pelloceras athleta* et de grands exemplaires de *Cosmoceras Duncani*. Ce niveau fait suite à un Callovien ferrugineux de puissance réduite. J. Welsch indique avoir recueilli des *Pelloceras* de la zone à *Quenstedticeras Lamberti* dans les déblais des carrières du vallon des Lourdines, au N de Poitiers, mais n'y avoir pas vu ce niveau en place.

L'Oxfordien supérieur a été découvert par cet auteur dans ledit vallon, à l'état de zone noduleuse, sorte de banc pourri, renfermant quelques fossiles et notamment *Cardioceras cordatum*, en exemplaires ferrugineux analogues à ceux de Neuvizy. Il en a tiré la conclusion que la discordance entre le Callovien et l'Argovien au N de Poitiers, annoncée par H. Douvillé et Rolland, est inexistante.

Sur le versant aquitain du détroit, l'Oxfordien est beaucoup mieux représenté, entre autres aux environs de Niort.

*Jurassique supérieur*

Alors que dans le N du Bassin d'Aquitaine, sur le bord méridional de la Vendée et au débouché S du Déroit poitevin, le Jurassique supérieur est très développé, de l'Océan jusqu'au delà d'Angoulême, et que la série y est complète depuis l'Argovien jusqu'au Bononien inclus, il n'occupe que des superficies relativement réduites au N du seuil, et ses termes supérieurs y font défaut.

Seuls, en effet, les deux sous-étages inférieurs du Lusitanien y sont bien représentés, le Séquanien paraissant exister seulement en quelques points. Le Kimeridgien et le Portlandien n'y ont pas été rencontrés, et le Cénomaniens est directement transgressif sur l'une ou l'autre des trois zones lusitaniennes.

Il est probable qu'une partie au moins des assises manquantes s'est déposée et a été détruite par l'érosion au cours de l'émergence qui s'est au minimum étendue du Bononien supérieur au Cénomaniens supérieur.

**LUSITANIEN.** — L'Argovien forme depuis Saint-Laon, au SW de Loudun, une bande orientée sensiblement N-S, qui entre Cherves et Maillé où elle est presque partout en contact par faille avec le Rauracien s'infléchit pour prendre jusqu'au delà de Chasseneuil une direction presque W-E, pour s'enfoncer sous les formations plus récentes. Il réapparaît dans les vallées de la Vienne, de la Gartempe et de l'Anglin, pour se raccorder aux assises synchroniques de la région du Blanc.

A la sortie N du détroit, entre Loudun et Richelieu, un large affleurement argovien se montre au travers du Crétacé moyen, avec lequel sur son bord S, il est en contact par faille. A 80 km. plus au S, dans une situation stratigraphique inverse, un lambeau très important est conservé dans le centre-sud du détroit, en bordure et au N de l'axe faillé de Montalembert, où il surmonte le Callovien, la rupture du pli le mettant en un certain nombre de points de son bord S en contact anormal avec le Callovien, le Bathonien, le Bajocien ou le Lias supérieur.

Le Rauracien affleure largement dans l'équerre argovienne, entre Saint-Cassien et l'E de Jaulnay, avec dilatation sur plus de 12 km. au SW de Mirebeau. Il reparait dans la vallée de la Vienne, mais très étroitement, dans la région de Bonneuil-Matours, au-dessous du calcaire lacustre et du Sidérolithique, puis se présente à nouveau sur de grandes surfaces, dans les vallées de la Gartempe et de l'Anglin ; il y a continuité avec le Rauracien du Berry. Un îlot infime est conservé à la cote 122, à l'E de Bougon, et deux autres près de Chey, à la surface du large lambeau argovien dont il a été parlé plus haut.

Le Séquanien est peut-être représenté autour de Jaulnay et à Châtellerauld où une dislocation ramène au jour le Lusitanien à travers le Crétacé et les alluvions anciennes.

**Argovien.** — Le faciès des marnes à Spongiaires est très développé au NW de Poitiers (Frontenay-sur-Dive, Moncontour, etc.), ainsi que dans le syn-

clinal de Lezay où est conservé le grand lambeau au N de l'axe de Montalembert. Les marnes sont blanc grisâtre ou bleuâtres et au dernier point reposent sur des calcaires grumeleux très fossilifères, tandis qu'au NW de Poitiers la faune se trouve surtout au sommet des marnes, dont la puissance est de 40 mètres.

Les marnes renferment des bancs de calcaires argileux et de calcaires sublithographiques et siliceux qui se développent beaucoup à partir de Frozes et Cissé, en allant vers l'E, tandis que les marnes diminuent d'épaisseur. Dans la vallée du Clain, la base du sous-étage est formée par une lentille, épaisse de 6 m., de calcaire grisâtre, dur, oolithique et spathique, dit *calcaire de Bouillet*, qui supporte des bancs noduleux gris.

La faune comprend comme espèces principales : *Ochetoceras canaliculatum*, *Oppelia Eucharis*, *O. arolica*, *Neumayria Anar*, *N. oculata*, *N. Bachi*, *Lissoceras Erato*, *Perisphinctes Martelli*, *P. Pralairi*, *Peltoceras transversarium*, *Belemnites hastatus*, *B. Royeri*, *Terebratula Baugieri*, *T. Douvillei*, *Collyrites capistrata*.

Dans la zone synclinale de Lezay-Avon, à la limite du Bassin de Paris et du Bassin aquitainien, on trouve, en plus des espèces précédentes, un certain nombre de formes méridionales et du sillon de l'Europe centrale, qui ne paraissent pas avoir franchi le détroit ; ce sont *Ochetoceras hispidum*, *O. stenorhynchum*, *O. subclausum*, *Neumayria callicera*, *Cardioceras alternans*, *Creniceras crenatum*, *Sowerbyceras tortisulcatum* ; elles sont associées à *Aspidoceras pcrarmatum*, *A. Meriani*, *Perisphinctes Chapuisi*, *P. aff. vario-costatus* (vers le haut), *P. Hiemeri*, *Zeilleria birmensdorfensis*, *Megerlea pectunculus* ; les meilleurs gisements se trouvent autour d'Avon et de Vanzay et au S de Messé. Vers le SE, les marnes à Spongiaires passent à des calcaires blancs identiques aux calcaires calloviens à *Reineckeia anceps*. Les marnes renferment d'ailleurs des bancs de calcaires souvent grenus ; un banc dur de base a été exploité pour dalles à Grand-Champ au N de Lezay près de ce dernier point on rencontre à la partie inférieure des calcaire jaune brun à entroques.

A Pamproux, qui est déjà situé dans le Bassin d'Aquitaine, les marnes Spongiaires contiennent d'assez nombreux Échinides. J. Lambert (1) cit notamment *Plegiocidaris Seguini*, *P. filograna*, *Trochotiara levicollis*, *Diplopodia Marionii*.

Entre le NE de Loudun et Richelieu, l'Argovien comprend à la base des marnes d'un blanc jaunâtre avec *Ochetoceras canaliculatum*, *Neumayria oculata*, *Belemnites hastatus*, qui présentent des bancs calcaires ; ceux-ci prédominent vers le sommet où les calcaires durs, plus ou moins schisteux, à cassure conchoïdale, appelés *galuche* dans le pays, atteignent 30 m. d'épaisseur.

Les faciès relativement profonds de l'axe du détroit passent à l'E de Poitiers à un faciès siliceux à chailles, avec faune glypticienne (*Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Stomechinus perlatus*, etc.) déjà bien net sur les bords de la Vienne et qui se développe dans le Berry.

*Rauracien*. — Constitué par des calcaires plus ou moins marneux blancs, un peu crayeux, le plus souvent en gros bancs, mais se débitant en plaquettes et gélifs, qui fournissent des moellons de mauvaise qualité ; dans la vallée du Clain ils ont 30 m. d'épaisseur. Leur partie moyenne a été exploitée pour chaux hydraulique aux Brüllis, près Dissais.

Les fossiles sont assez peu abondants et souvent en mauvais état ; on trouve, principalement vers la base, *Ochetoceras Marantianum* et *Peltoceras bicristatum* (vallée du Clain, Vouzailles, Massognes, Bellicin) ; des Ammonites écrasées paraissent pouvoir être rapportées à *Neumayria flexuosa*, *Perisphinctes Tiziani*, etc. ; elles sont accompagnées de moules de Gastéropodes et de Lamellibranches. Au sommet, aux Brüllis, quelques bancs subrécifaux renferment un Échinide, *Holectypus corallinus*. Ce faciès coralligène se développe entre le Clain et la Vienne et à Bonneuil-Matours, le sous-étage,

(1) *Loc. cit.*, 1934.

épais d'une quarantaine de mètres, est formé d'un massif de calcaires grossiers saccharoïdes, grisâtres ou jaunâtres avec Encrines, Polypiers et *Diceras*, que l'on retrouve plus à l'E dans la vallée de la Gartempe ; le faciès de charriage s'accuse de plus en plus et on passe aux formations à *Pterocardium corallinum*, *Hemicidaris intermedia*, *Acrocidaris nobilis* du Berry occidental.

Au NW, dans la région de Moncontour, le Rauracien est à l'état de marnes argileuses, fossilifères aux Auberts, près de Saint-Clair, avec *Peltoceras bicristatum*, et de même aspect que les marnes argoviennes. Dans le synclinal de Lezay, près d'Avon, les marnes à Spongiaires renferment au sommet *P. bicristatum* ou des espèces très voisines ; il semble donc que ce faciès argovien se poursuive dans le Rauracien inférieur ; au-dessus viennent des calcaires blancs et des marnes schisteuses qui ont subsisté en flots très réduits à la surface de l'Argovien.

*Séquanien*. — Il se peut, qu'en certains points tout au moins, la partie supérieure des calcaires blancs soit séquanienne ; J. Welsch signale qu'autour de Jaulnay on y observe des noyaux plus compacts, à cassure nette, d'aspect sublithographique. On n'y trouve que des *Perisphinctes* aplatis, difficiles à déterminer, mais cet auteur pense que ce niveau correspond à la zone à *Perisphinctes Achilles*. Les calcaires sublithographiques de Châtellerault, avec rares fossiles très mal conservés, considérés comme l'équivalent des calcaires lithographiques de Châteauroux, seraient également séquaniens.

Au N d'une ligne Chauvigny-Saint-Savin, on rencontre, au S des affleurements lusitaniens du N de Poitiers, de nombreux blocs siliceux avec moules de Polypiers, qui témoignent de la destruction d'assises du Jurassique supérieur ; ils paraissent devoir être rapportés plutôt au Rauracien qu'au Séquanien.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Exondé au plus tard vers le milieu du Portlandien, et peut-être même un peu avant, à la suite du mouvement positif qui a soulevé le Bassin de Paris et le N du Bassin aquitainien, le seuil du Poitou n'a été de nouveau atteint par la mer qu'au Crétacé moyen, et le détroit n'a recommencé à fonctionner qu'au Cénomaniens supérieur.

Le rétablissement d'une communication directe dès cette époque entre les deux grands bassins sédimentaires et sa durée jusqu'à la fin du Santonien, voire même jusqu'au Campanien moyen sont attestés par de multiples faits, bien qu'un hiatus de 110 km. environ sépare les affleurements cénomaniens les plus méridionaux du SW du Bassin de Paris, des plus rapprochés du Bassin d'Aquitaine. Les plus probants sont la pénétration de formes méditerranéennes dans le SW du Bassin de Paris, au Cénomaniens supérieur, l'identité des zones à Ammonites au Turonien, de part et d'autre du détroit, les échanges de faunes pendant le Coniacien-Santonien, l'arrivée d'espèces septentrionales en Aquitaine, au Campanien.

Au point de vue topographique, l'escarpement regardant vers le SW, que forment le Cénomaniens et le Turonien depuis Beaumont, sur le Clain, jusqu'à Saint-Saturnin, près d'Angers, par Mirebeau, le Puits d'Ardanne au SE de Loudun, Glenouze, Curcay, et qui se poursuit au delà de la faille du Loudunais (1), est une *cuеста* qui démontre que la limitation actuelle vers le SW de ces formations est due à l'érosion

(1) J. WELSCH. Sur l'escarpement crétacé du Sud-Ouest du Bassin de Paris, *C. R. Ac. Sc.*, t. 148, p. 876-878, 1909.



et qu'elles se sont étendues bien au delà. L'homologue de cet escarpement peut s'observer en certains points des Charentes, avec abrupt tourné vers le NNE (Cherves-de-Cognac à Burie, etc.) et il est normal de conclure à une continuité originelle entre les deux régions. Ceci est confirmé par la présence, en avant de la limite d'extension des dépôts cénomaniens, d'îlots isolés et de buttes, aussi bien sur le bord S que sur le bord N du détroit : Saint-Léger-Montbrun, Tourtenay, etc.

**CÉNOMANIEN.** — Très développés au N du seuil, les sédiments cénomaniens sont connus au S jusqu'à Bonneuil-Matours dans la vallée de la Vienne et jusqu'à Saint-Georges dans celle du Clain. En avant de la limite actuelle des affleurements se trouvent de nombreux îlots, isolés sur le Jurassique : Jaulnay, Neuville, Château du Breuil, NW de Villiers, NE de Maillé, etc. De plus des blocs de grès cénomaniens se voient sur le plateau à l'W de Poitiers, et en certains points on trouve des blocs silicifiés résiduaux.

La base de l'étage est constituée par 30 à 50 m. de sables, l'épaisseur décroissant vers l'W, avec, surtout vers la base, intercalations d'argiles

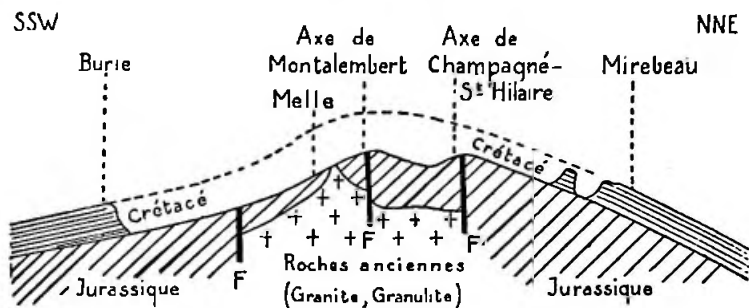


Fig. 20. — Schéma montrant les cuestas et témoins crétacés de part et d'autre du détroit du Poitou.

schisteuses ; la partie inférieure est souvent à l'état de sables quartzeux ferrugineux ou de grès grossiers non glauconieux, dans lesquels au Château du Breuil, au SE de Mirebeau, et à Moncontour, on a signalé *Orbitolina concava*, détermination qui demanderait à être confirmée. Ces sables inférieurs sont transgressifs sur l'un quelconque des termes du Jurassique, et même sur les schistes anciens (Bouillé-Loretz).

Au-dessus viennent des sables plus fins, gris verdâtre glauconieux, avec vers l'W quelques lentilles marneuses ou argileuses, et, plus nombreux dans l'E, des bancs gréseux, principalement au sommet ; on y trouve *Exogyra columba minor*, *E. flabellata*, *Alectryonia carinata*, *Trigonia crenulata*, *Terebratula Bouei*, *Anorthopygus orbicularis*, etc. ; ils correspondent aux sables et grès de Vierzon.

La partie supérieure de l'étage est formée par les Marnes à Ostracées, épaisses de quelques mètres à 25 m., bien développées entre Châtellerault et Loudun. Dans la vallée de la Vienne, elles sont grises, sableuses et glauconieuses avec parfois des lentilles de marnes argileuses gris bleu ligniteuses, ou de sables argileux bigarrés ou verdâtres, et quelquefois des bancs de grès calcaires fissiles. Aux environs de Loudun, les marnes sont le plus souvent blanches et uniformes, mais se chargent parfois de glauconie à la base qui devient sableuse et gréseuse et passe insensiblement à l'assise précédente.

Les Marnes à Ostracées renferment notamment *Exogyra columba media*, *E. flabellata*, *Ostrea biauriculata*, espèce méridionale qui remonte jusqu'au Mans, *Ostrea vultur*, autre forme méditerranéenne, qui dans le Bassin de Paris ne se trouve qu'à Bonneuil-Matours, pointe extrême du Cénomaniens vers le S (1) et à Ligueil en Touraine; on trouve en outre *Rhynchonella compressa*, *Epiaster crassissimus*, etc.

Les Bryozoaires sont nombreux dans certains gisements, notamment à Beaumont et à Bonneuil-Matours et P.-A. Gillard en signale 23 espèces (2).

Le Cénomaniens est donc en grande partie détritique; les lentilles argileuses des sables glauconieux sont des apports continentaux, ainsi que l'atteste la présence dans l'une d'elles (3) de rameaux d'une Conifère du genre *Frenelopsis*, voisine de *F. Hoheneggeri*.

TURONIEN. — Les assises turoniennes plus dures que celles qui constituent le Cénomaniens ont mieux résisté à l'érosion, et ce sont elles qui forment la masse principale de l'escarpement crétacé; elles donnent des terres en pente, calcaires et très chaudes appelées *aubues* dans la région. Ce Turonien des départements de la Vienne et des Deux-Sèvres fait partie des bassins de la Touraine et de l'Anjou dont il constitue l'extrémité sud-occidentale, et il suffit de dire quelques mots sur sa composition dans le Loudunais, où il est bien caractérisé et comprend les couches suivantes de bas en haut :

1° Craie marneuse à *Inocérames*, tendre, blanche, très légère, avec *I. labiatus*, épaisse de 15 à 20 m., exploitées pour moellons et pour chaux hydraulique; vers l'E elle devient gris blanchâtre et plus dure (Trogués, Paviers, sur la Vienne); très recherchée à l'E de Roiffé.

2° Tuffeau de l'Anjou, blanc grisâtre ou blanc verdâtre, craie micacée tendre, poreuse, qui devient blanche en séchant, exploitée partout souterrainement comme pierre de taille, car elle durcit à l'air; les exploitations abandonnées servent d'habitations ou de celliers (butte de Tourtenay, etc.); les blocs de cette pierre, si facile à travailler, sont appelés *billes*. Cette assise, épaisse de 12 à 15 m., renferme des Ammonites : *Acanthoceras Deverianum*, *Prionotropis Woolgari*, *P. papalis*, *Pachydiscus rampulus*.

Au-dessus vient un tuffeau plus sableux, à noyaux siliceux, passant à un tuf léger, poussiéreux à nombreuses petites *Ostrea eburnea*, qu'accompagnent *Ostrea columba gigas*, *Cidaris hirudo*, *Epiaster meridanensis*;

3° Sables fins, glauconieux, siliceux, avec éléments calcaires et argileux, ressemblant aux sables cénomaniens; on y trouve *Ostrea eburnea*, *O. Rouvillei*, *Cidaris ligeriensis*, *C. scepriifera*, *Catopygus obtusus*, etc.

4° Craie jaune légèrement glauconieuse, avec grains de quartz et siliceux brun en plaquettes, niveau souvent très riche en Bryozoaires et prenant parfois l'aspect de marnes jaunes sableuses; on y rencontre entre autres *Ostrea eburnea*, *O. Rouvillei*, *Exogyra columba gigas*, *Periaster Verneuili*. Cet horizon supérieur n'a qu'exceptionnellement échappé à l'érosion en Poitou (buttes de Ternay, de Saint-Dremond, Ranton, etc., au NW et à l'W de Loudun).

P.-A. Gillard cite du Turonien de la Fontaine d'Antoigné près de Châtellerault, de nombreux Bryozoaires silicifiés qui paraissent provenir d'un niveau moyen; l'élément méridional est donné par *Reptomulticava irregularis*, forme de grande taille.

SÉNONIEN. — Le Crétacé supérieur n'est conservé en Poitou, en lambeaux le plus souvent très restreints qu'à l'W et au NW de Loudun,

(1) J. WELSCH. Considérations paléontologiques sur l'ancienne extension du Crétacé dans le Seuil du Poitou. *C. R. som. S. G. F.*, p. 142-143, 1929.

(2) P.-A. GILLARD. Sur les Bryozoaires crétacés du Centre-Ouest de la France. *Ibid.*, p. 158-160, 1937.

(3) G. LECOINTRE et A. CARPENTIER. Sur des empreintes de *Frenelopsis* du Cénomaniens provenant du forage de Monts-sur-Guesnes (Vienne). *B. S. G. F.* (5), VIII p. 583-586, 1938.

où il couronne des buttes de Turonien. Il comprend uniquement des sables siliceux, surmontant un lit de gravier à *Ostrea plicifera* et présentant des intercalations gréseuses. Au sommet, le sable est blanc et fin avec quelquefois *Pycnodonta vesicularis*, *Rhynchonella cf. vesperilio*, *R. Baugasi*, silicifiés et très friables.

D'après les Bryozoaires qu'il renferme, le « pilé marin » faciès sablo-gréseux qui surmonte en lambeaux le Turonien aux environs de Saint-Urse et de Saint-Rémy-sur-Creuse n'appartiendrait pas à ce dernier étage, mais serait déjà Sénonien (1), ainsi que les formations calcaréomarneuses auxquelles il passe vers l'W, avec diminution d'épaisseur.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Les formations tertiaires marines ne sont représentées dans le détroit poitevin que par un petit lambeau de faluns miocènes, au SW de Mirebeau. Au contraire, les dépôts lacustres et les sables, grès et argiles rapportés au Sidérolithique, recouvrent sur de vastes superficies le Jurassique et le Crétacé, à l'E d'une ligne Châtellerault-Poitiers-Champagné-Saint-Hilaire, c'est-à-dire, en gros, à l'E du Clain. Au NW de Châtellerault, on trouve encore d'importants lambeaux (environs de Leigné, etc.), ainsi qu'au SW (Beaumont) ; ces assises continentales sont nummulitiques.

D'autres formations, en partie résiduares et d'âge imprécisé qui peut se situer, tout au moins quant à leur mise en place, du Mio-Pliocène au Quaternaire inférieur, sont les terres rouges à Châtaigniers du Poitou, et le terrain de transport des plateaux, qui occupent d'importantes surfaces.

Une étude d'ensemble de ces différents terrains tertiaires a été donnée par J. Welsch (2).

*Marnes et calcaires lacustres. Argiles à meulières.* — Très développés, ainsi qu'il a été dit, à l'E du Clain, les calcaires lacustres ne forment à l'W et au SW que des flots isolés à Combourg (Vienne), entre Voulon et Lusignan et dans la partie S du synclinal de Lezay.

La formation lacustre est essentiellement constituée par un ensemble de calcaires blancs, plus ou moins tendres passant à des marnes blanches (Champagné-Saint-Hilaire) ou à des meulières (Leignes). Le plus généralement, les argiles à meulières surmontent le calcaire. A Lussac, les meulières forment un niveau continu au-dessus de marnes blanches ; à Fleuré et Vernon des argiles plastiques grises exploitées comme terres à cazettes réfractaires, passent vers le S à des marnes blanches ; A Combourg, on observe des calcaires travertineux avec meulières et à Caunay, des argiles rouges ferrugineuses à grains de limonite, recouvrant des meulières. Les argiles à meulières se développent au NE de Poitiers sur les plateaux qui bordent la Vienne et la Gartempe, où se trouvaient autrefois de nombreuses exploitations. Le dépôt lacustre peut atteindre 20 m. d'épaisseur.

(1) P.-A. GILLARD. Sur la présence de Bryozoaires dans le « pilé marin » de la Vienne. *C. R. som. S. G. F.*, p. 86-88, 1939.

(2) *Loc. cit.*, *B. S. G. F.* (4), 111, 1903. Voir p. 854-876.

Les fossiles, peu fréquents et localisés, sont les mêmes dans le calcaire que dans la meulière, ce qui conduit à admettre qu'il n'y a pas deux assises superposées, mais que la seconde résulte d'une silicification du premier, suivie d'une dissolution du calcaire résiduel, transformation qui peut atteindre toute la masse du calcaire comme à Caunay (Deux-Sèvres), où la meulière repose directement sur l'Argovien.

La rareté des fossiles, et la quasi impossibilité de les déterminer avec certitude, qui tient à leur mode de conservation et aux caractères fuyants des groupes auxquels ils appartiennent expliquent les importantes divergences d'opinion qui se sont manifestées relativement à leur âge, qui a donné lieu à des discussions confuses, parallèles à celles concernant le calcaire du Berry (voir p. 172) (1) ; les deux formations paraissent bien, en effet, être synchroniques, quoique le dernier soit supérieur au Sidérolithique, tandis que le calcaire du Poitou le supporte, ces dépôts sidérolithiques étant fort probablement, l'un éocène et l'autre au moins en partie oligocène.

Les formations lacustres du Poitou ont fourni des fossiles à la Bussière, au N de Saint-Savin (vallée de la Gartempe), à Saint-Pierre-de-Maillé (Vienne), à Champagné-Saint-Hilaire, à Caunay.

J. Weisch, en 1903, d'après des déterminations de Munier-Chalmas cite *Planorbis pseudoammonius*, var. *Leymeriei*, *P. planulatus*, *Limnaea Michelinii*, *L. longiscata*, *Bithinia pusilla*, *B. Deschiensi*, et conclut à l'âge lutétien de la formation lacustre que Rolland avait considérée comme sannoisienne ; cette dernière attribution était admise et soutenue par de Grossouvre pour des motifs de continuité, le calcaire du Poitou prolongeant d'après lui le calcaire du Berry à *Nystia Duchasteli*, espèce qu'il ne renferme pas, mais qui se retrouve à Champagné et à la Mothe-Saint-Héraye.

G. F. Dollfus en 1904, rapporte à *P. solidus* la forme citée comme *P. pseudo-ammonius*, et place le calcaire lacustre dans l'Aquitanien, *P. solidus* étant une espèce du Calcaire de l'Orléanais ; mais, en 1906, sans expliquer son changement d'opinion, il le considère comme sannoisien, représentant le Calcaire de Brie à *Limnaea briarensis*, de même que le Calcaire du Berry.

Dans son travail de 1927, G. Denizot admet l'équivalence du Calcaire du Berry et du Calcaire de Château-Landon, démontrée autrefois par H. Douvillé, mais il montre que cette dernière formation correspond au Calcaire de Champigny, et non pas au Calcaire de Brie. Le Calcaire du Berry devient donc du Bartonien supérieur (Wemmélien = Ludien), conclusion qui peut être étendue au calcaire lacustre du Poitou.

Cependant, en 1941, dans le lambeau de la Mothe-Saint-Héraye, qui se trouve déjà dans le Bassin aquitainien, mais qui ne peut être considéré comme plus récent que les autres gisements du Poitou, P.-A. Gillard (2) signale *Planorbis depressus*, *P. planulatus*, *P. platystoma*, *Limnaea ioutonensis*, *Nystia Duchasteli* et sa var. *plicata*, *Bithinia Monthiersi*, *Stalioa pupiniiformis*, *Hydrobia epiedensis*, et le replace dans le Sannoisien, ce qui paraît inacceptable à J.-M. Bourdeau (3) pour qui le calcaire lacustre sup-

(1) A. DE GROSSOUVRE. Quelques observations sur l'âge des calcaires lacustres du Poitou. *C. R. som. S. G. F.*, p. 180-184, 1903. — Observations de G. F. DOLLFUS. — Voir aussi *B. S. G. F.* (4), III, p. 977-983, 1903. — *Ibid.* (4), IV, p. 113-118, 1904. — *Ibid.* (4), VI, p. 249-252, 1906.

(2) P.-A. GILLARD. Sur la position stratigraphique du Bassin tertiaire lacustre de la Mothe-Saint-Héraye. *C. R. som. S. G. F.*, p. 40-42, 1941.

(3) J.-M. BOURDEAU. Sur l'âge du calcaire lacustre de la Mothe-Saint-Héraye (Deux-Sèvres). *Ibid.*, p. 80-82, 1941.

portant les Sables et argiles marbrés du Sidérolithique, et des blocs de poulingues correspondant au grès à *Sabalites*, doit être maintenu dans l'Éocène moyen suivant l'opinion de Welsch.

Il est difficile de prendre parti dans cette discussion ; il faut reconnaître que les Gastéropodes limniques ne se prêtent guère à des conclusions sûres, et comme ils sont avec les oogones de *Chara* les seuls fossiles de la formation lacustre, il semble, qu'en l'état actuel de la question, le niveau exact de celle-ci ne peut être précisé. Il paraît certain que *Planorbis pseudo-ammonius* ne s'y rencontre pas, et la solution la moins mauvaise est de la laisser dans le Bartonien supérieur ou Ludien (1). Il n'est d'ailleurs pas exclu que les différents lambeaux ne soient pas strictement du même âge.

Les citations de *Nystia Duchasteli*, espèce habituellement très caractéristique de l'Oligocène inférieur, dans quelques gisements de même que dans le calcaire du Berry ne doivent pas en effet être considérées comme une preuve d'un âge sannoisien ; cette espèce dérive de *N. microstoma* du Bartonien, et il n'est pas toujours facile de l'en séparer ; il se peut que ce soit elle, ou une forme de passage, qui se trouve dans les formations lacustres du Poitou et du Berry. A l'appui de l'âge sannoisien viendrait la récolte à Chauvigny, dans une meulière, de *Paludina soriciniensis* et de *Limnaea orelongo* par P. Jodot (2).

*Sables et argiles marbrés. Argiles à minerai de fer (Sidérolithique).* — Dans une grande partie du seuil du Poitou, les plateaux sont recouverts par une nappe de sables et argiles marbrés, qui passent à des argiles diverses à minerai de fer, ensemble non stratifié, formé d'une série de lentilles de sables et d'argiles enchevêtrées, et pouvant dépasser 25 m. d'épaisseur.

Les sables argileux marbrés sont blancs, jaunes, rouges ou bariolés ; et avec le minerai de fer pisolitique remplissent souvent des poches du Jurassique. Les argiles sont parfois micacées ; lorsqu'elles sont assez pures, elles peuvent être exploitées pour tuileries (la Barberie, les Houillères, le Cerisier-Pointu, etc.). Les argiles à limonite, de couleurs variées sont très développées sur les plateaux entre les affluents du Clain et de la Charente, de même que sur les plateaux à l'W de la Vienne et de l'Isle-Jourdain, où elles portent de nombreux étangs artificiels ; le minerai de fer a été exploité en beaucoup de points. Les argiles rouges à minerai s'observent principalement dans le synclinal de Lezay (N de Mairé, etc.) ; quelquefois des oxydes de manganèse sont associés au fer, provenant, d'après Welsch, du Lias inférieur. A l'E de Poitiers, les pisolithes de fer se trouvaient surtout dans des argiles blanc grisâtre ou blanc verdâtre, tenaces, qui à la base de la formation reposent directement sur les calcaires jurassiques en comblant toutes leurs anfractuosités.

Certaines argiles sont réfractaires et ont été recherchées pour terre à cazette par les porcelaineries de Limoges (environ de Fleuré et de Dienné, entre Poitiers et Lussac) ; d'autres ont servi de terre à foulon. Des argiles spéciales du groupe des halloysites sont la *montmorillonite* et la *stéargilite* ; la première se trouve surtout à Montmorillon et la

(1) P. JODOT rapporte le Planorbe de la Bussière à *P. mammertensis* et place l'ensemble de la faune dans le Bartonien inférieur (*C. R. som. S. G. F.*, p. 310-312, 1947).

(2) J. GOCUEL. Révision de la feuille de Poitiers. Le cristallin, les failles, le Tertiaire. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXXIX, n° 197, p. 81-91, 1938.

seconde à Virollet (Vienne). Des zones d'alumine ferrugineuse et siliceuse se rapprochent beaucoup de la bauxite.

A la base des sables marbrés on observe parfois des jaspes argileux (bordure du Limousin), ou des poudingues et des brèches à ciment ferrugineux ou siliceux, dont les éléments sont des grès et jaspes de la partie inférieure du Lias, des silex du Jurassique moyen, etc. Au NW d'Availles-Limousine, une de ces brèches siliceuses a été exploitée pour meules.

Dans le détroit, les grès, qui sont les seuls à montrer une stratification, sont très peu fréquents et forment seulement en quelques points des bancs tendres à la base, qui est aussi le niveau des poudingues plus ou moins ferrugineux que J. M. Bourdeau considère comme équivalent des grès à *Sabalites*.

Vers l'E, au delà de l'Isle-Jourdain et de Montmorillon, on passe aux grès argilolithes, à ciment argileux ou siliceux abondant, avec grains de quartz anguleux de un à deux millimètres, et quelquefois petits cailloux roulés de un à deux centimètres (grisain), assise épaisse en moyenne de 10 m., mais souvent en poches beaucoup plus profondes. Ces grès argileux absolument dépourvus de calcaire, couvrent les plateaux qu'ils rendent infertiles et qui sont parsemés d'étangs ; ils se relient à ceux de la Brenne dont ils sont l'équivalent, et avec lesquels ils sont en continuité.

Alors que le Sidérolithique à minerai de fer provient surtout de l'altération sur place des roches sous-jacentes, les formations argilo-sableuses paraissent provenir de la destruction de roches granitiques et cristallophylliennes du Limousin et de la Gâtine, dont les débris ont été entraînés sur le Berry occidental et sur le Seuil du Poitou.

J. Welsch a indiqué que les sables et argiles marbrés surmontaient le Calcaire lacustre lorsqu'ils ne se trouvent pas directement sur le Jurassique ou sur le Crétacé, et contrairement à Rolland, il les a figurés sur les Cartes géologiques comme postérieurs au Calcaire lacustre, ce qui paraît exact. Il a placé ce Sidérolithique dans l'Éocène supérieur, mais peut-être est-il plus récent et doit-il être considéré comme en partie oligocène ; il peut être rapproché des Sables du Périgord par certains de ses caractères ; il est certainement postérieur au Sidérolithique du Berry oriental.

*Faluns miocènes.* — Le Vindobonien marin est représenté au SW de Mirébeau par le petit lambeau falunien d'Amberre, qui occupe environ cinq hectares au lieu dit « le Moulin Pochard », où il est conservé dans une dépression des calcaires lusitaniens. Il est constitué sur une épaisseur atteignant presque dix mètres en certains endroits, par des sables jaunâtres, calcaires et siliceux ; il a été décrit dès 1870, par Letouzé de Longuemar (1). Le falun est actuellement en mauvais état et peu fossilifère, ne montrant que des coquilles brisées et roulées ; P. A. Gillard (2) y a cependant recueilli de nombreux Bryozoaires ;

(1) LETOUZÉ DE LONGUEMAR. Études géologiques et agronomiques dans le département de la Vienne. Poitiers, 1870.

(2) P.-A. GILLARD. Note préliminaire sur les Bryozoaires des faluns de la Vienne. C. R. som. S. G. F., p. 190-191, 1936. — Sur les Bryozoaires helvétiques des faluns de la Vienne. *Ibid.*, p. 153-156, 1938.

le dépôt s'est formé dans une digitation du golfe des faluns de Touraine dont il est le gisement le plus méridional.

*Terre rouge à châtaigniers de la Vienne.* — Cette formation, dite aussi *Argiles rouges à silex du Poitou*, ou *Argiles pictaviennes*, et qui peut atteindre 10 à 14 m. d'épaisseur, est répartie suivant deux larges bandes correspondant aux directions générales des anticlinaux de Champagné-Saint-Hilaire et de Montalembert, sur les Calcaires à silex du Jurassique moyen. C'est une argile ferrugineuse non tenace, perméable, quelquefois pure, et répondant alors à des zones de calcaires sans silex, d'autres fois avec de la limonite pisolitique, mais le plus souvent avec de gros silex non roulés du Bajocien et du Bathonien ; quelquefois les silex sont brisés. En certains points, par exemple sur la rive droite de la Vonne, entre Lusignan et Sanxay, les silex isolés dans la terre rouge sont extraordinairement abondants ; ces silex, retirés par les habitants ont été utilisés sur place et même exportés pour l'empierrement des routes.

La terre rouge à châtaigniers est une formation complexe, essentiellement résiduaire, véritable argile à silex résultant de la destruction sur place du Bajocien et du Bathonien, mais admettant aussi des argiles du Sidérolithique remaniées et ayant subi un léger transport. Elle a certainement commencé à se former dès que les calcaires du Jurassique moyen ont été exposés aux agents de décalcification, et on en peut observer à la base des sables et argiles marbrés, mais cette formation s'est poursuivie au moins jusqu'au Pliocène et se continue probablement encore de nos jours *per descensum*. Le caractère mixte, non pas seulement éluvial, de cette terre rouge, découle en partie du fait qu'elle est trop épaisse pour provenir uniquement de l'altération des calcaires bajociens et bathoniens.

*Terrain de transport des plateaux.* — De vastes étendues, suivant une bande allant du Limousin au Bocage vendéen, sont recouvertes par une formation probablement fluviale, indépendante des reliefs et du réseau hydrographique actuels, composée de sables grossiers, argileux ou terreux, rouges, avec cailloux roulés de quartz blanc, de la grosseur d'une dragée à celle d'un œuf, et quelquefois plus. Parfois, les cailloutis sont, à quelques décimètres de la surface agglutinés en un poudingue ferrugineux ou *bétain*, que l'on peut rapprocher de l'*alios* des Landes.

L'épaisseur du terrain de transport est, en général, assez faible, de 1 m. à 2 m. 50, mais on observe, surtout sur le Jurassique, des remplissages de fentes karstiques et des poches de 4 à 5 m. de profondeur. Le quartz blanc provient du Limousin et du Bocage vendéen ; on trouve aussi de nombreux éléments, silex jurassiques, fossiles plus ou moins brisés, arrachés aux assises sédimentaires antérieures. Lorsque ce terrain repose sur les Sables et argiles marbrés du Sidérolithique, il les remanie, devient lui-même très argileux et les deux formations ne peuvent guère être séparées que par la présence ou l'absence des cailloux de quartz blanc. Quelquefois les poudingues ferrugineux renferment du manganèse à l'état de *psilomélane* (route de Poitiers à Sanxay, au S de la Tiffaille, etc.).

Les sables à cailloux de quartz sont bien développés, ou plutôt bien conservés sur la rive gauche de la Gartempe, du N au S de Montmorillon, sur la rive gauche de la Vienne, entre Civaux et l'Isle-Jourdain, entre la Vienne et le Clain, à l'E de Poitiers, etc. De Longuemar considérait ce terrain de transport comme datant du Quaternaire ancien, mais étant donné qu'il est antérieur au creusement des vallées actuelles, on peut admettre qu'il soit pliocène, soit même miocène et correspondant alors à une nappe fluviatile provenant des massifs anciens et plus ou moins contemporaine des faluns de Touraine. Cependant, d'après Welsch, il y aurait en quelques points, et notamment dans la vallée du Thouet, passage aux alluvions anciennes ; on peut penser qu'il y a plutôt jonction que passage proprement dit.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les dépôts quaternaires n'occupent que des superficies restreintes dans le Seuil du Poitou, qui n'est parcouru que par des cours d'eau secondaires. Ce sont des alluvions anciennes, des alluvions modernes, et des éboulis sur les pentes, qui transportés à peu de distance, peuvent former au fond des vallées sèches des couches de graviers calcaires, analogues à la *groize* ou *grouine* ; ces graviers se trouvent surtout dans les régions bajociennes, bathoniennes et calloviennes, et notamment dans les vallons des Lourdines et de Puy-Lonchart au N de Poitiers.

*Alluvions anciennes.* — Dans la vallée de la Vienne, d'après E. Chaptut des vestiges d'une terrasse de 55-60 m. s'observent entre Châtellerault et Thuré ; ce sont des sables argileux à cailloux roulés nombreux, avec roches granitiques, micaschistes et gneiss en assez gros galets ; un autre placage, avec beaucoup de silex crétacés et de quartz est visible près de Sainte-Catherine. La terrasse de 35-40 m., avec roches granitiques bien conservées (elles sont altérées dans la précédente) est visible en quelques points tels que le S de Bonneuil-Matours, le confluent du Clain, etc. La terrasse de 15-20 m., régulièrement développée dans la vallée de la Vienne sous forme de sables avec galets principalement siliceux et blocs souvent assez volumineux de roches cristallines très peu altérées, a laissé également des lambeaux dans la vallée du Clain. A Chasseneuil, un bas-niveau de 5-10 m. au-dessus de la rivière a fourni d'après de Longuemar *Elephas antiquus* (une molaire), et *Rhinoceros tichorhinus* ; J. Welsch cite *Elephas primigenius*. L'épaisseur des alluvions est de 4 à 6 m. autour de Châtellerault.

Dans les vallées du Thouet et du Thouaret en contrebas de cailloutis élevés, pliocènes pour les uns, quaternaires pour les autres, à l'amont de Thouars, entre Saint-Varent, Airvault et le confluent de ces rivières, des sables grossiers à lits obliques de graviers et de cailloux (quartz laiteux, chaillles jurassiques, roches granitiques) qui se trouvent à 40-45 m. au-dessus des thalwegs, ont le même aspect que les alluvions de 50-55 m. de Vrines, et aussi que celles de 30-35 m. à l'aval de Thouars, qui appartiennent à une autre terrasse.

En général, dans les vallées des différents cours d'eau du Seuil du Poitou, les lambeaux alluviaux paraissent pouvoir être rapportés à



des terrasses de 45 m., 15-17 m. et 8-10 m. Les alluvions sont quelquefois argilo-siliceuses (Thouet et Thouaret) ; le plus souvent, elles sont sableuses et caillouteuses, exploitées dans de nombreuses sablières. Les cours d'eau ayant un parcours d'amont dans un massif ancien, ont d'amont en aval, des alluvions où dominent d'abord les roches granitiques et cristallophylliennes, en blocs parfois importants, puis les calcaires et silex jurassiques, enfin, des silex crétacés. Les alluvions sont entièrement calcaires, ou calcaires avec silex jurassiques dans les vallées des cours d'eau tels que la Dive, qui ne traversent que des régions sédimentaires secondaires.

*Alluvions modernes.* — Les plaines alluviales récentes, couvertes de prairies, sont, en général, formées de sables limoneux qui peuvent atteindre une épaisseur de 2 à 6 m. Dans les vallées secondaires on observe par places des fonds tourbeux, qui ont été exploités (Dive de Couhé).

Certaines rivières comme la Vienne et la Creuse, n'ont pas atteint leur profil d'équilibre et approfondissent leurs vallées, ce qui fait apparaître le Cénomaniens et le Turonien au-dessous du niveau inférieur des alluvions.

Des dépôts travertineux, dus à des sources incrustantes, se montrent en quelques points, entre autres à la carrière romaine de Laverré.

Des grottes ou excavations naturelles sont fréquentes dans les berges des rivières, et des silex taillés magdaléniens et moustiériens y ont été rencontrés, principalement dans la vallée de la Gartempe.

## CHAPITRE VI

### L'ANJOU ET LA TOURAINE

Bordant au N une partie du Poitou, l'ancienne province de l'Anjou a formé le département de Maine-et-Loire, ainsi que les régions limitrophes de la Mayenne, de la Sarthe et de l'Indre-et-Loire ; la Touraine correspondait à ce dernier département moins une bande occidentale de territoire, rattachée à l'Anjou, ainsi que nous venons de le dire.

Un tiers à peu près de la région considérée fait partie du Massif armoricain, dont la limite avec le Bassin de Paris se présente suivant une ligne concave vers l'E, les terrains mésozoïques s'avancant dans une zone dépressionnaire, devenue par la suite la trouée de la Basse-Loire.

Dans cette région de faible relief, qui n'a été que très peu relevée au Tertiaire, s'observe particulièrement bien la transgression mésocrétacée qui a atteint son maximum au Cénomaniens supérieur, lequel en Maine-et-Loire s'avance bien au delà des limites atteintes par le Jurassique et surmonte directement les terrains paléozoïques qui sont principalement les schistes briovériens et le Silurien. Il y a une opposition marquée avec ce que l'on voit plus au N, où le Massif armoricain, avec notamment les collines du Haut-Maine, s'avance en convexité vers l'E dans le Bassin de Paris, une frange de Jurassique s'interposant à l'affleurement entre les terrains anciens et le Crétacé moyen transgressif, représenté aussi par le Cénomaniens.

Il est très possible d'ailleurs, que dans ce secteur septentrional, comme en Maine-et-Loire, le Turonien ait débordé le Cénomaniens et le Jurassique, la configuration actuelle étant due à un relèvement plus important consécutif aux mouvements tertiaires, suivi d'une érosion plus intense.

La Touraine et la partie de l'Anjou dépendant du Bassin de Paris, sont essentiellement constituées par des formations crétacées, le Crétacé supérieur dominant de beaucoup dans la première, le Crétacé moyen affleurant bien plus largement dans le second, où le Sénonien subsiste cependant encore à l'état de lambeaux souvent assez étendus, témoins de l'ancienne continuité, au travers du détroit poitevin, avec le Bassin d'Aquitaine.

Le Trias n'est pas représenté, et, d'une manière générale, en bordure du Massif armoricain, le Crétacé moyen, Cénomaniens et Turonien, est directement transgressif sur les terrains hercyniens. En très peu de points seulement — W de Montreuil-Bellay, W de Durtal, E de Morannes — on peut observer le Lias en superposition sur le Carbonifère ou sur les schistes briovériens, et ce sur des espaces fort restreints.

Le Jurassique, dans la région qui nous intéresse, n'apparaît que dans l'extrême-pointe S de l'auréole de bordure du Massif armoricain à l'E et au NE de Morannes, et dans quelques bombements anticlinaux qui le ramènent à l'affleurement au travers du Crétacé moyen, tels

que l'anticlinal du Loudunais aux environs de Montreuil-Bellay, et que les plis des alentours de Durtal et du SE de Souvigné.

Des lambeaux de formations continentales tertiaires, qui se sont déposées entre la régression du Crétacé supérieur et la transgression marine miocène occupent d'importantes surfaces, notamment entre Baugé et le N de Langeais, de même qu'au N et au S de Tours. Ce sont des calcaires lacustres, éocènes en Anjou, éocènes et oligocènes en Touraine, parfois meulériésés, des poudingues, des grès, et notamment les grès à *Sabalites* ; un niveau saumâtre s'observe en quelques points de l'Anjou.

Au Miocène, la mer, venue par le N de la Bretagne a laissé de nombreux témoins, souvent très exigus, jusqu'au delà de Blois. Cette invasion est le dernier épisode marin du Bassin de Paris ; elle se situe au Vindobonien. La mer redonienne, qui paraît bien être contemporaine du Sahélien, étage terminal du Miocène, d'ailleurs assez discuté depuis quelque temps, est restée cantonnée sur l'E du Massif armoricain et n'a pas débordé sur le Bassin de Paris.

D'importantes vallées, celles de la Loire, de la basse Vienne, du Loir, de la Sarthe, traversent la région étudiée ; on y observe des lambeaux d'alluvions anciennes et des plaines d'alluvions modernes souvent larges et étendues.

Au point de vue tectonique, l'anticlinal faillé du Loudunais, seule dislocation d'importance, est vers le N, à la suite de ceux du détroit du Poitou, le dernier accident de direction armoricaine prolongeant dans le Mésozoïque les fractures de la Bretagne méridionale. Des mouvements moins marqués ont, ainsi que nous l'avons dit, produit des dômes qui font apparaître le Jurassique au travers du Crétacé.

Un excellent travail d'ensemble de O. Couffon (1) concerne l'Anjou. Un autre de G. Lecointre (2) est consacré à la Touraine.

#### TERRAINS JURASSIQUES

Les terrains jurassiques de l'Anjou appartiennent, ainsi que l'a rappelé G. Waterlot, à l'auréole occidentale du Bassin de Paris ; ils sont disposés en bandes d'orientation sensiblement méridienne, qui sont de plus en plus anciennes lorsqu'on se dirige de l'E vers l'W. Mais, entre Morannes et Thouars, la transgression du Cénomanién et du Turonien a dépassé de beaucoup les limites atteintes par la transgression du Lias moyen et du Jurassique moyen ; il en résulte que le Jurassique est presque partout en bordure, recouvert par le Cénomanién qui le déborde et vient par-dessus lui, s'appuyer directement sur les terrains anciens.

Le fait que la région n'a été que faiblement soulevée au Tertiaire n'a que peu modifié la disposition initiale, et le Jurassique n'apparaît que lorsque des plis anticlinaux, faillés ou non, lui ont permis de percer la couverture crétacée.

(1) O. COUFFON. Précis de Géologie angevine. Angers, 1934.

(2) G. LECOINTRE. La Touraine. *Géologie régionale de la France*. Paris, Hermann, 1947.

Les formations jurassiques de l'Anjou et de la Touraine débutent au Lias et ne s'étendent pas au delà de l'Argovien. Il existe donc une très importante lacune entre les assises jurassiques représentées et les couches cénomaniennes qui marquent le retour de la mer sur l'W du Bassin de Paris où l'exondation a duré beaucoup plus longtemps que dans le centre et dans la partie orientale.

L'absence de presque tout le Jurassique supérieur ne prouve d'ailleurs pas que l'émersion se soit faite dès le Rauracien, et il se peut qu'il y ait, tout au moins dans la partie orientale de l'Anjou et la Touraine, non pas lacune de sédimentation, mais lacune par érosion, des épaisseurs considérables de dépôts ayant pu être détruites dans une région certainement émergée depuis le début du Crétacé, et où la transgression mésochrétacée ne s'est faite qu'au Cénomaniens.

Les grandes analogies de faciès qui se montrent au Kimeridgien et au Portlandien inférieur entre l'E et le S du Bassin de Paris d'une part, et le N du Bassin d'Aquitaine d'autre part, tendent à prouver qu'il y a eu jusqu'au sommet du Bononien moyen, communication directe par le détroit poitevin, assurée peut-être, il est vrai, par un bras de mer assez méridional passant par le Berry.

Aux environs de Montreuil-Bellay, affleurent le Toarcien, l'Aalenien, le Bajocien, le Bathonien, le Callovien et l'Oxfordien ; ce Jurassique constitue un noyau anticlinal, qui dépend de l'axe du Loudunais ; il plonge au N sous le Cénomaniens de l'ondulation synclinale de Saumur, et au S se trouve en contact par faille avec ce même Crétacé moyen (1).

Le Lias inférieur, moyen et supérieur s'observent aux environs de Durtal et forment notamment au SW des affleurements assez étendus sur les deux rives du Loir. Le Toarcien supporte dans le S du Maine et jusqu'au N et au NW de Durtal des assises dans lesquelles il paraît bien difficile de reconnaître ce qui revient à l'Aalenien, au Bajocien, et au Bathonien inférieur. Plus au S, à l'W de Baugé, le Bajocien constitue deux pointements très restreints à Sermaise et à Échemiré ; ces apparitions au travers du Crétacé moyen sont en relation avec une faille de direction SW-NE, donc orthogonale à celle de la faille du Loudunais, qui est armoricaine ; les calcaires bajociens apparaissent également à Saint-Maur dans les coteaux bordant la rive gauche de la Loire.

Au NE de Morannes se voit la terminaison méridionale de la bande jurassique qui borde le massif ancien en Normandie et dans le Maine ; elle comprend du Lias moyen et supérieur, du Bajocien, du Bathonien et du Callovien.

En Touraine proprement dite, le Jurassique ne perce le Crétacé qu'au SE de Souvigné sous forme d'Oxfordo-Argovien. Plus au N, dans la vallée du Loir autour d'Aubigné, aux confins du Maine existe également un îlot correspondant à ces mêmes niveaux et mieux caractérisé.

(1) G. WATERLOT. L'anticlinal du Loudunais aux environs de Montreuil-Bellay. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIII, p. 341-362, 1942.

*Jurassique inférieur ou Lias*

Le Lias inférieur n'a été reconnu qu'aux environs de Durtal, où il a été découvert il n'y a pas bien longtemps par Couffon (1) qui a signalé l'Hettangien, le Sinémurien et le Lotharingien (2) qui, de même que le Lias moyen et supérieur forment des lambeaux discontinus. On n'en voit pas le substratum, très probablement constitué par les schistes précambriens (Briovérien) redressés.

**HETTANGIEN.** — Le Lias inférieur s'observe au SW de Durtal, dans la vallée du Loir, où on ne le connaît qu'au Grip (Carrières des Douces et de la Rivaudière), sur la route de Daumeray, Huillé et Lézigné.

L'Hettangien débute par 3 m. d'un calcaire oolithique compact, blanchâtre, à petits Gastéropodes et Lamellibranches, parmi lesquels *Striactaeonina turgida*, *Phasianella cerithiformis*, *Melania unicingulata*, *Zygopleura poleymiensis*, *Turbo Philemon*, *Ostrea irregularis*, *Astarte limbata*, *Cypriocardia laevigata*, associés à *Pentacrinus psilonoti*. Au-dessus viennent 0 m. 30 de marnes à *Terebratula psilonoti*, *Spiriferina oxygona* et *Modiola rustica*, puis une couche sableuse de 0 m. 25 avec *Isocrinus angulatus* et *Plicatula spinosa*.

**SINÉMURIEN.** — Représenté par moins d'un mètre de calcaire blanc tendre à *Modiola hillana*, *Pleurotomaria rotellaeformis*, accompagnés d'un Crustacé, *Eryma Falsani*, qui fait suite au Grip, en concordance, à l'Hettangien. Il est signalé aussi à Huillé et à Lézigné.

**LOTHARINGIEN.** — Cet étage n'est connu qu'au Grip où il est constitué par 1 m. d'un calcaire dur jaunâtre avec couche d'argile foncée ; dans la carrière des Douces, Couffon a recueilli *Spiriferina rostrata*, *Terebratula Jauberti* et de gros Lamellibranches : *Pinna Hartmanni*, *Praeconia ponderosa*, *Pholadomya Voltzi*, *Pleuromya angusta*.

Le Lias moyen n'existe pas dans la région de Montreuil-Bellay où la transgression jurassique ne commence qu'au Toarcien. Aux environs de Durtal par contre, il est représenté par ses deux termes, Pliensbachien et Domérien, sa limite d'extension ne dépassant pas, d'après Couffon, celle du Lias inférieur. Plus au N, dans la pointe méridionale de la bordure jurassique du Massif armoricain, le Charmouthien se retrouve entre le SW de Précigné où il forme une bande assez large, et Chassillé. Son épaisseur décroît du S au N, où il apparaît surtout dans la vallée de la Vègre autour de Poillé, Brûlon, où il est puissant de 6 m., Loué.

**PLIENSBACHIEN.** — Aux environs de Durtal les assises pliensbachiennes, identiques aux lotharingiennes sont formées de calcaires jaunâtres assez durs ; au Grip, il y a passage insensible d'un étage à l'autre, le Pliensbachien épais de 0 m. 60 étant caractérisé par l'apparition des premières Bélemnites connues en Maine-et-Loire.

On y trouve au Grip, à Huillé, à Lézigné, quelques fossiles : *Serpula plicatilis*, *Pecten priscus*, *Pholadomya ambigua*, *P. reticulata*, *Zygopleura Bauquieriana*, *Pleurotomaria anglica*, *Turbo Nesea*, *Belemnites Bruguieri*, *B. elongatus*, etc.

(1) O. COUFFON. Le liasique inférieur et moyen en Maine-et-Loire. C. R. som. S. G. F., p. 16-17, 1920.

(2) ID. Le Lias en Maine-et-Loire. Bull. Soc. Études Scient. Angers, LII, 1922.

DOMÉRIEN. — Concordant sur l'étage précédent, et en continuité de sédimentation avec lui, le Domérien est bien représenté dans la vallée du Loir, aux environs de Huillé notamment, ainsi qu'au Grip. Épais de 1 à 5 m., il est l'étage le plus fossilifère du Lias de Maine-et-Loire. On peut en certains points y distinguer une zone inférieure avec *Derocceras Davoei*, *Grammoceras Normannianum*, *Aegoceras capricornu*, et une zone supérieure à *Amaltheus margaritatus*.

Les faciès varient rapidement ; on trouve à Huillé des calcaires marneux blancs et des marnes, tandis qu'au Grip, l'étage beaucoup plus réduit, est formé de calcaires compacts fragmentés par suite de leur position à la partie supérieure de l'exploitation.

Outre les Ammonites citées plus haut, on rencontre de nombreux Brachiopodes (*Zeilleria quadrifida*, *Z. subquadrifida*, *Z. cornuta*, *Z. subnumismalis*, *Aulacothyris resupinata*, *Terebratula punctata*, *Rhynchonella tetraedra*, *R. acuta*), des Lamellibranches (*Ostrea sportella*, *Gryphaea cymbium*, *Pseudopecten aequivalvis*, *Pecten textorius*, *Pleuromya unioides*, *P. elongata*), des Céphalopodes (*Nautilus inornatus*, *Belemnites breviformis*, *B. Zieteni*, *B. lagenaeformis*), pour ne citer que les principaux.

En bordure du Massif armoricain, le Lias moyen, directement transgressif sur les roches anciennes, débute le plus souvent par un poudingue à éléments parfois volumineux. En raison de la rareté des Ammonoidés, il n'est pas possible de distinguer dans ce Charmouthien ce qui peut revenir au Pliensbachien et au Domérien.

Bien développé aux environs de Précigné, le Lias moyen y est surtout formé de calcaires oolithiques, mais il comprend aussi des calcaires marneux exploités pour chaux grasse et des argiles ; on y trouve des Brachiopodes, entre autres *Terebratula fimbrioides* et *T. Guerangeri*, spéciales à Précigné.

À la ferme de Méribion, entre Loué et Chassillé, des lits de calcaires durs marneux et sableux, alternant avec des couches plus tendres, renferment à leur base *Rhynchonella tetraedra*, qui indique du Lias moyen, tandis que leur sommet, avec *Hildoceras bifrons*, est à rapporter au Toarcien (1).

À Joué-en-Charnie, des calcaires très peu épais, à *Ostrea (Liogryphaea) sportella* constituent le Lias moyen ; à Loué, à la carrière du Pont-des-Clés, ces mêmes calcaires horizontaux, avec Bélemnites, sont transgressifs sur des calcaires dévoniens très redressés.

Au delà de Précigné, on se trouve d'ailleurs dans le Maine et les derniers points qui se trouvent en dehors des limites territoriales du présent chapitre sont cités à titre de comparaison avec les environs de Durtal.

Le Lias supérieur est caractérisé par une accentuation de la transgression, d'où il résulte que le Toarcien qui aux environs de Durtal, fait suite en concordance au Domérien, s'avance directement sur les roches anciennes entre Doué-la-Fontaine et Baugé au NW de Montreuil-Bellay, dans des conditions analogues à celles que l'on observe à Thouars, atteignant des régions qui n'avaient pas été touchées par la transgression mésoliasique.

La plupart des auteurs ont admis que cette transgression du Toarcien venait du NE, mais nous avons dit que nous pensions, au contraire, qu'elle s'était faite du S vers le N, amenant dans les limites géographiques du Bassin de Paris, une mer aquitanaise (voir p. 181). Ceci paraît expliquer les différences de faciès avec le Maine où règnent des couches arénacées avec zone intermédiaire de calcaire sableux, et aussi le fait que le Toarcien supérieur et l'Aalenien inférieur qui, d'après

(1) A. BROC. Jurassique inférieur de la Sarthe et du Maine-et-Loire. *B. S. G. F.* (5) XI, p. 227-240, 1941.

A. Bigot, correspondent à une régression dans le S du Maine et le N de l'Anjou, ne paraissent pas présenter le même caractère à Thouars et dans le dôme de Montreuil-Bellay.

**TOARCIEŒ.** — Le Toarcien de l'Anjou est formé de dépôts surtout argileux et marneux à l'exclusion de formations arénacées ; aux environs de Durtal, il fait suite en concordance au Lias moyen, tandis qu'au S de la Loire, il repose directement sur les schistes gothlandiens et sur le Houiller redressés, dans le prolongement des dépôts de Thouars. Comme en ce dernier point, un banc de poudingue constitue l'assise transgressive de base.

Sur la rive gauche de la Loire, le Toarcien affleure au S de Doué-la-Fontaine, entre Douces et Baugé-les-Fours ; il est épais de 2 m. en moyenne, amenaisé par conséquent par rapport à celui de Thouars (10 m.) avec lequel il est en continuité, sous le Crétacé moyen. D'après O. Couffon (1), on observe à Baugé, de bas en haut, des zones à *Harpoceras falciferum*, à *Haugia variabilis* et à *Grammoceras toarcense* ; l'étage y est constitué par des marnes et des calcaires marneux, avec parfois oolithes ferrugineuses et rognons de silex ; la première et la dernière zone sont plus spécialement argileuses.

Sur la rive droite de la Loire, aux environs de Durtal, on trouve à la base des marnes gris-bleu à *Lima toarcense*, et au-dessus des calcaires marneux, épais de 8 à 10 m., jaunâtres à leur partie inférieure, grisâtres au sommet, dans lesquels on reconnaît plus ou moins bien une zone à *Harpoceras falciferum* et *Hildoceras bifrons* supportant une zone à *Grammoceras toarcense*.

Les principales espèces du Toarcien de l'Anjou sont, outre les précédentes, *Isocrinus jurensis*, *Spiriferina Walcotti*, *Nautilus toarcensis*, *Lytoceras sublineatum*, *Grammoceras striatulum*, *Pseudogrammoceras Cotteswoldiae*, *Hammatoceras insigne*, *Dactylioceras Holandrei*, *D. commune*, *Belemnites Tessoni*, *B. tripartitus*, *B. irregularis*.

A Précigné, à la limite de l'Anjou et du Maine, et plus au N jusque dans la région de Loué, on retrouve les trois zones de Baugé dans 6 à 8 m. d'argiles et de calcaires marneux et sableux ; *Hildoceras bifrons* se rencontre dès la base. Le niveau supérieur à *G. toarcense* est durci et supporte le plus souvent directement l'Aalénien supérieur, soit que le Toarcien supérieur et l'Aalénien inférieur correspondent à une régression, ainsi que l'a pensé A. Bigot, soit qu'il y ait une lacune par ravinement ou érosion, la présence signalée par Couffon, de nombreux exemplaires de *Pleydellia aalensis*, à la surface du sol aux environs de Durtal, étant un argument dans ce sens.

**AALÉNIEN.** — Cet étage en place n'est en Anjou, connu que dans l'îlot de Montreuil-Bellay, où dans la région de Douces-Baugé-les-Fours, il constitue un passage progressif du Toarcien au Bajocien. Il est formé de marnes dures et de marne-calcaires grisâtres jaunissant à l'air avec parfois très rares oolithes ferrugineuses. L'épaisseur est de 2 m. 80 environ.

D'après O. Couffon on peut y distinguer de bas en haut les zones à *Lioceras opalinum*, à *Ludwigia Murchisonae* et à *Lioceras concavum* ; il faut ajouter à la base, une zone à *Dumortiera radians* et *Terebratala pervalis*, placée par Couffon dans le Toarcien supérieur.

En plus des espèces ci-dessus, on peut citer *Rhynchonella Wrighti* qui accompagne *L. opalinum*, et *Terebratala Eudesi*, *T. conglobata*, *Lioceras comptum*, *Hammatoceras subinsigne*, *Emileia Brocchii*, *Belemnites breoiformis*.

#### Jurassique moyen

Le Bajocien apparaît au travers du Cénomancien en trois points, au S de Durtal, tandis qu'au NW de ce point on passe aux faciès du S du Maine où on ne peut que très difficilement le séparer de l'Aalénien et du Bathonien inférieur. Tous les étages, du Bajocien à l'Oxfordien,

(1) O. COUFFON. Précis de Géologie angevine, p. 108.

sont bien développés aux environs de Montreuil-Bellay, où le Callovien notamment est très fossilifère.

**BAJOCIEN.** — De toutes les formations jurassiques de Maine-et-Loire, le Bajocien est celui qui a la plus grande extension. Sur la rive gauche de la Loire il affleure largement entre Doué et Montreuil-Bellay, et entre le Thouet et la Dive ; dans ce secteur, il y a à la base passage insensible à l'Aalénien, et au sommet concordance avec le Bathonien. En bordure de la plaine alluviale du fleuve, on retrouve un affleurement étroit à Saint-Maur, où, ainsi que le rappelle Couffon, il est amené au jour par deux failles perpendiculaires, l'une E-W occupant le lit de la Loire, l'autre N-S passant un peu à l'E de Saint-Jean-sur-Loire.

Sur la rive droite, des pointements peu étendus au travers du Cénomanién, dus à la faille de Clefs, s'observent à l'W d'Échemiré et de Sermaise. L'étage se montre aussi au S de Durtal, et au N près de Gouis, aux Rairies, où les calcaires à silex ont été exploités souterrainement. Ajoutons qu'il a été traversé sur plus de 84 m. par le sondage de Beaufort-sur-Loire.

Le Bajocien est formé de calcaires marneux blancs ou jaunâtres, de calcaires massifs en gros bancs avec Spongiaires (Saint-Maur), de calcaires à silex et de calcaires à oolithes ferrugineuses. Les Ammonites y sont souvent brisées et entassées ce qui paraît indiquer un charriage par les courants.

Près de Montreuil-Bellay on peut, d'après Couffon, reconnaître dans le Bajocien épais de 15 m. au plus, quatre niveaux caractérisés respectivement de bas en haut par *Sonninia Sowerbyi* (calcaires à silex spongieux), *Strenoceras subfurcatum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Terebratula sphaeroidalis*. Comme autres fossiles principaux on peut citer : *Stomechinus bigranularis*, *Clypeus Ploti*, *Terebratula Phillipsi*, *Acanthothyris spinosa*, *Trigonia costata*, *Cosmoceras Garanti*, *Parkinsonia Neuffensis*, *Sphaeroceras Brongniarti*, *Stephoceras Humphriesi*.

Partout où le Bajocien supporte directement le Cénomanién, il est profondément raviné au contact.

**BATHONIEN.** — Le Bathonien forme la plus grande partie des plateaux de Montreuil-Bellay et de Brossay, le faciès prédominant étant celui des calcaires à silex à Céphalopodes.

La zone inférieure est constituée par un calcaire blanc-jaunâtre à *Oppelia fusca* et *Cadomites linguiferus*, surmonté de bancs à *Pholadomyes*, supportant eux-mêmes 2 m. d'un calcaire jaunâtre, grenu, à silex branchus.

La zone supérieure, épaisse de 0 m. 50, est formée tantôt par un calcaire bleu, et compact, à silex, avec cristaux de pyrite, de galène et plaques de sidérose, tantôt par un calcaire friable jaunâtre ; on y trouve *Oppelia aspidoides* et de nombreuses Ammonites.

Les Brachiopodes (*Terebratula bradfordensis*, *Eudesia cardium*, *Dictyothyris coarctata*, etc.) sont abondants. On y trouve aussi des Lamellibranches et des Gastéropodes variés. Parmi les Ammonites, on rencontre entre autres : *Hecticoceras retrocostatum*, *Clydoniceras discus*, *Ocostrustes Grossevoirei*, *Zigzagoceras arbustigerum*, *Sphaeroceras Lucasi*, *Bigotites Nicolescoi*, *Perisphinctes subbakeriae*, *Parkinsonia ferruginea*, *Stephoceras Humphriesi* (forme habituellement bajocienne), *Macrocephalites Herveyi* (forme habituellement calloviennne), qui ne respectent pas toujours les niveaux théoriques qu'on leur assigne. *Belemnites (Megateuthis) giganteus* que l'on est plus habitué à trouver dans le Bajocien a été souvent recueillie dans ce Bathonien.

Au N de la Loire, on ne trouve pas de Bathonien en Anjou, au S de Durtal, mais on attribue à cet étage la partie supérieure des calcaires de Gouis à *Ocostrustes serrigerus*.

**CALLOVIEN.** — Les formations calloviennes affleurent largement au SE de Montreuil-Bellay où elles sont concordantes sur le Bathonien dont la



surface supérieure est corrodée ; elles sont célèbres par leur richesse en fossiles, et notamment en petits Gastéropodes d'une très belle conservation (1).

D'après Haug (*Traité*, p. 1017) on y observerait en superposition, les deux zones à *Macrocephalites macrocephalus* et à *Reineckeia anceps* ; Couffon (2) indique au contraire que ces deux zones ne peuvent y être séparées. Suivant cet auteur, la composition de l'étage est la suivante :

1<sup>o</sup> A la base 0 m. 75 à 1 m. de calcaire gris jaunâtre, pétri d'oolithes ferrugineuses, avec délits d'argile jaune dégageant une odeur alliagée. Lorsque les calcaires sont désagrégés par les agents atmosphériques, on peut y recueillir une abondante faune où les petits Gastéropodes dominent : *Eucyclus*, *Calliomphalus*, *Monodonta*, *Neritopsis*, *Pictavia*, *Promathildia*, *Pseudalaria*, *Cryptaulax*, *Purpurina*, *Procerithium*, *Rhynchocerithium*, *Brachytrema*, etc. Le gisement du Châlet est le plus réputé.

Les Lamellibranches, les Brachiopodes sont également très nombreux, de même que les Ammonites, en individus de petite taille, se rapportant entre autres aux formes ci-après : *Stringoceras polygonium*, *Quenstedticeras primigenium*, *Oecotraustes Salvadorii*, *Hecticoceras hecticum*, *H. lunula*, *Stepheoceras coronatum*, *Macrocephalites macrocephalus*, *M. tumidus*, *Oecoptychius refractus*, *Reineckeia anceps*, *Cosmoceras Jason*, *Kepplerites Gowerianus*, *Patoceras Trigeri*. On trouve aussi quelques Bélemnites (*B. hastatus*, *B. late-sulcatus*, *B. antiqua*).

2<sup>o</sup> Calcaire blanchâtre avec oolithes ferrugineuses, épais de 1 m. au plus, exploité pour moellons, renfermant des Brachiopodes, des Lamellibranches, et une multitude d'Ammonites. On trouve encore des espèces de l'horizon précédent, mais d'autres apparaissent, parmi lesquelles *Collyrites castanea*, *Terebratula Perrieri*, *Hecticoceras Brighti*, *H. Couffoni*, *Oppelia villersensis*, *Oppelia subdiscus*, *Stepheoceras Ajax*, *Macrocephalites Pilleti*, *Reineckeia multicostrata*, *Kepplerites calloviensis*, *Perisphinctes Orion*.

3<sup>o</sup> L'étage se termine par un calcaire blanc susceptible d'être poli en raison de sa dureté.

Le Callovien se retrouve avec un faciès identique à Pas-de-Jeu, dans les Deux-Sèvres, ainsi que nous l'avons vu antérieurement (voir p. 187) ; il y a continuité par-dessous le Crétacé moyen. La faune de petits Gastéropodes de Montreuil-Bellay s'étend plus avant dans les Deux-Sèvres et a notamment été signalée aux environs de Doux et de Thénézay ; *Brachytrema Wrighti* et plusieurs espèces de *Procerithium* (*P. Ehlerti*, *P. Lorieri*, *P. tortile*) y sont fréquents. Les Lamellibranches (*Plicatula*, *Prospodylus*, *Chlamys*, *Lima*, *Gervilleia*, *Pinna*, *Astarte*, *Nucula*, *Opis*, *Leda*, etc.) sont également très nombreux (3).

OXFORDIEN. — La partie inférieure de l'Oxfordien est formée par une alternance de calcaires compacts, jaunes, brunâtres ou grisâtres très durs, à taches ocreuses, à nombreux *Peloceras* et de marnes jaunes à *Belemnites* (*Hibolites*) *hastatus*, qui, aux environs de Montreuil-Bellay, fait suite en concordance au Callovien.

Les fossiles principaux sont *Terebratula insignis*, *Phylloceras Puschi*, *Lytoceras Adelaë*, *Oppelia subcostaria*, *Reineckeia angustilobata*, *Peloceras athleta* (base et partie moyenne), *P. athletoides* (sommets), *P. Eugénii*, *Macrocephalites Herveyi*, *Cosmoceras Duncani*, *C. ornatum*, *C. Couffoni*, *Belemnites* (*Hibolites*) *Sauvanusius*.

Au-dessus, localisés sur le promontoire de la rive gauche du Thouet en face de Montreuil-Bellay, viennent des calcaires argilo-siliceux en larges

(1) HÉBERT et E. E. DESLONGCHAMPS. Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire). *Bull. Soc. Linn. Normandie*, V, p. 153-240, 1860.

(2) O. COUFFON. Précis de Géologie angevine, p. 121. — Nous avons fait et ferons encore très largement appel à ce travail.

(3) M. COSSMANN. Extension dans les Deux-Sèvres de la Faune du Callovien de Montreuil-Bellay. — Avec un aperçu stratigraphique de l'Abbé BOONE. *Mém. Soc. Géol. et Min. de Bretagne*, 1924.

plaques, gris-roux, très durs avec *Pachyceras crassicostratum*, *Quenstedticeras Lamberti*, *Q. Goliath*, *Q. Sutherlandiae*, *Neumayria oculata*, *N. episcopalis*, *Aspidoceras perarmatum*.

L'étage se termine par des marnes argileuses grisâtres, avec petites Ammonites phosphatées telles que *Quenstedticeras Mariae*, *Q. Henrici*, *Cosmoceras Duncani*, *C. ornatum*, *Hecticoceras pseudopunctatum*, *Ochetoceras* aff. *canaliculatum*, *Oppelia inconspicua*, *Perisphinctes Bakeriae*, *Cardioceras* aff. *cordatum*, *Aspidoceras Oegir*, *Neumayria oculata*.

Pour Couffon, le fait que dans le Callovien inférieur et les marnes phosphatées de l'Oxfordien, les formes naines sont fréquentes, indiquerait des conditions défavorables au point de vue biologique, et il pense que les dépôts de Montreuil-Bellay sont d'anciens cordons littoraux, remués par les vagues pendant les grandes marées, tandis qu'ils s'envasaient rapidement dans l'intervalle. L'épaisseur réduite des couches — l'Oxfordien ne dépasse pas 3 à 4 m. — concorde assez bien avec cette opinion.

#### *Jurassique supérieur*

L'Oxfordien est l'étage jurassique le plus récent du dôme de Montreuil-Bellay, et l'Argovien qui est bien développé dans le Loudunais, ne s'y rencontre pas.

Au N de la Loire, on observe deux apparitions de l'Argovien au travers du Crétacé, l'une en Touraine, au SE de Souvigné, l'autre aux confins du Maine, à l'W d'Aubigné, dans la vallée du Loir.

Le sous-étage inférieur du Lusitanien affleure en une bande étroite, auréolée au N de Cénomaniens et de Turonien, au travers de la Craie décalcifiée, du S au SE de Souvigné. Il s'agit d'une alternance de marnes grisâtres et de calcaires lithographiques, qui a été exploitée pour chaux hydraulique à Limbertière. La faune comprend *Ostrea Ogerien*, *Modiola bipartita*, *Unicardium globosum*, *Pholadomya paucicosta*, *Belemnites pressulus*. Cette faune n'est pas très caractéristique mais paraît bien indiquer l'Argovien.

A Aubigné, les calcaires exploités pour chaux grasse ont fourni *Pseudodiadema priscum*, *Hemicidaris crenularis*, *Rhynchonella senticosa*, *Plicatula tubifera*, *Perisphinctes plicatilis*.

A Chouzé, au centre du dôme du Véron, prolongement vers l'W du bombement de Huismes, l'Argovien-Rauracien, par suite du déblaiement des sables cénomaniens, se trouve sous 1 m. 50 d'alluvions modernes de la Loire et affleure même dans le lit du fleuve (1). Il est formé d'une alternance de calcaires lithographiques et de marnes, traversés sur 3 m. dans le creusement d'un puits, et renfermant entre autres *Terebratula farcinata*, *T. insignis*, *Nucula oxfordiana*, *Lima exarata*, *Pterocardium corallinum*, *Ceromya sarthacensis*, *Pleurotomaria cincta*, *Ochetoceras subclausus*, *O. Eucharis*, *Oppelia arolica*, *O. semiplana*, *Neumayria acallopista*, *N. Holbeini*, *N. Madrellei*, *Peltoceras bimammatum*, *Aspidoceras septinarius*. Il est à noter que parmi ces espèces, certaines, telles que *P. bimammatum* sont rauraciennes, ce

(1) G. LECOINTRE et F. DOUVILLÉ. Le sous-sol de la plaine alluviale du Véron (Indre-et-Loire). B. S. G. F. (5), XIII, p. 459-471, 1943.

qui fait penser que l'on doit se trouver en présence d'une assise de passage.

On ne connaît pas en Anjou et en Touraine de terme jurassique supérieur au Rauracien.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Les formations crétacées sont essentiellement constitutives de la Touraine et de l'Anjou ; elles en sont l'élément de beaucoup le plus important, s'étendant en continuité sur presque toute leur superficie. Le Jurassique n'apparaît que localement au travers d'elles à la faveur de failles et de bombements tandis que le Tertiaire les recouvre en lambeaux plus ou moins développés, conservés surtout entre Baugé et Loches.

En Touraine, le Crétacé non altéré n'affleure que sur des espaces relativement restreints, dans les vallées et quelquefois dans des anticlinaux ; il est très souvent masqué par de l'argile à silex, représentant de la craie décalcifiée, ou par des dépôts tertiaires principalement lacustres. Vers le SE, ces assises crétacées dépassent notablement les limites du département d'Indre-et-Loire et occupent la partie NW de celui de l'Indre, dépassant la ligne Graçay-Tournon-Saint-Martin. Au N, les faciès les plus caractéristiques pénètrent dans la Sarthe et le Loir-et-Cher.

En Anjou, les formations crétacées affleurent sur de très grandes surfaces, occupant la majeure partie de la région non hercynienne, et formant notamment tout le Baugeois au N de la Loire, et presque tout le Saumurois au S du fleuve.

En Touraine comme en Anjou, le Crétacé inférieur fait complètement défaut, et il en est de même de l'Albien, terme inférieur du Mésocrétacé. La série commence avec le Cénomaniens, très largement transgressif, qui atteint des épaisseurs parfois considérables et qui d'E en W surmonte directement des assises de plus en plus anciennes, base du Jurassique supérieur, Jurassique moyen, Lias, qu'il déborde très notablement, de manière à reposer sur les terrains anciens fortement redressés, entre Morannes et Thouars.

Le Turonien a une extension presque aussi grande vers l'W, mais on ne le voit jamais surmonter sans interposition de Cénomaniens, les terrains hercyniens du Massif armoricain.

Le Crétacé supérieur n'est représenté que par l'Emschérien, si l'on excepte la craie de Chaumont-sur-Loire, peut-être déjà campanienne, et qui se trouve d'ailleurs aux confins de l'Orléanais. Bien développé en Touraine, le Crétacé supérieur a en grande partie été enlevé par l'érosion en Anjou, mais il y subsiste en lambeaux souvent très étendus, qui au S de la Loire ne dépassent pas une ligne Juigné-Montfort-Saix vers le SW, et qui au N s'observent en direction de la basse vallée du Loir jusqu'au méridien de Seiches.

Les travaux d'ensemble à consulter sont ceux de A. de Grossouvre (1) de O. Couffon (2) et de G. Lecointre.

(1) A. DE GROSSOUVRE. Recherches sur la Craie supérieure. Première partie, Stratigraphie générale, p. 331-349 (la Craie de la Touraine) *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1901.

(2) O. COUFFON. Précis, p. 129-148.

*Crétacé moyen*

Si l'Albien fait défaut, le Cénomaniens et le Turonien sont particulièrement bien représentés en Touraine et en Anjou. Les faciès sableux et détritiques sont prédominants pendant le Cénomaniens, continuant vers l'W en le développant, celui des sables de Vierzon. Une des formations très répandue au Turonien, et caractéristique de la région est la *craie tuffeau*, à éléments plus grossiers que ceux de la craie blanche, assez faiblement agglomérés, avec beaucoup de grains de quartz et des paillettes de mica ; on y observe fréquemment des lits sableux.

D'après A. de Grossouvre, l'axe du Merlerault délimiterait l'extension de la craie de Touraine et la séparerait des faciès de craie marneuse et de craie blanche sans silex qui se sont probablement formés à une plus grande profondeur.

**CÉNOMANIENS.** — En Touraine, le Cénomaniens apparaît assez peu ; on le voit dans l'Indre en bordure du Turonien, et dans certains bombements anticlinaux tels que ceux de Ligueil-Huismes (1), d'Amboise-Souvigné (2), et le dôme de Marray (2), qui sont des boutonnières au travers du Turonien-Sénonien inférieur. Mais on le trouve partout sous le Turonien, avec une puissance de 90 à 100 m., et en se basant sur les résultats des forages, G. Lecointre a pu donner une carte en courbes de niveau de son sommet (3).

L'étage débute par des sables grossiers avec bancs de grès roussart (Marray, SW d'Aubigné), puis viennent les sables du Perche, bien visibles dans le dôme Souvigné-Sonzay ; ils sont quartzeux, souvent glauconieux, en général peu fossilifères, renfermant surtout *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba minor*, *E. conica*, *Terebratella Menardi*, *Terebratula bispicata*, *Eoradiolites Grossourei* (Varennes) (1). A ce niveau, au moulin Yachereau, près de Ciran, une lentille de calcaire très quartzifère et très glauconieux a fourni à G. Lecointre de nombreux fossiles parmi lesquels *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras confusum*, *Strombus inornatus*, *Cyprina ligeriensis*, *Trigonia crenulata*, *Pecten orbicularis*, *Exogyra conica* forme *haliotidea*, *Rhynchonella compressa*, *Terebratella Menardi*, *Holaster suborbicularis*, *Cottalidia Benettiae*. A la base de ce calcaire on trouve *Acanthoceras rotomagensis*.

La partie supérieure du Cénomaniens est constituée par les marnes à Ostracées avec *Ostrea bauriculata*, *O. (Exogyra) columba media*, *O. flabellata*, *O. vesiculosa*, etc. Dans l'anticlinal Ligueil-Huismes, on peut recueillir, soit dans le banc à Ostracées, soit dans un banc de calcaire fin qui termine l'étage, *Ostrea vultur*, espèce méditerranéenne déjà signalée dans les marnes à Ostracées de Bonneuil-Matours (Vienne), élément chaud à rapprocher d'*Eoradiolites*, Rudiste des sables inférieurs.

En Anjou, le Cénomaniens affleure sur de grandes superficies, occupant toutes les parties basses de la région, formant notamment une large bande au pied des hauts plateaux du Baugeois et du Saumurois. Il est en grande partie formé de sables quartzeux dont les éléments proviennent, d'après Couffon, du Massif armoricain, et qui se sont formés à faible profondeur. La série comprend de bas en haut :

1° Argiles schisteuses micacées, gris bleuâtre, plus ou moins sableuses,

(1) G. LECOINTRE. Étude sur le Cénomaniens de Ciran (Indre-et-Loire). *B. S. G. F.* (4), XIV, p. 104-115, 1914.

(2) Jn. Sur l'âge des sables de Marray (Indre-et-Loire). *C. R. som. S. G. F.*, p. 221-222, 1935.

(3) G. LECOINTRE. La topographie souterraine de la région tourangelle d'après les forages. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXV, n° 185, 1933.

avec plaquettes ferrugineuses ; ces argiles qui déterminent une nappe aquifère sont épaisses de quelques décimètres ;

2° Sables quartzeux non glauconieux, verdâtres, avec lits de graviers de quartz blanc, pouvant au voisinage du rivage renfermer des lignites, de la pyrite et du sel. Ils présentent des intercalations de bancs de grès et au sommet ils passent aux sables du Maine par l'intermédiaire d'argiles micacées et très sableuses, qui passent à des sables grossiers à concrétions ferrugineuses. Cet horizon est caractérisé par *Avellana cassis* et *Forbesiceras Largilliertianum* ; il se trouve à 110 m. de profondeur à Saumur.

Des grès grossiers exploités pour moellons sous le nom de *tourte* sont subordonnés à cette assise.

3° Sables du Maine proprement dits, en général fins, verdâtres, avec grains de glauconie : *Terebratella Menardi*, *Ostrea flabellata*, *O. vesiculosa*, *Exogyra columba*, *Alectryonia carinata*. Des bancs argileux ou marneux sont fréquemment en lentilles dans ces sables qui se terminent souvent au sommet par une couche de grès calcaire glauconieux.

Les sables du Maine sont d'ailleurs assez peu développés en Anjou sous leur faciès normal, et ils sont le plus souvent remplacés par une marne glauconieuse, considérée comme l'équivalent de la craie de Rouen et qui renferme entre autres *Nerinea monilifera*, *Neithea quinquecostata*, *Terebratella Menardi*, *Rhynchonella Lamarckiana*, *Caratomus jaba*, *Pseudodiadema variolare*, *Cidaris essensis*.

4° Les sables supérieurs ou sables du Perche sont généralement représentés par des marnes grises à *Rhynchonella compressa*, *Neithea laevis*, *Exogyra columba*, *Mytilus ligeriensis*, *Strombus inornatus*, *S. incertus*, *Callianassa cenomanensis*.

5° Marnes à Ostracées, qui empiètent souvent sur les couches sous-jacentes : *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba*, *E. pseudovesicularis*, *Ostrea flabellata*, *O. bicariculata*, *Trigonia affinis*, *Cyprina intermedia*, *Caprotina striata*, *Terebratula phaseolina*, *Rhynchonella alata*, etc. A la Dionnière (station de Saint-Sylvain-Briollay), les marnes à Ostracées débutent par une couche à Échinodermes, classique d'après Couffon qui cite 20 espèces parmi lesquelles *Pentacrinus cenomanensis*, *Comatula paradoxa*, *Cyphosoma cenomanense*, *Goniopygus Menardi*, *Orthopsis granularis*, *Pseudodiadema variolare*, *Salenia scutigera*, *Discoidea subuculus*, *Micraster Michelini*, *Periaster undulatus*, *Hemiasper similis*, *Epiaster distinctus*, *Holaster suborbicularis*.

Dans le même gisement, les marnes à Ostracées supportent une zone sableuse, très glauconieuse par places, qui a été considérée comme turonienne par Farge et par de Grossouvre. A côté d'Ammonites spéciales décrites par ce dernier auteur, telles que *Mammites Dumasi*, *M. Petraschecki*, *M. Gourdoni*, *Metengonoceras Douvillei*, on trouve des espèces franchement cénonmaniennes comme *Baculites baculoides*, *Acanthoceras rotomagensis*, *Fagesia navicularis*, *Lima cenomanensis*, *Alectryonia carinata*, d'où Couffon conclut avec raison que l'on se trouve en présence de l'équivalent du Cénomanien supérieur d'Yvré-l'Évêque et du Mans.

Vers le NW (Morannes, Châteauneuf-sur-Sarthe), cette zone supérieure passe à des grès calcaires fins à stratification entrecroisée avec parties silifiées renfermant de nombreux fossiles : *Metengonoceras Douvillei*, *Rostellaria papilionacea*, *Dentalium lineatum*, *Pecten Calypso*, *Nucula impressa*, *Gervilleia difficilis*, etc.

Sur la rive gauche de la Loire, le Cénomanien se termine par une couche d'argile qui détermine une ligne de sources à la base du Turonien dans lequel s'infiltrent les eaux de pluie.

TURONIEN. — Le terme de Turonien a été créé par d'Orbigny pour désigner les assises qui, en Touraine, sont comprises entre les marnes à Ostracées du Cénomanien supérieur et la Craie de Villedieu qui forme la base du Sénonien. Par la suite, Coquaud a subdivisé l'étage en *Ligérien* (de la Loire) à la base, et en *Angoumien* au sommet ; la dénomination de

Ligérien ayant été préemployée par de Rouville qui l'a appliquée à une couche tertiaire, A. de Grossouvre a proposé de la remplacer par Saumurien.

En Touraine, l'étage dont l'épaisseur décroît d'E en W, se développe sur 70 à 95 m. ; il comprend, d'après A. de Grossouvre et G. Lecointre, les assises suivantes de bas en haut :

1° Craie marneuse à chaux hydraulique d'Amboise, à *Mammites Rochebrunei*, *Inoceramus labiatus*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Echinoconus subrotundus* ; on y trouve aussi des Crustacés et des bone-beds à débris de Poissons, qui à Paviers, commune de Trogues (Indre-et-Loire), ont fourni *Syllaemus anglucis* (1).

2° Craie marneuse tendre à cordons de silex gris ou noirs.

3° Craie tuffeau blanche, plus ou moins sableuse, micacée, de Bourré (Loir-et-Cher), Poncé (Sarthe), etc. fournissant une belle pierre de taille, assez peu fossilifère : *Acanthoceras deverioides*, *Prionotropis papalis*, *Pachydiscus peramplus*, *Ostrea columba major*, *Cucullaea ligeriensis*, *Arca Nouelliana*, *Cidaris ligeriensis*, *Micraster Michelini*, *Linthia Verneuilii*.

4° Craie jaune tendre sableuse à Bryozoaires, et grès sableux à cordons de silex translucides jaunes ou de cherts branchus. Cet horizon, bien développé sur les rives de la Loire à Saint-Avertin, Vouvray, Pont-de-Bresme, renferme surtout *Ostrea columba major*, *O. diluviana*, *Cucullaea Beaumonti*, *Catopygus obtusus*, *Euritina eurita*. A la partie supérieure, un banc de calcaire spathique dur contient *Actaeonella crassa* et *O. columba major*.

Le faciès sableux se développe vers l'W et le SW (environs de Chinon, vallée de la Loire, etc.), tandis que vers le NE, le Turonien supérieur est une craie tendre à *Terebratulina Bourgeoisi* et *Terebratula engolismensis*, avec Rudistes tels que *Sauvagesia cornu pastoris* et *Praeradiolites ponsianus*.

Dans la vallée de l'Indre, le Turonien supérieur est en grande partie constitué par un calcaire dur, spathique, en bancs, donnant une pierre de taille dénommée pierre de Clion ; on y trouve *O. columba gigas*, *O. eburnea*, *Ezogyra turonensis*, *E. decussata* var. *minor*. Au sommet, une couche sableuse renferme des Échinides (*Micraster Michelini*, *Hemimaster Leymeriei*, *Linthia Verneuilii*, *L. cionensis*, *Cyphosoma regulare*, etc.), des Lamellibranches et des Céphalopodes : *Acanthoceras Deverianum*, *Gauthiericeras Bravaisi*, *Sphenodiscus Requieri*.

Les assises 1, 2 et 3 correspondent au Ligérien, et l'assise 4 à l'Angoumien.

Le Turonien décalcifié a donné soit une argile à silex poreux, soit des sables roux généralement fins ; il a été presque partout enlevé par l'érosion.

En Anjou comme en Touraine, le Turonien fait suite en continuité de sédimentation au Cénomaniens, mais par suite du décapage subi par le Crétacé supérieur, il y affleure sur des étendues beaucoup plus importantes, dans les arrondissements d'Angers et de Saumur, recouvrant notamment une grande superficie au NE de la ligne Angers-Saint-Macaire-du-Bois.

Dans ces régions, l'étage, d'abord calcaire, est peu à peu envahi par des sables siliceux et peut passer à des grès très durs, à moins qu'il ne se termine par une sorte de falun à Bryozoaires qui, d'après Couffon, se serait formé au voisinage de terres émergées, et qui correspond à la craie jaune tendre, à Bryozoaires de Touraine. D'après O. Couffon, la série turonienne de l'Anjou est, de bas en haut, constituée par les assises suivantes :

1° Marne à *Chlamys Guerangeri*, *Terebratella carentonensis*, *Ditrupea deformis*.

2° Craie marneuse blanche à *Inoceramus labiatus*, *Terebratula obesa*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Discoidea minima*, *Ptychodus decurrens*.

3° Calcaire plus ou moins sableux, dit tuffeau de l'Anjou, blanc, en général peu fossilifère, épais en moyenne de 30 à 35 m. et qui, à Saumur, renferme

(1) P. CHABANAUD. Sur un Poisson Téléostéen du Turonien d'Indre-et-Loire. B. S. G. F. (4), XXX, p. 645-652, 1930.

*Acanthoceras deverioides*, *Mortoniceras salmuriense*, *Prionotropis papalis*, *P. Fleuriaui*, *P. Woolgari*, *Schloenbachia Goupili*, *Mammites Rochebrunei*, *M. Revelieri*, *M. nodosoides*, *Fagesia superstes*, *Pseudotissotia Gallièni*, *Pachydiscus peramplus*, *Neoptychites cephalotus*, *Baculites incurvatus*. Vers la partie supérieure on trouve plus spécialement *Prionotropis Woolgari* et *Acanthoceras Bizeti*.

Ce calcaire fournit une belle pierre de taille, activement exploitée en galeries souterraines, longues quelquefois de plusieurs kilomètres (Montsoreau, etc.), quoique s'altérant facilement en surface par l'action des agents atmosphériques. De nombreuses caves et habitations y sont creusées.

4° Tuf à noyaux siliceux à *Ostrea eburnea* et *Epiaster meridanensis*.

5° Sables fins glauconieux à *Cidaris sceptrifera*, *Catopygus obtusus*, *Ostrea Rouvillei*, passant latéralement à un falun à Bryozoaires.

6° Craie glauconieuse à *Linthia Verneuili* et *Ostrea columba major*, avec plaques de silex gris brun, passant à la partie supérieure du falun à Bryozoaires.

Des Rudistes, *Sauvagesia Arnaudi* et *Praeradiolites ponsianus* ont été trouvés dans les couches 5 et 6.

Les assises 1, 2, 3 et 4 représentent le Ligérien, et les assises 5 et 6 l'Angoumien. La très belle faune de Céphalopodes de l'horizon 3 comprend plusieurs espèces des Charentes, notamment *Mammites Rochebrunei*, *Prionotropis Fleuriaui*, *Fagesia superstes*, ce qui indique des relations très faciles avec le Bassin d'Aquitaine, confirmées par la succession des faunes, qui est à peu près identique en Touraine et Anjou d'une part, et dans le N aquitainien d'autre part, et la pénétration dans le Bassin de Paris de nombreux autres éléments méditerranéens, parmi lesquels des Rudistes.

Lorsque les sables angoumiens sont décalcifiés ou lorsqu'ils sont argileux et qu'il y a formation d'oxyde de fer à partir de leur glauconie, le sol, principalement sur les pentes, paraît recouvert d'argile à silex.

### Crétacé supérieur ou Sénonien

Le Crétacé supérieur est représenté en Touraine par un ensemble d'assises désigné par d'Orbigny sous le nom de *Craie de Villedieu*, de Villedieu-en-Beauce (Loir-et-Cher), à l'ESE de la Chartre-sur-Loir, et qui correspond à la moitié inférieure du Sénonien, ou Emschérien ; le Campanien très inférieur existe peut-être sous forme de la craie à silex de Blois et de Chaumont, mais on admet très généralement que l'Aturien n'est pas conservé en Touraine proprement dite. En se basant sur l'extension actuelle des affleurements, A. de Lapparent a conclu à une régression aturienne très marquée dans le Bassin de Paris, mais M. Gignoux a signalé dans la 3<sup>e</sup> édition de sa Géologie stratigraphique combien il convenait de n'accueillir cette opinion que sous réserve ; bien des faits viennent à l'appui de sa manière de voir, en particulier l'importance et l'épaisseur en Touraine de l'argile à silex, dénotant la décalcification et la destruction d'une masse considérable de Craie, et la pénétration dans le Bassin d'Aquitaine au Campanien de formes tempérées, telles que *Belemnitella*, *Ancistrocrania*, *Ananchytes*, *Micraster*, qui paraît bien n'avoir pu se faire que par le détroit du Poitou. Il semble donc qu'au début du Campanien, la mer recouvrait encore la Touraine et l'Anjou, où les dépôts correspondants ont été enlevés par altération et érosion, la régression devenue générale dans le Bassin de Paris avant le commencement du Maestrichtien, s'y étant manifestée un peu plus tôt.

La craie de Villedieu, faciès moins profond et beaucoup plus fossilifère que la craie blanche à silex est assez nettement délimitée vers le NE par l'axe du Merlerault qui continue à assumer le rôle qu'il a déjà joué pendant le Crétacé moyen. Très développée dans les vallées de la Loire et du Loir, la craie de Villedieu s'étend vers le N jusque dans la vallée de l'Huisne (Connerré, Duneau) et jusqu'à Nogent-le-Rotrou, points situés en deçà de l'axe du Merlerault. Vers l'E, le changement de faciès, très difficile à saisir sous une couverture de terrains tertiaires ou de formations résiduaire, commence à se produire dans la région de Vendôme, mais les influences tourangelles se poursuivent jusqu'au près de Châteaudun, où d'après P. Lemoine, à Crocq-de-Marlot, une craie jaune sableuse, renferme un mélange d'espèces caractéristiques des deux faciès. *Orthopsis miliaris*, Échinide aquitainien s'aventure même jusqu'aux alentours de Chartres.

En direction de l'W et du SW, la craie de Villedieu devient plus sableuse à partir du méridien de Tours et au delà de Loches. En Anjou, le Crétacé supérieur est très généralement et à peu près uniformément à l'état de sables ou de grès correspondant à des conditions encore plus littorales, dues à la proximité du Massif armoricain auquel ont été arrachés les éléments constitutifs de ces dépôts arénacés.

En Touraine, la craie de Villedieu qui fait suite en concordance à la craie tuffeau turonienne, s'observe dans les zones synclinales (Fonduettes, Saint-Cyr, Saint-Avertin, Veretz, Limeray, Saint-Paterne, Villedieu, vallée de l'Indroye, etc.) ; elle est épaisse de 15 à 20 m. à l'E, sa puissance décroissant vers le S et l'W jusqu'à ne plus y être par places que de quelques mètres. La série des assises est, d'après A. de Grossouvre, la suivante de bas en haut :

CONIACIEN. — Calcaire dur de Villedieu (la Ribochère) et de Cangey, plus ou moins glauconieux, à *Ostrea santonensis*, *O. frons*, *Inoceramus involutus*, associés à une très intéressante faune de Céphalopodes : *Desmocerases ponstianum*, *Sonneratia Janeti*, *Placenticeras Fritschi*, *Mortonicerases Zeileri*, *Gauthiericeras Margae*, *G. bajuvaricum*, *Peroniceras subtricarinatatum*, *P. westphalicum*, *P. Moureti*, *Barroisiceras Habersellneri*, *Tissotia Ewaldi*, *T. haplophylla*, *Scaphites Meslei*, *S. Lamberti*, *S. Potieri* ; peut passer latéralement (Cinq-Mars) à une craie tendre à Inocérames

— Marnes glauconieuses à Ostracées, très nettes dans la vallée du Loir, avec lit inférieur à prédominance d'*Exogyra plicifera* et lit supérieur où domine *Ostrea proboscidea*. Tout a fait à la base on trouve quelques Ammonites : *Mortonicerases emscheris*, *M. Bourgeoisii*, *M. Bontanti*, *Ancyloceras Douvillei* ;

— Couche à *Micraster turonensis*, *M. intermedius*, *M. carentonensis*, *Hemiaster nucleus*.

SANTONIEN. — Marne finement sableuse, très glauconieuse, passant à une craie tendre glauconieuse, avec quelques nodules siliceux, souvent riche en Bryozoaires. Les fossiles, qui sont surtout des Huîtres, y sont disséminés : *Ostrea santonensis*, *O. Peroni*, *O. (Exogyra) plicifera* var. *spinosa*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratulina echinulata*, *Onychochella Nerei*, *Micraster turonensis*, *Faujasia Delaunayi*, *Cidaris Jouanneti*, *Cyphosoma magnificum*, *Salenia Bourgeoisii*, *Orthopsis miliaris* ;

— Craie dure noduleuse, à texture sablo-gréseuse, très fossilifère, caractérisée par *Placenticeras syrtale* (type et var. *Milleri*, *Guadalupae*, *quadra-*



tum) et *Baculites incurvatus*. C'est l'horizon de *Spondylus truncatus*, dans lequel on trouve également parmi beaucoup d'autres *Nautilus Dekayi*, *Lima Meslei*, *L. Dujardini*, *Ostrea santonensis*, *O. proboscidea*, *O. laciniata*, *O. Peroni*, *Vulsella turonensis*, *Naiadina Heberti*, *Cyphosoma magnificum*, *C. microtuberculatum*, *Salenia geometrica*, *S. Bourgeoisii*, *Pyrula ooulum*, *Nucleolites minimus*, *Heteropneustes tenuiporus*, *Pentacrinus carinatus*, *Bourgueticrinus ellipticus*.

Des Rudistes, *Hippurites sarthacensis* et *Sphaerulites Coquandi* ont été à diverses reprises recueillis dans une couche déterminée de cette assise, notamment à Saint-Paterne et à Langeais.

— Craie à silex irréguliers abondants, avec Bryozoaires, *Clypeolampas ovum*, *Rhynchonella Eudesi*, *Ostrea proboscidea* en grands individus.

CAMPANIEN. — Craie siliceuse à très nombreux spicules de Spongiaires, avec nombreux et volumineux silex noirs, de Blois, Chaumont, Saint-Cyr, près de Tours, à *Micraster regularis* et *Rhynchonella Eudesi*. De Grossouvre, dans la légende de la feuille de Valençay (1891), attribuée au Campanien la craie du NW de la Chapelle-Saint-Hyppolite, dans la vallée de l'Indre, en y indiquant la présence de *Micraster Brongniarti*, espèce de la craie de Meudon que l'on retrouve dans le Campanien des Charentes ; mais, dans son mémoire de 1901, il n'a pas reproduit la citation de cette espèce.

La présence de la base de l'Aturien en Touraine est donc très douteuse. La craie à *Spondylus spinosus* qui s'observe aux confins de l'Orléanais, et notamment autour de Blois, est inférieure à l'assise précédente et encore santonienne ; pour de Grossouvre elle est un faciès latéral de la craie noduleuse à *Spondylus truncatus*, tandis que pour G. Lecointre (1), elle lui est supérieure.

A la limite SE du département de Maine-et-Loire, entre Fontevrault et le camp du Ruchard, le Santonien est constitué par une craie dure, noduleuse, à *Placenticeras syrtale*, *Lima Dujardini*, *Spondylus truncatus* et nombreux Échinides, prolongement de celle de Touraine, mais partout ailleurs en Anjou, le Crétacé supérieur est à l'état de sables ou de grès, sous-sol de régions généralement incultes, couvertes de pins, de bruyères et d'ajoncs : plateaux de Baugé à l'W, forêt de Chandelais et Parçay à l'E, plateau de la Breille et, au S de la Loire, plateaux de Saint-Saturnin, du Thoureil, de Saint-Georges-des-Sept-Voies, de Gennes à Saumur et de Saumur à Fontevrault.

Le CONIACIEN débute par des sables graveleux à *Ostrea plicifera*, *O. Deshayesi*, *O. cf. laciniata*, faisant parfois place à une masse puissante de sables fins blancs ou jaunâtres avec rognons ou plaquettes de grès fossilifères, lits d'argile et silex argileux en nodules aplatis. Ce faciès sableux du calcaire dur de base de la craie de Villedieu est bien développé au NW de Baugé. A Fontaine-Guérin on trouve *Actaeonella laevis* et des bois silicifiés rapportés à *Palmoxylon andegavense* et *P. ligerinum*.

Le SANTONIEN montre à la base des sables siliceux avec concrétions gréseuses, plaquettes à Bryozoaires, pierres cornues, avec *Rhynchonella vespertilio*, et débris d'*Ostrea* et de *Pecten*.

Au-dessus viennent des sables quartzeux fins, le plus souvent très blancs, veinés de jaunâtre, qui ont fourni de nombreux Spongiaires siliceux (Allonnes, Meaulne, etc.) ; on y trouve aussi *Rhynchonella vespertilio*, *R. Baugasii*, *Ostrea vesicularis*, *Exogyra auricularis*. A la partie supérieure de ces sables on observe en général des grès siliceux, auxquels ils passent d'une manière progressive. L'épaisseur des sables est de 15 à 30 mètres.

(1) Feuille de Tours au 80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> éd., 1940.

Par le caractère de leur faune, composée en immense majorité de formes mésogéennes ou d'affinités méridionales, le Coniacien et le Santonien de l'Anjou et de la Touraine témoignent de communications directes et faciles avec le Bassin d'Aquitaine, par le détroit du Poitou, confirmées par l'identité des zones d'Ammonites de part et d'autre du seuil. Les influences méditerranéennes se sont manifestées approximativement jusqu'à l'axe du Merlerault, au delà duquel s'étendait la zone de sédimentation de la craie blanche proprement dite, plus profonde et largement soumise aux facteurs boréaux. L'axe du Merlerault n'a d'ailleurs peut-être pas joué, dans la délimitation des deux régions, le rôle décisif que l'on est quelquefois enclin à lui attribuer.

*Argile à silex.* — Bien que constituant un des éléments essentiels du sous-sol de la Touraine, les assises sénoniennes non altérées n'affleurent guère que sur les flancs des vallées. En effet, là où elles ne sont pas recouvertes par des lambeaux tertiaires, elles sont presque toujours masquées par un manteau souvent très épais de formations résiduaire, résultant de la destruction, principalement par décalcification, d'une masse de craie qui paraît avoir été très importante.

Très souvent, les dépôts décalcifiés sont restés en place et n'ont subi aucun transport ; d'autres fois, ils ont été plus ou moins remaniés, à des époques variées qu'il est assez rarement possible de préciser, et qui peuvent s'échelonner du Sparnacien au Miocène et au Pliocène.

En ce qui concerne l'altération elle-même de la craie, phénomène *per descensum*, elle a dû commencer à se produire dès l'exondation, soit vers le milieu du Campanien, et elle peut continuer de nos jours là où il n'y a pas de protection par des lambeaux tertiaires.

Au S de la Loire, l'argile à silex recouvre très uniformément les plateaux crétacés avec une épaisseur qui peut en certains points atteindre 30 m. ; elle est généralement blanche, siliceuse, quelquefois pulvérulente, empâtant des silex branchus entiers et non roulés. Les Spongiaires siliceux y sont parfois très abondants. Vers le sommet, les silex cimentés par un grès lustré forment par places des poudingues très durs.

L'argile à silex est également très développée sur la rive droite de la Loire ; elle est quelquefois pure et exploitée comme terre réfractaire (Langeais, Cinq-Mars), d'autres fois plus ou moins sableuse. Les Spongiaires silicifiés y sont fréquents ; on trouve moins souvent, d'après G. Lecointre, des moules siliceux de *Spondylus truncatus* et d'Oursins (*Salenia, Micraster*). Vers le NE, à la Noue-Villedomer, on y rencontre des *Ananchytes* et *Spondylus spinosus* qui indiquent une ancienne extension de la craie santonienne de Blois.

En Anjou, l'altération des assises du Crétacé supérieur a donné une argile souvent sableuse, blanche ou jaunâtre, renfermant des silex, des Spongiaires siliceux, des plaquettes gréseuses, et des blocs isolés ou *perrons*, de poudingues formés de silex cimentés par une pâte siliceuse, et très durs.

## TERRAINS TERTIAIRES

L'émersion de l'Anjou et de la Touraine dans la seconde moitié du Crétacé supérieur, et que l'on peut situer vers le milieu du Campanien, a été presque définitive pour la région, qui n'a pas été atteinte par les mers éocènes du centre du Bassin de Paris et de la Basse-Loire. Un dernier épisode marin s'est produit au Miocène sous forme de l'irruption de la mer des faluns qui a pénétré dans le Massif armoricain à la suite d'un abaissement d'axe entre Dinan et Dol pour, au S de Rennes, s'infléchir en un golfe de direction armoricaine NW-SE, qui a poussé des digitations jusqu'au delà de Blois. La mer redonienne, plus récente, s'est presque entièrement maintenue sur le massif ancien, ne débordant que très peu sur l'Anjou mésozoïque, n'y laissant de vestiges qu'en un seul point.

Entre l'exondation du Crétacé supérieur et l'invasion localisée de la mer miocène, se sont déposées des formations continentales dont les plus importantes sont les grès à *Sabalites* de l'Anjou et des calcaires lacustres, éocènes en Anjou, éocènes et oligocènes en Touraine. Le calcaire de Beauce aquitanien ne fait qu'effleurer le département d'Indre-et-Loire.

Après le retrait de la mer vindobonienne, on ne peut citer que des sables, attribués avec plus ou moins de raison au Miocène, et des remaniements de cailloutis et de chailles qui paraissent s'être produits au Miocène et au Pliocène.

*Éocène*

Le Sparnacien est peut-être représenté en Touraine par des grès et poudingues. Le Bartonien inférieur comprend les grès à *Sabalites* et le Bartonien supérieur des calcaires lacustres. Des argiles à minerai de fer au S de la Loire ont été attribuées au Sidérolithique qui serait antérieur au lacustre ludien.

SPARNACIEN. — En des points assez nombreux mais disséminés, on trouve au-dessus de l'argile à silex qui recouvre les plateaux au S de la Loire, des lambeaux très peu étendus de grès rapportés aux *grès ladères*, formés de sables et graviers siliceux et de silex de la craie plus ou moins roulés agglomérés par un ciment siliceux. Il est difficile de savoir si l'on se trouve réellement en présence d'Éocène inférieur, ou de formations dépendant de l'argile à silex. Des blocs isolés, parfois volumineux, de poudingues à ciment lustré se rapprochent beaucoup des poudingues des dépôts résiduaire.

BARTONIEN INFÉRIEUR. — Les *grès à Sabalites* ou grès à Sabals sont une formation classique de l'Anjou, dans lequel ils ne sont d'ailleurs pas confinés, puisqu'ils s'étendent à l'E jusque vers Vendôme, et au N à travers le Maine, jusqu'aux portes d'Alençon en passant par Le Mans. Ils ne sont pas connus en Touraine.

L'assise débute, d'après O. Couffon, par un conglomérat de base nettement fluvatile, constitué par des galets subtriangulaires de silex de la craie, roulés et reliés par un ciment siliceux, et qui la sépare des couches sous-jacentes, y compris des sables et grès santoniens à *Rhynchonella vespertilio*. Puis viennent des sables blancs azoïques qui passent à des grès tantôt

grossiers et friables, tantôt à structure très fine et compacte parfois teintés en rouge par de l'oxyde de fer (Cheffes) et renfermant de nombreuses empreintes végétales se rapportant à une flore continentale chaude, les empreintes étant le plus souvent suivant le plan des strates et les tubulures laissées par les racines perpendiculaires à eux.

Couffon considère que la flore est postérieure au dépôt des sables et antérieure à leur consolidation, au plus contemporaine des formations lacustres du Bartonien supérieur (Ludien) qui les surmontent en divers points.

L'âge des grès à Sabalites a été très controversé ; J. Welsch (1) se basant sur la présence de fossiles marins et notamment sur celle de *R. vespertilio*, les a classés dans le Sénonien ; mais A. Bigot (2) a montré qu'à Fyé (Sarthe) ils étaient intercalés dans des couches lacustres à *Potamides lapidum*, et O. Couffon (2) a indiqué la présence à leur base d'un conglomérat fluvial les séparant du Crétacé, et démontré que les fossiles crétacés, qui varient suivant que le substratum est Sénonien, Turonien ou Cénomaniens, étaient remaniés. G. Denizot (3) admet également leur place à la base de la formation lacustre bartonienne ; il insiste sur la discrimination qu'il importe de faire entre eux et les sables sénoniens superficiellement remaniés.

Les grès à Sabalites, qui peuvent aussi surmonter le Silurien supérieur, s'observent principalement sur les coteaux qui bordent la Loire au S, et au N du fleuve, sur les plateaux du Baugeois et entre le Loir et la Sarthe. Ils ne constituent pas une formation continue, mais se présentent en îlots disséminés ou en blocs isolés, de 0 m. 60 à 3 m. d'épaisseur sur 10 à 12 m. de longueur et de largeur.

La flore, en empreintes parfaitement conservées, comprend, d'après Couffon, 50 espèces, dont certaines se retrouvent dans d'autres gisements, notamment dans le grès de Belleu et l'Éocène de l'Amérique du Nord. Outre des Palmiers tels que *Sabalites andegavensis*, *S. Chatini*, *Phoenicites Gaudryi*, *Flabellaria Milleli*, *F. Saportai*, on rencontre parmi beaucoup d'autres *Chara fyeensis*, *Asplenium subcretaceum*, *Araucarites Roginei*, *Myrica andegavensis*, *M. longifolia*, *Quercus cenomanensis*, *Ficus Deshayesi*, *Laurus primigenia*, *Echitonium cuspidatum*, *Nerium sarthacense*, *Magnolia andegavensis*, *Acer andegavense*, *Leguminosites andegavensis*, *Acacia Saportai*.

Un des gisements les plus riches est celui de Saint-Saturnin en Maine-et-Loire, où les grès sont en superposition directe sur la craie turonienne.

**BARTONNIEN SUPÉRIEUR (Ludien ou Wemmélien).** — Les calcaires lacustres et les formations subordonnées, meulrières, argiles de la Touraine et de l'Anjou sont principalement conservés au-dessus du Crétacé, et localement, des grès à Sabalites, dans une dépression synclinale d'orientation armoricaine, NW-SE, s'étendant entre des lignes dirigées SW-NE et passant par Bauge et Loches. Ils y constituent des lambeaux très importants, continus sur de grandes surfaces, disjoints par les vallées de la Loire et de l'Indre.

Il y a deux espèces de dépôts lacustres, les calcaires de l'Anjou et de la vallée du Loir, qui sont éocènes, et les calcaires de Touraine qui sont oligocènes et dont nous nous occuperons par la suite.

Les calcaires du Loir et d'Anjou auraient eu, d'après Couffon, une extension à peu près identique à celle des grès à Sabalites. On en trouve, sur les plateaux au S de la Loire des dépôts morcelés, de Champigny où il est exploité, au Haguineau, et sur la rive droite dans le Baugeois il affleure sur des étendues importantes, se continuant dans la Sarthe, vers la Flèche et Parigné-l'Évêque.

La formation comprend des calcaires durs et compacts, des calcaires marneux et des marnes parfois avec silex nectique. A la base, le calcaire

(1) J. WELSCH. Sur l'âge des grès à *Sabalites andegavensis* de l'Ouest de la France. *C. R. Ac. Sc.*, t. 125, p. 667-669, 1897. — *B. S. G. F.* (4), IX, p. 394-396, 1909.

(2) O. COUFFON. Les grès à *Sabalites andegavensis* en Anjou. *Bull. Soc. Et. Sc. d'Angers*, XXXVIII, p. 9-28, 1908 ; Supplément. *Ibid.*, XXXIX, p. 21-31, 1909.

(3) G. DENIZOT. Révision de la feuille d'Angers au 80.000°. *Bull. Sero. Carte Géol. France*, t. XLIV, n° 212, p. 101-103, 1943.

passé à la meulière se transformant elle-même en silex, la silice provenant, d'après Couffon, probablement de frustules de Diatomées.

À Champigny-le-Sec, et entre Baugé et Pontigné, on trouve quelques fossiles rapportés par Couffon à *Limnaea longiscata*, *L. pseudopyramidalis*, *Bithinella pyramidalis*, *Nystia microstoma*, *Dissostoma mumia* ; on recueille aussi des oogones de *Chara*. C'est la faune du calcaire de Saint-Aubin près du Mans.

Dans le NW de la Touraine, dans les régions de Neuvy-le-Roi, de Couesmes-Villiers-au-Bouin, de Rillé, on observe des lambeaux importants du calcaire lacustre d'Anjou qu'accompagnent des meulières, des argiles blanches et des marnes vertes. G. Lecoindre, dans la légende de la feuille de Tours, cite au four à chaux de Marthe, commune de Dissay-sous-Courcillon, *Limnaea acuminata*, *L. cf. ovum*, *L. convexa*, *L. ostromgallica*, *Planorbis aff. lens*, *Cyclostoma Alberti*, *Bithinella aff. pyramidalis*, *B. subulata*.

Ces calcaires lacustres sont, avec beaucoup de vraisemblance, attribués au Bartonien supérieur ou Ludien, correspondant au Calcaire de Champigny-sur-Marne, et considérés comme synchroniques des calcaires lacustres du Berry et de la Bussière.

À côté de ces formations, il semble que l'on peut placer dans l'Éocène supérieur quelques faciès de transport et d'altération, tels que des sables quartzeux, parfois feldspathiques, quelquefois graveleux à la base (Mettray), pouvant être par un ciment siliceux consolidés en grès et poudingues lustrés (Château-la-Vallière), et des terres réfractaires (Château-Renault, Neuillé-le-Lierre) pouvant subir les épigénisations sidérolithiques. G. Lecoindre, qui les considère comme une extension en Touraine des formations détritiques de l'Indre, en fait du Bartonien antérieur au calcaire lacustre de l'Anjou, la superposition s'observant en quelques points.

Un Sidérolithique paraissant plus récent, et en partie remanié en forme de petits amas disséminés d'argiles avec minerai de fer, autrefois exploité (Faverolles, Château-Vieux, Saint-Aignan, Mareuil, etc.), à la surface des plateaux d'argile à silex au S de la Loire.

Des cailloutis à chailles, ceux de Neuville (Indre-et-Loire) notamment, séparés du calcaire lacustre de Touraine par un calcaire stérile, correspondent d'après G. Denizot (1) à un transport d'assez longue durée, probablement au Ludien. Ils ont été remaniés par la suite, principalement au Miocène et au Quaternaire.

#### Oligocène

L'Oligocène est représenté par le calcaire lacustre de Touraine qui paraît correspondre dans son ensemble au calcaire de Brie, et que l'on s'accorde à placer dans le Sannoisien. Il se termine par un horizon stampien dont on ne connaît pas l'extension.

**SANNOISIEN.** — Le calcaire lacustre de Touraine est très développé aux environs de Tours où il débute par une prédominance très marquée de marnes blanches et d'argiles diversement colorées qui forment le passage au Ludien. Les faciès sont très divers et les calcaires sont fréquemment accompagnés de meulières ou remplacés par elles.

(1) G. DENIZOT. La cuvette de Neuville (Indre-et-Loire) et l'extension des sables à chailles dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. *C. R. som. S. G. F.*, p. 361-363, 1938. — La composition et les remaniements du cailloutis à chailles dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. *Ibid.*, p. 48-50, 1939.

Le bassin lacustre paraît avoir présenté sa plus grande profondeur entre Esvres et Cormery au SE de Tours où P. George (1) a relevé la série suivante, de bas en haut, que l'on peut suivre de Montbazou à Courçay : 1° marne blanche à silex, à pouppées calcaires ; 2° calcaire blanc bréchiqne, à éléments non ou peu roulés ; 3° marne crayeuse tendre et calcaire crayeux bréchiqne ; 4° calcaire gris très siliceux passant latéralement à un calcaire blanc plus tendre et à des marnes crayeuses ; 5° calcaire et meulière en plaquettes. L'ensemble a de 22 à 30 m. d'épaisseur.

Pour P. George, les meulières compactes ou zonées sont des accidents siliceux contemporains du dépôt ; la formation de meulières cariées et d'argile à meulières est due à une altération liée à l'évolution karstique des surfaces de calcaires siliceux et de meulières zonées ou même compactes lorsque celles-ci ne sont pas en bancs trop épais, condition toujours réalisée dans la région.

Les fossiles sont très peu abondants dans le calcaire de Touraine ; ils ont été principalement rencontrés à Pernay, Mettray, Saint-Cyr, Fondettes, Auzouer, au N de la Loire, et à Monts au S. Les espèces signalées sont *Limnaea ostrogallica*, *L. Morini*, *L. strigosa* (Monts, à la base), *Planorbis landunensis*, *P. aff. lens*, *Bithinia Monthersi*, *Nystia Duchasteli*, et des oogones de *Chara Ehlerti*.

STAMPIEN. — Au-dessus du calcaire lacustre, à l'E de Noyant, un calcaire à petits Foraminifères découvert par G. Lecoindre (2) et attribué d'abord avec doute au Lutétien supérieur renferme *Archiacina armorica* et des empreintes de Mollusques : *Mytilus Rouaulti*, *Bayania semidecussata*, *Potamides plicatus*, *Tympanotonus Lebescontei*, etc. (3). Il doit donc être placé dans le Stampien, comme celui d'Auverse.

À la Pinsonnerie, près de Fondettes, le calcaire lacustre se termine par un niveau à *Potamides Lamarcki*, nettement supérieur, et dont l'extension n'est pas précisée (4).

### Miocène

Le calcaire de Beauce supérieur aquitain à *Limnaea pachygaster* et *Helix aurelianensis* ne fait qu'effleurer les confins NE de la Touraine. Les Sables de l'Orléanais n'y sont pas représentés, les sables de Montreuil qu'on leur attribuait autrefois étant en réalité contemporains du Vindobonien, ou plus récents (4).

Les faluns de l'Anjou et de la Touraine, formation tout à fait classique, se sont déposés dans un golfe qui s'ouvrait entre Dinan et Dol.

Les faluns redoniens, auxquels on restreint parfois abusivement le terme de « faluns de l'Anjou », ne constituent qu'un seul gisement dans la partie mésozoïque, dans la région de Doué-la-Fontaine.

À diverses périodes du Miocène, qu'il est bien difficile de préciser, il y a eu des remaniements de sables et de cailloutis, notamment de formations à chailles et à silex crétaçes.

VINDOBONIEN. — Au Miocène moyen, la mer a pénétré en Bretagne par le N, puis s'infléchissant vers le SE dans la région de Rennes,

(1) P. GEORGE. Les sédiments lacustres de la Champagne tourangelles. Contribution à l'étude des meulières et de leur altération. *B. S. G. F.* (5), XII, p. 251-260, 1942.

(2) G. LECOINDRE. Révision de la feuille de Tours au 80.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXVI, n° 187, p. 131-133, 1932.

(3) Déterminations communiquées par G. Denizot et confirmées par de nouvelles récoltes de G. Lecoindre.

(4) G. LECOINDRE. Révision de la feuille de Tours au 80.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXIX, n° 197, p. 78-80, 1938.

s'est, en un golfe assez étroit, avancée vers le S jusqu'à Mirebeau, ainsi que nous l'avons dit antérieurement, et à l'E jusqu'au delà de Blois dans l'Orléanais, en recouvrant une grande partie de l'Anjou et de la Touraine, submergeant approximativement tout le territoire de la région qui se trouve actuellement au-dessous de la cote + 130 m. Pour O. Couffon, il y a eu également dès ce moment pénétration de la mer par le S et isolement de la Bretagne, mais l'absence de dépôts du Miocène moyen vers l'Atlantique permet de penser qu'il s'agit d'une vue théorique, et que, conformément aux conclusions de G. F. Dollfus, le golfe vindobonien ne s'ouvrait que vers le N, la Bretagne n'ayant été séparée du continent qu'au Redonien.

Les sédiments qui se sont formés dans le golfe sont des *faluns* très fossilifères et conservés seulement en multiples lambeaux de très faible superficie. On doit cependant noter qu'il y a en Touraine, des sables miocènes très développés qui, d'après G. Lecointre peuvent être considérés comme du Vindobonien décalcifié ; les lambeaux faluniens seraient donc des îlots n'ayant pas subi d'altération.

Les faluns représentent sur les terrains anciens en Bretagne et dans l'Anjou paléozoïque, sur le Crétacé, les grès à Sabalites ou le calcaire lacustre, dans l'Anjou secondaire et tertiaire, sur le Crétacé, le calcaire lacustre ou les Sables de la Sologne, en Touraine et dans l'Orléanais. La transgression a été brusque et leur substratum est fortement raviné. La mer vindobonienne paraît avoir envahi un territoire travaillé par l'érosion fluviale, et notamment une ancienne vallée de direction armoricaine ; elle a, aux dépens du bassin de la Seine, préparé la capture de la Loire. Par les caractères de leur faune, les faluns d'Anjou et de Touraine sont incontestablement du Miocène moyen, du Vindobonien, mais on ne peut préciser s'il s'agit d'Helvétien comme le pense Couffon, ou si leur analogie avec le Leithakalk autrichien, rappelée par A. de Lapparent, doit entraîner leur classement dans le Tortonien. Il n'est d'ailleurs pas certain que ces deux subdivisions correspondent réellement à des sous-étages, et ne sont pas simplement des faciès.

G. F. Dollfus (1) a distingué deux faciès, l'un complètement littoral, le *Pontilévien*, type à Pontlevoy (Loir-et-Cher), l'autre un peu plus profond, le *Savignéen*, de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire).

*Faciès Pontilévien.* — Formé de sables de plages fossilifères, le Pontilévien, dont l'épaisseur est quelquefois réduite à 1 ou 2 m., est constitué d'après Dollfus par « des amas de sables quartzeux et calcareux grossiers, avec des lits de galets, des bancs de coquilles plus ou moins roulées et brisées et qui forment des strates à couches souvent obliques et entrecroisées, comme il s'en produit sur les rivages à une faible profondeur sous les eaux ».

C'est dans ce faciès que se rencontre la riche faune de Mollusques qui a fait la célébrité des faluns de Touraine (2), et dont les espèces les plus marquantes sont, parmi une infinité d'autres : *Ostrea crassissima*, *O. sacellus*, *Pecten scabrellus*, *P. Besseri*, *Arca barbata*, *A. turonica*, *Cardium turonicum*, *Cardita monilifera*, *Lucina columbella*, *Astarte scalaris*, *Crassatella concen-*

(1) G. F. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire. Description des gisements fossilifères. 1<sup>re</sup> partie : Pélécy-podes. *Mém. Soc. Géol. France*, n° 27, 1902-1920.

(2) Comtesse P. LECOINTRE. Les Faluns de la Touraine. Tours, 1908.

*trica*, *Venus subrotunda*, *Eastonia crassidens*, *Pholas Dujardini*, parmi les Lamellibranches; *Emarginula fissura*, *Monodonta angulata*, *Nerita plutonis*, *Calyptraea sinensis*, *Turritella triplicata*, *Siliquaria senegalensis*, *Potamides papaveraceum*, *Cypraea affinis*, *Murex Dujardini*, *Voluta Lambertii*, *Melongenella cornuta*, *Columbella turgidula*, *Pleurotoma tuberculosa*, *Conus Dujardini*, *Auricula oblonga*, parmi les Gastéropodes.

On trouve également des Brachiopodes (*Crania abnormis*, *Thecidea mediterranea*), des *Helix* provenant du continent voisin, des Cirrhipèdes, des Entomostracés, des Annélides (*Ditrupea*, *Serpula*, etc.), des restes de Crocodiliens, des bois silicifiés, souvent très volumineux (*Taxoxylon*, *Cupressoxylon*, *Abietoxylon*, *Ambaroxylon*); ces divers organismes ont pour la plupart été signalés et étudiés en collaboration par la comtesse P. Lecoindre, dans une série de notes parues de 1907 à 1910. Un bois de *Juniperoxylon* montre une galerie et un vestige de cocon paraissant avoir renfermé une nymphe de *Sirex*, Insecte Hyménoptère.

Les gisements de pied de falaise contiennent de nombreux fossiles remaniés provenant de l'argile à silex et du Sénonien (Spongiaires et parmi eux *Craticularia tenuis* et *Cyclocléma compressa*, très fragiles de Paulmy, *Spondylus spinosus*, *Rhynchonella vespertilio*, etc.), du Turonien (*Radiolites Beaumonti*), du Cénomaniens, et même du Jurassique supérieur (1).

Les principaux gisements sont ceux de Pontlevoy, Thenay (Loir-et-Cher); Manthelan, Bossée, Paulmy, Pauvrelay, Charnizay, La Chapelle-Blanche, Sainte-Maure, Ferrière-Larçon, Semblançay (Indre-et-Loire); Genneteil, Chavagnes-sur-le-Loir, Chigné (Maine-et-Loire).

*Faciès Savignéen.* — G. F. Dollfus le définit comme « formé d'un amas de débris calcaireux d'animaux inférieurs, parmi lesquels les Bryozoaires occupent la place prépondérante, au milieu de fragments d'Échinides, Polypiers, Nullipores, Mollusques, avec quelques bancs plus solides d'aspect tuffacé. Ces dépôts ont dû se former sous une profondeur d'eau plus grande (que le Pontilévien) atteignant 20 à 50 m. et ils occupent la région centrale du bassin en formant de longues traînées, orientées de l'W à l'E. »

Les calcaires grumeleux construits à Bryozoaires sont désignés en Touraine sous le nom de *Pierre de Crouas*. On trouve aussi des grès quartzeux calcaires généralement peu cohérents.

C. Passerat (2) est également arrivé à la conclusion que les dépôts les plus profonds se sont formés vers 40 à 50 m. de fond au maximum.

Les Polypiers sont nombreux: *Dendrophyllia Michelini*, *Cryptangia intermedia*, *C. parasitica*.

Les Échinides sont particulièrement nombreux en Anjou (3) où ils sont représentés par 25 espèces réparties en 17 genres; les principales sont: *Cyathocidaris avenionensis*, *Psammechinus Bouryi*, *Arbacina monilis*, *Echinolampas dinanensis*, *Fibularia Lebescontei*, *Scutella Faujasi*, *S. producta*, *Amphiope bioculata*, *Phymapatagus britannus*. La plupart se retrouvent en Touraine.

Les Bryozoaires sont les organismes les plus abondants; on en connaît plusieurs centaines d'espèces appartenant notamment aux genres *Certiopora*, *Cellepora*, *Heteropora*, *Hornera*, *Eschara*, *Retepora*. Certains calcaires construits et certaines mollasses en sont presque entièrement constitués. Les Brachiopodes sont *Crania abnormis*, *Thecidea mediterranea*, *Terebratula Hærnesi*, *Rhynchonella Nysti*.

Parmi les Mollusques, seuls ont conservé leur test ceux dont la coquille est en calcite: *Ostrea crassissima*, *O. gingensis*, *O. Boblayei*, *O. digitalina*, *Pecten albinus* (*solarium* auct.), *P. subarcuatus*, *P. praebedictus*, *Chlamys multistriata*, *Hinnites crispus*, *Spondylus crassicastra*, et quelques autres.

(1) G. LECOINDRE. Fossiles remaniés dans les faluns de Touraine. *C. R. som. S. G. F.*, p. 81-82, 1943.

(2) C. PASSERAT. La transgression de la Mer des Faluns dans la région de la Loire. *Ann. de Géogr.*, XIX, p. 350-358, 1910.

(3) J. COTTREAU. Echinides du Miocène en Anjou. *B. S. G. F.* (5), III, p. 541-553, 1933.



Les dents de Squales sont très fréquentes : *Oxyrhina ziphodon*, *Hemipristis serra*, *Carcharodon megalodon*, *Odontaspis acutissima*, *Galeocerdo aduncus*, *Myliobatis meridionalis*. On trouve aussi des débris de *Labrodon pavimentatum*, de *Sargus incisivus*, et de Tortues (*Trionyx Brunhuberti*).

Les restes de Siréniens (*Metaxytherium Cuvieri*) sont assez nombreux dans quelques gisements, notamment à Doué-la-Fontaine, d'où provient un exemplaire presque complet ; le plus souvent, on ne rencontre que des fragments de côtes.

Les Algues calcaires (*Nullipora uvaria*) constituent parfois presque toute la roche.

Le faciès savignéen constitue la presque totalité des faluns de la Bretagne (Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine), et de l'Anjou, et ceux de la Touraine occidentale. Les gisements les plus importants sont ceux de Savigné-sur-Lathan, Rillé, Channay, en Indre-et-Loire, et ceux de Breil, Noyant-sur-le-Lude, Ambillou, Doué-la-Fontaine en Maine-et-Loire, en faisant abstraction de ceux qui se trouvent sur le Massif armoricain. Aucun de ces lambeaux n'est à une altitude dépassant une centaine de mètres.

Les dépôts savignéens peuvent atteindre 10 à 12 m. d'épaisseur ; en quelques points en bordure de l'anticlinal de Sonzay, ils sont réduits à une couche d'argile à *Ostrea crassissima*.

La répartition de la faune entre les deux faciès, qui vient d'être donnée, n'a, bien entendu, rien d'absolu. Si, à part les Pectinidés et les Huitres, on trouve peu de Mollusques dans le Savignéen, cela provient en partie de ce que les coquilles ont été dissoutes.

D'autre part, bien qu'ils soient incomparablement plus fréquents dans le Savignéen, on trouve des Polypiers, des Échinides (entre autres *Arbacina monilis* et *Fibularia Lebescontei*), et des dents de Séla ciens, dans le Pontilévien.

Les restes de Mammifères continentaux se trouvent indifféremment dans les deux faciès ; ce sont les gisements pontiléviens du Blésois (Pontlevoy, Thenay) qui en ont fourni le plus grand nombre. Certains de ces débris sont remaniés et proviennent des sables fluviaux de l'Orléanais, mais d'autres, dont une importante partie se retrouve en Touraine (Manthelan, Bossée, Sainte-Maure, Savigné, etc.) et en Anjou, sont, ainsi que l'a démontré L. Mayet (1), représentatifs d'une faune contemporaine de la mer vindobonienne, dans laquelle ils pouvaient être facilement entraînés en raison de l'étroitesse et de la longueur du golfe qu'elle constituait. Un des éléments les plus intéressants de cette faune est un Singe anthropomorphe, *Pliopithecus antiquus*, de l'horizon de Sansan ; on a également rencontré des Carnassiers (*Amphicyon major*, *Mustela dissimilis*, etc.), des Rongeurs (*Steneofiber subpyrenaicus*), des Proboscidiens (*Mastodon angustidens*, *M. turicensis*, *Dinotherium Cuvieri*, *D. bavaricum*), un Anthracothéridé (*Brachyodus onoideus mut. turonensis*), des Suidés (*Listriodon latidens*, *L. splendens*, etc.), des Cervidés (*Dicrocerus elegans*, *Antilope clavata*, etc.), un Équidé (*Anchitherium aurelianense*), un Chalicotheridé (*Macrotherium grande*) et des Rhinocéridés (*Aceratherium tetradactylum mut. pontileviensis*, *Teleoceras brachypus*, *Rhinoceros cf. simorreensis*).

(1) L. MAYET. Étude des Mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine. *Ann. Univ. Lyon*, nouv. sér., fasc. 24, 1908. — Comtesse P. LECOINTRE et L. MAYET. Étude sommaire des Mammifères fossiles des faluns de la Touraine proprement dite. Paris, Baillière, 1909.

De l'étude de la faune d'Échinides, J. Cottreau a conclu que des conditions analogues à celles de la mer des Antilles et du golfe du Mexique devaient régner dans le golfe des faluns.

Des sables sans fossiles recouvrent de grandes superficies en Touraine, principalement sur la rive droite de la Loire ; ils sont formés de quartz blanc ou rosé le plus souvent du calibre « gros sel », et parfois très argileux. A leur base est un cailloutis formé d'éléments peu roulés, remaniés sur place, de l'argile à silex, ou, en une bande s'étendant de la forêt d'Amboise aux environs de Monthodon, de gros galets très roulés, à croûte noire qui sont des chailles jurassiques ou des silex de la Craie.

Ces sables qui ne manquent totalement que sur quelques anticlinaux non érodés (forêt d'Amboise, gâtine de Saint-Laurent), arasant l'anticlinal de Souvigné-Sonzay. Considérés pendant longtemps comme burdigaliens et représentant les Sables de l'Orléanais, ils sont maintenant pour G. Lecointre un faciès sans fossiles ou décalcifié du Vindobonien ; en effet, le très petit gisement pontilévien de Nazelles les montre supérieurs aux faluns, ou tout au moins contemporains.

REDONIEN. — G. F. Dollfus a pris pour type de cet étage le gisement d'Apigné près de Rennes, où des sables calcaireux jaunâtres, qui ravinent en certains points les faluns vindoboniens, renferment une faune qui, quoique comportant de très nombreux éléments (65 p. 100) de celle de ces derniers, en diffère cependant très sensiblement par une beaucoup plus grande proportion de formes actuelles (50 p. 100), et par son caractère très nettement moins chaud.

L'extension de la mer a notablement varié ; un soulèvement a asséché le golfe au moins jusqu'au massif armoricain, mais dans le S de la Bretagne et en Vendée, un affaissement a établi une ouverture sur l'Atlantique amenant l'isolement de la Bretagne. O. Couffon (1), considérant que tous les points qui se trouvent actuellement au-dessous de la cote + 80 m. étaient recouverts par la mer redonienne, amène celle-ci jusqu'à la Flèche et jusqu'en Touraine par la vallée de la Loire. La répartition des lambeaux fossilifères ne justifie pas cette manière de voir ; ils se trouvent tous en effet sur le massif hercynien, sauf celui de Brigné (Renauleau) près de Doué-la-Fontaine, qui est sur le Cénomaniens, mais à une très faible distance du Paléozoïque, qui affleure vers l'W. Ce gisement de Brigné aujourd'hui épuisé ou à peu près a fourni de nombreux Mollusques parmi lesquels *Cardita striatissima*, *Nassa semistriata*, *N. reticulata*, *Murex cyclopterus*.

É. Haug (2) a identifié le Redonien au Sahélien ; la comparaison est difficile à faire en raison des caractères absolument différents des faunes, l'une tempérée et l'autre chaude. L'individualité du Sahélien en tant que formation intermédiaire par sa faune entre le Miocène et le Pliocène est d'ailleurs actuellement contestée et certains auteurs le placent dans le Pliocène inférieur.

(1) Précis, voir fig. 146 et p. 173-178.

(2) Traité, p. 1615.

*Pliocène*

Il n'y a pas en Anjou et en Touraine de Pliocène marin, et les formations continentales que l'on rapporte à cette période ne renferment aucun élément susceptible de les dater, cette attribution est très sujette à caution. Il s'agit de sables et de graviers qui, d'après Couffon, occupent en Anjou des superficies considérables, notamment au NE de Montreuil-Bellay et au N de Huillé.

Les sables qui peuvent atteindre une épaisseur de plusieurs mètres sont le plus souvent rouges ; ils sont quartzeux et sont parfois accompagnés d'argiles. Les graviers quartzeux à gros éléments sont quelquefois cimentés en poudingues ferrugineux, manganésifères à Huillé et Jarzé. Ces formations se sont constituées principalement aux dépens du Miocène et du Crétacé ; elles renferment des silex et des Spongiaires roulés ainsi que des meuliers du calcaire lacustre ; elles sont antérieures au creusement des vallées actuelles et attribuées au Sicilien (Quaternaire inférieur) par Couffon, qui laisse cet étage dans le Pliocène ; il est cependant probable qu'elles sont un peu anciennes.

G. Denizot a indiqué qu'il y avait quelquefois eu confusion avec les sables cénomaniens.

Le limon des plateaux, qui en Touraine recouvre non seulement les plateaux d'argile à silex, mais aussi la plupart de ceux du calcaire lacustre, est d'âge imprécisé, mais antérieur au creusement des vallées, puisque, ainsi que le signale G. Lecointre, les plus petits vallons l'ont tament. Il est surtout épais sur l'argile à silex et provient du remanement superficiel, avec quelquefois faible transport, des assises sous-jacentes. On y rencontre des cailloutis de silex et en certains points où il est sableux et grisâtre, des petits cailloux roulés de quartz diversement colorés. Peut-être peut-on admettre que ce limon s'est formé du Pliocène supérieur au Quaternaire inférieur.

## FORMATIONS QUATERNAIRES

Les alluvions anciennes et modernes des cours d'eau constituent les formations quaternaires de l'Anjou et de la Touraine.

*Alluvions anciennes.* — Ces alluvions sont le plus souvent formées de sables et de graviers, avec cailloux roulés, pouvant parfois constituer des couches ou des lentilles. Les éléments sont variables suivant les cours d'eau. Les alluvions de la Loire en plus de galets et de cailloutis provenant du Jurassique et du Crétacé, principalement chailles et silex roulés, qui sont de beaucoup les plus abondants, renferment des roches cristallines du socle du Massif Central et aussi des roches volcaniques tertiaires et quaternaires d'Auvergne, surtout des basaltes.

Les affluents de gauche de la Loire, Cher, Indre, Vienne, à côté d'éléments sédimentaires de beaucoup prédominants, contiennent des galets de roches anciennes, quelquefois même des blocs assez volumineux de roches granitiques. Sur la rive droite, le Loir a des alluvions à éléments surtout jurassiques et crétacés, mais aussi tertiaires (ces derniers se trouvent également dans les alluvions de la Loire), tandis

que celles de la Sarthe comportent de plus des roches cristallines anciennes et des roches paléozoïques sédimentaires originaires du Massif armoricain.

D'après les travaux de E. Chaput et de G. Denizot, antérieurement cités (1), il serait possible de reconnaître quatre terrasses dans les vallées de la Loire et des affluents : 1<sup>o</sup> alluvions élevées de 80 m., se rattachant aux sables et cailloutis, désignés souvent sous le nom de « terrain de transport des plateaux », et qui, ainsi que nous l'avons vu, sont antérieurs au Quaternaire ancien ; 2<sup>o</sup> haute terrasse de 55 m. ; 3<sup>o</sup> terrasse moyenne de 35 m. environ ; 4<sup>o</sup> basse terrasse de 15 m. environ.

En Touraine, les alluvions anciennes, ont laissé des lambeaux assez importants dans la vallée de la Vienne, et plus réduits dans celle de la Loire. Pour G. Lecointre, la haute terrasse de 55 m. de Chaput n'est que l'affleurement des sables miocènes entre le calcaire lacustre et le limon des plateaux, et on ne peut distinguer que deux niveaux, l'un de 35-40 m., l'autre de 15-20 m. A la première se rattache le lambeau étendu de Montlouis-sur-Loire, au confluent de la Loire et du Cher, et dans la vallée du Loir, les niveaux les plus élevés des environs de Vaas où la terrasse de 15-20 m. est mieux représentée.

En Maine-et-Loire, la terrasse de 35-40 m. s'observe bien dans la vallée de la Sarthe, notamment autour de Morannes, et dans celle du Loir aux environs de Seiches. Les landes de Bailleul qui s'étendent de Malicorne à Durtal correspondent à une ancienne vallée de la Sarthe coulant vers le Loir.

Les vestiges de la basse terrasse de 15-20 m. sont, dans la vallée de la Loire, beaucoup plus importants qu'en Touraine, surtout sur la rive droite. Les alluvions sont presque toujours à l'état de sables jaunes avec grains volcaniques, et ressemblent beaucoup aux alluvions modernes ; elles sont développées à Bourgueil, Brain-sur-Allonnes, Longué et peuvent se suivre sur le Massif armoricain jusqu'au delà d'Angers. Cette terrasse de 15 m. forme soit un gradin continu adossé à l'un des flancs de la vallée, soit des buttes au milieu de la plaine récente ; à Allonnes elle montre 12 m. de sables irrégulièrement stratifiés reposant sur les marnes cénomaniennes. Des silex chelléens ont été trouvés à Blaison et à Ecoiffant.

D'après Chaput, la terrasse de 15 m. a été creusée depuis le Moustérien, ce qui aurait produit le niveau de 10 m. qui se suit entre Mazé et Trélazé et celui de 18 m. entre Vivy et Longué. A Vivy, les cailloutis inférieurs descendent au niveau de la plaine actuelle ; ils sont formés de galets siliceux et renferment de gros blocs roulés de roches cristallines ; les sables qui les surmontent, à 5 m. environ, deviennent de plus en plus ténus en se rapprochant de la surface qui se trouve à 7 ou 8 mètres.

Lorsqu'elles ont les sables crétacés pour substratum, les alluvions

(1) Voir p. 151. Voir aussi : COUFFON, Précis, p. 185-187 ; WATERLOT, *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIV, n<sup>o</sup> 212, p. 117-118, 1943. — LECOINTRE, *Ibid.*, t. XXXIV, n<sup>o</sup> 197, p. 79, 1938.

les ont souvent remaniés et la discrimination n'est pas toujours facile à faire. Il y a même eu parfois confusion, et Denizot indique qu'entre Sarthe et Loire on a rattaché à la moyenne terrasse des sables céno-maniens, et qu'il n'y a de quaternaire que des placages réduits entre Eventard et Aigrefin, où ils jalonnent un ancien cours de la Loire, déviée par l'amont d'Angers à l'époque de la moyenne terrasse.

Au S de la Loire on peut, d'après Waterlot, reconnaître dans les vallées du Thouet, de la Dive et du Layon cinq niveaux : 1<sup>o</sup> cailloutis élevés, au-dessus de 60 m. probablement pliocènes ; 2<sup>o</sup> haute terrasse vers 60 m., sables jaunes et cailloux roulés, silex jurassiques et quelques roches primaires ; 3<sup>o</sup> moyenne terrasse, vers 35 m., sables blancs avec galets de quartz de diverses couleurs et silex fragmentés ; 4<sup>o</sup> basse terrasse vers 15 m., sables et galets de quartz, silex, granite, rhyolite en blocs ; datée par *Elephas primigenius* ; 5<sup>o</sup> très basse terrasse de 5 m., sables et cailloutis, galets petits et gros peu roulés, surtout anciens (gneiss et microgranite), blocs de schistes briovériens et de porphyres quartzifères, près du massif ancien ; peu de quartz et beaucoup de limon à la traversée de l'Oxfordien ; le transport a été peu important.

*Alluvions modernes.* — Les plaines alluviales récentes dues au remblaiement des fonds de vallées des cours d'eau occupent des superficies très étendues en Touraine et surtout en Anjou. A partir du confluent de la Loire et de la Vienne, la plaine moderne s'élargit beaucoup ; à l'aval de Chouzé, où elle comprend les vallées de la Basse-Vienne, de la Loire, et des ruisseaux Changeon et Lane, dont la réunion donne l'Au-thion, elle a une dizaine de kilomètres de largeur. Elle se poursuit, sur une largeur rarement inférieure à 3 km. jusqu'à Trélazé, avec, des Rosiers à Andard, soit sur une vingtaine de kilomètres de longueur, un épanouissement de 6 à 10 km. de largeur. Cette plaine alluviale s'étend pour sa presque totalité sur la rive droite de la Loire.

Les alluvions modernes sont également développées, mais sur une échelle beaucoup moindre dans les vallées de la Sarthe et du Loir ; au confluent de ces deux rivières cependant, elles forment la zone inondable sur 5 km. Elles occupent aussi les fonds de vallées des cours d'eau de moindre importance sur les deux rives de la Loire.

Les alluvions modernes des principaux cours d'eau, Bas-Cher, Basse-Indre, Basse-Vienne, Loire, Sarthe, Loir, sont sableuses, quelquefois graveleuses, plus ou moins limoneuses en surface, ce qui les fertilise. Elles sont très siliceuses chez ceux qui descendent du Massif Central.

Dans la vallée de la Loire, les alluvions modernes, sableuses, avec ilménite et éléments volcaniques d'Auvergne, ont une épaisseur qui croît d'amont en aval : 8 m. 50 à Montsoreau, 10 m. à Saumur, 13 m. à Gennes, 16 m. aux Ponts-de-Cé ; elles descendent à une altitude très basse, + 4 m. à Saumur.

D'après Cousson, un premier remblaiement est antérieur au Néolithique, une deuxième postérieur à la période gallo-romaine. L'étiage de la Loire semble d'ailleurs s'être relevé depuis la période historique,

ce qui à l'W de Longué a noyé dans les marécages l'ancienne voie romaine de Tours à Angers.

Le Val d'Anjou qui est parcouru par l'Authion, rivière parallèle à la Loire avec un étiage de 2 m. plus élevé, montre des alluvions récentes d'origine uniquement crétacée, ce qui prouve qu'il n'a jamais constitué un méandre de la Loire.

Le Loir et la Sarthe déposent des alluvions modernes sableuses provenant pour la plus grande partie du remaniement des alluvions anciennes ; celles de la Sarthe contiennent des fragments de quartz originaires du Massif armoricain.

Les alluvions des petits cours d'eau sont le plus souvent limoneuses, notamment celles des vallons des plateaux de Touraine, qui peuvent être exploitées comme terre à briques ; ce sont presque toujours des limons de débordement.

Les plaines alluviales modernes des grandes vallées constituent essentiellement une zone soumise à des inondations périodiques. Les points les plus hauts qui ne sont atteints que par des crues exceptionnelles forment des terrains propres à la culture, les alluvions sableuses devenant fortement limoneuses à leur partie supérieure. Les parties plus basses sont recouvertes par des prairies ou par des marécages.

La tourbe ne se rencontre que sporadiquement, et semble-t-il seulement dans des vallées secondaires ; elle a été exploitée dans la vallée du Long, aux environs de Neuvy-le-Roi (N de Tours), et dans le vallon des Cartes à l'W du Lude, où les alluvions sont très marécageuses.

Il n'a pas été trouvé de fossiles contemporains des alluvions modernes ; de Savennières, qui nous mène en région paléozoïque hors des limites de l'Anjou mésozoïque, Denizot a, d'après Préaubert, signalé des dents d'*Elephas primigenius*, qui n'auraient d'ailleurs pu qu'être arrachées à la terrasse de 15-20 m. des alluvions anciennes. Couffon indique que ces molaires se rapportent en réalité à un Éléphant actuel.

En quelques points, on a trouvé des armes et des outils gallo-romains dans la partie supérieure des alluvions récentes, notamment une hache dans les marais de la Dive ; au N de Brissarthe, sous 4 m. d'eau, des alluvions épaisses de 6 m. 50 comportent, à 4 m. 50 de leur sommet, une couche de gravier qui a fourni divers instruments dont une hache identique à la précédente.

A Villebernier, des substructures romaines richement ornées se trouvent au-dessous de l'étiage actuel de la Loire, ce qui concorde avec l'abaissement de la voie romaine à l'aval de Longué. A l'époque actuelle, le fleuve est à nouveau en voie de creusement, et il paraît en être de même de ses affluents, Cher, Indre, Vienne, qui en beaucoup de points laissent la plaine d'alluvions récentes hors d'atteinte des crues moyennes.

## CHAPITRE VII

### LE MAINE ET LE PERCHE

L'ancienne province du Maine comprenait les territoires qui constituent aujourd'hui les départements de la Sarthe et de la Mayenne ; elle a avec le Haut-Perche formé le grand gouvernement de Maine-et-Perche. Cette réunion ne paraît pas avoir été due simplement à des considérations politiques, mais aussi aux caractères physiques des deux régions. Au point de vue géologique, la continuité est telle entre le Perche et le NE du département de la Sarthe, qu'il serait tout à fait illogique de les séparer.

Le Haut-Perche, partagé entre les départements de l'Orne et de l'Eure-et-Loir, fait la liaison avec la Normandie, tandis que le Bas-Perche, entièrement en Eure-et-Loir, est à l'Est limitrophe de l'Île-de-France et de l'Orléanais.

Le département de la Mayenne qui correspond à peu près au Haut-Maine, entièrement situé sur les terrains hercyniens, fait partie du Massif armoricain et sort du cadre de cette étude ; il en est de même d'une bande assez étroite dans la partie occidentale de la Sarthe. Par ailleurs, le S de ce dernier département, incorporé à l'Anjou, a été passé en revue dans le chapitre précédent.

Le Maine post-hercynien et le Perche sont à peu près uniquement constitués par des terrains jurassiques et crétacés, ces derniers occupant de beaucoup la superficie la plus importante.

Le Jurassique forme en bordure du Massif armoricain une auréole, en un certain nombre de points fractionnée par des failles et irrégulière quant à sa largeur et à la distribution des assises. Il n'y a guère que vers sa terminaison S, entre la Sarthe et Morannes, que l'on observe des bandes subméridiennes assez régulières, de plus en plus récentes de l'W vers l'E, de Lias, Bajocien-Bathonien, Callovien-Oxfordien.

Le Trias fait complètement défaut, et le Jurassique surmonte directement les terrains anciens. Le Lias, qui n'est représenté que par ses termes moyens et supérieurs, ne se montre que sporadiquement, soit en bordure étroite le long du Massif armoricain, comme au S de Brûlon et à l'W de Conlie, soit en lambeaux sur les roches cristallines ou le Paléozoïque, soit en petits affleurements au travers du Jurassique moyen comme par exemple entre Brûlon et Conlie.

Le Bajocien-Bathonien beaucoup plus développé est très fréquemment directement transgressif sur les roches anciennes, dépassant notablement la limite atteinte par le Lias moyen. Le Jurassique supérieur, représenté seulement par le Lusitanien, s'observe plus à l'E et supporte le Cénomaniens transgressif, qui s'est avancé sur le Massif armoricain bien au delà des points atteints par le Jurassique et y a laissé notamment au SW d'Alençon et au S de Fresnay-sur-Sarthe des lambeaux reposant tantôt sur les schistes briovériens, tantôt sur le Silurien, tantôt sur le granite.

Nous avons signalé (p. 200) l'opposition qui se manifeste entre cette partie bordière convexe vers l'E du Massif armoricain, correspondant en grande partie au Haut-Maine, et la bordure concave de l'Anjou ; la première a été assez fortement relevée, de sorte que l'érosion a enlevé presque partout en lisière le Cénomanién, faisant apparaître l'auréole jurassique, tandis que la seconde n'a subi qu'un très faible mouvement qui a laissé subsister, même en bordure, une couverture céno-maniénne et turonienne qui masque le Jurassique et ne laisse pas voir son contact avec les terrains anciens.

Le Cénomanién, dont le type a été pris aux environs du Mans, est très développé et constitue un élément essentiel très caractéristique de la région. Il s'étend à l'E jusqu'à la Ferté-Vidame, Senonches, et au delà de Nogent-le-Rotrou, supportant par place des témoins avancés de Turonien. Ce dernier étage cède, à peu près à partir de la vallée de la Braye vers le SE, et d'une ligne Illiers-Courville vers l'E, la place au Crétacé supérieur en continuité avec la craie blanche de la partie centrale du Bassin de Paris. C'est en grande partie dans le Maine, au voisinage de l'axe du Merlerault, qui ne joue peut-être pas cependant dans ces changements de faciès le rôle décisif qu'on lui a souvent attribué, que le Cénomanién sableux passe à la craie de Rouen, que la craie tuffeau turonienne passe à la craie blanche sans silex, et que la craie de Villedieu passe à la craie blanche à silex ; les faciès détritiques dus à la proximité des rivages et largement soumis à plusieurs reprises à des influences méditerranéennes, se transforment vers le NE en des formations de mers plus profondes ouvertes aux éléments septentrionaux et tempérés.

Les terrains tertiaires ne sont représentés que par des lambeaux peu nombreux et en général assez réduits, de formations continentales, grès à *Sabalites*, calcaires lacustres et argiles à meulière éocènes, les principaux se trouvant autour du Mans et de Nogent-le-Rotrou, ainsi qu'au SE de Bonnétable et à Bouloire.

Des sables rouges et des graviers sont attribués au Pliocène.

Les dépôts quaternaires, pratiquement réduits aux alluvions anciennes et modernes des rivières, n'occupent que des superficies peu importantes, aucun grand cours d'eau ne traversant la région étudiée.

Le Maine et le Perche ont une tectonique beaucoup plus accusée que l'Anjou. On y observe non seulement des dômes et des anticlinaux bien marqués, dont beaucoup de direction armoricaine NW-SE, mais de nombreuses failles, dont le rejet peut atteindre une centaine de mètres. Pour ces fractures, la direction prédominante est varisque, SW-NE ; c'est celle de la faille de l'Huisne (NE de Nogent-le-Rotrou-la Ferté-Bernard, avec prolongement probable jusqu'à Pontvallain, par l'E d'Écommoy), ainsi que des fractures de Moulins-la-Marche et du Merlerault.

Mais, la direction armoricaine se retrouve aussi dans ces accidents qui se conforment aux lignes du canevas hercynien sous-jacent ; elle est associée à la précédente dans les deux failles en zig-zag, assez exactement parallèles de Mortagne et de Bellême qui délimitent un



vousoir surélevé. Elle se manifeste seule dans les failles Senonches-S de Chartres et N de Montmirail-Fontaine-Raoul-NW de Beaugency.

En quelques points voisins du Massif armoricain, certaines de ces failles se résolvent en petits champs de fractures — faille de Mortagne de part et d'autre de l'anticlinal de Courtoulin, par exemple — et elles divisent fréquemment la région en gradins.

Le jeu de ces fractures a souvent porté le Jurassique à des altitudes assez grandes. Le petit horst de Perseigne, qui comprend du Briovérien, du Cambrien, du Silurien et des roches éruptives paléozoïques est lié à la faille de Bellême qui le délimite au N.

En ce qui concerne le département de la Sarthe qui constitue la partie principale du territoire étudié dans le présent chapitre, A. Guillier (1) et le Dr P. Delaunay (2) lui ont consacré d'importants et excellents mémoires auxquels il sera constamment fait appel au cours des pages qui vont suivre.

### TERRAINS JURASSIQUES

En bordure du Massif armoricain on observe, ainsi que nous l'avons dit, une bande de terrains jurassiques, formant le début du « Maine blanc », mésozoïque, contrastant sous tous ses aspects avec le « Maine noir » paléozoïque. L'irrégularité de leur disposition, due aux nombreuses fractures et à l'érosion, est bien rendue par l'expression du Dr Delaunay qui les représente comme « encastés en jeu de patience dans les baies du Massif armoricain ».

Les assises jurassiques reparaissent au travers du Crétacé moyen en arrière de la zone bordière proprement dite, en divers points le long de la faille de l'Huisne et de son prolongement en direction de Pontvallain.

#### *Jurassique inférieur ou Lias*

Le Trias faisant défaut, les assises secondaires les plus anciennes que l'on observe en bordure du Massif hercynien appartiennent au Lias, et encore, toute la partie inférieure de celui-ci n'est-elle pas représentée. Le Lias forme un liseré souvent onduleux et très discontinu, assez large et régulier au S de la Sarthe et le long du cours inférieur de la Vègre, beaucoup plus étroit et capricieux vers le N à l'W de Conlie.

Le Jurassique inférieur constitue aussi quelques lambeaux isolés et très exigus sur les terrains anciens et, entre Conlie et Loué notamment, il apparaît en petits affleurements au travers de la partie inférieure du Jurassique moyen. On le connaît également au S du horst de Perseigne. Il ne paraît pas représenté dans le Perche.

Si l'on excepte quelques spécimens douteux de Chassillé, le Lias moyen du Maine ne renferme pas d'Ammonites, ce qui empêche de préciser à quel horizon il appartient ; on l'attribue en général au Domérien.

(1) A. GUILLIER. Géologie du département de la Sarthe. Paris, Le Mans, Monnoyer 1886. — Supplément par E. CHÉLOT, 1886.

(2) Dr P. DELAUNAY. Le Sol Sarthois. Le Mans, Monnoyer, 1927-1941.

**DOMÉRIEN.** — Vers le S, le Lias moyen, prolongement de celui de l'Anjou, se sépare assez facilement du Toarcien ; il se réduit au N où la distinction entre les deux étages devient difficile. Nous avons donné sa composition au S de la Sarthe (p. 204), notamment entre Juigné et Précigné où il comprend à la base des argiles et des calcaires marneux exploités pour chaux grasse, et plus haut des calcaires souvent oolithiques, avec, vers le sommet de l'étage, couche sableuse à petits galets de quartz, poudingueforme à la base.

Rappelons qu'à Précigné, les calcaires, outre *Ostrea sportella*, renferment de nombreux Brachiopodes parmi lesquels *Spiriferina rostrata*, *S. oxygona*, *Rhynchonella furcillata*, *R. acuta*, *Terebratula Paumardi*, *T. fimbriodes*, *T. (Zeilleria) Guerangeri*, *Z. numismalis*, *Z. cornuta*, *Z. quadrifida*.

Le Charmouthien apparaît d'une manière discontinue dans la basse vallée de la Vègre, à Asnières, Poillé, Brûlon ; jusque vers Loué, Chassillé et à Joué-en-Charnie, dans la vallée du Palais ; son épaisseur qui est encore de 6 m. à Brûlon diminue vers le N. A Brûlon, c'est un grès calcaire compact gris ou bistre reposant sur le Dévonien par l'intermédiaire d'un poudingue, de base. A Joué, il est formé d'un calcaire à *Ostrea sportella*, et au N de Loué de couches à *Rhynchonella tetraedra*. Les seuls Céphalopodes cités avec précision par Guillier sont *Nautilus intermedius* et *Belemnites niger*.

Plus au N, le Lias moyen se montre çà et là autour d'Anné et de Bernay, sous forme de poudingue barytifère avec Polypiers et gros bivalves fragmentés à test massif, en place sous le Toarcien et passant à un sable jaunâtre, ainsi qu'à l'état de débris remaniés, de poudingues à macles de barytine et de *têtes de chats* mamelonnées de grès barytifère.

Encore plus au N, le Lias moyen ne se retrouve que dans le détroit de Perseigne, et sur le bord SE du horst paléozoïque, pour disparaître à nouveau et ne plus se montrer qu'en Normandie.

Le calcaire de Jupille au N de Fresnay-sur-Sarthe, discordant sur le Silurien redressé, est dur, barytifère et strontianifère, très dense, rappelant les calcaires gros de la Vénétie. Épais de 1 m. 50 en moyenne, il se présente comme une sorte de lumachelle grise ou brune à débris de Mollusques à test épais, *Megalodon*, *Perna*, *Durga* avec Gastéropodes voisins des *Nerita* ; Delaunay signale des Fougères et des Equisétinées dans ce calcaire qui, d'après Chelot, serait une formation d'estuaire.

Ce calcaire un peu énigmatique fut, en 1887, rapporté à l'Hettangien par Boehm et Chelot, au Lias moyen par Guillier, de nouveau à l'Hettangien par Bigot, en 1899, sur la feuille « Mayenne » de la Carte géologique au 80.000<sup>e</sup>, replacé dans le Charmouthien par P. Lemoine, qui y a vu un faciès littoral au creux d'un golfe silurien, opinion que Bigot rappelle en 1941 (1). Son attribution au Charmouthien a été récemment confirmée par F. Douvillé (2) qui l'a montré inférieur aux sables toarciens à *Pecten pumilus*.

En bordure SE de la forêt de Perseigne, de Saint-Rémy-du-Plain à Villaine-la-Carelle, le Charmouthien forme un liseré très mince, comprenant des marnes bleu-noir sableuses avec, à la base, couche de galets de quartz, transgressives sur les schistes briovériens, passant à leur partie supérieure à des sables fins, jaunâtres, difficiles à séparer du Toarcien sus-jacent, dans lesquels Bizet a trouvé des *Perna* et *Belemnites niger*. L'épaisseur très réduite ne dépasse pas 2 m. à 2 m. 50.

**TOARCIEN.** — La limite entre le Lias moyen, lorsqu'il existe, et le Lias supérieur est très peu tranchée et il est presque toujours très difficile de séparer le Charmouthien du Toarcien, en raison de la continuité des mêmes faciès littoraux indiquant que le rivage n'était pas très éloigné, et que la transgression n'a pas dû s'étendre beaucoup plus loin que la limite des affleurements actuels.

Au S de la Sarthe, entre Juigné et Précigné, et sur les deux rives de la

(1) Voir référence p. 204.

(2) F. DOUVILLÉ. Observations sur le calcaire de Jupille, commune de Fyé (Sarthe). C. R. som. S. G. F., p. 67-69, 1945.

Vègre, le Toarcien, épais de 6 à 8 m, est formé d'argiles et de calcaires marneux et sableux. Il dépasse, surtout vers le N, les limites atteintes par le Lias moyen, et il est le plus souvent directement transgressif sur les terrains anciens. On peut y distinguer trois horizons qui sont de bas en haut : 1° calcaires marno-sableux à *Harpoceras falciferum*, *Hildoceras bifrons*, *Dactyloceras Holandrei*, *Zeilleria Lycetti*, et nombreuses Bélemnites ; 2° couches à *Haugia variabilis* ; 3° couches à *Grammoceras toarcense*, se terminant en général par une surface durcie et corrodée supportant directement l'Aalenien supérieur ou le Bajocien.

A mesure que l'on se dirige vers le N, en bordure du massif ancien, de même que dans la vallée de la Vègre, et dans les affleurements qui, au S de Conlie, apparaissent au travers du Bajocien-Bathonien, le faciès sableux prend de plus en plus d'importance pour se développer au-dessus du calcaire de Jupille, et surtout en bordure SE de la forêt de Perseigne, où le Toarcien, d'ailleurs très difficile à séparer du Charmouthien, se présente sous la forme tout à fait insolite de sables gréseux, à bancs micacés finement lités, épais de 4 m. en moyenne, à *Pecten pumilus*. Vers le château du Val, les sables et grès renferment *Rhynchonella cynocephala* et *Hildoceras bifrons*. Ces faciès détritiques arénacés, dus à la proximité du rivage, contrastent vivement avec les marnes qui constituent habituellement le Toarcien dans l'ensemble du Bassin de Paris et ailleurs.

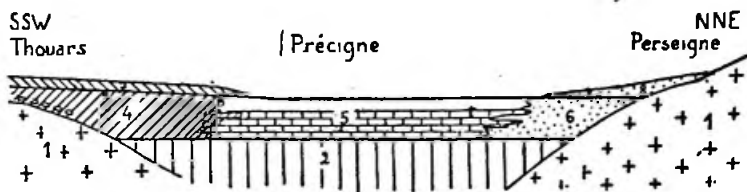


Fig. 21. — Schéma des changements de faciès du Toarcien dans le SW et l'W du Bassin de Paris.

1, roches anciennes ; 2, Lias moyen ; 3, conglomérat toarcien ; 4, Toarcien à faciès argilo-marneux prédominant ; 5, Toarcien à faciès calcaire et marno-sableux ; 6, Toarcien à faciès sableux et gréseux ; 7, Aalenien marno-calcaire ; 8, Aalenien sableux et gréseux.

**AALÉNIEN.** — A. Bigot, en 1941, se basant sur l'absence de couches en place correspondant au Toarcien supérieur et à l'Aalenien inférieur, ainsi que sur le fait qu'aucun fossile roulé de la base de l'Aalenien supérieur n'appartient à ces horizons, en a conclu qu'ils étaient régressifs dans le Maine.

La distinction entre l'Aalenien supérieur et le Bajocien, lui-même très difficile parfois à séparer du Bathonien inférieur, apparaît comme souvent fort délicate, et c'est ce qui a conduit Bigot à les réunir dans une notation compréhensive, J<sub>II-IV</sub> sur les Cartes géologiques de Mayenne et de la Flèche parues en 1900 et 1911. Cette série formée de calcaires, quelquefois oolithiques, souvent sableux ou caverneux, se développe en une large bande orientée SW-NE, du S de Précigné à Ségrie, passant par Asnières, Brûlon, Loué, Conlie. Le même complexe se retrouve dans le détroit de Perseigne, des alentours de Fresnay-sur-Sarthe à Champfleur et Bourg-le-Roi.

L'Aalenien supérieur se retrouve partout à la partie inférieure de ces assises, et il est également connu en bordure du massif de Perseigne. On peut y distinguer les deux zones supérieures de l'étage :

1° Zone à *Ludwigia Murchisonae*, qui outre cette Ammonite trouvée à Rouez, Tennie, Loué, Mareil et en bordure SE de la forêt de Perseigne, renferme *Mytilus Sowerbyi*, *Pholadomya fidicula*, *Pecten Silenus*, *Rhynchonella Wrighti*, *Terebratula perovalis*, etc. Dans la Champagne du Maine, cette assise est formée de calcaires sableux ou caverneux qui se terminent

par une ligne d'usure ; dans le détroit de Perseigne, elle comprend des sables, des grès, des poudingues et des argiles, et sur le bord SE du horst, des calcaires sableux passant à des sables quartzeux purs.

2<sup>e</sup> Zone à *Lioceras concavum* (Crissé, Loué, Sougé-le-Ganelon), avec *Haplopleuroceras subspinum*, *Pecten Silenus*, *Trigonia striata*, *Astarte excavata*, *Ceromya bajocensis*.

Dans la Champagne sabolienne, des bancs de silix sont postérieurs au dépôt ; dans la Champagne de Conlie, on trouve des calcaires suboolithiques d'un blanc jaunâtre à moules de Lamellibranches et Bélemnites, avec bancs épais de silix bleu ou blond. Vers le détroit de Perseigne, les calcaires deviennent subpisolithiques ou marneux. Au Val, le long du bord SE du massif de Perseigne, cette zone est à l'état de bancs calcaires à *Pecten Silenus*.

En divers points, et notamment au N de Chassillé, il existe à la base des couches à *L. Murchisonae*, un cordon d'Ammonites toarciennes roulées, parmi lesquelles *Grammoceras toarcense*. A Gesnes-le-Gandelain, où l'Aalenien repose directement sur le Primaire, il débute par un poudingue calcaire à petits galets de grès, avec *Rhynchonella Wrighti*, qui passe vers le haut à un calcaire oolithique épais de 1 m. se terminant par une surface usée. Les couches à *Haplopleuroceras subspinum*, présentent d'ailleurs partout une surface supérieure aplatie et usée qui supporte le Bajocien.

Par décalcification, l'Aalenien supérieur, très chargé en bancs silicifiés, a été transformé en une argile à silix qui couvre de grandes surfaces dans le bassin de la basse Vègre.

#### *Jurassique moyen*

Les assises du Jurassique moyen affleurent sur des superficies beaucoup plus importantes que le Lias. Le groupe Bajocien-Bathonien constitue le sous-sol de la plus grande partie de la Champagne du Maine ; il est, ainsi que nous l'avons dit, en beaucoup de points, directement transgressif sur les roches anciennes, dépassant les limites atteintes par le Charmouthien, le Toarcien ou l'Aalenien. Il est également bien développé sur le pourtour du massif de Perseigne, au S de la faille de Bellême, et on le retrouve aux confins de la Normandie, entre les failles de Mortagne et de Moulins-la-Marche.

Le Callovien et l'Oxfordien se montrent principalement suivant une bande orientée NE-SW, s'étendant depuis la faille de Bellême jusqu'au abords de Précigné, mais souvent masquée par le Cénomaniens depuis l'E de Conlie. Cette bande se dilate vers le N en direction du détroit de Perseigne, et aux environs de Fresnay-sur-Sarthe, le Callovien est en plusieurs points directement transgressif sur le Paléozoïque. Le Callovien-Oxfordien affleure également dans la région de Mortagne, au N de la faille, et entre cette fracture et la faille de Bellême, au N du massif de Perseigne, dans l'axe du voussoir anticlinal. L'Oxfordien apparaît en quelques points, au travers de l'Argovien, le long de la faille de l'Huisne, et aussi vers le S où à la faveur de bombements tels que ceux du Belinois et de Malicorne, il est ramené à l'affleurement au travers du Cénomaniens.

Le groupe des deux étages inférieurs est à peu près uniquement formé de calcaires, encore sableux dans le Bajocien, souvent zoogènes dans le Bathonien. Au Callovien-Oxfordien, les conditions changent, et les sédiments vaseux, calcaires marneux, marnes et argiles, devien-

nent prédominants, en même temps qu'apparaissent des Céphalopodes septentrionaux.

**BAJOCIEN.** — Dans la Champagne du Maine, au-dessus de couches correspondant à la mûlière aalenienne supérieure, se terminant par une surface usée, assise souvent très chargée en silex, ou passant à des sables siliceux, le Bajocien, toujours dépourvu de silex et ne passant jamais à des faciès arénacés, est constitué par des calcaires sableux ou compacts, quelquefois tendres et suboolithiques, plus ou moins vacuolaires.

L'épaisseur des couches que l'on peut attribuer au Bajocien ne dépasse guère 4 m., et il est souvent difficile de les séparer de l'Aalenien à leur base et du Bathonien inférieur au sommet. La rareté des Ammonites ne permet guère de distinguer et de suivre des zones paléontologiques. On a pu cependant reconnaître :

1° Un horizon à *Sonninia Sowerbyi* (Loué, Tennie), considéré par Couffon comme correspondant à la zone à *Witchella laeviuscula* ; 2° un horizon à *Emileia Sauzei*, qui ne paraît net qu'autour de Tennie ; 3° un horizon à *Parkinsonia Parkinsoni*, formé en général de calcaires blancs grossiers ou oolithiques avec *Linatula gibbosa*, *Macrodon hirsonense*, *Terebratula maxillata*, *Acanthothyris spinosa*, développé à Loué, Noyen, Conlie, Tennie : il correspond à l'oolithe moyenne de Villaine-la-Carelle et forme le passage au Bathonien.

Dans la région de Fresnay, aucune subdivision n'a pu être établie dans les calcaires compris entre l'Aalenien et les couches à *Montlivaultia* du Bathonien moyen.

En bordure SE du massif de Perseigne, dans le Saosnois, il ne paraît pas exister de couches correspondant aux deux niveaux inférieurs de la Champagne, et au-dessus de l'Aalenien on trouve l'oolithe moyenne de Villaine-la-Carelle, en général en bancs épais d'un calcaire compact dur et sonore, d'un blanc à peine rosé, scintillant de très petites facettes spathiques et qui fournit une excellente pierre de taille exploitée en grand aux environs de Mamers (Livet, Louvigny, les Mées, Saosnes, Villaines, etc.).

On y trouve *Parkinsonia Parkinsoni*, *Sphaeroceras Gervillei*, *Trigona costata*. Au sommet, il y a passage insensible au Bathonien inférieur.

**BATHONIEN.** — La partie inférieure de l'étage ou *Vésulien* est assez confusément représentée dans le SW et l'W du Maine par une partie des assises comprises entre l'Aalenien et les couches à *Montlivaultia*.

A Saint-Benoît et à Pêcheseul, l'oolithe miliaire paraît représentée par un calcaire oolithique blanc et par une couche presque sableuse qui le surmonte. A Noyen, au-dessus d'une oolithe à *Acanthothyris spinosa*, correspondant probablement au Fuller's Earth, viennent 3 m. 50 d'oolithe miliaire, à l'état de calcaire blanc très dur avec oolithes de taille moyenne, empâtant quelques fossiles, et passant vers le haut à un sable calcaire oolithique avec petits bancs de calcaire compact sublithographique en plaques.

Dans la Champagne du Maine ce niveau paraît représenté par des calcaires blancs et durs, plus ou moins chargés d'oolithes de petit calibre et renfermant à Conlie *Clypeus Trigeri* (la Jaunelière).

Autour de Fresnay-sur-Sarthe se poursuit la série compréhensive jusqu'aux calcaires à *Montlivaultia*, tandis que dans le détroit de Perseigne proprement dit le calcaire blanc lithographique de Bourg-le-Roi, avec Nérinées et moules de Lamellibranches, supporte une assise qui se relie à l'oolithe miliaire de la plaine d'Alençon.

Dans le Saosnois, l'oolithe moyenne de Villaine-la-Carelle passe insensiblement au sommet à des bancs plus tendres considérés comme équivalents du calcaire de Caen (Fuller's Earth) ; au-dessus vient un calcaire sublithographique à fossiles souvent indéterminables, exploité pour chaux grasse aux environs de Mamers ; on y a reconnu *Lucina Bellona*, *Pholadomya Vezelayi*, *Terebratula submaxillata*.

L'Oolithe de Mamers, épaisse de 6 m. en moyenne, est formée d'une alternance de bancs de calcaire blanc ou jaunâtre, à grosses oolithes inégales, surtout vers la partie supérieure, exploité comme pierre de taille, et de calcaire dur en plaquettes non oolithique. Les fossiles peu abondants sont outre des dents de Poissons (*Strophodus*), *Alectryonia costata* et *Terebratula maxillata*. A la partie supérieure, un banc calcaire blanc jaunâtre, avec très petites oolithes, renferme une flore étudiée notamment par Brongniart, de Saporta, Cridé, Lignier et qui témoigne de la proximité d'une terre émergée. Elle comprend des Fougères (*Lomatopteris Desnoyersi*), des Conifères (*Brachyphyllum Desnoyersi*, *Conites Pontisgirardi*) et surtout des Cycadées (*Zamites approximatus*, *Otozamites major*, *O. mamertinus*, *O. Rechini*, *Cycadites Delessei*, etc.).

Le Bathonien moyen ou *Bradfordien* est représenté dans la Champagne et à Noyen par le calcaire à *Montlivaultia*, dont l'épaisseur moyenne est comprise entre 1 m. 30 et 5 m. ; il est dur, d'un gris bleuâtre, quelquefois oolithique ou suboolithique, et peut aussi, dans les zones silicifiées, prendre un aspect sublithographique. On y observe des débris de calcite zoogène, et des géodes de calcite cristallisée, de même que des coquilles de Lamellibranches transformées en calcite. Par altération, il devient jaunâtre ou roux, et en surface se délite souvent en plaquettes ou en blocailles jaunies ou rouillées, noyées dans une argile rousse.

Par sa richesse en fossiles, le calcaire à *Montlivaultia* contraste avec l'oolithe sous-jacente qui est fort pauvre ; en plus de *Montlivaultia sarthacensis*, *M. infundibulum*, *M. Pictaviensis*, *M. caryopyallata*, on trouve des Ammonites telles que *Oxynoticeras Julii*, *Cosmoceras contrarium*, *Strenoceras Haugi*, *Oppelia subradiata*, *Toxoceras rarispinum*, *Sphacroceras microstoma*, des Gastéropodes nombreux (*Straparollus pulchellus*, *Pleurotomaria strobilus*, plusieurs espèces de *Trochus* et de *Turbo*, des Lamellibranches (*Trigonia Proserpina*, *Opis Lorieri*, *Astarte*, *Corbis*, *Pholadomya*) et des Brachiopodes (*Eudesia flabellum*, *Dictyothyris coarctata*).

Le calcaire à *Montlivaultia* diminue d'épaisseur vers le N et le NE. Dans la Champagne et les régions limitrophes (Parcé, Pêcheseul, Noyen) et autour de Fresnay, il surmonte directement l'oolithe miliaire (grande oolithe). Cependant, à la butte de Jaunelière, au NW de Conlie, 0 m. 12 de marnes à *Eudesia* le séparent de cette dernière. Les points les plus fossilifères sont Hyerré en Tassé, Conlie (la Jaunelière), Domfront, Saint-Pierre-des-Bois.

Vers le N, dans le détroit de Perseigne, le Bradfordien, épais de quelques centimètres à 1 m. au plus est formé de plaquettes calcaires avec débris de Polypiers et de Bryozoaires, renfermant quelques Brachiopodes (*Terebratula bicanaliculata*, *Zeilleria digona*, *Eudesia cardium*). Ce faciès, qui s'observe en bordure de la plaine d'Alençon, paraît bien correspondre au calcaire à Bryozoaires de Langrune.

Dans le Saosnois, la surface supérieure perforée et couverte d'Huitres de l'oolithe de Mamers, indiquant une émergence momentanée, supporte un Bradfordien composé uniquement par des marnes à Brachiopodes avec calcaires sableux, dits à *Eudesia cardium* par Guillier et représentant l'envahissement de toute l'assise par le faciès si réduit à la Jaunelière et manquant dans la Champagne ; on y trouve notamment *E. cardium*, *Zeilleria digona*, *Rhynchonella Boueti* (à la base), *R. concinna*, et des Échinides tels que *Echinobrissus clunicularis*, *Pygurus Michelini*, *Holcotypus depressus*.

En quelques points (Pont de Bray, gare de Mamers), un banc de calcaire gris bleuâtre avec coquilles spathiques indéterminables, surmonte ces marnes ; sa surface supérieure est perforée par les lithophages et couverte d'Huitres. On se trouve donc dans une région qui a été soumise à de nombreuses émergences temporaires.

Le Bathonien supérieur correspond à la partie inférieure et peut-être moyenne du *Cornbrash* ; nous avons antérieurement (p. 88) donné les raisons pour lesquelles il ne nous paraît pas possible de suivre A. Bonte lorsqu'il place dans le Bathonien la totalité de cette formation, dont le

sommet, équivalent de la « dalle nacrée » de l'E du Bassin de Paris, paraît incontestablement callovien, ainsi que le pense P. Fallot (1).

Il faut d'ailleurs reconnaître que la limite entre les deux étages est souvent très difficile à établir, certaines couches renfermant une faune mixte ; il est utile de faire des réserves sur la composition du Bathonien supérieur dans la Sarthe, donnée par le D<sup>r</sup> Delaunay, qui y place, avec hésitation d'ailleurs, la plupart des assises à *Macrocephalites macrocephalus*, espèce qu'il faut toujours considérer comme principalement callovienne.

D'après cet auteur, le Cornbrash qui fait défaut dans la Champagne du Maine proprement dite, et à Noyen, est représenté dans le parc de Pêcheseul (ou Pescheseul) près de Parcé, et à Saint-Benoît par un banc de marnes à oolithes ferrugineuses, épais de 0 m. 50 reposant sur une mince couche à Bryozoaires, supportant un banc de 0 m. 45, noduleux, marneux, jaunâtre. La marne inférieure contient des fossiles calloviens, et l'assise supérieure une faune complexe avec notamment *Rhynchonella spathica* et *Chlypeus Davousti*, Échinide très peu répandu.

La faune d'Ammonites de l'oolithe de Pêcheseul comprend : 1<sup>o</sup> des formes uniquement bathoniennes : *Oppelia aspidoides*, *Oecotraustes serrigerus*, *Clydoniceras discus*, *Oxyntoceras Hochstetteri*, *Sphaeroceras microstoma*, *Zigzagoceras zigzag-arbustigerum* ; 2<sup>o</sup> des formes bathono-calloviennes : *Oppelia subdiscus*, *Sphaeroceras bullatum*, *S. Bombur*, *Perisphinctes subbakeriae* ; 3<sup>o</sup> des formes calloviennes : *Hecticoceras hecticum*, *H. lunula*, *Macrocephalites macrocephalus*, *M. Herveyi*, *Ancyloceras calloviensis*. Les Bélemnites (*B. hastatus* et *B. latesulcatus*) sont callovo-oxfordiennes. Le même mélange s'observe en ce qui concerne les Échinides et les Brachiopodes (*Rhynchonella spathica*, *Acanthothyris spinosa*, *Terebratula sphaeroidalis*, *T. Phillippsi*, *T. dorsoplicata*).

Cette faune composite a, comme il fallait s'y attendre entraîné des divergences d'opinion sur l'âge du gisement ; le D<sup>r</sup> Delaunay rappelle que Triger, Cotteau, Guéranger, A. de Lapparent, Haug, P. Lemoine l'ont considéré comme bathonien supérieur, tandis que Hébert, Deslongchamps, Guillier, Bizet, de la Bouillerie, l'ont placé dans le Callovien. Haug qui ne mentionne Pêcheseul qu'en note infrapaginale (Traité, p. 1.016), ne paraît d'ailleurs pas avoir examiné la question de très près ; il indique en effet que la faune de Pêcheseul est identique à celle des calcaires à silex du Bathonien supérieur du détroit du Poitou, faisant ainsi abstraction des formes calloviennes qu'elle renferme.

Les observations ne sont plus possibles depuis longtemps à Pêcheseul, mais de la Bouillerie (2) a étudié en face, sur la rive gauche de la Sarthe, au Noyer, les mêmes assises ferrugineuses ; il y a trouvé, à la base, une faune nettement callovienne, puis plus haut un mélange d'espèces bathoniennes et calloviennes supportant une couche à Ammonites calloviennes (*Hecticoceras*, *Perisphinctes*), elle-même suivie d'un niveau à formes bathoniennes, l'ensemble se terminant par une couche à *Macrocephalites macrocephalus*. On ne peut donc dire que la partie inférieure du gisement est bathonienne et la partie supérieure callovienne.

La présence à côté d'Ammonites du Bathonien supérieur d'Échinides tels que *Holactypus depressus*, *Hyboctypus gibberulus*, *Echinobrissus clunicularis*, ne peut aller à l'encontre des formes caractéristiques du Callovien qui leur sont associées. De plus, la composition lithologique des couches ferrugineuses, et le fait qu'elles reposent souvent sur la surface perforée et durcie du calcaire à *Montlivaultia*, peuvent jusqu'à un certain point être considérés comme un argument en faveur de l'âge callovien de l'oolithe de Pêcheseul, qui ne semble faire aucun doute, et qui est en somme admis par le D<sup>r</sup> Delaunay qui, après un excellent exposé de la question, dit ne la maintenir dans le Bathonien qu'en raison de la difficulté de marquer la coupure et pour des motifs d'exposition. Peut-être démontrera-t-on un jour que les formes bathoniennes y sont, tout au moins en partie, remaniées.

(1) C. R. som. S. G. F., p. 17-19, 1945. — Réponse de A. BONTE, p. 154-156.

(2) DE LA BOUILLERIE. Guide paléontologique. Faune de Parcé et de Dureil, 1921.

Au Cornbrash bathonien authentique, appartiennent les argiles et calcaires des environs de Fresnay et de Bourg-le-Roi, dans lesquels on rencontre *Terebratula intermedia*, *Zeilleria sublagenalis*, *Eudesia cardium* (très rare), *Berenice diluviana*, *Nucleolites ellipticus*, et *Ozynoticerus Hochstetteri*. J. Mercier (1) cite également *Zeilleria obovata*, qui se trouve habituellement à un niveau plus élevé.

**CALLOVIEN.** — La zone à *Macrocephalites macrocephalus* est constituée dans le S par des argiles et des calcaires marneux, devenant sableux au sommet ; l'oolithe de Pêcheseul, dont il vient d'être parlé, et que nous considérons comme callovienne est un faciès de base de ces couches, localisé à une petite région.

Vers le N, cette zone est une masse épaisse d'argiles bleues avec bancs de calcaires marneux ; les fossiles sont très nombreux, principalement les Brachiopodes : *Macrocephalites macrocephalus*, *L. Herveyi*, *Perisphinctes Bakeriae*, *Terebratula Saemanni*, *T. intermedia*, *T. dorsoplicata*, *Zeilleria umbonella*, *Z. obovata*, *Z. biappendiculata*, *Dictyothyris coarctata*, *Rhynchonella spathica*, *R. Fischeri*, etc. Certains Lamellibranches, *Ostrea gregarea*, *Avicula (Oxytoma) inaequalvois*, *Mytilus gibbosus*, sont fréquents.

Au-dessus vient un niveau argilo-sableux à *Serpula (Tetralysis) quadrata*, le sable paraissant, d'après le D<sup>r</sup> Delaunay, résulter de l'altération du calcaire.

Dans le S, le Callovien inférieur du Belinois, qui apparaît, grâce à une faille, est formé d'un calcaire très dur gris-bleuâtre à *Macrocephalites Herveyi*, *Perisphinctes Bakeriae*, *Pholadomya decussata*, et innombrables Brachiopodes où dominant *R. spathica* et *Z. obovata*.

Le Callovien bleu est bien développé au N de la forêt de Perseigne, entre les failles de Bellême et de Mortagne, de Montigny à Arconnay, en bordure de la Champagne oolithique d'Alençon, et aux environs de Mamers, où, puissant de 20 à 25 m., l'étage montre au-dessus des alternances d'argiles et de calcaires argileux, des calcaires noduleux jaunâtres ou grisâtres, assez tendres et des couches argilo-sableuses. La faune, très abondante, comprend notamment *Nautilus hexagonus*, *Macrocephalites macrocephalus*, *M. Herveyi*, *M. tumidus*, *Cadoceras modiolare*, *Hecticoceras hecticuin*, *Perisphinctes Bakeriae*, *Belemnites latesulcatus*, *Pholadomya crassa*, *P. decussata*, *Ceromya elegans*, *Mytilus gibbosus*, *Avicula inaequalvois*, *Pecten fibrosus*, *Rhynchonella Fischeri*, *R. spathica*, *Zeilleria umbonella*, *Z. obovata*, *Aulacothyris pala*, *Dictyothyris coarctata*, *Terebratula Saemanni*, *Dysaster ellipticus*, *Serpula quadrangularis*.

Aux environs de Mamers, certaines couches ont été exploitées comme terre à briques, et d'autres pour pierres de taille.

Au N de la faille de Mortagne qui le met souvent en contact anormal avec le Cénomani, aux confins de la Normandie, au SE de Sées, de même qu'au NE de cette localité, au N de la faille de Moulins-la-Marche, avec contact anormal au S avec l'Oxfordien, le Callovien inférieur épais de 35 m. environ, est également représenté par des argiles et des calcaires marneux gris bleuâtre à *Cadoceras modiolare* et *Macrocephalites macrocephalus*, ce dernier se trouvant surtout dans les couches plus argileuses de la base.

Presque partout où le contact a pu être observé, le Callovien inférieur repose sur une surface usée et corrodée du calcaire bathonien à *Montivaultia* ; aux environs de Mamers et de Sées, l'étage débute par des calcaires gris et des argiles bleuâtres à *Macrocephalites macrocephalus*, *Zeilleria sublagenalis*, *Echinobrissus clunicularis*, *Holactypus depressus*, que quelques auteurs placent dans le Cornbrash, mais qui sont incontestablement calloviens, tant par leur faciès que par les éléments les plus caractéristiques de leur faune.

(1) J. MERCIER. Étude sur le contact du Bathonien et du Callovien en Normandie et dans la Sarthe, et sur l'équivalent du Cornbrash anglais. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 8<sup>e</sup> sér. t. I, p. 7-29, 1928.



La zone supérieure de l'étage ou « Callovien roux » est constituée par un horizon ferrugineux de calcaires ocreux, souvent avec pseudo-oolithes ferrugineuses, associées à des marnes rouges et à des argiles de décalcification ; elle n'est épaisse que de 2 à 5 m. et sa composition lithographique résulte de l'altération de calcaires marneux et d'argiles semblables à ceux des assises sous-jacentes.

Partout très fossilifère, ce niveau est caractérisé par *Nautilus Julii*, *Reineckeia anceps*, *Cosmoceras Jason*, *Stepheoceras coronatum*, *Hecticoceras hecticum*, *H. lunula*, *Perisphinctes Bakeriae*, *Terebratula dorsoplicata*, *Zeilleria umbonella*, *Dictyothyris Trigeri*, *Rhynchonella spathica*, *R. Fischeri*, *Dysaster ellipticus*. De Montbizot, on cite aussi *Oppelia villersensis* et *Cosmoceras Pollux*, forme septentrionale qui n'a été trouvée en France que dans cette localité.

OXFORDIEN. — Dans le S du Maine, l'Oxfordien, formé d'argiles et de calcaires marneux, apparaît au SE de Malicorne, au travers du Cénomaniens ; il y est exploité pour poterie et ne renferme pas de fossiles ; il s'agit de la zone inférieure à *Peltoceras athleta*. Les couches oxfordiennes apparaissent en un certain nombre de points, soit à la faveur d'axes anticlinaux perçant le Cénomaniens, soit le long de la faille de l'Huisne, au travers du Lusitanien. Ces assises, épaisses de 18 à 20 m., forment l'ilot du Belinois, dans l'axe anticlinal de Souancé-Clefs où des calcaires gris-bleuâtre, utilisés comme pierre de taille, supportent des argiles à nodules calcaires avec *Cardioceras Goliathus*, *C. cordatum*, *Aspidoceras perarmatum*, elles-mêmes surmontées par des alternances d'argiles bleues ou grises et de calcaires bleuâtres à *Rhynchonella Thurmanni* ; ces couches s'observaient bien à 2 km. 5 d'Écommoy, dans la carrière de la Vacherie, maintenant abandonnée et remblayée ; elles représentent l'Oxfordien supérieur auquel fait suite l'Argovien.

Près d'Arnage, les argiles bariolées de bleu et d'ocre ont fourni *Belemnites (Hibolites) hastatus*. L'Oxfordien se montre aussi au N de Parigné-l'Évêque, et on le voit au travers du Lusitanien à Soullitré et au N de Nuillé-le-Jalais.

Sur le trajet de l'anticlinal de Bellême-Chapelle-d'Aligné, l'argile oxfordienne micacée, bleue, se trouve à faible profondeur sous le Cénomaniens et on l'exploite en quelques points (la Cornuère, la Pinsonnière, etc.).

Dans le N du Maine et dans le Perche, au contraire de ce qui se passe dans le S, l'Oxfordien affleure sur d'importantes superficies ; il forme le sous-sol du pays marollais et s'étale largement au N de la forêt de Perseigne, entre les failles de Bellême et de Mortagne, de même qu'entre cette dernière et celle de Moulins-la-Marche, pour se poursuivre en Normandie vers le Merlerault et Exmes.

Dans le pays marollais, l'Oxfordien, épais de 80 m. s'observe suivant une bande SW-NE, en bordure méridionale et orientale du Saosnois, à Moncé, Marolles, Dangeul, Nouans, Meurcé, Lucé-sous-Ballon, Maresché, Origny-le-Butin, Saint-Rémy-des-Monts, Jauzé, etc. et forme quelques lambeaux isolés en avant.

L'Oxfordien inférieur est vers le SW, formé de marnes sableuses d'un gris bleuâtre, souvent roussies par altération, avec un peu de mica blanc, d'argiles et de calcaires marneux alternant avec les niveaux argilo-marneux. Les fossiles sont *Peltoceras athleta*, *P. Constantii*, fragmentés, et *Rhynchonella Thurmanni*. En remontant vers le NE, les assises marneuses reposant sur le Callovien roux (ou rouge) diminuent d'épaisseur, leur partie supérieure passant à un faciès de sables et de grès avec couches de marne et on passe peu à peu au delà de Dangeul, à des assises arenacées que l'on suit par Marolles, Saint-Rémy-des-Monts, Saint-Fulgent (1) et qui prennent leur plein développement dans le Perche, au N de la faille de Mortagne, où, épaisses de 15 à 20 m., elles admettent quelques bancs calcaréo-gréseux et de calcaires à fausses oolithes ferrugineuses. C'est l'« assise des Carreaux » de Bizet, bien visible et fossilifère à Courtoulin et Sainte-Scolasse-sur-Sarthe.

La faune de cet Oxfordien sablo-gréseux est formée de fossiles calloviens et

(1) Voir note (1) p. 240.

oxfordiens : *Peltoceras athleta*, *P. angustilobatum*, *Cosmoceras Duncani*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Dysaster ellipticus*, etc. Des Crustacés tels que *Glyphea Regleyana* et *Eryma ventrosa* y sont assez fréquents. Les principaux points fossilifères sont, Saint-Pierre-des-Ormes, Origny-le-Butin, Sainte-Scolasse.

A Jauzé, des sables jaunes et des grès calcaires à *Distichoceras bipartitum*, *Quenstedticeras Henrici* et plusieurs *Hecticoceras*, paraissent appartenir à un niveau plus élevé.

Les horizons supérieurs à la zone à *P. athleta* ne se montrent qu'au NE à partir de Champassant, et dans le Perche. De Champassant à la forêt de Bellême les argiles grises et les calcaires marneux de l'Oxfordien moyen, épais de 15 à 20 m., forment une cuesta très nette et parfois très abrupte (1). Ils sont très fossilifères avec notamment *Peltoceras angustilobatum*, *Aspidoceras perarmatum*, *Belemnites hastatus*, *Alectryonia gregarea*, *Gryphaea dilatata*, *Perna mytiloides*, *Gervilleia aviculoïdes*, *Trigonia Meriani*.

L'Oxfordien supérieur, fossilifère seulement dans le Perche, avec *Cardioceras cordatum*, moules de *Trigonic* et articles de *Pentacrin* est à l'état de sables ferrugineux, épais d'une quinzaine de mètres, cimentés vers leur sommet en plaquettes ou en grès concrétionnés. Ils contiennent des plaquettes calcaires à oolithes ferrugineuses ou à grains creux, ainsi que des concrétions de limonite géodique, et parfois des calcaires dolomitiques (Échauffour). Ces dépôts qui correspondent semble-t-il au *Calcareous grit* sont signalés dans la Sarthe, au N de Saint-Come-de-Vair, par le D<sup>r</sup> Delaunay qui les place dans l'Argovien ; ils n'y renferment que des moules informes de Lamellibranches.

A Mortagne et à Échauffour, les calcaires à oolithes ferrugineuses brillantes et à grosses oolithes brunes, calcaires et ferrugineuses à *Cardioceras vertebrale* sont séparés du Lusitanien par une surface perforée couverte d'Huitres (2). En bordure de la faille de l'Huisne, dans le Jalais, les sables ferrugineux se retrouvent avec une épaisseur de 10 à 12 m. (3), mais ils ne se montrent pas dans le Belinois.

### Jurassique supérieur

Le Jurassique supérieur est réduit dans le Maine et le Perche au Lusitanien qui est complet, mais dans lequel, en raison de la rareté ou de l'absence des Ammonites, il est difficile d'établir d'une manière précise ce qui revient à l'Argovien, au Rauracien et au Séquanien.

Dans la Sarthe, les assises lusitaniennes sont ramenées au jour au travers du Crétacé moyen dans la région anticlinale du Belinois où les alentours d'Écommoy sont tout à fait classiques, d'Orbigny y ayant largement puisé lors de la création de son étage corallien. L'Argovien de base se voit plus au S près d'Aubigné, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent (voir p. 208). Le Lusitanien reparait en divers points le long de la faille de l'Huisne : dans le Jalais, à Vouvray-sur-l'Huisne, à la Ferté-Bernard. A la limite NE du département, il affleure normalement en bordure de la région oxfordienne.

Dans le Perche les apparitions au travers du Crétacé le long de la faille de l'Huisne, à Ceton et au SE de Nogent-le-Rotrou prolongent celles de la Sarthe. De même, les affleurements en bordure de l'Oxfor-

(1) L. DANGÉARD. Nouvelles observations sur la feuille de Nogent-le-Rotrou au 1/80.000<sup>e</sup>. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIII, n° 214, p. 33-40, 1942.

(2) L. DANGÉARD. Observations sur la feuille géologique de Mortagne. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 8, t. IX, p. 145-148, 1936.

(3) Id. Observations sur la feuille du Mans au 1/80.000<sup>e</sup>. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIV, n° 212, p. 75-79, 1943.

dien se poursuivent vers le NE jusqu'au delà de Bellême. L'étage montre des assises bien développées dans les compartiments relevés par les failles du Grand-Perche et des confins de la Normandie, notamment autour de Mortagne et à Échauffour au N de la faille du Merleault.

**LUSITANIEN.** — Par rapport aux conditions qui ont régné pendant le Callovo-Oxfordien, sédimentation essentiellement argileuse et influences septentrionales se traduisant par l'arrivée de formes d'affinités boréales, le Lusitanien marque dès son début un changement complet, et ce serait un motif de plus, s'il en était besoin, de séparer un Argovien corallien d'un Oxfordien tempéré.

En effet, dans le Maine et le Perche, comme dans les autres parties du Bassin de Paris, l'extension de la province méditerranéenne vers le N amène un régime récifal, avec véritables massifs de Polypiers dans la région de Mortagne, accompagné de son cortège de calcaires oolithiques et coralliens. Plus loin des récifs se sont déposées des formations d'eaux moins agitées, calcaires marneux ou sublithographiques alternant souvent avec des argiles ou des marnes bleues.

**Argovien.** — Le Dr Delaunay distingue dans la Sarthe un faciès littoral sableux, un faciès corallien et un faciès vaseux. Dans le premier, il place, ainsi que nous l'avons vu, les sables et grès ferrugineux qui surmontent les couches à Pernes de l'Oxfordien ; mais la présence dans ces couches de *Cardioceras cordatum* et *C. vertebrale*, signalée par L. Dangeard, oblige à les considérer comme de l'Oxfordien supérieur.

Le calcaire coralligène d'Écommoy, tantôt oolithique, tantôt marneux, exploité pour chaux grasse et moellons s'observe bien dans cette localité, notamment dans la tranchée de la gare, de même qu'au SW de Saint-Mars d'Outillé, et que dans le Jalais à Nuillé et Thorigné. Les coraux sont surtout abondants dans le calcaire oolithique grumeleux : *Prionastraea striata*, *P. Rathieri*, *Cenastrea Moreana*, *Synastraea Oceani*, sont les principaux. Les autres fossiles sont surtout des Échinides (*Cidaris propinqua*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus heoglyphicus*, *Nucleolites scutatus*) et des Brachiopodes (*Terebratulina disculus*, *Megerlea pectunculus*, *Rhynchonella inconstans*) ; une Pholadomye, *P. paucicosta* est assez fréquente. C'est un faciès glypticien qui paraît bien correspondre à la zone à *Peltoceras transversarium*.

Le calcaire supérieur d'Aubigné, qui un peu plus au S apparaît au travers du Crétacé moyen sur la rive droite du Loir, aux confins de la Touraine, peut, par sa position au-dessus d'Oxfordien supérieur à *Perisphinctes plicatilis* et *Aspidoceras perarmatum* (voir p. 208) et par sa faune, être considéré comme un équivalent latéral vaseux du même horizon. Il est formé d'une alternance d'argiles bleues et de calcaires sublithographiques ou marneux jaunâtres, gris ou bleuâtres.

La faune se compose de *Perisphinctes Martelli*, *P. plicatilis*, *Belemnites hastatus*, *Gryphaea dilatata*, *Perna mytiloides*, *Plicatula tubifera*, *Pecten subarmatus*, *Trigonia gr. clavellata*, *Pholadomya decemcostata*, *P. paucicosta*, *Terebratula insignis*, *Rhynchonella senticosa*, *Millericrinus ornatus*, *Pseudodiadema aciculatum*, *P. priscum*, *Hemicidaris crenularis*. Certains bancs sont exploités pour pierre à chaux grasse.

Dans la bordure lusitanienne du S de Bellême, l'Argovien ne paraît pas représenté, soit qu'il ne se soit pas déposé, soit qu'il ait été enlevé par érosion. Il faut noter la présence dans l'Oxfordien supérieur de *Perisphinctes plicatilis* et de *Terebratula insignis*, qui annoncent l'Argovien, mais entre cet Oxfordien et le calcaire corallien, s'intercalent les sables et grès ferrugineux à *Cardioceras cordatum*.

Dans le Perche, le calcaire corallien à *Diceras*, très certainement rauracien dans son ensemble, est également directement transgressif sur une surface perforée surmontant les sables et grès ferrugineux.

Il reste évidemment la possibilité d'admettre que la base de ce calcaire corallien est argovienne.

**Rauracien.** — Le calcaire à *Diceras*, en général blanc, oolithique, fragmentaire, souvent pétri de débris de Crinoïdes et de fragments de test de *Perna*, ne se montre dans la Sarthe que sur de faibles superficies ; on le voit dans le Varais, sur le parcours de l'anticlinal Bellême-la-Chapelle-d'Aligné, et au S de l'Huisne, en flots alignés dans le sens de la faille : Soultré-Nuillé, Vouvray-sur-l'Huisne, Cherré.

Aux environs de Bellême, les empreintes de *Diceras minor* sont tellement nombreuses que la roche ressemble à une meulière caverneuse.

A Cherré, au S de la Ferté-Bernard, un calcaire friable à grosses oolithes passant à des pisolithes, alterne avec des bancs plus résistants, englobant des oolithes, des moules de *Diceras* et de Nérinées, ainsi que des buissons de Polypiers.

En général, les Coraux sont plus abondants vers la base et les *Diceras* et les Nérinées vers le sommet. Les calcaires sont activement exploités comme pierres de taille et pour chaux grasse. Outre *Diceras minor*, on trouve à l'état de moules *Trigona Bronni*, *T. aculeata* et des *Astarte* de grande taille ; les radioles de *Hemicidaris crenularis* sont fréquents.

Plus au N, dans les compartiments faillés, le calcaire corallien est très développé, notamment aux environs de Mortagne et d'Echauffour, où son épaisseur est de 20 à 40 m. Il comprend des calcaires à Polypiers, à *Diceras*, des calcaires oolithiques et pisolithiques ; certains niveaux renferment de nombreux Foraminifères (Fay) ou des débris de Crinoïdes et d'Echinides.

Près de Mortagne on observe des récifs de Polypiers pouvant atteindre 4 à 5 m. d'épaisseur (Saint-Langis) (1) ; entre les rameaux de ceux-ci on trouve des *Diceras* et des Gastéropodes. Des récifs moins importants existent aux Gaillons et à Loisé. Autour des récifs, la sédimentation est confuse et variée : sables oolithiques non stratifiés, traînés argileuses, amas de *Diceras*, gros pisolithes à *Giroanella simplocoides*, aplatis ou allongés, reposant directement sur la partie supérieure des massifs de coraux.

A Moulins-la-Marche, Fay, Saint-Mards-de-Coulonges, on voit des massifs de Coraux alignés et dressés en position de croissance, tandis qu'à Echauffour ils forment des touffes isolées et parfois basculées. Au voisinage des petits récifs on trouve de nombreux nodules de *Solenopora jurassica*, Algues calcaire des formations coralligènes (2).

Le calcaire corallien est silicifié près de Courtoulin et de Courgeout.

Les principaux fossiles pouvant être déterminés, du Corallien des environs de Mortagne et d'Echauffour sont *Diceras minor*, *Terebratula insignis*, *Hemicidaris crenularis*. Cette faune, de même que le faciès méditerranéen s'opposent au classement du calcaire corallien dans l'Oxfordien soumis à des influences boréales. L. Dangeard rappelle (2) que Bizet a recueilli dans les calcaires à *Diceras* de Bellême une empreinte de *Cardioceras* qui serait du groupe de *C. cordatum*, et ceci paraît avoir entraîné sa décision de placer ces calcaires dans l'Oxfordien sur la 2<sup>e</sup> édition de la feuille de Mortagne, de la Carte géologique au 80.000<sup>e</sup>. Cette attribution semble erronée, d'abord parce qu'il existe encore des *Cardioceras* dans le Lusitanien, ensuite parce que le calcaire corallien est compris entre les sables ferrugineux à *C. cordatum* et *C. vertebrale*, qui ne peuvent être antérieurs à l'Oxfordien supérieur et le Calcaire à *Astartes* qui est au moins Séquanien, sans parler des conditions de divers ordres qui ont présidé à l'installation du régime corallien dans l'ensemble du Bassin de Paris, au Lusitanien. En certains points, Jura, bassin rhodanien, les formations coralligènes ne se sont développées que plus

(1) L. DANGEARD. Contribution à l'étude géologique du Perche. *B. S. G. F.* (5), VIII, n. 257-267, 1938.

(2) Id. Sur les Solénopores du Jurassique de Mortagne (Orne). *Ibid.* (4), XXX, p. 437-443, 1930.

tard — avec une faune différente — mais le caractère subboréal du Callovo-Oxfordien s'est opposé à leur apparition avant l'Argovien.

A Cherré, au S de la Ferté-Bernard, le calcaire à *Diceras* est remplacé par 3 m. 50 à 4 m. de sables, qui à leur sommet, au-dessus d'un banc de glaise sableuse, renferment de nombreux Mollusques à test nacré, très fragiles, appartenant aux genres *Nerita*, *Natica*, *Turbo*, *Chemnitzia*, *Lucina*, *Astarte*, *Trigonia* gr. *Bronni*, qui n'ont pu être déterminés spécifiquement, mais qui sont bien différents de ceux d'un faciès analogue, mais plus élevé, les sables séquanien de Glos et de Cordebugle près de Lisieux.

Pour Guillier, ces sables seraient un équivalent latéral du calcaire à *Diceras*, qui pour lui manque à Cherré, ou seraient un peu plus récents; la Carte géologique les considère comme surmontant les formations coralliennes.

*Séquanien*. — Ce sous-étage est représenté dans le Maine et le Perche par le Calcaire à *Astartes* qui, dans la région ne paraît pas comprendre de niveau supérieur ptéroécien, au contraire de ce qui a lieu dans l'E et le S du Bassin de Paris. Ce calcaire épais de 25 à 30 m. est formé de calcaires blancs sublitographiques alternant avec des argiles grises ou bleues. Les calcaires durs sont exploités comme pierres de taille et pour l'empierrement, et certains bancs oolithiques, pour chaux grasse. Les couches marneuses et argileuses donnent de la terre à briques. A la partie supérieure, on observe souvent des marnes à *Exogyra Bruntrutana* (Cherré, Feings) et aussi quelquefois des sables et grès à *Trigonia Bronni* (Échauffour).

Il y a fréquemment passage insensible du Rauracien coralligène au Calcaire à *Astartes* qui ne l'est plus; d'autres fois, les deux formations sont séparées par des argiles noirâtres. Au S de la Ferté-Bernard, le Séquanien repose sur les sables de Cherré.

La faune du Séquanien est assez pauvre; les Polypiers grégaires et les formes corallophiles ont complètement disparu, et outre des dents de Sauriens, de Ptérodactyles, de Poissons (*Lepidotus laevis*), fréquentes surtout dans le banc argileux de base, on ne trouve guère que des Lamellibranches tels que *Ostrea deltoidea*, *Exogyra Bruntrutana*, *Astarte minima* (qu' couvre certains bancs), *Trigonia Bronni*, *Mytilus jurensis*, *Pholadomya Protei*. Plusieurs de ces Mollusques annoncent le Ptérocécien, dans lequel Guillier rangeait ces assises.

Le Calcaire à *Astartes* apparaît en divers points le long de la faille de l'Huisne: dans le Fertois, à Ccton et au SE de Nogent-le-Rotrou; il est développé aux environs de Bellême et dans les compartiments faillés du Grand-Perche, notamment autour de Mortagne, ainsi que plus au N à Échauffour, aux confins de la Normandie.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

De même qu'en Anjou et en Touraine, il existe dans le Maine et le Perche une très importante lacune entre le Jurassique et le Crétacé. Vers l'E et le NE où la série jurassique est la plus complète, cette lacune porte sur ses deux étages supérieurs, sur la totalité du Crétacé inférieur et sur l'Albien. Vers l'W, le Cénomaniens est directement transgressif sur des termes de plus en plus anciens du Jurassique moyen et du Lias, qu'il déborde largement en s'avancant sur le Massif armoricain, où des lambeaux ont été conservés à la surface des roches paléozoïques et cristallines.

L'émergence d'entre Jurassique et Crétacé, consécutive à un mouvement épigénétique positif, a donc, comme en Anjou et en Touraine, duré beaucoup plus longtemps que dans le centre et l'E du Bassin de Paris, et le même fait sera observé en Normandie. La mer n'a repris possession de cette zone occidentale qu'à la faveur de la grande transgression cénomaniens.

Cependant, vers l'E, la mer albienne est arrivée aux limites de la région étudiée, et si en aucun point de celle-ci on ne trouve d'affleurement, l'Albien a été rencontré dans les forages de Brou, Courville et Pontgouin, à l'état de sables et d'argiles; du premier de ces points Lemoine, Humery et Soyer citent *Acanthoceras sarthacense*, ce qui est certainement une erreur, car il s'agit d'une forme du Cénomanién supérieur.

L. Dangeard (1) a donné quelques précisions relativement à la surface sur laquelle s'est opérée la transgression cénomaniénne. C'est souvent une surface continentale assez bien conservée, correspondant à une pénélaine antécénomaniénne; en certains points on observe, souvent loin en avant des affleurements crétacés, des cavités karstiques dans les calcaires jurassiques (Sainte-Céronne, Saint-Hilaire-le-Châtel, etc.), comblées par des argiles diverses d'altération, et par la glauconie de base du Cénomanién. D'autres fois (Nocé, etc.), il y a eu ravinement et transformation en surface d'abrasion marine, durcie et perforée, avec trous et tubulures remplis par la glauconie.

Pendant l'exondation antérieure à la transgression mésocrétacée, les assises jurassiques ont été inclinées vers l'E et assez fortement ondulées, puis ont subi une dénudation. Les couches cénomaniénnes sont beaucoup plus faiblement plissées que ce substratum. L'Albien faisant défaut, la série ne comprend qu'un Cénomanién et un Turo-nien bien développés, ce dernier surtout vers le SE. Quant au Sénonien, il n'est guère représenté que par les avancées de la craie blanche à silex du centre du Bassin de Paris, sur lesquelles le Perche mord légèrement vers l'E et le NE.

**CÉNOMANIÉN.** — Les dépôts céromaniéniens sont, ainsi que nous l'avons dit un des éléments essentiels du Maine et du Perche, où ils affleurent sur de grandes superficies, le type de l'étage ayant été pris aux environs du Mans (*Cenomanum*) par Al. d'Orbigny. En quelques points de la Sarthe, l'épaisseur de l'étage dépasse une centaine de mètres.

L'étage est à peu près uniquement constitué au Mans par une masse de sables roussâtres, très uniformes, consolidés par places en grès grossiers. Vers l'E et le NE, il y a passage aux faciès crayeux de l'Orléanais, de l'Île-de-France et de Normandie, l'assise sableuse supérieure (Sables du Perche), se poursuivant beaucoup plus loin que la masse inférieure (Sables du Maine).

Les éléments des sédiments arénacés cénomaniéniens du Maine et du Perche sont empruntés au Massif armoricain. Ces dépôts se sont formés à peu de distance du rivage et s'opposent aux faciès crayeux plus profonds. Vers le S, les assises détritiques se poursuivent en Anjou et en Touraine.

Au point de vue faunique, les influences méridionales se font très nettement sentir jusqu'aux environs du Mans, dès l'établissement au Cénomanién supérieur, de relations directes avec le Bassin aquitainien, et se manifestent notamment par l'arrivée de Rudistes.

La série cénomaniénne de la Sarthe, extrêmement fossilifère a été étudiée en détail par Guillier et Delaunay qui y ont établi les subdivisions qui vont être passées en revue.

**Cénomanién inférieur.** — 1° Glauconie à *Ostrea vesiculosa*, marquant le début de la transgression, argilo-sableuse, épaisse de 7 à 10 m. dans le Perche, débutant parfois par des conglomérats grossiers à éléments mal roulés de roches primaires, noyés dans une glaise verdâtre. Elle remplit

(1) Contribution..., *loc. cit.*, p. 261-262.

parfois les anfractuosités des calcaires coralliens. Sa couleur est d'un vert souvent très foncé.

*O. vesiculosa* en est le seul fossile, sauf à Ceton, au NE de la Ferté-Bernard, où Guillier et Chelot ont trouvé à sa base, une argile glauconieuse à nodules phosphatés avec espèces albiennes telles que *Hoplites auritus* et *Douvilleiceras mamillare*, associées à *Mortoniceras inflatum*. Il peut s'agir d'une couche de passage de l'Albien au Cénomanien, mais il y a peut-être aussi remaniement des espèces du Gault. Vers l'W et le S, cette glauconie s'amenuise et ne paraît représentée que par la couche glauconieuse de base azoïque et discontinue, de l'assise suivante.

2° Argile glauconieuse, transgressive par rapport à la couche précédente et surmontant directement en quelques points, les terrains anciens ; des sables, graviers, galets avec bois fossiles sont subordonnés à ce niveau. Vers l'E et le N, on passe à des couches argilo-sableuses très micacées ou à des bancs crayeux.

Un Foraminifère, *Orbitolina concava*, avec ses formes A et B, pullule à Ballon et aux environs. En certains points, cet horizon est très fossilifère. On y trouve des Spongiaires (*Hallirhoa costata*), des Échinides (*Hemiasper bufo*, *Epiaster crassissimus*), des Lamellibranches (*Alectryonia carinata*, *Exogyra conica*, *Chlamys asper*, *Spondylus striatus*, *Neitheia quinquecostata*, *Nucula impressa*, *Trigonia Deslongchampsii*, *T. sulcataria*, *Cardium Moutonianum*, *Cyprina ligeriensis*, *Protocardia hillana*, *P. cenomanensis*), des Gastéropodes (*Turbo Goupili*, *Avellana cassis*, *Turritella cenomanensis*), des Céphalopodes (*Schlenbachia varians*, *Hoplites falcatus*, *Acanthoceras cenomanense*, *Turritites tuberculatus*, *Hamites simplex*), des Crustacés (*Palaeoplax Trigeri*, *Callianassa cenomanensis*). Cette dernière espèce est surtout fréquente dans les marnes à *Orbitolina concava* et *Exogyra columba minor* de Ballon, faciès très spécial, isolé par l'érosion.

L'argile glauconieuse présente souvent un faciès d'altération sidérolithique consistant principalement en argile compacte ou sableuse, avec bancs ou plaquettes de limonite et de grès ferrugineux. Certaines couches sont fossilifères à Ségrie, Assé-le-Riboul, Sainte-Sabine, Trangé, où l'on rencontre un mélange d'espèces démontrant que les argiles limonitiques résultent également de la transformation de la base des Sables du Maine.

Cénomanien moyen. — 3° Sables du Maine, avec grès en bancs irréguliers pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur, nids argilo-marneux glauconieux, sables quartzeux micacés et graviers grossiers non glauconieux. On peut y reconnaître deux horizons :

a) Sables et grès de la gare du Mans, de la Trugalle et de Lamnay, à *Perna lanceolata*, avec *Anorthopygus orbicularis*, *Codiopsis doma*, *Pygaster truncatus*, *Kingna lima*, *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba*, *Lopha sarthacensis*, *Pinna Galliinei*, *Lima rapa*, *Pecten subacutus*, *Neitheia aequicostata*, *Arca Galliinei*, *Acanthoceras Cunningtoni*, *Neolobites Vibrayeanus* (que l'on trouve déjà au sommet de l'assise 2), *Turritites Scheuchzerianus*. L'arrivée des Rudistes se manifeste déjà avec *Caprotina cenomanensis* (Le Mans-Sainte-Croix, Yvré-l'Évêque). Les Crustacés n'y sont connus que par une pince de *Colaxanthus granulosus* (La Trugalle) :

b) Sables et grès du Mans à *Scaphites aequalis*, ou Bancs de la Butte, dont les principaux fossiles sont : *Cidaris vesiculosa*, *Pseudodiadema variolare*, *Holactypus cenomanensis*, *Ceratodus faba*, *Pygurus lampas*, *Terebratula buplicata*, *Terebratella Menardi*, *Rhynchonella Lamarcki*, *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba*, *Lopha sarthacensis*, *Ostrea lingularis*, *Hinnites gigantea*, *Nucula impressa*, *Trigonia sulcataria*, *T. Deslongchampsii*, *T. sinuata*, *T. doedalea*, *T. crenulata*, *Corbis rotundata*, *Lithodomus rugosus*, *Pleurotomaria Lohayesi*, *Emarginula Guerangeri*, *Trochus sarthinus*, *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras rotomagense*, *Scaphites aequalis*, *Turritites costatus*. A la Butte, dans les amandes d'argile grise, on a trouvé des Pentacrinés (*P. cenomanensis*) et de très rares *Ophiura cretacea*. Les dents de Poissons (*Ptychodus Trigeri*, *Ozyrhina subinflata*, *Otodus semiplicatus*, *Pycnodus cenomanicus*) sont assez nombreuses dans les sables de la Butte.

Les Végétaux sont représentés par des Algues calcaires (*Archaeolithothamnium lycoperdioides*), et par des formes terrestres attestant la proximité d'une terre émergée, appartenant aux Cycadées (*Cycadites sarthacensis*) et aux Conifères (*Pinus Guillieri*, *Araucarites cretacea*).

Vers le NE, dans le pays Fertois et le Perche-Gouet, les faciès arénacés a) et b) passent à la craie de Théligny, de sorte que les sables du Maine se terminent en biseau, vers Saint-Ulphace et Théligny (fig. 22) entre la craie glauconieuse à *Pecten asper*, correspondant à l'assise 2), et un tuffeau à *Scaphites aequalis* et *Turrilités costatus*, qui est leur équivalent latéral vaseux.

**Cénomancien supérieur.** — 4° Sables du Perche à *Rhynchonella compressa*, plus ou moins grossiers, avec blocs, lentilles ou bancs de grès et des couches argileuses. Ils subissent la même altération ferrugineuse en grès roussards, que les Sables du Maine, dans lesquels sont fréquents les grès tubuleux et les tubulures (landes du Bourray, etc.).

La faune des Sables du Perche comprend comme espèces principales *Hemiasiter sarthacensis*, *Periasiter elatus*, *Epiaster Guerangeri*, *Rhynchonella compressa*, *Ostrea lingularis*, *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba*, *Anomia papyracea*, *Neithea phaseola*, *Pholadomya ligeriensis*, *Strombus inornatus*, *Pterocera incerta*; Haug cite *Acanthoceras naviculare* et *A. sarthacense*; Delaunay considère cette dernière espèce comme caractérisant l'horizon suivant, et ne signale dans les Sables du Perche, en fait d'Ammonites, que d'énormes spécimens posés à plat, de *A. rotomagense*, fréquents surtout au Moulin-Ars à Saint-Calais.

A la bute de la Gazonfière, dans les nodules phosphatés de la base, on a recueilli des Crustacés: *Callianassa cenomanensis*, *Lithophylax Trigeri*, *Petrocarcinus Trigeri*, *Hoploparia*, *Trigeri*, *Porcellana antiqua*.

L. Dangeard (1) a signalé la présence dans les sables, de plaquettes siliceuses très chargées en spicules de Spongiaires (Lithistides, Monactinellides, Tetractinellides, Hexactinellides), avec quelques valves d'Ostracodes, qui ont été trouvées à différentes hauteurs dans une douzaine de gisements, de la Trappe à la Chapelle-Monligeon, du N au SE de Mortagne.

Le faciès arénacé des Sables du Perche s'étend beaucoup plus loin vers le NE que celui des Sables du Maine, et le passage à la craie ne se fait que dans le département de l'Eure; on observe donc pendant assez longtemps la prolongation des sables supérieurs sur la craie de Théligny.

5° Marnes à Ostracées, variant dans leur composition, et comprenant des alternances de grès poudinguiques à grains de quartz, de grès calcaires lumachelles, de marnes grises, blanches ou jaunâtres plus ou moins sableuses, plus glauconieuses vers le S.

L'espèce la plus caractéristique est *Ostrea biauriculata*, qui est associée à d'autres Huitres telles que *Alectryonia carinata*, *Exogyra columba*, *E. pseudo-vesiculosa*. La faune se compose en outre de Brachiopodes (*Rhynchonella alata*, *R. compressa*, *Terebratula phaseolina*), de Lamellibranches (*Exogyra flabellata*, *Lima cenomanensis*, *Neithea phaseola*, *Trigonia sulcataria*, *Cardium hillanum*, *Cyprina oblonga*), de Gastéropodes (*Nerinea monilifera*), de Céphalopodes (*Acanthoceras naviculare*, *A. sarthacense*, *Forbesiceras Largillierii*). Il faut signaler particulièrement des formes méditerranéennes telles que *Apricardia carinata*, parmi les Chamidés, et *Praeradiolites Fleuriaui*, *Caprotina striata*, *C. semistriata*, *Chaperia costata*, parmi les Rudistes proprement dits. *Ostrea biauriculata* est également une espèce méridionale. Les apports mésogènes deviennent donc très nets au Cénomancien supérieur.

**Passage des faciès arénacés aux faciès crayeux.** — Nous avons indiqué que les assises détritiques arénacées qui constituent le Cénomancien de la plus grande partie du Berry, de la totalité de la Touraine et

(1) L. DANGEARD. Sur quelques caractères des Sables du Perche aux environs de Solignac-la-Trappe. *Bull. Soc. linn. Norm.*, 8<sup>e</sup> sér., t. X, p. 53, 1937. — Contribution..., p. 262-264.



de l'Anjou, et de la presque totalité du Maine et du Perche, passaient vers l'E et le NE à des faciès crayeux. En ce qui concerne le Berry, nous avons vu que ce changement se produit à l'E de Vierzon. Pour A. de Grossouvre, et pour la plupart des auteurs, l'axe du Merlerault a joué un rôle très important dans la délimitation des faciès sableux et crayeux. L'Albien n'aurait pu le dépasser vers le SW, et il aurait fallu la grande transgression cénomaniennne pour le submerger. Mais, tandis qu'en deçà, dans l'E, le centre et le N du Bassin de Paris, se déposaient des sédiments crayeux, au delà, dans le Perche et le Maine, il ne se formait que des dépôts détritiques moins profonds et beaucoup plus soumis aux influences méridionales, dès qu'au Cénomanienn supérieur, s'est établie par le détroit du Poitou, une communication directe avec le Bassin d'Aquitaine.

En fait, on peut seulement dire que, si dans l'ensemble, les changements de faciès se font ou s'amorcent au voisinage de l'axe du Merlerault, ils débordent très largement la zone occupée par celui-ci.

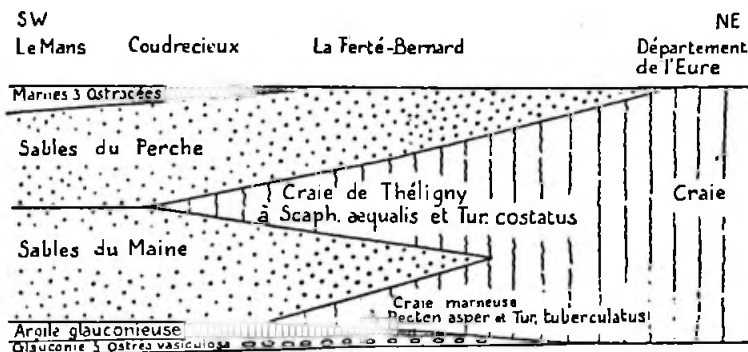


Fig. 22. — Schéma du passage des faciès arénacés du Cénomanienn aux faciès crayeux.

De Grossouvre (1) a montré que lorsque du Mans on se dirige vers l'E, à la partie inférieure du massif sableux, se développe et prend de plus en plus d'importance une craie sableuse et glauconieuse à *Chlamys asper*, qui surmonte la glauconie à *Ostrea vesiculosa*. La craie glauconieuse supporte encore les Sables et grès du Maine, mais à partir de Coudrecieux, ces derniers sont peu à peu remplacés par une craie à *Scaphites aequalis* et *Turrilites costatus*.

Les faciès crayeux se développent largement aux confins de l'Orne, ainsi que dans le Perche-Gouet et le Fertois. Entre la Ferté-Bernard, Saint-Ulphace, Théligny, Lamnay et Vibraye on observe une alternance des faciès sableux et marno-crayeux, les seconds devenant prédominants au S de l'Huisne, où on voit notamment les Sables du Maine s'amenuiser entre deux masses crayeuses dont la supérieure est

(1) A. DE GROSSOUVRE. VIII<sup>e</sup> Congrès géol. intern., V, Crétacé de la Touraine et du Maine, p. 4-5, 1900.

leur équivalent latéral. L. Dangeard signale qu'entre Nogent-le-Rotrou et Bellême, le Cénomaniens est surtout à l'état de craie glauconieuse, de calcaire dur siliceux, exploité autrefois comme pierre de taille (pierre de la Madeleine), et de gaizes avec points cherteux.

Les Sables du Perche épais de 40 à 50 m. persistent plus longtemps et surmontent jusque dans l'Eure la craie à *Turrilites costatus*, équivalent des Sables du Maine ; puis ils s'atténuent et s'effacent à leur tour et le Cénomaniens est entièrement constitué par des assises marneuses ou crayeuses, plus ou moins glauconieuses ou *Craie de Rouen*, correspondant sensiblement à l'ensemble des Sables du Maine et du Perche.

Les Marnes et Ostracées qui apparaissent dans le Sancerrois et s'étendent à travers le Berry, la Touraine, l'Anjou et le Maine, ne paraissent guère s'avancer vers le N et le NE, très au delà du Mans et de Connerré ; on ne leur connaît pas d'équivalent précis dans la craie de Rouen, à la partie tout à fait supérieure de laquelle elles semblent correspondre, et dans laquelle elles se fondent en s'amenuisant du S vers le N.

**TURONIEN.** — La craie turonienne constitue le sous-sol d'une partie étendue du Maine et du Perche, mais elle n'affleure pour ainsi dire que dans les vallées et les vallons, étant presque partout recouverte par l'argile à silex résultant de sa décalcification, et peut-être aussi de celle de la craie blanche sénonienne. L'étage est notamment bien développé au SE de la faille de l'Huisne, et aussi en avant de celle-ci, entre la rivière et la bordure jurassique du massif de Perseigne, où sur le Cénomaniens ont subsisté des lambeaux souvent très peu étendus.

Le Maine et le Perche ne font qu'écorner plus ou moins fortement les assises turoniennes de la Touraine vers le SE et du centre du Bassin de Paris vers l'E et le NE ; ces assises n'y présentent donc pas de caractères propres : en direction du SE, on se relie à la craie avec ou sans silex de l'Orléanais, de l'Île-de-France et de la Normandie.

Le Turonien inférieur ou *Ligérien* comprend à la base à Mayet, un calcaire à *Catopygus obtusus* et ailleurs des sables (Sables de Bousse), beaucoup plus développés en Anjou et en Touraine, mais qui se voient encore sur le pourtour du massif de Bonnetable, des plateaux d'Yzeuille-Sargé et de Rouillon, aux environs de Saint-Calais et dans les buttes-témoins qui forment le dôme Ballonnais. Les sables sont en général quartzeux, plus ou moins grossiers, quelquefois consolidés en grès. On trouve encore des espèces cénomaniennes telles que *Exogyra columba*, *Terebratula phaseolina*, *Rhynchonella alata*, *Ditrupa deformis*, mais elles sont associées à des formes turoniennes comme *E. columba gigas*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Cyphosoma regulare*, *Orthopsis miliaris*, *Catopygus obtusus*, *Nucleolites parallelus*, ce qui ne laisse pas de doute sur le fait que cette couche-limite est déjà turonienne. Parfois il y a passage insensible aux marnes à Ostracées sous-jacentes ; lorsque ces dernières sont absentes (plateau calaisien), il y a superposition directe aux Sables du Perche.

Au-dessus vient la craie *Terebratella carentonensis*, épaisse de 1 à 2 m. friable ou pulvérulente, marneuse, blanche ou grisâtre, mouchetée de glauconie, avec grains de quartz et paillettes de mica blanc. Elle renferme outre le Brachiopode caractéristique, *Ostrea lateralis*, *O. Baylei*, *Exogyra columba*, *Alectryonia carinata*, *Terebratula phaseolina*, *Hemiasiter nucleus*, *H. Leymeriei*, *Ditrupa deformis*.

Le Ligérien supérieur débute par la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* (= *I. problematicus*), grisâtre, un peu terreuse, avec silex bruns ou noirs généralement abondants, très réduite aux environs de Mans, formant falaise

de Château-du-Loir à Montabon et Vaas (tuffeau de Moriers). Les fossiles y sont assez rares : *Ostrea columba*, *Inoceramus labiatus*, *Pecten Nüsoni*, *Cardium bispinosum*, *Pleurotomaria Gallieni*, *Rhynchonella Cuvieri*, A Requeil, Yvré-le-Pôlin et Marigné, Triger a recueilli des dents de Poissons : *Pycnodus aulercus*, *Ptychodus mamillaris*, *Oxyrhina Mantelli*, *Otodus sulcatus*, *O. oxyrhinoides*, *O. appendiculatus*, *Lamna acuminata*.

L'assise suivante est formée dans le S et le SE de la Sarthe par la craie micacée ou tuffeau de Touraine, traçante, marneuse, grenue plus ou moins micacée avec chailles diffuses et cordons de silex noirs ou gris ; lorsque ceux-ci se raréfient, elle donne le tuffeau de Poncé exploité comme pierre de taille. En plus de nombreux Bryozoaires, on y trouve des Ammonites : *Acanthoceras deverioides*, *Prionotropis papalis*, *Pseudotissotia Gallieni*, *Pachydiscus peramplus* ; un Gastéropode, *Pleurotomaria Gallieni*, y est assez fréquent.

Il s'agit de l'extension dans la Sarthe de la craie de Touraine étudiée dans le chapitre précédent (p. 212).

Le Turonien supérieur ou Angoumien est constitué par la craie à *Terebratulina Bourgeoisi*, ou craie jaune de Touraine, sableuse, avec, en général, silex nombreux, surtout bien caractérisée vers la limite S et SE du Maine, dans les vallées du Loir et de ses affluents. On y trouve, outre l'espèce ci-dessus, *Acanthoceras Deverianum*, *Sphenodiscus Requiéni*, *Actaeonella crassa*, *Eozyra columba gigas*, *E. turonensis*, *Cyprina Noueli*, *Cidaris sceptrifera*, *Leiosoma rugosum*, *Micraster Michelini*, à la Flèche, Château-du-Loir, etc. Cet horizon renferme des Rudistes, *Praeradiolites ponsianus* et *Sauvagesia cornu-pastoris*, venus directement d'Aquitaine.

Les assises qui viennent d'être énumérées se rencontrent principalement vers la limite du Maine avec l'Anjou et la Touraine, et représentent la prolongation dans la Sarthe du Turonien typique. Le passage aux faciès beaucoup moins variés du centre du Bassin de Paris se fait, ainsi que nous l'avons dit (p. 230) dans le Maine et le Perche, au voisinage de l'axe du Merlerault. Dans le Perche oriental, le Turonien, de même faciès que celui de l'Eure-et-Loir et de l'Eure, est entièrement constitué par une craie plus ou moins marneuse, blanchâtre, fissurée, avec quelques cordons de silex noirs ou gris ; cette craie exploitée pour marnage ne renferme guère que *Inoceramus labiatus* et *Rhynchonella Cuvieri* ; quelquefois, on peut identifier un horizon à *Terebratulina gracilis* à sa partie supérieure.

#### Crétacé supérieur ou Sénomien

Le Crétacé supérieur n'affleure que très peu dans le Maine où il est représenté par les faciès de la craie de Villedieu ; on ne le trouve guère dans le Perche proprement dit, les affleurements avancés de la craie blanche du centre du Bassin de Paris n'atteignant dans cette direction que les alentours d'Illiers, Verneuil, Breteuil et Conches, à la limite du territoire étudié.

L'Emschérien de Touraine se prolonge dans le S et le SE de la Sarthe, où il est presque partout masqué ou transformé en argile ou en sables à silex. La craie de Villedieu, très développée dans la vallée du Loir est encore bien nette dans les parties limitrophes de la Sarthe ; plus au N, on en retrouve, ainsi que l'a signalé de Grossouvre, quelques lambeaux dans la vallée de l'Huisne, à Connerré, Duneau et Nogent-le-Rotrou, mais déjà le faciès a changé pour se rapprocher de celui de la craie blanche.

La craie de Villedieu a été étudiée dans le chapitre précédent (p. 214) et nous nous bornerons à préciser quelques points.

Le CONIACIEN à *Mortonicerias Bourgeoisii*, *Ostrea santonensis*, *Pecten Dujardini* se voyait autrefois à Saint-Fraimbault près de Courde-manche. Il semble que le SANTONIEN y était également représenté, car Delaunay signale aussi *Rhynchonella vespertilio*. Aux Tesnières, outre cette dernière espèce, on trouve *Neithea quadricostata* et *Cyphosoma magnificum*. Des dents de Poissons (*Pycnodus tritor*, *Ptychodus decurrens*, etc.) ont été trouvées surtout à Saint-Fraimbault.

A Connerré et à Duneau, la craie sableuse, jaunâtre, avec bancs noduleux renferme *Ostrea auricularis*, *Exogyra Matheroni*, *Spondylus truncatus*, *Neithea quadricostata*, *Crania ignabergensis*, *Cidaris pseudopistillum*. C'est encore le faciès et la faune du Santonien de Touraine, mais déjà *C. ignabergensis* représente une influence boréale. Le très petit lambeau de la Plante, au SE de Nogent-le-Rotrou, paraît appartenir à la même formation ; il est constitué par un calcaire jaunâtre avec silex blonds, exploité comme pierre à chaux et comme pierre de taille.

*Argile à silex*. — Résultant de la destruction de la craie turonienne et sénonienne, principalement par décalcification, l'argile à silex, qui peut atteindre une épaisseur de 20 à 30 m., témoigne de la disparition d'une masse importante de craie, surtout turonienne, mais aussi sénonienne, comme le montrent certains fossiles silicifiés qu'elle renferme (*Micraster coranguinum*, etc.). Cette formation recouvre de très importantes surfaces, correspondant d'après Delaunay à l'ancienne pénéplaine de l'W de la France, mais elle est presque toujours remaniée à sa partie supérieure, ou bien recouverte par des sables à silex paraissant être des résidus de Sénonien décalcifié.

L'argile à silex s'étend sur tous les plateaux entre l'Huisne et le Loir. Au N de l'Huisne, elle couvre les plateaux de Pruillé-Rouillon, de Sargé, de Bonnétable, de Souvigné-sur-Même ; au S, le grand plateau calaisien, les massifs du Cherbonnais, de la Fontaine Saint-Martin, de la Morinière. Elle se développe très largement en bordure du Perche cénonanien et sur les buttes-témoins. Elle repose en général sur la craie turonienne ou sénonienne, et exceptionnellement, lorsqu'il y a eu décalcification totale, sur le Cénonanien ; on en observe notamment quelques lambeaux sur la craie glauconieuse à *Acantho-ceras Mantelli* entre la forêt de Bellême et Mortagne.

La couleur initiale de l'argile est gris-bleu ou verdâtre, mais elle est souvent hachurée de blanc, de vert ou de rouge ; pure, elle est plastique et tenace. Elle englobe des silex de la craie non altérés et non roulés, quelquefois cariés, encroûtés d'une patine blanche ou rouillée par la limonite ; elle est parfois complètement rubéfiée et d'un rouge-brique. Des imprégnations siliceuses ou ferrugineuses soudant les silex produisent des poudingues souvent très durs.

Très fréquemment, l'argile à silex renferme des résidus de couches autrefois sus-jacentes qui se mêlent à elle en descendant ; il y a en beaucoup de points, surtout vers le S, passage à la partie supérieure à une

argile sableuse conduisant aux sables à silex. D'après Delaunay, ceci proviendrait de l'altération de Turonien ou de Sénonien sableux, avec addition possible de résidus de sables à *Sabalites*.

Comme nous l'avons déjà dit pour d'autres régions, l'argile à silex a commencé à se former *per descensum* dès l'exondation aturionne, et cette formation se poursuit encore actuellement.

L'argile à silex intacte ne vient guère à l'affleurement que sur le pourtour des plateaux et sur les flancs de vallées ; elle est très généralement remaniée en surface, et sur une épaisseur plus ou moins grande,

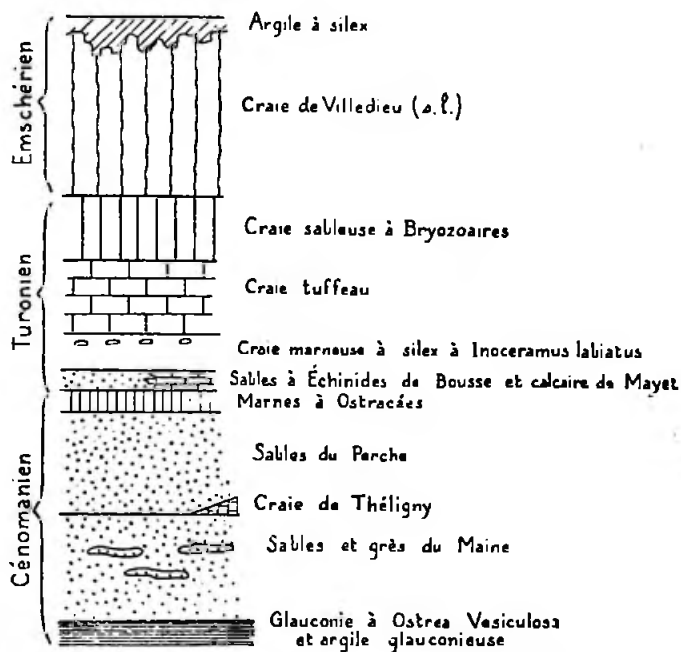


Fig. 23. — Résumé schématique des assises du Crétacé de la Touraine et du Maine.

notamment sur tous les plateaux entre les vallées de l'Huisne et de la Sarthe, et celle du Loir. Les silex sont alors plus ou moins roulés et brisés au sein d'une argile jaunâtre ou rougeâtre. Certains sables micacés à silex, ceux du S de l'Huisne par exemple, semblent être des résidus de Sénonien décalcifié ; d'autres, quartzeux, purs et non micacés proviennent des sables et grès à *Sabalites*, et il y a quelquefois passage, difficile à saisir, d'une formation résiduaire à l'autre. Tous ces remaniements paraissent s'être produits du Pliocène supérieur au Quaternaire.

## TERRAINS TERTIAIRES

Les formations tertiaires, uniquement continentales, prolongeant celles de l'Anjou et de la Touraine, ne sont conservées qu'en lambeaux peu étendus sur les terrains secondaires, et surtout sur le Crétacé. Les lambeaux les plus importants se trouvent au NE de la Flèche, au SE de Pontvallain, à Bouloire, autour du Mans, à Nogent-le-Rotrou et aux environs ; ils sont constitués soit par les grès à *Sabalites*, soit par le calcaire lacustre bartonien et les dépôts subordonnés, meulrières et argiles.

Les deux formations sont superposées en divers points. On attribue généralement au Pliocène, comme en Anjou et en Touraine limitrophe, des sables rouges, graviers et poudingues.

**LUTÉTIEN.** — A. Bigot a signalé à Fyé, la présence dans un forage, d'argiles noirâtres ou verdâtres à *Potamides lapidum* et Palustrines, au-dessous des grès à *Sabalites*. Delaunay rappelle que dès 1836 l'abbé Chorin avait reconnu cet horizon, probablement lutétien.

**BARTONIEN.** — L'étage est représenté par les grès et sables à *Sabalites* et par les calcaires, argiles et meulrières lacustres, qui paraissent à peu près contemporains de ceux de l'Anjou, le calcaire de Touraine, oligocène étant nettement plus récent.

Les lambeaux de sables et grès à *Sabalites*, très discontinus, s'étendent bien au delà du Mans, jusque sur le plateau de Bonnétable, et jusqu'au bord N de la forêt de Perseigne, aux environs de la Fresnaye-sur-Chédouet. Les sables sont le faciès normal, mais très souvent un ciment siliceux les consolide en plaquettes ou en bancs de grès ; on rencontre aussi des grès ferrugineux, ainsi que des brèches et des conglomérats de silex.

Les grès siliceux, exploités pour pavés sont fossilifères à Sargé, Coulaines, Saint-Pavace, Fyé, la Chapelle-Saint-Aubin. Les empreintes végétales que l'on y rencontre se rapportent surtout à *Flabellaria Saportana*, *Sabalites andegavensis*, *Podocarpus succsoniensis*, *P. fyeensis*, *Araucarites Roginei*, *Myrica aemula*, *Quercus cenomanensis*, *Q. Criei*, *Q. palaeodrymeja*, *Morinda Brongniarti*, *Ficus Giebeli*, *Diospyros sarthacensis*, *Laurus Forbesi*, *Nerium sarthacense*, *Bambusa cenomanensis*, *B. fyeensis*.

Le calcaire lacustre, parfois silicifié et transformé en meulrières, surtout à Nogent-le-Rotrou, Duneau, etc. avec argiles subordonnées et marnes blanchâtres, constitue des lambeaux plus étendus que la formation précédente, dont les plus importants se trouvent sur la rive droite du Loir au NE de la Flèche, et dont les plus septentrionaux se trouvent près du Mans, au NE de Nogent-le-Rotrou et près de Fresnay-sur-Sarthe.

Les fossiles sont surtout bien conservés dans les calcaires bistres silicifiés (Tassé, Saint-Saturnin, les Ruelles, la Chapelle-Saint-Aubin, etc.). Ils sont rapportés à *Potamides lapidum*, *Hydrobia Guillieri*, *Dissostoma mumia*, *Limnaea longiscata*, *Planorbis rotundatus*. On trouve aussi des Algues microscopiques d'eau douce (*Cladophorites dubius*) (1) et des oogones de *Chara cenomanensis*. Dans les meulrières, les fossiles sont en mauvais état ; on y a recueilli des restes d'Insectes.

Y. Milon (2) a reconnu la présence de Globigérines dans les calcaires de la forêt de Bonnétable et du Gland en Thorigné, et celle de *Rotalia* et de *Textularia* dans les plaquettes de calcaire silicifié de la Garellière, et il en a conclu à une extension dans la Sarthe des formations marines. Cette conclusion est peut-être un peu hâtive ; en admettant qu'il s'agisse de Foraminifères bien

(1) Y. MILON. Sur la présence de *Cladophorites* dans le calcaire bartonien de Saint-Pierre-de-Chevillô (Sarthe). *C. R. som. S. G. F.*, p. 113-114, 1932.

(2) Id. Sur l'extension des formations marines éocènes à l'Ouest du Bassin de Paris. *Ibid.*, p. 154-155, 1930.

en place, l'Éocène de l'Île-de-France montre que ces organismes peuvent se développer en nombre dans des eaux presque douces ; or, la présence de *Potamides lapidum* dans quelques gisements de la Sarthe, indique des eaux légèrement saumâtres. Mais il est également possible que ces Foraminifères aient été comme le pense le D<sup>r</sup> Delaunay (1), amenés d'un littoral pas très éloigné, ou même proviennent du lessivage d'assises crétacées.

Le caractère lithologique des sédiments, de même que leur faune de Mollusques continentaux, trop constante et trop fragile pour être un apport terrigène, permettent d'exclure l'hypothèse d'un dépôt marin. Il s'agit bien de couches lacustres, probablement un peu plus anciennes que les formations de même caractère de l'Anjou, et paraissant correspondre plutôt au Calcaire de Saint-Ouen qu'à celui de Champigny.

**PLIOCÈNE.** — Les sables rouges et graviers de l'Anjou, attribués d'ailleurs sans preuve paléontologique au Pliocène, se poursuivent dans le Maine.

Cette formation est constituée par des couches horizontales ou inclinées de galets de quartz, blancs, gris ou noirs, tantôt arrondis, tantôt polyédriques, de débris de roches anciennes et d'esquilles de silex, le tout plongé dans un sable argilo-quartzueux roux ou rouge. Quelquefois, le sable forme des lits assez homogènes ; on observe également quelques lentilles d'argile.

Ces dépôts sont développés dans l'W de la Sarthe où ils recouvrent le Paléozoïque, le Lias, le Jurassique moyen, l'argile à silex du Bajocien, le Callovien ou le Cénomaniens ; fréquemment, ils remplissent des poches dans ces terrains. Leur épaisseur est de 4 à 5 m. au-dessus de Poillé. On n'y a pas rencontré de fossiles depuis bien longtemps ; cependant, Delaunay rappelle qu'en zone paléozoïque des débris de Crocodiles et de Tortues ont été signalés aux environs de Sablé en 1835 par Bachelot de la Pilaye, et que Guillier a cité des restes de *Trionyx* à Solesmes.

Il est parfois difficile de séparer cette formation des hautes terrasses quaternaires ; son âge est bien difficile à préciser, les débris de Crocodiles et de Tortues paraissant arrachés aux faluns miocènes. Cœhler la considérait comme du Pliocène supérieur, tandis que G. F. Dollfus la rapportait au Miocène supérieur ; on ne peut fournir d'argument décisif en faveur de l'une ou de l'autre opinion.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les alluvions anciennes et modernes des rivières sont les principaux dépôts quaternaires du Maine et du Perche. Les cours d'eau n'y sont pas très importants, et la superficie recouverte par ces formations est assez restreinte. Le limon des plateaux ne forme le plus souvent que des lambeaux peu étendus.

*Alluvions anciennes.* — En ne citant que pour mémoire une très haute terrasse de 75-80 m. dans la vallée du Loir, à laquelle correspondraient des cailloutis à silex roulés attribués à des alluvions siciliennes, le D<sup>r</sup> Delaunay indique trois niveaux principaux :

1° une haute terrasse milazienne de 55-60 m., conservée en placages

(1) Le Sol sarthois, p. 798-800.

restreints dans les vallées de la Sarthe (entre Sougé-le-Ganelon et Fresnay, E de Moitron, massif de Pirmil, etc.) et du Loir (sur la rive gauche entre le Lude et la Flèche).

2<sup>o</sup> une moyenne terrasse tyrrhénienne de 35-40 m., dont il subsiste des vestiges plus nombreux dans les vallées de la Sarthe, de l'Huisne et du Loir. Dans la première, elle se montre notamment entre Sougé et Fresnay, de la Longuère à l'W de Saint-Marceau au Mans, et entre Bouches-l'Huisne et Arnage, à l'aval du Mans, ne présentant plus au delà que des placages très réduits ; dans la vallée de l'Huisne, elle est nette entre autres entre Beillé et Pont-de-Gennes et vers Arnage, elle rejoint la moyenne terrasse de la rive gauche de la Sarthe ; dans la vallée du Loir, elle ne s'observe qu'à l'aval du confluent de la Braye et constitue une terrasse entre Dissay-sous-Courcillon et Saint-Aubin.

3<sup>o</sup> une basse terrasse monastirienne de 15-20 m., avec niveaux subordonnés, de 10-12 m. (Dion) et de 6-8 m., de mieux en mieux représentés vers l'aval et descendant jusqu'au lit actuel de la Sarthe, entre Sougé et Fresnay. La terrasse inférieure de 6-8 m. est très développée au Mans sur la rive droite, de même que sur la rive gauche, en aval de Bouches-l'Huisne et entre la Suze et Percé. Des vestiges nombreux et assez étendus de la terrasse de 15-20 m. s'observent dans les vallées de l'Orne Saosnoise, de l'Huisne et du Loir, de même que dans celle de la Braye.

Les alluvions anciennes sont sableuses et graveleuses ; on y rencontre, suivant les points, des galets ou des blocs parfois volumineux de roches anciennes, jurassiques et tertiaires et de très nombreux silex de la craie. Ces éléments sont noyés dans des graviers et des limons. La terrasse de 15-20 m. est souvent formée de sables assez homogènes.

Les éléments paléozoïques et le granite en blocs volumineux s'observent dans la vallée de la Haute-Sarthe, de même que dans le cours moyen ; ils y sont mêlés à des débris jurassiques, et à des grès éocènes, le tout enrobé dans un sable graveleux ou dans un limon jaunâtre. Les éléments arrachés au Jurassique, fragments de calcaire, silex bajociens, prédominent dans les alluvions de l'Orne Saosnoise, dont le gravier, très dense, est formé de petits galets irréguliers agglomérés par des sables quartzeux et glauconieux provenant du Cénomaniens, ou par une marne noirâtre.

Aux assises crétacées ont été prises des argiles, quelquefois exploitées pour briqueterie (la Suze), presque toujours sableuses et micacées, ainsi que des sables glauconieux cénomaniens et des roussards, ces deux dernières formations ayant été notamment, aux environs du Mans, déblayées et nivelées par les hautes et moyennes terrasses de la Sarthe et de l'Huisne. Dans les vallées de l'Huisne, de la Braye et du Loir, les cailloutis sont principalement formés de silex gris, jaunes ou noirs, provenant de la craie sénonienne ou turonienne, qui augmentent en nombre à mesure que l'on descend vers la basse terrasse ; on trouve aussi des Spongiaires et des Oursins silicifiés du Sénonien. Les silex sont plus ou moins roulés et cariés ; les cailloutis de silex sont, dans certaines ballastières (gare du Pont-de-Gennes, du Maroc, etc.), beaucoup plus importants que les sables siliceux qui les emballent.

Comme éléments tertiaires repris dans les alluvions, on rencontre des argiles, des sables et des grès et des meulrières. Dans la Sarthe moyenne, dans la ballastière de Salonique, les alluvions entrecroisées de la ter-



rasse de 15-20 m. renferment des blocs de grès à *Sabalites* de plusieurs mètres cubes.

Les fossiles arrachés au Jurassique et au Crétacé sont assez fréquents dans les alluvions de l'Orne saosnoise, moins nombreux dans celles de la Sarthe ; dans celles du Loir, on trouve des fossiles du Cénomaniens, du Santonien et du bois silicifié. La faune contemporaine des alluvions n'est guère constituée que par des molaires et des fragments de défenses d'*Elephas primigenius* recueillis au Mans à la base de la terrasse de 15-20 mètres.

L. Dangeard a signalé que dans la région du Mesle-sur-Sarthe, les alluvions de la Sarthe sont presque entièrement masquées par des dépôts de solifluxion, qui en remanient les galets dans une gangue glauconieuse.

Il y a quelquefois (Neuville-sur-Sarthe, la Suze, etc.) cimentation à une profondeur variable, des sables ou des graviers, par reprécipitation de sels de fer solubilisés en surface, et formation du *bélin* ou *béton*, improprement appelé alios.

*Tufs.* — Dans la vallée de la Dive, à l'E de Mamers, sur l'oolithe bathonienne, puis plus au S vers Saint-Rémy-des-Monts (Champ Rouge, Moulin de Contrel, la Sasserie, Maineuf) sur le Callovien ou l'Oxfordien, des tufs constitués par un calcaire tendre, marneux blanc, avec sables calcaires, et bancs silicifiés vacuolaires, plus durs, renferment des Mollusques fluviatiles et terrestres (*Valvata piscinalis*, *Limnaea vulgaris*, *L. peregra*, *Cyclostoma elegans*, *Helix nemoralis*, *H. lapicida*, *H. ericetorum*) et des débris de Végétaux aquatiques (*Cyperus*, *Carex*) et terrestres (*Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Ulmus campestris*, *Quercus robur*, *Ficus carica*). Brindejone (1) qui étudia ces dépôts après Desportes et Leufroy qui, en 1834, signalèrent celui de Mamers, les rapporta à l'époque actuelle, mais L. Crié (2), se basant sur la présence du Figuier, estime qu'il faut l'attribuer au Quaternaire ancien et le rapproche de celui de la Celle-sous-Moret.

*Alluvions modernes.* — Ces alluvions qui varient avec la composition du substratum sur lequel coulent les rivières sont argileuses ou argilo-sableuses, quelquefois tourbeuses. Elles constituent le sous-sol des prairies qui occupent le fond des vallées ; la plaine alluviale récente est assez étroite dans la vallée de la Sarthe, mais elle est bien développée dans celles de l'Orne Saosnoise, de l'Huisne et du Loir.

Dans la vallée de la Sarthe, ces alluvions sont en général un limon brunâtre, mais quelquefois aussi (confluent de l'Antonnière), une argile pure, assez légère, couleur de terre de Sienne ou d'ocre jaune clair.

Les alluvions modernes de l'Orne Saosnoise sont formées au confluent de la Dive d'un limon argileux grumeleux ; celles de l'Huisne et du Loir sont le plus souvent argilo-sableuses.

Suivant des points, on rencontre dans ces alluvions des cailloux de

(1) BRINDEJONC. Dépôts lacustres de Mamers et de Saint-Rémy-des-Monts. *B. S. A. S.*, XVIII, p. 601-606, 1865-1866.

(2) L. CRIÉ. Les anciens climats et les flores fossiles de l'Ouest de la France, p. 61-62.

petit calibre : petits galets de calcaires jurassiques, silex du Cénomarien et de la Craie, grains roulés de minerai de fer ; ces éléments ne sont jamais nombreux.

La tourbe se montre parfois, notamment entre Saint-Maixent et Lamnay, aux environs de la Bosse, de la Trappe, de l'Hôme-Chamondot.

Des restes de *Cervus elaphus* et de *Sus scrofa* et des Mollusques actuels (*Neritina fluviatilis*, *Paludina*, *Planorbis*, *Limnaea*) ont été rencontrés dans ces formations.

Des dépôts tout à fait récents sont les vases et sables de débordement, limons brunâtres ou noirs argileux ou argilo-sableux, les dépôts vaseux et sableux des rives, et des dépôts de fonds de rivières, qui peuvent être des sables siliceux ou des graviers de quartz hyalin ou roux. Ceux-ci renferment fréquemment de nombreuses coquilles de Mollusques actuels : *Dreissensia*, *Sphaerium*, *Anodonta*, *Unio*, *Valvata*, *Paludina*, *Limnaea*, *Planorbis*, *Neritina*, provenant le plus souvent des alentours.

*Limon des plateaux.* — Dans la Sarthe, le limon des plateaux ne forme que des lambeaux peu étendus si l'on excepte la région paléozoïque où il est assez développé. Il ne se montre guère que sur les plateaux d'argile à silex remaniée, entre la Braye et le Loir. Il est argilo-sableux avec une très faible proportion de calcaire, ce qui fait qu'il ne renferme pas de concrétions.

Quelquefois, l'argile non sableuse, pouvant être très légèrement micacée, est exploitée pour briqueterie (Tresson, Hauteville, Pruillé-l'Éguillé) ; en ce dernier point, le dépôt, épais de 2 m. à 2 m. 70 est une argile plastique roussâtre, tandis qu'à Tresson elle paraît bleuâtre.

A Tresson et à Ruillé, le limon contient des fragments plus ou moins roulés de grès à *Sabalites*, cariés, de meulière très corrodée, de silex, de limonite ; on le considère comme provenant de lambeaux tertiaires altérés et décalcifiés, comme un dépôt éluvial.

Vers l'E, dans le Bas-Perche, les lambeaux de limon prennent plus d'importance sur l'argile à silex qui surmonte la craie turonienne.

Le limon des plateaux n'a pas fourni de fossiles ; il semble qu'il ait commencé à se former à l'époque de la basse terrasse des alluvions anciennes. A la limite du Perche, au NE de Moulins-la-Marche, le limon assez développé renferme à sa base, d'après L. Dangeard, des silex chelléens ce qui vient à l'appui de ce synchronisme.

## CHAPITRE VIII

### LA NORMANDIE

Constituée par les départements de la Seine-Inférieure, de l'Eure, du Calvados, de la Manche, et par une partie de celui de l'Orne, la Normandie comprend des pays très différents, ce qui est dû à la diversité de son sous-sol ; la Basse-Normandie est formée par le Cotentin, le Bocage, l'Avranchin, le Pays d'Houlme, les campagnes d'Alençon, de Caen, du Bessin ; dans la Haute-Normandie, on distingue le Pays d'Ouche, le Lieuvin, le Roumois, l'Evrecin, le Vexin normand, le Pays de Caux et le Pays de Bray. Le Pays d'Auge (vallée de la Dives) est en général rattaché à la Haute-Normandie, mais, ainsi que l'indique A. Bigot, ses affinités traditionnelles et administratives le relie plutôt à la Basse-Normandie.

La partie occidentale et sud-occidentale de la Normandie, soit la presque totalité du département de la Manche, et une superficie importante de ceux de l'Orne et du Calvados, se trouve sur les terrains hercyniens plissés du Massif armoricain et n'appartient pas au Bassin de Paris, auquel revient la zone, la plus importante d'ailleurs, occupée par les formations secondaires et tertiaires d'architecture tabulaire. Nous retrouverons donc ce que nous avons vu dans toutes les contrées bordant les massifs anciens, à savoir que les divisions politiques, qu'elles se présentent sous l'angle des provinces d'autrefois, ou sous celui des départements actuels, empiètent toujours d'une manière plus ou moins importante sur les territoires hercyniens, réunissant des pays de constitutions géologiques absolument différentes.

Limitée sans discussion par la Manche, du Tréport à Pontorson, la Normandie apparaît, quant à ses frontières terrestres, très arbitrairement séparée des régions voisines, si l'on se place au point de vue géologique. Mordant fortement sur le Massif armoricain, elle y est en continuité avec la Bretagne. Vers le S, à son contact avec le Maine, elle présente le même régime stratigraphique et tectonique que le N de celui-ci, qu'il s'agisse du secteur paléozoïque ou de sa bordure secondaire, et sa séparation d'avec le Perche n'est pas plus nette. Vers l'E et le NE, les plateaux crétacés de la Haute-Normandie se poursuivent en ceux de l'Île-de-France et de la Picardie.

L'auréole jurassique de la partie occidentale du Bassin de Paris se poursuit et s'élargit vers le N jusqu'au littoral, avec, vers le NW, interposition de Trias entre le Lias et le Massif hercynien. Cette partie jurassique correspond très sensiblement à la partie de la Basse-Normandie qui appartient au Bassin de Paris. A l'E, apparaissent les plateaux crétacés, formés d'abord de Cénomaniens, puis de Turoniens, et plus loin de Sénoniens représentant la bordure nord-occidentale de la grande masse de craie blanche qui sert de substratum aux terrains tertiaires de l'Île-de-France. Ceux-ci s'avancent en quelques positions

avancées, sous forme de lambeaux parfois étendus, dans le Vexin normand, l'Évrecin et le Pays de Caux.

Sur les plateaux du Pays d'Auge on trouve des grès et des conglomérats attribués à l'Éocène inférieur.

Dans le Cotentin, le golfe de Carentan et le bassin de Valognes montrent, avec de nombreuses et très importantes lacunes, portant parfois sur des périodes presque entières, des assises tabulaires s'étendant du Trias au Pliocène. Bien que le Cotentin soit une partie intégrante du Massif armoricain, il est certain que les dépôts secondaires se sont formés dans un golfe ouvert à l'E, annexe continuant le Bassin de Paris vers le NW, et à ce titre, il ressortit à la contrée étudiée. En ce qui concerne le Tertiaire, sauf peut-être le Pliocène, on peut aussi bien penser que le golfe ou bras de mer était ouvert vers l'W, et ainsi s'expliqueraient à l'Éocène les affinités fauniques plutôt plus grandes avec la Basse-Loire qu'avec le Bassin de Paris.

À la limite orientale de la Normandie, le Pays de Bray, où au travers du Crétacé supérieur et moyen apparaissent le Crétacé inférieur et le Jurassique supérieur, est géographiquement situé en Normandie pour un peu plus de la moitié de son étendue ; il se poursuit vers le SE dans le département de l'Oise jusqu'aux abords de Noailles. Il constitue une unité géologique dont l'étude ne peut être scindée, et l'on peut dire que sa prolongation sud-orientale, autant par les données géologiques que par l'aspect du pays, est un coin de Normandie enfoncé dans l'Île-de-France ; et il serait même plus exact de dire dans la Picardie, car c'est à celle-ci que, géologiquement parlant, il convient de rattacher la région de plateaux crétacés au travers desquels se manifeste la boutonnière.

Les formations quaternaires sont représentées principalement par les alluvions de la Basse-Seine. Les limons des plateaux occupent également des superficies importantes, surtout dans les régions crétacées.

Les formations géologiques de la Normandie sont donc très variées ; beaucoup sont très fossilifères et présentent des gisements classiques. Celles de la Basse-Normandie ont été étudiées récemment par A. Bigot (1).

Les assises sont magnifiquement exposées dans les falaises qui du golfe de Carentan au Tréport permettent de suivre la série depuis le Jurassique inférieur jusqu'au Crétacé supérieur. Des falaises de Grandcamp jusqu'à l'embouchure de la Dives, on voit d'abord le Bajocien avec la faille des Hachettes et les marnes hathoniennes de Porten-Bessin, puis la côte plus basse des calcaires du Bathonien supérieur et moyen. De la Dives à Villers, l'Oxfordien constitue les falaises des Vaches-Noires, avec apparition du Cénomaniens au-dessus de l'Argovien. Le Lusitanien coralligène se développe à Bénerville et à Trouville ; au delà de ce dernier point se montrent les marnes séquanienues, très développées entre Hennequeville et Villerville où apparaît le Kimeridgien. Il y a ensuite beaucoup de confusion jusqu'à Honfleur,

(1) A. BIGOT. La Basse-Normandie. Esquisse géologique et morphologique. Caen, 1942.

sauf en ce qui concerne en arrière du rivage l'escarpement cénomannien.

Sur la rive droite de la Seine, la falaise du cap de la Hève montre à la base du Kimeridgien, puis du Crétacé inférieur au-dessus duquel viennent un Albien réduit et un Cénomannien très développé et tout à fait classique. En continuant vers le NE, les hautes falaises du pays de Caux, dont certaines dépassent 120 m., montrent les plus belles coupes connues du Turonien, puis du Crétacé supérieur.

Les lignes tectoniques de la Normandie sont conditionnées par celles du substratum hercynien, et les plis et les failles perturbent le plongement vers le NE des assises secondaires, qui d'après Bigot est en moyenne de 12 m. par 1.000 mètres. Ces plis et failles ont, en bordure du Massif armoricain, une direction approximativement WE, mais plus loin, l'orientation armoricaine se manifeste nettement par des ondulations et fractures NW-SE ; la faille de Lillebonne, celle de la Seine qui fait apparaître le Kimeridgien au travers du Crétacé en face de Rouen, l'anticlinal faillé du Bray présentent cette direction de la manière la plus frappante.

#### TERRAINS TRIASIQUES

Sur le pourtour de la dépression de Carentan, particulièrement entre Littry et Isigny et dans les bassins de Valognes et du Val-de-Saire (1) on observe des couches de galets et de sables grossiers, qui surtout aux environs de Montebourg et dans le Val-de-Saire, sont quelquefois cimentés en poudingues ou en grès. Ces formations, dont l'épaisseur peut atteindre une dizaine de mètres, et dont la stratification est parfois oblique ou entrecroisée, sont tabulaires, et à l'E du dernier point cité elles reposent sur les schistes briovériens redressés ou sur le granite. Elles sont attribuées au Trias et, en fait, on les voit dans la région de Carentan surmonter l'épaisse série permienne à *Estheria* et *Carbo-nicola* qui se trouve au-dessus du Stéphanien.

Il s'agit d'une formation continentale détritique, dont les éléments provenant du démantèlement du Massif armoricain qui présentait des reliefs élevés sont des galets de roches paléozoïques dures, avec prédominance de grès grossiers cambriens, de grès armoricains avec *Tigillites* et de grès de May à *Homalonotus*.

À Eroudeville, près de Montebourg, des bancs de grès tendre, blanchâtre, feldspathique, obliquement stratifiés, renferment des mou-lages de tiges végétales très frustes, qui sont les seuls fossiles qu'on y ait rencontrés.

Vers le SE, jusqu'à Falaise, un sillon creusé dans les terrains hercyniens est comblé par un dépôt de galets et d'argiles rouges, les premiers étant surtout des quartz filoniens et des quartzites siluriens (2). En divers points, ils s'intercalent entre les schistes briovériens et le Lias.

(1) A. BICOT. Géologie du Val-de-Saire et de la région de Valognes. Saint-Lô, 1938.

(2) Id. Géologie de l'arrondissement de Falaise. *Annuaire Ass. Norm.* Congrès de Falaise, 1936 ; Bayeux, 1937.

Dans le Pays de Bray, le sondage de Ferrières, près de Gournay, a rencontré, entre 1.128 m. et 1.150 m. de profondeur, des marnes lie-de-vin, graveleuses, panachées de vert, à noyaux calcaires, reposant directement sur les micaschistes, que P. Pruvost rapporte au Permo-Trias.

### TERRAINS JURASSIQUES

L'auréole jurassique de la bordure occidentale du Bassin de Paris que nous avons suivie depuis les environs de Durtal et de Morannes jusqu'au détroit de Perseigne se poursuit en s'élargissant, de la campagne d'Alençon jusqu'à la côte, où des environs de Montebourg à Honfleur les affleurements, avec quelques interruptions, s'étendent sur plus de 120 km. de longueur.

Le Lias s'observe dans les dépressions de Carentan et de Valognes, formées au houiller, puis constitue un liséré assez continu, souvent très étroit, d'Osmanville à Falaise, en bordure du massif ancien, mais entre Falaise et Alençon, il n'est représenté que par quelques lambeaux surmontant le granite et le Briovérien, entre Argentan et Briouze.

Le Jurassique moyen constitue la campagne de Caen, puis plus à l'E, le pays d'Auge. Les assises jurassiques commencent alors à être recouvertes par le Cénomanién, mais dans le bassin de la Touques la base du Jurassique supérieur affleure dans les vallées. Plus en arrière, entre Villerville et Honfleur, au cap de la Hève, à Villequier, dans le Pays de Bray, on voit affleurer assez étroitement les assises supérieures.

#### *Jurassique inférieur ou Lias*

Les plus anciens dépôts liasiques de Normandie, correspondant à l'Hettangien, se sont formés dans les dépressions de Carentan et de Valognes, le Calvados n'étant atteint à Osmanville qu'à la partie supérieure de l'étage transgressive sur le Permien ; ils se montrent tout à fait indépendants des autres assises du Lias inférieur qui font défaut à Valognes et sont discordantes sur eux plus au S. Le Sinémurien ne se trouve que dans le Cotentin, et pour sa partie supérieure, en bordure du Bessin. Avec le Lias moyen, la transgression sur la péninsule hercynienne prend de l'ampleur, la mer s'avancant jusque dans l'Orne sur le granite, et elle s'accroît au Toarcien. Des rochers et récifs sont laissés en arrière de la ligne de rivage et sont habités par une faune spéciale. Deslongchamps (1), Al. d'Orbigny (2) et Hébert (3) ont publié des travaux classiques sur ce Jurassique inférieur.

HETTANGIEN. — La série jurassique débute dans le bassin de Valognes par des argiles, des sables, des grès et des calcaires dolomitiques à empreintes végétales, avec fossiles marins mal conservés : *Mytilus minutus*, *Myophoria* ; on a cité de ce niveau *Avicula contoria*, ce qui a fait placer cette assise dans le Rhétien, de même que celle qui la surmonte ; d'après A. Bigot, il s'agit d'une erreur.

(1) E.-E. DESLONGCHAMPS. Étude sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XIV, p. 1-296, 1865.

(2) AL. D'ORBIGNY. Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphique, II, p. 414-570, 1852.

(3) HÉBERT. Les mers anciennes et leurs rivages dans le Bassin de Paris, 1857.

Au-dessus, aussi bien dans le bassin de Valognes que dans celui de Carentan, séparé du précédent par une crête silurienne correspondant au flanc S d'un synclinal, on trouve des marnes à *Mytilus minutus*, *Avicula infraliasina* et Oursins rapportés à *Diademopsis Heberti*. Si cette détermination est exacte, ce serait un argument décisif pour placer cette couche dans l'Hettangien, les *Diademopsis* se montrant partout, et notamment dans les Pyrénées, très caractéristiques de la partie moyenne de cet étage.

Le sommet de l'étage est constitué par le calcaire gréseux de Valognes, épais de 10 à 14 m. qui a été activement exploité pour chaux agricole et que l'on trouve également à Osmanville, au N d'Isigny ; il renferme *Arietites Johnstoni* (espèce de la zone à *Schlotheimia angulata*), *Aequipecten valoniensis*, *Lima valoniensis* et de nombreuses Cardinies. Il se termine par le « banc de fer » à *Cardinia copides* à surface durcie et perforée avec Huitres fixées.

Dans le Pays de Bray, l'Hettangien épais de 21 m. à Ferrières, est formé de calcaires compacts ou cristallins en bancs minces, avec délit marneux, renfermant outre des empreintes végétales, des Ostracodes, des écailles de Poissons (*Lepidotus*) et des Mollusques : *Modiola cf. liasina*, *Lima cf. amoena*. Vers la base, on trouve des lits de marnes rouges et vertes. A la partie supérieure, les calcaires deviennent oolithiques et les fossiles disparaissent.

SINÉNURIEN-LOTHARINGIEN. — Ces étages ne sont pas représentés dans le bassin de Valognes, mais au S, dans la dépression de Carentan, on les trouve à l'état de calcaires marneux gris-bleu en petits bancs, alternant avec des lits d'argile. Les couches inférieures très développées dans le plateau de Sainte-Mère-Église, sont caractérisées par *Arietites (Coroniceras) bisulcatus* et *Gryphaca arcuata* typique. Au-dessus, viennent des assises, seules représentées dans le Calvados (Subles, Tilly-sur-Seules), avec *Zeilleria cor*, *Spiriferina Walcottii*, *Rhynchonella Thalia*, où *Gryphaea obliquata* remplace *G. arcuata*.

Dans le Pays de Bray, le Lotharingien, épais de 45 m. a été bien identifié par P. Pruvost dans le sondage de Ferrières ; il comprend à la base des grès calcaireux à Végétaux, puis des marnes très sableuses et des calcaires à *Aegoceras cf. planicosta*, *Spiriferina Walcottii*, *S. tumida*, *Rhynchonella variabilis* ; la partie supérieure est formée de marnes sableuses et de calcaires marneux à *Aegoceras cf. biferum*, *Zeilleria cor* et *Rhynchonella variabilis* (Zone à *Oryzoticeras oxynotum* et *Echioceras raricostatum*).

PLIENSBACHIEN. — Le Lias inférieur passe insensiblement au Lias moyen par l'intermédiaire de calcaires en petits bancs, alternant avec des lits argileux, renfermant *Zeilleria numismalis*, *Spiriferina pinguis*, *Belemnites clavatus*. Ces couches ne sont représentées que dans le Bessin (Tilly-sur-Seules, Subles). Au SW de Caen, à Evrecy et à Maltôt, on trouve *Tropidoceras Maugenessi* et *T. binotatum*, de la zone à *Polymorphites Jamesoni*.

DOMÉRIEN — Avec le Domérien, se manifeste une accentuation de la transgression ; dans le Bessin, déjà occupé par la mer au Pliensbachien il y a approfondissement considérable et dépôt de sédiments argileux à Céphalopodes ; au S de Caen, aux environs de Falaise et dans l'Orne, la mer s'avance sur des régions précédemment émergées et il s'y dépose des formations littorales.

Dans le Bessin, à Tilly-sur-Seules et Subles, l'étage est constitué par des argiles et des marnes à ciment avec très nombreuses Bélemnites (*B. clavatus*, *B. rudis*, *B. Bruguieri*), qui l'ont fait dénommer « Lias à Bélemnites ». Les Ammonites, généralement pyriteuses sont très nombreuses : *Phylloceras Loscombi*, *Lytoceras fimbriatum*, *Grammoceras normannianum*, *Aegoceras capricornu*, *Ac. sinuosum*, *Liparoceras Bechei*, *Amaltheus margaritatus*.

L'étage se termine par un banc dur très constant dans le Calvados, le « banc de roc », avec *Amaltheus margaritatus* et *A. spinatus*, Bélemnites, *Pecten (Pseudopecten) aequivalvis*, associés à de nombreux Brachiopodes :

*Spiriferina pinguis*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cornuta*, *Z. quadrifida*, *Rhynchonella acuta*, *R. tetraedra*.

Au S de Caen, le Domérien, directement transgressif sur les terrains anciens débute par un conglomérat à galets de grès pour la plupart repris au Trias, au-dessus duquel vient un calcaire dur à *Cycloceras Valdani* (Fresnay-le-Puceux, Mutrécy), lui-même surmonté par le « banc de roc ».

A. Bigot signale que dans la région de May-sur-Orne et de Fontaine-Étoupéfour, le grès de May formait au large de la côte des récifs dont les sillons et dépressions sont comblés, soit par des poudingues à éléments de grès de May roulés, souvent énormes, soit par des calcaires durs ou sableux à faune très spéciale : *Spiriferina Tessoni*, *S. oxygona*, *Suessia*, et surtout, dans des poches, très nombreux Gastéropodes, nouveaux pour la plupart, appartenant aux genres *Pleurotomaria*, *Cryptaenia*, *Trochus*, *Niso*, *Discohelix*, *Procerithium*, *Conactaeon*, etc. *Amaltheus spinatus* s'y rencontre quelquefois.

Aux environs de Falaise, le Domérien, transgressif sur le Trias ou le Paléozoïque, est à l'état de sables et de grès calcaires avec bancs de poudingues à galets de grès. Dans les grès, les Brachiopodes, *Terebratula indentata* et *Rhynchonella tetraedra*, forment quelquefois des lumachelles.

Entre Argentan et Briouze, à l'W d'Écouché, le Domérien, constitué par des grès siliceux très durs a subsisté en plusieurs lambeaux sur le granite ou sur les schistes briovériens. Sur le granite d'Athis (Orne), les grès de Sainte-Opportune, portés à l'altitude de 280 m. qui est d'après Bigot, la plus élevée que le Lias atteigne dans l'W, renferment à l'état de moules *Liparoceras Bechei*, ainsi que les mêmes Bélemnites et Brachiopodes que le Domérien de Falaise ; on y rencontre d'assez nombreux débris végétaux, *Propalmophyllum*, Cycadées et Fougères. Du fait que plus à l'E, le Bajocien (Sérans), ou le Bathonien (Argentan), surmontent directement le Briovérien, Bigot tire la conclusion que les lambeaux domériens sont les vestiges des sédiments qui se sont déposés dans un golfe qui formait au S la limite de la mer charmoouthienne.

Dans le Pays de Bray, le Charmouthien est représenté par 38 m. de Pliensbachien (marnes grises, sableuses et micacées à *Belemnites acutus*, *Spiriferina tumida*, *Zeilleria numismalis*) et par 46 m. de Domérien (1° marnes grises micacées et calcaires marneux à *Aegoceras capricornu*, *Ae. centaurus*, *Belemnites paxillosus* ; 2° marnes gris verdâtre un peu micacées à *Amaltheus margaritatus*, *Pecten aequivalvis*, Pentacrines ; 3° calcaire gris à *Belemnites breviformis*, *Pecten aequivalvis*, *Rhynchonella tetraedra*, équivalent du « banc de roc »), rencontrés entre 878 et 962 m. de profondeur, dans le sondage de Ferrières.

TOARCIEN. — Au début du Lias supérieur, la transgression s'accroît, et en beaucoup de points, le Lias moyen est débordé ; c'est ainsi qu'aux environs de Falaise, à Olendon, la zone à *Dactylioceras commune* repose directement sur les schistes siluriens. Les faciès argileux continuent dans le Bessin, tandis qu'autour des récifs et vers le S, les dépôts sont tout à fait littoraux.

Dans le Bessin, à Tilly-sur-Seules et à Subles les trois zones du Toarcien sont représentées sur une épaisseur inférieure à 10 mètres :

1° Argiles et schistes argileux avec cordons de nodules calcaires ou « miches », à *Harpoceras falciferum* et Poissons (*Lepidotus elvensis*) ; vers la base, un lit sableux très mince dit couche à *Leptaena*, renferme de nombreux petits Brachiopodes : *Terebratula globulina*, *Rhynchonella pygmaea*, *Koninckella Boucharđi*, *Cadomella Moorei* ;

2° Calcaires marneux en petits bancs avec délits argileux, à pseudo-oolithes ferrugineuses au sommet :

a) Zone à *Dactylioceras commune*, avec outre cette espèce, de très nombreuses Ammonites : *Phylloceras heterophyllum*, *Hildoceras bifrons*, *H. Levi-soni*, *Dactylioceras annulatum*, *D. crassum*, et *Belemnites Tessoni* ;

b) Zone à *Lytoceras jurense*, comprenant deux horizons :



a) Horizon à *Haugia variabilis*, *Lytoceras sublineatum*, *Hammatoceras insigne* ;

β) Horizon à *Grammoceras toarcense*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Polyplectus discoides*.

Au S de Caen, dans la zone des récifs siluriens (May-sur-Orne), le Toarcien, qui repose sur le Lias moyen ou sur le grès de May, débute sur celui-ci par des calcaires à entroques rougeâtres à *Cyclocrinus amalthei* et *Pentacrinus jurensis*, dans lesquels on trouve notamment *Harpoceras falciferum*, *Hildoceras Levisoni*, *Belemnites Tessoni*. Des parties ameublées de ces calcaires (couches à *Leptaena*), renferment de nombreux petits Brachiopodes (*Eudesella mayalis*, *Davidsonella sinuata*, *Thecidella leptaenoides*, *Koninckella liasina*, *K. Davidsoni*), les premiers *Belemnopsis*, des Huitres (*Gryphaea ocreata*, *Exogyra monopectera*), des Cidaridés, des Crinoïdes sessiles (*Eudesicrinus*, *Cotylecrinus*).

Hors de la zone des récifs, dans la région de Caen, la zone à *Harpoceras falciferum* est argileuse comme dans le Bessin, et on y retrouve à la base les couches à *Leptaena* (La Caine). Les miches y contiennent des Reptiles (*Pelagosaurus typus*, *Ichthyosaurus zelandicus*), des Poissons (*Lepidotus laevis*, *Lepitolepis Bronni*, *Pachycormus*) et des empreintes de Céphalopodes chondrophores (*Teuthopsis Agassizi*, *Geoteuthis Bunelli*).

À May, les ravinements ont fait disparaître certains horizons, mais sur le pourtour du récif, ceux-ci se présentent comme dans le Bessin [et à la Caine.

Le sondage de Ferrière-en-Bray a traversé 50 m. 30 de Toarcien comprenant de bas en haut : 1° des argiles brunes feuilletées, bitumineuses, à Poissons, avec *Dactylioceras semicoelatum*, *Pecten paradoxus*, *Posidonomya Bronni* ; 2° des argiles noires à *Hildoceras bifrons* ; 3° des marnes noires à oolithes ferrugineuses, avec *Grammoceras striatulum* et *Pecten paradoxus*. Les trois zones de l'étage sont donc bien distinctes.

AALÉNIEN. — Nous avons vu que le Domérien et le Toarcien, en grande partie représentés, hors des zones littorales et de récifs, par des sédiments argileux, correspondaient à un maximum de profondeur de la mer. L'Aalénien montre au contraire de très nettes tendances à l'émergence, et des oscillations qui se traduisent par un changement complet dans la nature des sédiments, et par des lacunes portant sur tout ou partie d'une ou de plusieurs zones, et dues, soit à ce que celles-ci ne se sont pas déposées, à la suite d'exondations localisées, soit à ce qu'elles ont été détruites par ravinement, lors de la transgression de la zone suivante, ou de la transgression bajocienne.

Il en résulte que, ainsi que l'indique A. Bigot, on n'observe en aucun point la série complète des assises aaléniennes qui, d'après cet auteur est la suivante dans la région de Caen et dans le Bessin :

1° Calcaires à *Dumortieria pseudoradiosa*, *D. radiosa*, *D. radians*, *D. Munieri*, *D. prisca*, *Catullocceras Dumortieri*, de May-sur-Orne (le Diguët) et de Tilly-sur-Seules, souvent décalcifiés, et dont la partie supérieure est presque toujours détruite, ses fossiles, tels que *Pleydellia aalensis*, *Grammoceras Moorei*, *G. macra*, *G. costula*, se trouvant alors ramaniés, à l'état de moules phosphatés, dans la partie inférieure de la zone suivante à *Lioceras opalinum* (May et Tilly-sur-Seules).

2° Calcaires avec fossiles spathiques de Tilly-sur-Seules, May-sur-Orne, Feugerolles-sur-Orne, Baron, Maltôt ; on y trouve plusieurs *Hammatoceras*, *Lioceras opalinum*, *Ludwigia Murchisonae* var. *obtusa*, *Tmetoceras scissum*. Les calcaires sont marneux dans le Bessin (Trévières).

3° Calcaires durs en bancs peu épais, avec délits sableux (May) renfermant à la base *Ludwigia Murchisonae* var. *Haugi*, et présentant à leur sommet un lit d'Ammonites avec leur test : *Harpoceras (Brasilia) bradfordense*, *Ludwigia rudis*, *Zurcheria pugnax*, *Erycites fallax* ; on y trouve aussi *Lima hersilia* et *Terebratula perovalis* avec *Belemnites Munieri*, *Astarte (Trigonastarte) trigonalis*, *A. (Calastarte) excavata*, *Trigonia bella* qui montent dans l'assise suivante. À l'état de calcaires à silex dans le Bessin (Tilly-

sur-Seules, Sainte-Honorine-des-Pertes), fréquemment décalcifiés et transformés en argile à silex.

4<sup>e</sup> Couches à *Lioceras concavum* et *Haplopleuroceras subspatum*, absentes à May et visibles non loin à Feuguerolles-sur-Orne ; existent à Carcagny, dans le Bessin, sous forme de calcaires tendres. Au-dessus vient à Feuguerolles un niveau à *Huperlioceras Walkeri*, démantelé à May, où on n'en trouve que des blocs verdîs à la base d'un calcaire à grains phosphatés avec *Sonninia nuda*, représentant le début du Bajocien.

Les assises 3 et 4 constituent la « mâlière ». A May sur le récif proprement dit, les horizons 1 et 2 font défaut, et 3 est directement superposé au grès de May, redressé à 45°, 4 ne s'y montrant pas, sauf à l'état de blocs remaniés dans le Bajocien, en ce qui concerne sa partie supérieure.

L'Aalenien supérieur est un calcaire à *Aulacothyris Brebissoni* à Fresné-la-Mère, autour du récif de Montabard. Près d'Alençon, l'Aalenien est comme aux environs de Mamers formé de sables calcaires et siliceux à stratification entrecroisée, avec *Rhynchonella Wrighti*, *Eudothyris holcophora* (Condé-sur-Sarthe), transgressifs sur la granulite. A Alençon et Saint-Denis-de-Sarthon, ces couches, silicifiées, improprement appelées « arkose d'Alençon », contiennent des fossiles épigénisés en barytine.

Ces faciès sablo-gréseux sont ceux du Maine, qui passent vers le S à des dépôts plus profonds, et qui ne paraissent pas directement reliés à ceux du Calvados, d'un caractère tout différent ; il est possible qu'un promontoire du Massif armoricain ait séparé les deux zones de sédimentation.

Les récifs du Calvados (May-sur-Orne, Feuguerolles-sur-Orne, Fontaine-Étoupefour) se trouvaient d'après Bigot, au large de la ligne de rivage, au voisinage de la bordure N de la zone bocaine ; bien que submergés, ils devaient être inclus dans la zone intercotidale. Les nombreux articles de *Pentacrinus* et de *Cyclocrinus* ne sont ni roulés ni usés, et il est probable que ces organismes vivaient à peu de distance dans une zone de caractère littoral, où ils formaient des prairies.

Sous le Pays de Bray, l'Aalenien n'est représenté dans le sondage de Ferrières que par 2 m. 70, de marnes noires, pyriteuses, à oolithes blanches à *Lioceras* cf. *opalinum*. Sous un faciès très différent, on observe donc des faits analogues à ceux constatés en Basse-Normandie, la zone inférieure et les deux zones supérieures de l'étage n'étant pas représentées ; la Paléogéographie, et la nature des sédiments sous et sus-jacents, paraissant exclure l'hypothèse de deux émerSIONS on peut admettre que les dépôts afférents aux assises manquantes ont été enlevés par ravinement, probablement à la suite d'oscillations d'un fond devenu instable comme les récifs de Basse-Normandie.

### Jurassique moyen

Le Bajocien et le Bathonien à sédimentation calcaire fortement prédominante occupent de grandes superficies, le dernier étage constituant notamment le sous-sol d'une partie du Bessin, et celui des campagnes de Caen, de Falaise et d'Alençon. Le Callovien et l'Oxfordien sont, surtout le second, essentiellement formés d'argiles, de marnes et de calcaires marneux.

Dans la région des récifs des environs de Caen (May, etc.) les conditions pendant le Bajocien ont été à peu près les mêmes qu'au cours de l'Aalenien. Le Bathonien a vu s'accroître très largement la transgression vers le S, la mer s'avancant directement sur le Silurien, sans interposition de Lias ou de Bajocien, dépassant des crêtes alignées de Grès armoricain qui sont ainsi devenues des récifs, la mer atteignant à peu près la bordure des massifs d'Écouves et de Perseigne.

Les saillies se trouvant en avant de ces massifs qui n'avaient pas été atteintes au Bathonien ont été submergées au Callovien, qui en un

certain nombre de points, est directement transgressif sur le Grès armoricain.

**Bajocien.** — L'étage, dont le type a été pris aux environs de Bayeux est, dans le Bessin et à May, constitué de bas en haut par les assises suivantes :

1° Calcaire tendre, blanchâtre, à grains phosphatés, à *Sonninia nuda*, *Sphaeroceras*, *Erycites*, renfermant des blocs remaniés et verdîs avec *Hyperlioceras Walkeri*, provenant du démantèlement de l'Aalénien tout à fait supérieur (May) ; surmonte les couches à *Harpoceras bradfordense*.

2° Calcaire tendre, phosphaté, reposant sur la surface ravinée, durcie et perforée du précédent, et quelquefois sur les couches à *H. bradfordense*, dont il renferme des éléments remaniés ; il est caractérisé par *Witchellia laeviuscula*, *W. Sayni*, *Poecilomorphus Schlumbergeri*, *Oppelia praeradiata*. Comme l'horizon 1, cette couche qui s'observe à May, ne paraît pas représentée dans le Bessin, probablement à la suite de l'arasement produit par la transgression de la zone suivante.

3° Mince banc de calcaire phosphaté et glauconieux, avec fossiles à patine verte, reposant sur la surface durcie et corrodée des calcaires aaléniens dont il nivelle les irrégularités. A côté d'espèces de la zone inférieure telles que *Sonninia nuda* et *S. Sowerbyi*, il renferme *Sonninia propinquans*, *S. corrugata*, *S. Zurcheri*, *Emileia Sauzei-polschides*, *Stepheoceras Baylei*, *S. Bigotti*, *S. Freycineti*, *Sphaeroceras meniscus*, *Oppelia praeradiata*, *Belemnites brevis*, *B. apiciconus*, *Terebratulina Phillippsi*, ainsi que des Gastéropodes et des Lamellibranches. Ce banc à *E. Sauzei* qui se voit dans le Bessin à Porten-Bessin, Sully, etc., n'est pas connu à May.

La similitude des faciès permet de se demander si l'assise 3 ne remplace pas, tout au moins en partie, dans le Bessin 1 et 2 de May ; mais, le fait que *Witchellia laeviuscula* manque dans le Bessin et que *E. Sauzei* ne se trouve pas à May, rend plus vraisemblable une suppression par ravinement, de la première zone (1 et 2) dans le Bessin, et de la seconde (3) à May.

4° *L'Oolithe ferrugineuse de Bayeux* qui vient ensuite est une formation très fossilifère tout à fait classique, épaisse au plus de 0 m. 80 à 1 m., pouvant se réduire à 0 m. 20. Malgré son peu d'épaisseur, L. Brasil (1) a pu y distinguer quatre horizons, l'inférieur correspondant à la zone à *Witchellia Romani*, et les trois supérieurs, à celle à *Cosmoceras Garanti* :

a) Conglomérat à nodules ferrugineux de structure concentrique et nodules calcaires, à noyaux formés par des galets ou fossiles des couches sous-jacentes ; des Algues encroûtantes voisines des *Chlorellopsis* (2), recouvrent certains galets ou forment des plaques, à la base du conglomérat, sur la surface durcie du banc à *E. Sauzei*. La faune propre comprend notamment *Lytoceras pygmaeum*, *Phylloceras Circe*, *Witchellia (Dorsetensia) complanata*, *W. Edouardiana-regrediens*, *Poecilomorphus cycloides*, *Oppelia subradiata*, *Oecotraustes genicularis*, *Strigoceras Truellei*, *Stepheoceras subcoronatum*, *S. Blagdeni*, *S. plicatissimus*, *S. Braikenrudgei*, *Sphaeroceras Brongniarti*, *Lissoceras oolithicum*.

b) Assise dure, très chargée en oolites ferrugineuses, avec *Cosmoceras subfurcatum*, *C. (Garantia) Garantii*, *Perisphinctes Martiusi*, *P. Davidsoni*, *Cadomites Deslongchampsii* ;

c) Niveau moins oolithique caractérisé par la présence exclusive de *Lytoceras Eudesianum* et de *Phylloceras heterophylloides*, et par l'apparition des *Parkinsonia (P. Parkinsoni)*, *P. ferruginea*, *P. Caumonti*.

d) Calcaire presque sans oolites ferrugineuses, avec *Cadomites bajoensis*, *Cadomoceras cadomense*, *Morphoceras dimorphum*.

Les subdivisions précédentes ont été établies à Sully où l'oolithe ferrugineuse est spécialement fossilifère. Il y a un grand nombre de formes qui se

(1) L. BRASIL. Observations sur le Bajocien de Normandie. *Bull. Lab. Géol. Fac. Sc. Caen*, II, p. 233-243, 1895.

(2) L. DANGEARD. Récifs et galets d'Algues dans l'Oolithe ferrugineuse de Normandie. *C. R. Ac. Sc.*, t. 190, p. 66, 1930.

trouvent dans les quatre horizons ; les principales sont des Bélemnites (*B. sulcatus*, *Megateuthis gigantea*), des Gastéropodes (*Pleurotomaria conoidea*, *P. ornata*, *Purpurina Sowerbyi*, *Neritopsis bajocensis*, *Pseudomelania lineata*), les Pleurotomaires étant très fréquents, des Lamellibranches (*Ctenostreon Hector*, *Lima gibbosa*, *Crassinella obliqua*, *Trigonopsis similis*), des Brachiopodes (*Terebratula sphaeroidalis*, *Aulacothyris carinata*, *Rhynchonella plicatella*). Parmi les Ammonites, *Strigoceras Truelleri*, *Lissoceras oolithicum*, *Oppelia subradiata* et sa forme régressive *Oecotraustes genicularis*, se trouvent également dans tous les horizons.

Dans le Bessin, l'oolithe ferrugineuse repose sur la surface durcie et perforée du banc à *Emileia Sauzei*. Aux environs de May-sur-Orne, elle surmonte soit le Bajocien inférieur à *Witchellia laeviuscula*, corrodé en surface, soit sur l'Aelenien, également raviné ; le conglomérat de base peut faire défaut (Espins). Sur le récif de May, au contact du grès, l'Oolithe est remplacée par un calcaire blanchâtre dur, très fossilifère avec *Oppelia subradiata*, *Parkinsonia Parkinsoni* et nombreux Gastéropodes.

Le Bajocien du Calvados se termine par l'« Oolithe blanche », calcaire marneux blanchâtre plus ou moins dur, qui ne contient pas de véritables oolithes, et qui dans le Bessin, à Sainte-Honorine, est épais d'une douzaine de mètres. Les Ammonites y sont peu fréquentes (*O. subradiata*, *P. Parkinsoni*) ainsi que les Bélemnites (*B. sulcatus*), mais on y trouve d'assez nombreux Brachiopodes (*Terebratula Phillipsti*, *Dictyothyris hybrida*, *Rhynchonella plicatella*), un Échinide, *Stomechinus bigranularis*, espèces de l'assise précédente, et des Éponges pharétrones quelquefois groupées.

Dans la région de Falaise, la surface perforée et durcie des calcaires aalenieniens, supporte un Bajocien à l'état de calcaire blanc à fossiles spathiques abondants à Falaise et à Vignats : *P. Parkinsoni*, *Cadomites bajocensis*, *Acanthothyris spinosa*. Dans le Cinglais, l'étage est sous forme de calcaires tendre à silex, souvent décalcifiés, qu'il est difficile de séparer du Bathonien sus-jacent (A. Bigot).

Il faut noter que dans le Bessin, il y a passage insensible du Bajocien au Bathonien, par apparition au sommet de l'Oolithe blanche, d'Ammonites caractéristiques de ce dernier étage.

**BATHONIEN.** — Les assises bathoniennes qui, ainsi que nous l'avons dit, occupent de grandes superficies en Normandie, ont été étudiées par J. Mercier (1), et synthétisées par A. Bigot (2). On peut y distinguer un Bathonien inférieur ou Vésulien, correspondant au *Fuller's Earth* anglais, un Bathonien moyen, presque toujours sous le faciès « Oolithe miliaire », équivalent assez exact de la *Great Oolite*, et un Bathonien supérieur, subdivisé en Bradfordien à la base, parallélisé au *Forest Marble* et au *Bradford Clay*, et en *Cornbrash* au sommet.

**Bathonien inférieur.** — Dans le Bessin, il existe des couches de passage du Bajocien au Bathonien. Haug a indiqué (Traité p. 1.008) qu'à Sainte-Honorine, au sommet de l'Oolithe blanche, apparaissent des espèces telles que *Parkinsonia wurtembergica*, *Zigzagoceras procerum*, *Oppelia fusca*, *Belemnites (Belemnopsis) bessinus*, qui démontrent que, sans aucun changement dans le faciès, cette formation, bajocienne pour sa plus grande partie, est bathonienne au sommet, sans que l'on puisse saisir la limite entre les deux étages.

A Port-en-Bessin, ces couches de passage comprennent d'après L. Guillaume (3), un banc calcaire inférieur à grandes *Parkinsonia*, avec

(1) J. MERCIER. Études sur les Échinides du Bathonien de la bordure occidentale du Bassin de Paris, *Mém. Soc. Linn. Norm.*, nouv. sér., 2<sup>e</sup> vol., 1932.

(2) Basso-Normandie, p. 41-46.

(3) L. GUILLAUME. Note préliminaire sur les couches de passage du Bajocien au Bathonien dans la région de Port-en-Bessin (Calvados). *C. R. som. S. G. F.*, p. 137-139, 1927.

*Morphoceras* et *Oppelia*, lié à l'Oolithe blanche, puis un banc calcaire moyen à *Morphoceras polymorphum*, *M. tenuiplicatum*, *Oppelia fusca*, *Zigzagoceras zigzag*, suivi d'un banc calcaire supérieur à *Oppelia fusca*, *Morphoceras polymorphum*, *M. Vaschaldi* et variétés de *Z. zigzag*.

Au-dessus, le Bathonien inférieur se poursuit par un niveau à Ammonites phosphatées (*O. fusca*, *O. aspidoides*, *Morphoceras polymorphum*, *Ebrayiceras pseudoanceps*) avec *Belemnopsis bessinus*, *Ostrea gibriaca*, *Pygmalus avelana*, *Terebratula sphaeroidalis*, *Rynchonella varians*, débris de Vertébrés et bois flottés, que supporte la surface bossuée, irrégulière, recouverte par places de *Cancellophycus*, du banc calcaire précédent. Les argiles et marnes de Port-en-Bessin, qui viennent ensuite ne renferment guère que *B. bessinus* et *Posidonomya alpina*.

Le Bathonien inférieur se termine par les couches de Vierville, calcaires marneux bleuâtres à silex, liés à l'assise marneuse précédente, supportant les couches de Cricqueville, calcaires jaunâtres, obliquement stratifiés, à *O. fusca*, *B. parallelus*, *R. varians*.

Dans la région de Caen, les marno-calcaires et calcaires tendres de Fontenay-le-Marmion, avec faune de Céphalopodes du banc supérieur à *E. pseudoanceps* du Bessin, *Posidonomya alpina* et *Acanthothyris spinosa* représentent la partie supérieure des couches de passage, tandis que les argiles, marnes et calcaires du Bessin passent latéralement au Calcaire de Caen (30 à 35 m.), d'un beau grain ténu, exploité souterrainement comme pierre de taille ou à sculpter, aux environs de Falaise et de Caen ; vers le sommet, la stratification est entrecroisée, comme dans les calcaires de Cricqueville qui sont au même niveau. Les fossiles sont peu nombreux : grandes variétés de *Parkinsonia Parkinsoni*, *Oppelia aspidoides*, *Morphoceras polymorphum*, *Posidonomya alpina*, *Acanthothyris costata*, et débris de Reptiles parfois assez complets : *Teleosaurus cadomensis*, *Stenosaurus megistorhynchus*, *S. Larteti*, *Megalosaurus Bucklandi*.

Dans une grande partie de la campagne de Caen, et notamment dans la région du littoral, le Bathonien inférieur fait défaut et le Bathonien moyen surmonte directement le Bajocien.

*Bathonien moyen.* — J. Mercier distingue une zone à *Terebratula circumdata*, constituant son Bathonien moyen, que A. Bigot place dans le Bradfordien.

D'après L. Guillaume et Mercier, cette zone comprend de bas en haut :

1° Couches à *Hecticoceras retrocostatum*, qui dans le Bessin comprennent : a) les calcaires graveleux en bancs épais, quelquefois oolithiques de Maisy, à *H. retrocostatum*, *Eudesia cardium*, Bryozoaires, Spongiaires, se terminant par une surface perforée et durcie ;

b) caillasse inférieure de Marigny, calcaires très marneux à *Morphoceras Gignouxii*, *Sphaeroceras subcontractum*, *Cadomites Daubenyi*, *Terebratula circumdata*, *Rynchonella Mazctieri* ; caillasse moyenne de Longues, calcaires marneux à *H. retrocostatum*, avec *Perisphinctes aurigerus*, *Oppelia aspidoides*, *Dictyothyris coarctata*, *Zeilleria ranovilliana* ; caillasse supérieure de Marigny à *H. retrocostatum* et *O. aspidoides*.

Les « grès du Planet » (falaise de Longues), sont un faciès silicifié s'étendant du niveau à *Posidonomya alpina* aux caillasses à *H. retrocostatum*, incluses.

Dans la région de Caen, les couches à *H. retrocostatum* sont constituées par : a) calcaire de Creully, Reviers, Fontaine-Henry, équivalent du calcaire de Maisy et se terminant comme lui par une surface durcie ; b) caillasse de Fontaine-Henry, calcaires graveleux et oolithiques (faubourg de Vaucelles à Caen, etc.) à *Perisphinctes aurigerus*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Dictyothyris coarctata*, *Zeilleria cadomensis*, *Rynchonella Moutieri* ; c) pierre de taille de Blainville et de Colombelles, oolithe miliaire de Mondeville et Cormelles, calcaires durs, miroitants, parfois graveleux à stratification entrecroisée (« pierre blanche »), avec petits récifs de Polyptiers (*Astraea limitata*) et de Stromatoporidae ; ont comme équivalent latéral les calcaires de Coursulles.

Cette couche c) manque dans le Bessin où la série bathonienne se termine par les caillasses de Longues et de Marigny.

2<sup>o</sup> Couches à *Terebratula circumdata* et *Heligmus polytypus* comprenant les caillasses de Blainville, du Maresquet, d'Amfreville, de Courseulles, marno-calcaires et argiles à *T. circumdata*, *Dyctyothyris coarctata*, *Eudesia cardium*, *Rhynchonella Moutieri*, *R. Mazetieri*, *Heligmus polytypus*, *Oppelia aspidoides*, *Oecotraustes serrigerus*, *Perisphinctes quercinus*, *P. subbakeriae*, *Sphaerocras Ymir*.

3<sup>o</sup> Couches à *Apiocrinus Parkinsoni*, constituées par la pierre de taille inférieure de Ranville, et par la pierre de taille de Douvres, de la Délivrande et de Fontaine-Henry. Ce sont des calcaires graveleux, à stratification entrecroisée, avec lits de fossiles roulés. Cet horizon qui s'observe bien dans les carrières de Ranville, se termine par une surface perforée et durcie. On y trouve *Terebratula circumdata*, *Eudesia cardium*, *Rhynchonella phascolina*, *Alectryonia costata*, *Avicula costata*, et de nombreux Échinodermes : *Apiocrinus Parkinsoni*, *A. elegans*, *Hemicidaris oolithicus*, *Echinobrissus clunicularis*.

Dans la région de Falaise, on ne peut reconnaître les horizons précédents : les calcaires constituant l'oolithe miliaire y contiennent des Zoanthaires, des Térébratules et des Mollusques tels que *Lucina Orbigny*, *Macrodon hirsonense*, *Purpuroidea minax*, *Terebratula maxillata*. Les couches de récif du Breuil, à Perrières, qui recouvrent une crête de Grès armoricain renferment une faune naine de Brachiopodes, Polypiers, Ammonites, tandis qu'autour et en contre-bas les calcaires, épais et beaucoup moins fossilifères, contiennent des individus normaux, avec *Monilivaultia caryophyllata* et grands *Hippopodium rhomboidalis*.

Dans l'Orne, la mer bathonienne a atteint les rivages des massifs anciens d'Écouves et de Perseigne, en avant desquels se trouvaient des récifs de Grès armoricain (1). L'un des plus caractérisés est celui de Chailloué près de Sées, entouré d'une plate-forme rocheuse intercotidale, avec marmites d'érosion tourbillonnaire, recouverte d'un poudingue à éléments fortement roulés, avec blocs souvent énormes et arrondis, de grès et de quartzite, quelquefois cimentés par de la barytine, minéral qui au Merlerault imprègne les calcaires et les traverse en filons. A Sées, Bursard, Essai, non loin du récif, des sables siliceux à *Equisetum Hommeyi*, montrent des empreintes de racines (sables de la source de l'Orne) ; au-dessus viennent des sables marins à *Corbis*.

Les dépôts de récifs s'observent également à Bon-Mesnil, Villedieu-les-Bailleul, Aubry-en-Exmes, où on trouve *Astraea limitata* et *Terebratula maxillata*.

Hors de la zone des récifs, domine le faciès « Oolithe miliaire », épais de 10 à 30 m. où dominent les calcaires oolithiques et pisolithiques, mais comprenant aussi des calcaires lithographiques : ceux-ci, au Merlerault se terminent par une surface durcie et perforée, mais il faut noter que ces hard grounds sont moins fréquents qu'aux environs de Caen. Les calcaires sont peu fossilifères sauf lorsqu'on se rapproche des récifs ; à Sées, ils renferment des Polypiers et des Mollusques (*Purpuroidea minax*, *P. glabra*, *Nerinea olinensis*, *Macrodon hirsonense*, *Lucina Orbigny*, *Corbis Lajoyei*) ; *Rhynchonella decorata* a d'après Bigot, été trouvée à Courtomer et à Aunou-sur-Orne.

*Bathonien supérieur.* — Le Bathonien supérieur, ou zone à *Clydonicerias discus* de J. Mercier, est divisé par cet auteur en deux sous-zones, le Bradfordien à *Zeilleria digona* à la base, et le Cornbrash à *Z. obovata*.

Ce Bathonien supérieur, de même que la plus grande partie du Bathonien moyen, n'est pas représenté dans le Bessin, mais la série est en général complète dans la campagne de Caen, sauf en ce qui concerne la base ; elle comprend de bas en haut :

I. Bradfordien. 1<sup>o</sup> Caillasse à *Céphalopodes*, niveau calcaréo-marneux

(1) A. BICOT. Les récifs bathoniens de Normandie. B. S. G. F. (5), IV, p. 697-736, 1934.

lenticulaire et discontinu, se montrant seulement dans la basse-vallée de l'Orne (Ranville, Amfréville), où il repose sur la surface durcie et perforée de la pierre de taille inférieure de Ranville ; il est formé de deux assises elles-mêmes séparées par une surface d'usure. Les Ammonites, amenées par flottage d'après Bigot, sont *Oppelia aspidoides*, *Oecotraustes serrigerus*, *Zigzagoceras arbuscigerum*, *Z. Schloenbachi*, *Clydoniceras discus*. On y trouve aussi des Brachiopodes (*Zeilleria ranvillensis*, *Eudesia cardium*, *E. flabellum*, *Rhynchonella concinna*, *R. aff. obsoleta*), des Lamellibranches (*Ostrea explanata*, *Alectryonia costata*, *Exogyra lingulata*, *Pecten rhetus*, *P. vagans*), ainsi que des *Apiocrinus*, des Bryozoaires et des Spongiaires. Se termine par une surface perforée et durcie.

2° Couches ou caillasses à *Rhynchonella Boueti*, forme localisée dans le Bradfordien moyen (1), constituées par trois niveaux : a) calcaire marneux à *Clydoniceras discus*, *Terebratula langtonensis*, *Zeilleria digona*, *Z. ranvilliana*, *R. Boueti* ; b) argiles jaunes ou gris-verdâtre avec Brachiopodes très abondants : *T. langtonensis*, *Z. digona*, *Eudesia cardium*, *E. flabellum*, *R. Boueti*, *R. phaseolina*, *R. concinna*, *R. obsoleta*, accompagnés de *Pecten*, *Ostrea*, *Echinobrissus clunicularis*, Spongiaires ; surmonte la surface perforée et durcie de a) ; c) argiles, marno-calcaires et calcaires, obliques au sommet, à Échinodermes : *Acrosalenia spinosa*, *E. clunicularis*, *Asterias ranvillensis*, *Ophiopeza Portei*, *O. Viguieri*, *O. ferrugineum*.

3° Couches à *Terebratula langtonensis*, comprenant à la base dans la basse vallée de l'Orne la pierre de taille supérieure de Ranville, formée de calcaires graveleux durs à stratification entrecroisée, avec débris de fossiles surmontés par des marnes ; au N et au NW de Caen, et dans la région du littoral, on passe à des récifs de Spongiaires encadrés par des marnes et argiles à Brachiopodes (*T. langtonensis*, *Z. digona*, *R. concinna*), avec rares *C. discus*.

Au-dessus vient la « Pierre blanche de Langrune », zoogène, à faciès de charriage, stratification entrecroisée, formée d'oolithes et de débris de fossiles plus ou moins triturés, qui constitue le sommet de la série de Ranville et se termine par une surface perforée et durcie. On y observe des lentilles argileuses à Brachiopodes (surtout *Z. digona* avec variétés passant à *Z. obovata*) et des bancs de caillasse en rapport avec des surfaces perforées et durcies.

La faune de la « Pierre blanche » comprend surtout des Gastéropodes et Lamellibranches de taille moyenne ou petite, parmi lesquels (2) *Nerinea funiculosa*, *Helcion rugosum*, *Patella niida*, *Corbis crassicosta*, *Trigonia pullus*, *Pteroperna costatula*, *Avicula costata*, *Pecten vagans*, *Alectryonia costata* ; on y trouve aussi *Eudesia flabellum*, *Dictyothyris coarctata*, *Pseudodiadema subcomplanatum*, *Acrosalenia spinosa*. Les Ammonites sont très peu fréquentes (*C. discus*). En divers points, notamment entre Luc et Lion-sur-Mer, on trouve des lentilles constituées par des colonies de *Pentacrinus Nicoleti*, *Antedon Schlumbergeri*, *Hemicidaris langrunensis*.

A Lion-sur-Mer, le Bradfordien se termine par une surface aplanie, durcie et perforée, sur laquelle adhèrent avec des Annélides, *Exogyra lingulata* et *Pernostrea Bachelieri*.

II. Cornbrash. — Entre Luc et Bavent, à Lion-sur-Mer, à la Roche de Sallenelles, à Bréville-Bavent et aussi près de Saint-Pierre-sur-Dives, la surface perforée précédente supporte des argiles et des marnes qui marquent un changement dans les conditions bathymétriques, et l'apparition d'un faciès qui va se poursuivre pendant la plus grande partie du Callovien et de l'Oxfordien.

J. Mercier rapporte les couches du littoral au Cornbrash inférieur et y distingue de bas en haut trois horizons, respectivement caractérisés par *Terebratula intermedia*, *Oxynoticeras Hochstetteri* et *Zeilleria obovata* ; on trouve également dans les argiles souvent bleues ou grises, *Exogyra lingulata*,

(1) L. GUILLAUME. Observations sur la zone à *Rhynchonella Boueti* DAV. à la base du Bathonien supérieur de Normandie. *C. R. som. S. G. F.*, p. 213-215, 1927.

(2) A. BIGOT. Excursions géologiques de la Société géol. et minér. de Bretagne en Basse-Normandie. *Bull. Soc. G. et M. Bret.*, t. VII, fasc. spéc., p. 76, 1928.

*Rhynchonella Morieri*, *Terebratula Fleischeri*. Les alternances de calcaires marneux et d'argiles jaunâtres qui les surmontent à Lion, contiennent *Ostrea Knorri*, *Pseudomonotis echinata*, *Homomya gibbosa*, *Clydoniceras discus*, *Rhynchonella badensis*, *R. major*, *Zeilleria umbonella*, *Z. obovata*.

H. Parent (1) place dans le Cornbrash supérieur les couches de Bavent à *Macrocephalites tumidus*, *Zeilleria lagenalis*, *Z. biappendiculata*, *Z. obovata*, *Rhynchonella cerealis*, avec vers le haut *Terebratula intermedia*, *Zeilleria umbonella*, *Alectryonia gregarea*. On est là très près du Callovien, si même on ne s'y trouve pas déjà. Ces niveaux supérieurs n'existent qu'à Bavent-Bréville, où les assises rapportées au Cornbrash ont 10 à 15 m. d'épaisseur au lieu de 3 à 4 m. à Lion.

Vers le S, le Bathonien supérieur est très mal représenté ; il n'est pas connu dans la région de Falaise, mais aux alentours d'Argentan, des couches à Bryozoaires, paraissant correspondre aux caillasses à *Rhynchonella Boueti*, supportent une « Pierre blanche » avec quelques marnes à Brachiopodes très localisées. A Sées, les calcaires blancs, grossiers, à faciès de charriage, à galets de grès siluriens, avec rares *Zeilleria digona* et *Eudesia cardium*, surmontent directement, par conséquent avec une lacune importante, la surface perforée du calcaire lithographique à Nérinées.

Aux environs d'Alençon, P. Lamare (2) a retrouvé au-dessus de calcaires du Bathonien moyen, des marno-calcaires bradfordiens à Stellérides et Ophiurides, correspondant probablement à ceux qui aux environs de Caen se trouvent au sommet des caillasses à *R. Boueti*. Les formes recueillies sont *Spenceraster Lamarei*, *Ophiopora* cf. *Portei*, *O. ferrugineum*, *Pentacrinus Nicoleti*.

Dans l'Orne, le Cornbrash ne se montre qu'à Aunou-sur-Orne et à Sées, où la surface perforée des calcaires lithographiques bradfordiens, supporte des calcaires graveleux, à fausses oolites calcaires et ferrugineuses, et des argiles grossières, renfermant *Echinobrissus clunicularis*, *Zeilleria sublagenalis*, *Homomya gibbosa*, *Macrocephalites* cf. *macrocephalus*.

La transgression sur une surface irrégulière a produit des courants violents, agissant principalement sur les hauts-fonds, déplaçant des dépôts, à peine formés et les disposant en sédimentation entrecroisée. Il y a eu également en de nombreux points érosion sans émergence, et formation de « hard grounds », surfaces d'usure, perforées et durcies, avec Huîtres fixées, suivies de lacunes et supportant souvent des « caillasses » en général plus marneuses ou argileuses (3). Il faut noter que ces surfaces d'usure sont plus nombreuses dans la région de Caen, où on en observe six en moyenne sur une épaisseur de l'étage de 80 à 85 m. que dans l'Orne, où par contre les lacunes sont plus importantes.

Le sondage d'Incarville (4) donne quelques renseignements sur ce que devient le Bajocien-Bathonien sous la région des plateaux crétacés. L'oolithe blanche du Bessin y a été traversée sur 9 m. ; au-dessus, 51 m. de Bathonien inférieur, calcaréo-argilo-marneux, semblable à celui de Port-en-Bessin (*Posidonomya alpina*), supportent 71 m. de Bathonien supérieur calcaire à faciès de Langrune typique au sommet (*Dictyothyris coarctata*, *Eudesia cardium*, *Zeilleria digona*, à diverses hauteurs).

(1) H. PARENT. Cornbrash supérieur des coteaux de Bréville (Calvados). *C. R. som. S. G. F.*, p. 161-162, 1939.

(2) J. COTTREAU. Echinodermes du Bradfordien des environs d'Alençon (Orne). *B. S. G. F.* (4), XXIX, p. 463-469, 1929.

(3) A. BIGOT. Les conditions de dépôt du Bathonien inférieur dans le Bessin et la région de Caen. *C. R. Ac. Sc.*, t. 184, p. 1103-1106, 1927. — Les conditions de dépôt du Bathonien supérieur dans la région de Caen. *Ibid.*, p. 1149-1152, 1927.

(4) A. BIGOT et R. FORTIN. Le sondage d'Incarville, près de Louviers (Eure). *C. R. Ac. Sc.*, t. 197, p. 1078-1081, 1933.



Sous le Pays de Bray, à Ferrières, au-dessus d'un Bajocien formé de psammites blancs, puis de calcaire oolithique à bancs de limonite oolithique, épais de 8 m. et correspondant à l'oolithe ferrugineuse de Bayeux, supportant un calcaire cristallin à silex à *Cancellophycus*, on a rencontré 146 m. 50 de Bathonien, avec base à 746 m. 50 de profondeur. L'étage comprend d'abord des marnes grises et calcaires marneux à *Ostrea acuminata*, puis un calcaire oolithique en gros bancs (Oolithe miliare) que surmontent des couches marneuses et calcaires, et se termine par un Cornbrash, calcaire oolithique marneux à *Zeilleria digona*, *Z. obovata*, *Terebratula intermedia*, *Pseudomonotis echinata*. Ce sont des faciès intermédiaires entre ceux de Basse-Normandie, et ceux du Boulonnais et des Ardennes.

**CALLOVIEN.** — La transgression s'accroît encore vers le S, et en avant des massifs anciens d'Écouves et de Perseigne, la mer submerge des saillies des Grès armoricains qui n'avaient pas été atteints au Bathonien (Challenge, Chemill, rocher de Haye à Chailloué), ce qui amène les dépôts calloviens à surmonter directement le Silurien. A. Bigot a signalé que les dépôts calloviens de récif ne différaient guère des sédiments normaux, et restaient argileux, avec seulement une plus grande abondance des Huîtres telles que *Exogyra amor* et *E. Bigoti*; l'argile est parfois un peu sableuse, les galets étant toujours peu fréquents.

Le Callovien, en très grande partie argileux ou marneux, constitue le sous-bassement du pays d'Auge, formant les pentes recouvertes d'herbages et de vergers. Ainsi que nous l'avons vu, le Cornbrash n'existe que très localement, et le Callovien surmonte directement, soit la Pierre blanche de Langrune, soit, dans l'Orne où il est surtout bien développé, l'Oolithe miliare dont il comble les dépressions et inégalités, et parfois le Silurien.

D'après E. Deslongchamps et A. Bigot, l'étage comprend trois horizons :  
1° Argiles et calcaires marneux gris-bleu à *Macrocephalites macrocephalus*, *M. Herveyi*, *Zeilleria obovata*; débute à Saint-Pierre-sur-Dives par une assise où abonde *Ostrea dubiensis*.

2° Argiles et calcaires plus sableux, très fossilifères aux environs de Sées : *Stepheoceras coronatum*, *S. tumidum*, *Sphaeroceras bullatum*, *Exogyra amor*, *Zeilleria obovata*, *Rhynchonella Orbigny*. A Argences on a trouvé des Ammonites de Russie : *Proplanulites Teisseyri*, *Keplerites Goweri*, *Cadoceras sublaeue*.

3° Calcaires marneux et ferrugineux à *Reineckeia anceps*, *Stepheoceras coronatum*, *Cosmoceras Jason*, *Dictyothyris Trigeri*, *Zeilleria umbonella*, *Dysaster ellipticus*.

Les deux niveaux inférieurs ne se montrent pas sur le littoral et sont surtout visibles dans l'Orne; le troisième, très fossilifère dans ce département, est ramené à l'affleurement sous la plage, par la faille de Villers où les forts coups de mer le dégagent, ce qui s'est notamment produit en 1898 et a permis de recueillir dans un calcaire jaunâtre *Perisphinctes subbakerae*, *Pholadomya inornata*, *Zeilleria umbonella*, *Rhynchonella spathica*, *Dysaster ellipticus*.

**OXFORDIEN.** — Les falaises entre Houlgate et Villers (les Vaches Noires, etc.), constituent une superbe coupe naturelle de l'Oxfordien qui a fait l'objet des travaux classiques de J. Raspail (1) et de R. Douvillé (2);

(1) J. RASPAIL. Contribution à l'étude de la falaise jurassique de Villers-sur-Mer. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, IV<sup>e</sup> sér., XXXI, p. 125-126, 145-149, 169-172, 193-198, 1901.

(2) R. DOUVILLÉ. Sur la coupe du Jurassique moyen de la plage de Villers-sur-Mer. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 106-112, 1904. — Étude sur les Cardioceratidés de Dives, Villers-sur-Mer et quelques autres gisements. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Paléont., t. XIX, mém. n° 45, 1912.

l'étage très fossilifère, y est épais d'une cinquantaine de mètres ; ses deux zones inférieures sont principalement argileuses et marneuses, la supérieure admettant des bancs de calcaires marneux à oolithes ferrugineuses. Les assises oxfordiennes se voient aussi dans les falaises de Dives et à la base de la butte de Bénerville ou Mont-Canisy.

La faune des niveaux inférieurs a été révisée par W.-J. Arkell qui l'a comparée à celle des environs d'Oxford, ce qui a amené un certain nombre de changements, plus ou moins heureux, dans la nomenclature des espèces citées (1). Hébert, H. Douvillé, Munier-Chalmas avaient également étudié ce très beau gisement, dont on trouvera en même temps qu'une mise au point, la description dans les travaux de A. Bigot (2). La série des assises est la suivante, de bas en haut :

1<sup>o</sup> Zone à *Quenstedticeras Lamberti* ou *marnes de Dives*, argiles grises, avec intercalations de marnes gréseuses, épaisse de 8 m. 60 à Villers. Tout à fait à la base, entre Dives et Houlgate, on aurait trouvé au « Mauvais Pas », *Cosmoceras Jason* et *Creniceras Renggeri*, associés à *Peltoceras athleta*, ce qui paraît douteux à Arkell et à Bigot ; il s'agit en effet de formes appartenant à trois niveaux différents et qui ne paraissent pas pouvoir être rencontrées ensemble. Seule, la présence de *P. athleta* doit être retenue. Les couches de base sont caractérisées par *Quenstedticeras Henrici* qui, très vite cède la place à *Q. Lamberti*.

D'après L. Brasil, il serait possible de distinguer trois horizons successifs à *P. athleta*, *P. athletoides*, *Oppelia villersensis*. Les principales autres formes sont : *Phylloceras Demidoffi*, *Distichoceras bipartitum*, *Hecticoceras punctatum*, *Cosmoceras compressum* (*C. Duncani* auct.), *C. spinosum* (*C. ornatum* auct.), *Pachyceras Lalandei*, *P. Goliathus*, *Quenstedticeras Lamberti*, *Q. praelamberti*, *Q. Brasili*, *Cardioceras Sutherlandiae*, *Peltoceras annulare*, *Perisphinctes pocolum* (*P. Bakeriae* auct.), *Aspidoceras hirsutum*, *A. perarmatum*, *Cylindroteuthis Puzosi*, *Belemnopsis hastatus*, *Plaeurotomaria Munsteri*, *Turbo Meriani*, *Procerithium millepunctatum*, *Gryphaea dilatata*, *G. alimena*, *Exogyra amor*, *Trigonia perlata*, *T. villersensis*, *Perna mytiloides*, *Pecten fibrosus*, *Rhynchonella Orbigny*, *Aulacothyris bernardina*.

Cette zone inférieure devenait difficilement visible il y a quelques années, par suite de l'ensablement du pied des falaises, ne permettant pas un rafraîchissement de la coupe, rendue confuse par l'écoulement des marnes des assises supérieures.

2<sup>o</sup> Zone à *Quenstedticeras Mariae* ou *marnes de Villers*, épaisse de 25 à 28 m. également formée d'argiles avec bancs de marnes gréseuses : *Neumayria Richei*, *Hecticoceras suevum* race *villersensis*, *H. Matheyi*, *Quenstedticeras Mariae*, *Aspidoceras perarmatum*, *Turbo Meriani*, *Modiola villersensis*, *Ctenostreon proboscideum*, *Gryphaea dilatata*, *Alectryonia gregarea*, *Pholadomya paucicosta*. Dans cette zone, comme dans la précédente, les Ammonites sont le plus souvent à l'état de moules pyriteux.

3<sup>o</sup> Zone à *Cardioceras cordatum*, épaisse d'une dizaine de mètres, comprenant trois bancs de calcaires marneux roussâtres à oolithes ferrugineuses, séparés par des argiles : *C. cordatum*, *C. vertebrale*, *C. quadratum*, *Peltoceras arduennense*, *P. Eugenioi*, *P. Constantii*, *Aspidoceras Faustum*, *A. Babeanum*, *Gryphaea dilatata* (forme aplatie), *Alectryonia gregarea*, *Trigonia Woodwardi* (au sommet), *Pholadomya decemcostata*, *Rhynchonella Thurmanni*, *Millericrinus horridus*. Des lumachelles et des calcaires oolithiques gris ou ferrugineux, épais de 10 à 15 m. terminent la série.

Vers le S, dans l'Orne, la zone inférieure passe à des calcaires marno-

(1) W.-J. ARKELL. The Ammonite succession of the Woodham Brick Company's pit. Akeman Street Station, Buckinghamshire, and its bearing on the classification of the Oxford Clay. *Quat. Journ. Geol. Soc.*, XCV, p. 135-220, 1939, voir p. 200-204. — Oxfordien de Normandie (Côte du Calvados). *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 9<sup>e</sup> sér., t. I, p. 213-222, 1939.

(2) A. BIGOT. Excursion..., p. 95-100, 1928. — Basse-Normandie, p. 48-52, 1942.

sableux à *Peltoceras athleta* (1) qui se développent largement dans le Perche (voir p. 239) où ils supportent des calcaires marneux à *Perna mytiloides* et *Trigonia villersensis*.

Le Callovien et l'Oxfordien, épais respectivement de 59 et de 154 m., forment dans le sondage d'Incarville une puissante série de calcaires marneux, de marnes et d'argiles ; le niveau ferrugineux du Callovien supérieur de l'Orne et de la Sarthe n'a pas été rencontré, ce qui tend à démontrer qu'il s'agit bien d'un faciès d'altération en surface, qui a d'ailleurs pu se produire au cours d'une brève émergence, puisqu'il supporte de l'Oxfordien. A Incarville, le Callovien a fourni *Cosmoceras Jason*, *Belemnites latesulcatus*, *Posidonomya alpina*, *Zeilleria umbonella*, *Rhynchonella spathica* et l'Oxfordien, des *Quenstedticeras*, *Cosmoceras compressum*, *Perna mytiloides* ; *Alectryonia gregarea* y forme comme à Villers une lumachelle vers le sommet.

A Ferrières-en-Bray, le Callovo-Oxfordien, épais de 166 m. 40, est constitué également par des marnes grises et des calcaires marneux ; à la base on a trouvé des marnes gris verdâtre à Rhynchonelles ; au-dessus viennent des marnes sableuses à *Quenstedticeras Henrici* et *Belemnites hastatus*, puis des marnes grises et des calcaires marneux à *Gryphaea dilatata* et *Modiola bipartita*. Ces faciès sont très voisins de ceux de Basse-Normandie, mais la série est plus épaisse.

#### *Jurassique supérieur*

Entre les couches à *Cardioceras cordatum*, zone supérieure de l'Oxfordien, et les argiles de Villerville, incontestablement séquanien, on trouve des assises calcaires de faciès corallien ou subcorallien, que A. Bigot considère comme encore oxfordiennes, ce qui le conduit à la suppression de l'Argovien et du Rauracien. Cette manière de voir ne paraît pas pouvoir être acceptée pour de multiples raisons dont les principales sont : 1° l'extension abusive et démesurée qui serait ainsi donnée à la zone supérieure de l'Oxfordien ; 2° l'impossibilité d'admettre une superposition directe du Séquanien sur l'Oxfordien, alors qu'il n'existe aucune preuve d'une lacune portant sur le Lusitanien inférieur et moyen ; 3° la difficulté d'accoler à un Oxfordien d'affinités boréales et orientales, soulignées par la présence des *Cardioceras* et de *Cylindroteuthis*, des assises coralliennes, dépendant de la province méditerranéenne, et correspondant à un changement complet des conditions climatiques et bathymétriques, qui dans toute l'Europe occidentale caractérise le Lusitanien épicontinental ; 4° la présence dans les couches en question de très nombreuses espèces de l'Argovien-Rauracien.

Il ne fait donc pas le moindre doute que la série calcaire supra-oxfordienne représente, ainsi que l'a indiqué Haug (2), le Lusitanien inférieur et moyen, le Séquanien étant, suivant les points, argileux ou sableux.

(1) A. BIGOT et J. ONFRAY. Faciès sableux de la zone à *Peltoceras athleta* dans l'Orne. *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 8<sup>e</sup> sér., t. IX, p. 20-21 et 72-78, 1936.

(2) *Traité*, p. 1057.

Le Kimeridgien se montre dans les falaises entre Villerville et Honfleur où il est souvent masqué par des éboulis, au cap de la Hève, à Villequier, où il est amené à l'affleurement par une faille ; il apparaît aussi dans le bombement du Pays de Bray.

Le Portlandien n'est représenté qu'en ce dernier point, mais la faille de la Seine le remonte en face de Rouen, où il se trouve à faible profondeur sous les alluvions.

**LUSITANIEN.** — Ainsi que nous venons de le dire, les trois sous-étages qui constituent le Lusitanien, peuvent être identifiés en Normandie.

**Argovien.** — Au-dessus de l'Oxfordien supérieur à *Peltoceras arduennense* et *C. cordatum*, une couche de galets perforés et de fossiles roulés, constitue la base de calcaires oolithiques blancs, en gros bancs, épais au total de 4 m. environ ; cette assise qui apparaît immédiatement à l'E d'Houlgate se suit jusqu'à Hennequeville. Certains lits à fausses oolithes ferrugineuses constituent l'oolithe brune de Trouville. On trouve dans ces calcaires, qui forment la base de l'Argovien, *Cidaris florigemma* (radioles), *Nucleolites scutatus* et des *Perisphinctes* habituellement rapportés à *P. Martelli* et à *P. variocostatus*, mais qui d'après Arkell (1) seraient en réalité *P. Parandieri*, *P. Cotonii*, *P. maximus*, *P. chloroolithicus*.

A la butte de Bénerville, ces calcaires à *Nucleolites scutatus*, supportent 25 m. de calcaires vacuolaires, avec récifs de Polypiers en place de 4 à 5 m. de hauteur, dont les intervalles sont comblés par des calcaires oolithiques à Nérinées, et par des boues calcaires consolidées avec radioles de *Cidaris florigemma* et moules de Mollusques (*Phasianella striata*, etc.). Les Polypiers sont principalement *Thamnastraea Lamourouxi*, *Centrastraea Moreana*, *C. microconos*. Les calcaires subordonnés renferment des colonies de *Solenopora jurassica* signalées par Oria et des masses lobées rapportées à des Algues par Bigot.

Les récifs se retrouvent à Trouville, compris entre des calcaires à *C. florigemma* et *Hemicidaris crenularis*, mais ils disparaissent aussitôt à l'E où la formation récifale est remplacée par des bancs à pisolithes, galets calcaires, fossiles roulés et encroûtés (coral rag), avec *Nerinella allica*, *Cerithium Struckmanni*, *Trigonopsis Venus*, surmontés par un lit de calcaire jaunâtre, épais de 0 m. 45, avec *C. florigemma*, Polypiers et Nérinées, qui représente la terminaison du récif de Bénerville.

Aux environs de Lisieux, de petits récifs en place, formés surtout de Polypiers branchus, sont séparés par des calcaires oolithiques avec moules de *Nerinea ferruginea* de grande taille ; ils se trouvent immédiatement sous les Sables de Glos et sont peut-être rauraciens.

**Rauracien.** — Les grès d'Hennequeville, dénomination impropre car il s'agit d'un dépôt calcaire irrégulièrement silicifié, ce qui a produit des bancs à surface mamelonnée, s'observent au-dessus de l'Argovien, entre Hennequeville et Villerville, avec une épaisseur voisine de 10 m. Vers le sommet un des bancs est couvert de *Trigonia Bronni* silicifiées, accompagnées de petits Gastéropodes également siliceux (*Procerithium Struckmanni*, *Ooactaeonina Stueri*). Cette assise qui renferme aussi de grands *Perisphinctes* (*P. tumulosus*), peut avec beaucoup de vraisemblance être attribuée au Rauracien (2). Vers le SE elle passe à des calcaires durs avec parties oolithiques et à des calcaires sableux.

**Séquanien.** — Dans les falaises, entre Hennequeville et Villerville, les couches précédentes supportent les argiles de Villerville, noirâtres, compactes, épaisses de 15 m., avec rares Ammonites (*Cardioceras alternans*, *Perisphinctes* gr. *Achilles*) et Lamellibranches (*Leda Cypris*, *Nucula Menkei*, *Astarte*

(1) Voir A. BICOR. Basse-Normandie, 1942, p. 51-52.

(2) A. BICOR en 1942 (Basse-Normandie, p. 52), cite de cette assise un *Cardioceras* voisin de *C. excautum* qu'il signalait en 1928 (Excursions..., p. 100) et en 1938 (légende de la feuille de Caen, 3<sup>e</sup> éd.) dans les calcaires à *Nucleolites scutatus*.

*corallina*, *Corbulomya glosensis*, *Pleuromya Bronni*) qui représentent le Séquanien marqué par un changement de faciès complet. *Ostrea deltoidea* apparaît au sommet des argiles. A la partie supérieure s'intercalent des plaquettes de lumachelles avec petits Gastéropodes (*Cerithium millapunctatum*, *Turritella corallina*) et des bancs de grès ferrugineux.

Vers le S, le faciès arénacé se développe progressivement, et dans la région de Lisieux, les argiles font place aux *sables de Glos*, rarement grossiers (Hermival-les-Vaux), dont la base est un calcaire oolithique à *Cardioceras gloseuse* et Nérinées. A Cordebugle, les sables, ténus et calcareux à petits galets de quartz, renferment plus de deux cents espèces de Mollusques d'une conservation parfaite avec Gastéropodes prédominants (1) ; on peut citer *Trigonia papillata*, *T. Oustaleti*, *Astarte supracorallina*, *Miodon elongatum*, *Turbo erinus*, *Nerita transversa*, *Pseudomelania collira*, *Cloughtonia abbreviata*, *Oonia Brasili*, *Pseudonerinea Clio*, *Cerithium Struckmanni*, *Cerithiella plicata*, *Ampullina clymenia*. L'épaisseur des sables peut atteindre 30 m., mais ils ont souvent été enlevés en partie sous le Crétacé (à Lisieux, ils n'ont de ce fait que 18 m.).

En Haute-Normandie, le Lusitanien a été traversé par les sondages de Clères (2) au N de Rouen, de Saint-Martin-du-Vivier (3), d'Incarville, près de Louviers et de Ferrières-en-Bray, sur des épaisseurs respectives de 118 m. 70, 106 m., 67 m. et 208 m. 60. Sauf à Incarville, des épisodes coralliens à *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis* et Polypiers ont été rencontrés et attribués au Rauracien, alors qu'à Bénerville et à Trouville on peut placer dans l'Argovien (non identifié dans les sondages) des couches à faciès et faune analogues. Au-dessus, à Clères et à Ferrières, viennent des marnes, laissées dans le Rauracien, mais qui paraissent plutôt correspondre au Séquanien argileux des falaises d'Hennequeville. A Incarville, au-dessus des calcaires considérés comme rauraciens, on a trouvé 13 m. 10 de sables et de grès, parallélisés avec les sables de Glos par Bigot et Fortin. Il y aurait donc, entre le N de Rouen et Louviers, passage du Séquanien argileux au Séquanien sableux, de même qu'entre le littoral et Lisieux ; ceci est d'autant plus vraisemblable qu'à Saint-Martin-du-Vivier, une masse argileuse sus-jacente aux calcaires à *H. crenularis* présente des intercalations gréseuses.

Les argiles du Bequet à *Phasianella striata*, qui affleurent par très basses mers à la pointe SW du cap de la Hève, sont rapportées au Séquanien.

KIMERIDGIEN. — Sur la rive gauche de la Seine, le Ptérocérien affleure d'une manière assez limitée entre Villerville et Honfleur ; il est formé d'argiles à *Ostrea subdeltoidea* surtout fréquente à un niveau et de calcaires marneux gris ou gris-bleu à *Pictonia Cymodoce*, *Holcostephanus Berryeri*, *Harpagodes Oceani*, *Pterocera Ponti*, *Ezogyras virgula*. Le calcaire coquillier de Sainte-Adresse, se montre à Saint-Gatien-des-Bois. Près de Honfleur le

(1) ZITTEL et GOUBERT. Note sur le gisement de Glos. *Journ. Conchyliologie*, avril 1861. — A. BIGOT et L. BRASIL. Sur la faune des sables jurassiques supérieurs du Calvados. 1<sup>er</sup> fasc. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. XXI, 1904. — A. BIGOT. Pseudomelaniadés des sables séquanien de Cordebugle (Calvados). *B. S. G. F.* (5), VII, p. 425-430, 1937.

(2) R. MARLIÈRE. Coupe géologique d'un sondage profond à Clères (Seine-Inférieure). *Ann. Soc. Géol. Nord*, LVI, p. 63-80, 1931.

(3) H. DOUXAMI. Sondage de Saint-Martin-du-Vivier. *Ibid.*, XXXVIII, p. 10-23, 1909.

Kimeridgien supérieur ou argiles à *Aspidoceras orthocera* est représenté, mais il est souvent masqué par des éboulis.

Sur la rive droite, le Kimeridgien s'observe de Sainte-Adresse jusqu'à Heuqueville (1). Le Ptérocérien comprend des bancs de calcaires marneux gris ou bruns, et des calcaires coquilliers, alternant avec des argiles et des marnes. Un niveau inférieur ou « calcaires à Trigonies » renferme *Pictonia Cymodoce*, *Nautilus giganteus*, *Pleurotomaria Hesione*, *Ostrea deltoidea*, *Trigonia papillata*, *Gervilleia kimeridgiensis*, *Pholadomya Protei*, *Exogyra Bruntrutana*; l'horizon supérieur ou « marnes à Harpagodes » contient surtout *P. Cymodoce*, *Holcostephanus Berryeri*, *Nautilus giganteus*, *Harpagodes Oceani*, *Chenopus intermedius*, *Pholadomya Protei*, *Ceromya excentrica*, *Thracia suprajurensis*, *Astarte mysis*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Rhynchonella inconstans*, *Rhabdocidaris Orbignyi*.

Les argiles où *E. virgula* pullule parfois, renferment des bois flottés et des restes de Poissons (*Lepidotus*, *Cyrodus*) et de Reptiles (*Teleosaurus*, *Pliosaurus*, *Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus*). Un peu avant le sommet du Ptérocérien se trouve un petit banc de grès micacé très constant, un peu au-dessus duquel d'après C.-P. Nicolesco, une lumachelle à *E. virgula* forme la première assise du Virgulien.

Enlevé par une érosion anté-crétacée au Cap de la Hève, le Virgulien dans lequel *E. virgula* est moins fréquente que dans le Ptérocérien, se montre entre Bléville et Heuqueville; il est constitué par des argiles marneuses et des marnes grises, bleuâtres ou brunâtres, en bancs épais, séparées par des calcaires marneux à *Pictonia Cymodoce* (à la base), *Aspidoceras Lallieri*, *A. orthocera*, *Harpagodes glauca*, *Pholadomya*, *Astarte*.

La faille de Villequier fait apparaître le Kimeridgien au travers du Crétacé, sur le bord S relevé.

L'étage est épais de 45 m. environ au Havre, et de 70 m. à Villequier; ces épaisseurs sont bien inférieures à celles que l'on a rencontrées, plus à l'E dans les sondages: 137 m. à Saint-Martin-du-Vivier, 180 m. environ à Incarville, 170 m. à Ferrières-en-Bray.

Des affleurements très réduits de Kimeridgien, comprenant les argiles inférieures à *E. virgula*, s'observent dans le Pays de Bray, entre Buicourt et Hanvoile, ainsi que près de Gancourt-Saint-Étienne et de Louvicamp. *Aulacostephanus* cf. *Eudoxus* a été trouvé près de Senantes.

**PORTLANDIEN.** — Les assises portlandiennes affleurent largement dans le centre du Pays de Bray où elles sont fortement relevées. Leur partie inférieure est constituée par des calcaires blancs lithographiques placés dans le Kimeridgien par A. de Lapparent, mais qui, renfermant *Gravesia gigas*, *Perisphinctes rotundus* et *Trigonia Edmundi* sont portlandiens (2). Épais de 4 m. environ, ces calcaires qui forment le plateau terminal du dôme du Bray, et sont exploités pour empierrement, supportent des lumachelles à *Exogyra virgula*, surmontées par 60 m. de marnes supérieures à *E. virgula*, avec vertèbres d'Ichthyosaures (Gancourt-Saint-Étienne, etc.).

Le Portlandien moyen comprend: 1° marnes blanches à *Ostrea catalaunica*; 2° sables et grès à *O. catalaunica*, *Anomia laevigata*, *Hemicidaris Hoffmanni* (3); 3° marne bleue à chaux hydraulique et lumachelle à *Ostrea dubiensis*, *Exogyra Bruntrutana*, etc.; 4° grès et poudingues à galets de quartz et de roches anciennes; 5° marnes bleues et calcaires avec les Huitres précédentes et *Cardium moricicum*.

Le Portlandien supérieur est formé de grès ferrugineux et siliceux à moules de *Trigonia*. Vers Gournay, on rencontre surtout des sables; près de Sully, des lentilles de grès calcaires incluses dans les sables ont fourni à

(1) C.-P. NICOLESCO. Contribution à l'étude géologique de la Haute-Normandie, 1934.

(2) HAUC. Traité, p. 1084. — P. LEMOINE. Bassin de Paris, p. 126. — Légende, feuille de Neufchâtel au 80.000°.

(3) Une grande exploitation a été ouverte près d'Hannaches, où l'on extrait les grès pour l'empierrement.

R. Laffitte (1) *Trigonia incurva*, *T. Edmundi*, *T. gibbosa*, *Cardium Pellati*, ainsi que *Perisphinctes gorei* et *P. lapideus*, Ammonites qui caractérisent la partie supérieure des Portland sands. On se trouve donc en présence d'un niveau correspondant au Bononien supérieur (confirmé par *T. gibbosa* et *T. incurva*, formes des Portland stones), que nous n'avons pas encore rencontré dans le Bassin de Paris, les assises sous-jacentes, étant du Bononien moyen et inférieur.

Le Portlandien, remonté par la faille de la Seine ou faille de Rouen

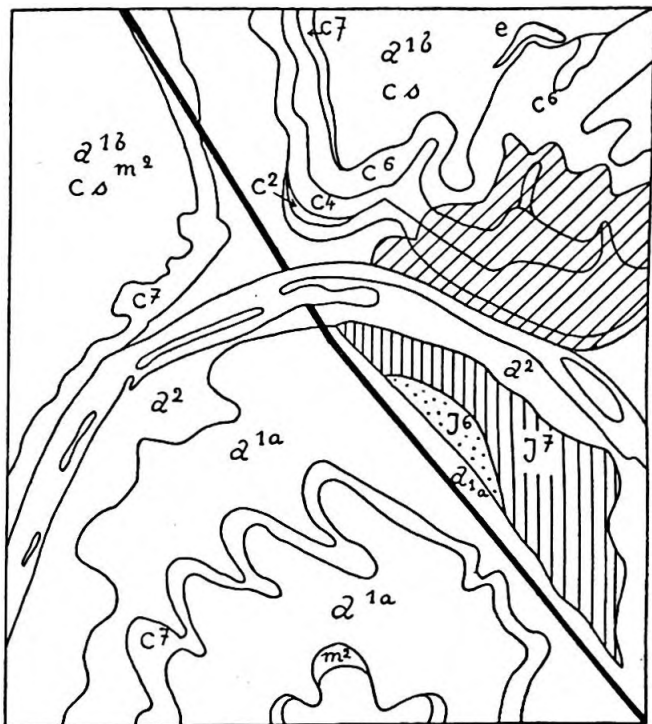


Fig. 24. — La faille de la Seine et le relèvement du Portlandien en face de Rouen.

J<sup>6</sup>, Bononien moyen ; J<sup>7</sup>, Bononien supérieur ; c<sup>1</sup>, Albien ; c<sup>2</sup>, Cénomannien ; c<sup>3</sup>, Turonien ; c<sup>4</sup>, Émarchérien ; c, argile à silex ; e, Éocène ; m<sup>2</sup>, sables de la Sologne ; a<sup>1a</sup>, alluvions anciennes ; a<sup>1b</sup>, limon des plateaux ; a<sup>2</sup>, alluvions modernes. Il n'est pas tenu compte du recouvrement de la faille par les alluvions.

se trouve à assez faible profondeur sous les alluvions, au N de la fracture, sur la rive gauche en face de Rouen (2), jusqu'à Sotteville. Les sondages pour la construction du viaduc d'Eauplet l'ont rencontré sous 15 à 27 m. 50 d'alluvions, de Cénomannien et d'Albien. Douxami

(1) R. LAFFITTE. Sur l'âge des sables à Trigonies du Jurassique terminal du Pays de Bray. *C. R. som. S. G. F.*, p. 155-156, 1939.

(2) G. F. DOLLFUS et R. FORTIN. Le Crétacé de la Région de Rouen. Congrès millénaire normand, 1911. — R. FORTIN. Contribution à l'étude du Gault et du Portlandien de Rouen. *Bull. Soc. Amis Sc. Nat. Rouen*, 1922.

a rappelé que Bucaille l'avait signalé à 6 m. sous les alluvions. Les sondages de Clères et de Saint-Martin-du-Vivier l'ont traversé respectivement sur 79 et sur 89 m. ; les assises sableuses et supérieures du Pays de Bray n'y sont pas représentées.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Les formations crétacées occupent plus des trois quarts de la superficie de la Normandie, mais, si l'on excepte quelques assises de leur partie inférieure et moyenne, elles sont très homogènes et présentent une grande uniformité. Leur étude nous retiendra donc moins longtemps que celle des terrains jurassiques, beaucoup plus variés et fossilifères, à quelques exceptions près.

Le Crétacé inférieur n'existe pas en Basse-Normandie, et ne se montre, d'ailleurs assez étroitement, que dans les falaises des environs du Havre et dans le Pays de Bray.

En ce qui concerne le Crétacé moyen, si l'Albien ne s'est avancé que jusqu'aux lisières de la Basse-Normandie, la transgression cénomaniennne a été d'une grande ampleur, atteignant le Massif armoricain après avoir débordé la limite des dépôts jurassiques, de manière à recouvrir directement les terrains anciens, au Mont Pinçon du Plessis-Grimoult, au S de Caen, et dans le Cotentin. Il est probable que la mer turonienne ne s'est pas établie très sensiblement en retrait par rapport à la mer cénomaniennne, mais les dépôts qu'elle a laissés ont été largement enlevés par l'érosion.

La craie blanche sénonienne, réduite à sa partie inférieure ou Emschérien, constitue le sous-sol de presque toute la Haute-Normandie, où elle n'affleure guère que dans les falaises et sur les flancs des vallées, étant presque partout ailleurs recouverte et masquée par l'argile à silex résultant de sa décalcification, elle-même surmontée très fréquemment par le bief à silex et par le limon des plateaux.

#### *Crétacé inférieur*

Le Crétacé inférieur est fort mal représenté en Normandie, par des formations presque entièrement continentales, difficiles à dater avec précision, qui ne s'observent que dans le Pays de Bray et dans la falaise de la Hève, jusqu'à Saint-Jouin.

Dans le Pays de Bray (1), au-dessus de sables à galets qui pour certains représentent du Portlandien supérieur de faciès wealdien, viennent en discordance sur le Jurassique, des sables très blancs avec lentilles d'argiles plastiques souvent réfractaires, activement exploitées entre Fontenay et Canny-sur-Thérain, et entre Ferrières et Forges-les-Eaux. Des veines charbonneuses et ocreuses à fragments de bois et débris végétaux renferment des Fougères, *Lonchopteris Mantelli*, *Pecopteris reticularis*, etc. A différents niveaux, et notamment vers le sommet, des poches de fossiles marins (2) (*Panopaea*

(1) A. DE LAPPARENT. Le Pays de Bray. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1879.

(2) P. LEMOINE. Sur la présence de fossiles marins dans le Néocomien inférieur du Pays de Bray. *Bull. Soc. Amis Sc. Nat. Rouen*, XLIII, p. 129-132, 1908.



*neocomiensis*, *Cardium subhillanum*, *Astarte numismalis*, *Leda Mariae*), attestent que la mer n'était pas loin et faisait des incursions dans la dépression où se déposaient les assises continentales correspondant au Wealdien. La série qui se termine par des argiles feuilletées et des grès ferrugineux est épaisse de 40 à 50 m. Sa position entre le Jurassique et les Sables et argiles panachés du Barrémien, permet de l'attribuer à l'HAUTERIVIEN.

Le BARRÉMIEN est continental, formé d'argiles très plastiques blanc grisâtre, bigarrées de jaune, rose, rouge ou violet ; elles disparaissent brusquement à la hauteur de Serqueux et on ne les retrouve pas plus au N. A leur base, on trouve fréquemment des sables argileux et des grès ferrugineux rougeâtres. Leur épaisseur est de 6 à 8 m. Les argiles sont exploitées à Vessencourt et Pont-qui-Penche, pour tuyaux de drainage, carreaux et tuiles.

L'APTIEN n'est connu que dans le SE du pays de Bray, entre Frocourt et Berneuil, où il est représenté par 2 m. de marnes argileuses d'un gris verdâtre à *Exogyra aquila* et rognons de grès ferrugineux, comprises entre les argiles panachées barrémiennes et les Sables verts albiens.

Au cap de la Hève, le Kimeridgien supporte directement des sables blancs, blonds, grisâtres ou brunâtres, rarement assez grossiers avec lits et veinules d'argiles de couleurs variées, grès et nodules ferrugineux, à stratification parfois entrecroisée. Leur épaisseur atteint 30 m. au Havre et 18 m. à Villequier où on les retrouve. Sur la côte, ils s'étendent jusqu'au S de Saint-Jouin. Leur base est généralement marquée par un lit d'hydroxyde de fer à blocs de grès ferrugineux.

Les fossiles y sont peu nombreux et mal conservés. Des débris charbonneux et pyriteux de bois, avec fruits de *Cedrus Lennieri*, se trouvent surtout à la partie inférieure ; on y a signalé également *Lonchopteris* aff. *Mantelli*. Des tubercules de *Taenidium pinnatisectum*, des tiges, spores et sporanges d'Algues, se rencontrent dans la partie moyenne, ainsi que des débris de Crustacés. Des moules de Mollusques en général limoniteux et informes, *Thetis laevigata*, *Arca*, *Ceromya*, *Perna*, *Trigonia*, Hoplitidés sont surtout fréquents dans des concrétions, vers le sommet, où les sables sont plus graveleux et plus chargés en argile bigarrée. Il est difficile de dater exactement cette formation ; il est probable qu'elle correspond aux sables et argiles hauteriviens du Pays de Bray (1), dont la présence dans les forages de Clères et de Saint-Martin-du-Vivier établit une liaison avec Villequier et la Hève, mais il n'est pas impossible que, comme le pense C.-P. Nicolesco, elle soit hauterivienne à la base, barrémienne au milieu et aptienne à la partie supérieure.

On ne connaît pas d'Aptien en place dans les falaises du Havre, mais des fossiles bédouliens et gargasiens remaniés, certains assez roulés, d'autres intacts, se trouvent à la base de l'Albien ; les principaux sont *Terebratula Dutempleana*, *Arca Gabrielis*, *Plicatula radiola*, *Exogyra*

(1) R. ARRARD. Sur l'extension des sables barrémiens et hauteriviens du Pays de Bray. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 227-229, 1937.

*aquila* (= *E. latissima*), *Parahoplites Deshayesi*, *P. Milleti*. On peut admettre qu'ils proviennent de dépôts argileux qui ont été détruits par la transgression albiennne.

### Crétacé moyen

Les sédiments albiens qui atteignent à peine la Basse-Normandie sont déjà beaucoup plus développés dans les falaises entre la Hève et Saint-Jouin, ils augmentent rapidement d'épaisseur vers l'E et sont bien représentés dans le Pays de Bray.

La grande transgression cénomaniennne a submergé toute la Basse-Normandie et atteint le Massif armoricain. Le Cénomaniennne forme, dans la partie orientale de l'Orne et du Calvados, le couronnement des plateaux, notamment dans le Pays d'Auge, reposant d'E en W sur des formations jurassiques de plus en plus anciennes, kimeridgiennes, lusitaniennes, oxfordiennes et calloviennes ; il constitue le sommet des falaises entre Honfleur et Houlgate. Plus à l'E, dans l'Eure, jusqu'à la vallée de la Rille, il apparaît largement dans les vallées et les zones basses (Pont-Audemer, Saint-Georges-du-Vieuvre, Thiberville, etc.). Dans le Pays de Caux on le voit, avec un beau développement, dans les falaises de la Basse-Seine (environs de Rouen, Tancarville au Havre, etc.) et dans les falaises côtières entre le Havre et le SW d'Étretat, ainsi qu'à Fécamp où il est remonté par une faille ; il se montre également quelquefois à la faveur de fractures, dans quelques vallées (vallées de la Lézarde et du ruisseau de Saint-Laurent, environs de Lillebonne, NE de Bolbec, Ganzeville). Il réapparaît dans le Pays de Bray. Un petit lambeau existe dans le Cotentin.

Le Turonien, le plus souvent masqué par l'argile à silex résultant de son altération, ne se voit dans le Calvados qu'en quelques points de l'E du département (Saint-Paul-de-Courtonne, Orbec) ; dans l'Orne, il se montre près de Laigle et de Longni.

Il se développe vers l'E, et dans l'Eure la craie turonienne recouverte d'argile à silex constitue presque tous les plateaux à l'W de la Rille. Vers l'E, il est surmonté par la craie sénonienne et n'affleure plus guère que dans les vallées ; il forme souvent la partie inférieure des falaises de la Seine à l'aval de Vernon, notamment entre ce point et les Andelys. Dans le Pays de Caux, le Turonien s'observe dans les falaises principalement entre Étretat et Fécamp ; il affleure aussi dans les vallées, notamment au NE du Havre, dans la région de Lillebonne, au SE de Fécamp, au N de Pavilly, de même qu'aux approches du bombement du Bray (vallée de la Varenne, etc.), sur le pourtour duquel il est très largement ramené en surface.

La série crétacée de Normandie est étudiée dans les travaux anciens de A. Passy (1), G. Lennier (2), E. Bucaille (3), et dans ceux plus ou

(1) A. PASSY. Description géologique du Département de la Seine-Inférieure, Rouen, 1832.

(2) G. LENNIER. Études géologiques et paléontologiques sur l'embouchure de la Seine. Le Havre, 1867.

(3) E. BUCAILLE. Description des Échinides fossiles du département de la Seine-Inférieure. *Bull. Soc. Géol. Norm.*, 1, p. 57-192, 1873. — Sur la répartition des Échi-

moins récents et pour la plupart cités antérieurement, de A. de Grossouvre, A. Bigot, G. F. Dollfus, R. Fortin, C.-P. Nicolesco.

ALBIEN. — Dans le Calvados, entre Trouville et Honfleur, le Kimeridgien supporte des sables ferrugineux à *Douvilleiceras mamillare*, associés à des argiles très glauconieuses (Villerville). A Honfleur, les sables avec bancs de grès, contenant *Exogyra aquila*, forme habituellement aptienne, peut-être remaniée, que l'on trouve aussi dans l'Albien de la Hève. A Saint-Martin-de-la-Lieue, des argiles glauconieuses à nodules et Ammonites phosphatées (*Hoplites interruptus*, *H. splendens*), surmontent directement les sables de Glos. Dans les vallées de la Touques et de la Calonne, l'étage est à l'état de sables grossiers glauconieux et d'argiles noires ; à Lisieux, on ne trouve que celles-ci, épaisses de 6 mètres.

Des assises semblables se montrent à Céton, dans l'Orne. Il est assez douteux que les argiles glauconieuses à *Ostrea vesiculosus* et nodules phosphatés de Montgaudri, soient albiennes ; elles sont plus probablement céno-maniennes.

Dans les falaises, depuis la Hève jusqu'à Saint-Jouin, au-dessus d'un banc à géodes et plaquettes ferrugineuses qui la sépare des sables du Crétacé inférieur, on rencontre une couche de graviers quartzeux et glauconieux, parfois cimentés par une argile gris-verdâtre, passant à des sables, grès et poudingues ferrugineux. Cette assise, épaisse de 4 m. à Villequier et de 7 m. au Havre est formée d'éléments roulés, parmi lesquels, certains plus volumineux sont des grès et des bois fossiles. C.-P. Nicolesco cite même du granite, ce qu'il serait intéressant de confirmer. Ce gravier renferme des formes aptiennes telles que *Exogyra aquila*, *Plicatula radiola*, *Parahoplites Deshayesi*, *P. Milleti*, probablement remaniées et provenant d'une assise détruite, associées à *Thetis laevigata* et à des espèces albiennes comme *Hoplites interruptus*, *Douvilleiceras mamillare*, *D. Cornuelianum*, ces Ammonites se trouvant dès la base. On rencontre aussi des pinces de Crustacés, des dents de Poissons, des débris de Crocodiliens. Nous pensons qu'il faut considérer qu'il s'agit non d'un horizon mixte Aptien-Albien, mais d'Albien avec éléments aptiens remaniés.

Au-dessus viennent des argiles noires, sableuses et glauconieuses, pyriteuses, présentant souvent à la base des sables quartzeux, glauconieux, avec, surtout vers la partie inférieure, fossiles roulés, nodules phosphatés, fruits de Conifères, bois charbonneux roulés. Ces argiles qui se voient surtout dans la falaise de Cauville (1) renferment à l'état de moules friables *Hoplites interruptus*, *H. splendens*, *H. auritus*, *Douvilleiceras mamillare*, *Mortonoceras inflatum*, *Rostellaria calcarata*, *Natica gaultina*, *Exogyra parvula*, *Inoceramus sulcatus*, *Plicatula radiola*, *Arca fibrosa*, *Trigonia caudata*, *Panopaea plicata*, *P. eliator*, *Cardiaster bicarinatus*, *Hemiasper minimum*, *Holaster laevis*, ainsi que *Exogyra latissima* (= *E. aquila*) en un exemplaire trouvé par C.-P. Nicolesco. Ces couches se montrent aussi à Gonfreville-l'Orcher et à Villequier.

Dans le Pays de Bray, l'Albien comprend à la base 15 m. environ de sables verts ou gris qui à la hauteur de Sainte-Geneviève-en-Bray passent à des argiles, et au sommet, des argiles tégulines du Gault, d'un bleu-noir à la base et grises et jaunes à leur partie supérieure. Ces argiles épaisses en moyenne de 15 à 25 m. mais pouvant les dépasser (2), sont exploitées pour faïence et poterie en de nombreux points (Auneuil, Villers-Saint-Barthélemy, Saint-Germain-la-Poterie, Lhéraule, Saint-Sulpice) ; elles renferment notamment *Hoplites splendens*, *Acanthoceras Lyelli*, *Nucula pectinata*. Sur une grande nides dans le système crétacé du département de la Seine-Inférieure. *A. F. A. S.*, p. 429-434, 1883, Rouen.

(1) C.-P. NICOLESCO. Sur la présence de *Exogyra latissima* dans l'Albien des environs du Havre, et de sa valeur stratigraphique. *Bull. Soc. Géol. Norm.*, XXXVIII, 1935.

(2) R. ABRARD. Les variations d'épaisseur des argiles du Gault dans le pays de Bray. *C. R. som. S. G. F.*, p. 53-55, 1937.

partie de son parcours, la faille du Bray s'observe le long de ces argiles fortement redressées.

Les forages entre le Pays de Bray et la Seine (Clères, Saint-Martin-du-Vivier, Pavilly, etc.) ont rencontré un Albien très développé.

**CÉNOMANIEN.** — Tout à fait classique à Rouen et au cap de la Hève, l'étage comprend les assises suivantes de bas en haut :

1<sup>o</sup> Marnes micacées grisâtres, très chargées en silice gélatineuse, avec nodules gréseux et pyrites, paraissant correspondre en partie à la gaize des Ardennes, visibles à Honfleur, Villequier, Gonfreville, Notre-Dame-de-Gravenchon, et surtout dans la région du Havre, où l'on trouve des fossiles souvent calcédonieux : *Hoplites auritus*, *H. splendens*, *Mortoniceras inflatum*, *M. rostratum*, *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *Holaster suborbicularis*. Pour ceux qui désirent employer ce terme, il s'agit de Vraconien.

2<sup>o</sup> Craie glauconieuse sableuse, plus ou moins argileuse (*Ostrea vesiculosa* var *lateralis* à Eauplet), passant à une craie marneuse et à des grès glauconieux, avec cherts, soit en bancs, soit autour des Spongiaires, et durcissements irréguliers.

Les grands spongiaires (*Hallirhoa costata*, *Discodermia agariciformis*, *Siphonia pyriformis*), se rencontrent surtout vers le sommet ; on y trouve de nombreux fossiles parmi lesquels *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *Turrilites tuberculatus*, *Exogyra columba*, *E. conica*, *Chlamys asper*, *Neithea quinquecostata*, *Lyra lyra*, *Terebratula biplicata*, *Terebratella pectita*, *Kingena lima*, *Rhynchonella compressa*, *Pseudodiadema ornatum*, *Discoidaea subuculus*, *Hemiasiter bufo*, *Epiaster distinctus*, *Holaster nodulosus*.

Dans sa moitié supérieure, la plus fossilifère, cette assise est une craie grisâtre piquetée de glauconie, noduleuse, souvent séparée en un horizon différent, mais qui appartient à la même zone que la glauconie ; c'est la craie du cap de la Hève, et du sommet des falaises entre Villers et Houlgate, et dont les blocs éboulés très fossilifères, fournissent des Bryozoaires. A la Hève, ce niveau est souvent jaunâtre et forme de gros bancs séparés par des lits réguliers de silex. Dans l'Orne, il est à l'état de calcaires tendres ou sableux qui prolongent la craie grise du Calvados et comme elle, surmontent directement le Jurassique ; à Coulonges-les-Sablons, on y a trouvé des Spongiaires Lithistidés (*Koleostoma Godeti*, *Placoscyphia communis*), d'une très belle conservation.

3<sup>o</sup> Craie glauconieuse supérieure, dans laquelle on peut distinguer au Cap de la Hève :

a) Craie grise, glauconieuse, légère, avec petits nodules bruns phosphatés, à *Hoplites falcatus*, *Schloenbachia Coupei*, *Acanthoceras Mantelli*, *Hamites simplex*, *Scaphites aequalis*, *Avellana cassis* ;

b) Craie gris jaunâtre noduleuse, avec parties sableuses, quartz, glauconie, avec lits irréguliers de silex noirs tachés de jaune : *Acanthoceras rotomagense*, *Scaphites aequalis*, *Turrilites costatus*, *Trigonia spinosa*, *Holaster subglobosus*.

Ces horizons supérieurs, qui ont presque partout été détruits par décalcation se voient surtout aux environs de Fécamp et de Saint-Jouin.

A Rouen, l'horizon supérieur, type du *Rotomagien* de Coquand, est très développé et particulièrement fossilifère à la côte Sainte-Catherine : c'est une craie blanchâtre ou grisâtre, plus ou moins glauconieuse, tantôt compacte, tantôt tendre, renfermant entre autres *Nautilus elegans*, *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras rotomagense*, *A. cenomanense*, *A. Gentoni*, *Scaphites aequalis*, *S. obliquus*, *Hamites simplex*, *Baculites baculoïdes*, *Turrilites costatus*, *Avellana cassis*, *Dentalium rotomagense*, *Exogyra conica*, *Neithea quinquecostata*, *Rhynchonella compressa*, *Lyra lyra*, *Salenia scutigera*, *Discoidaea subuculus*, *Pseudodiadema variolare*, *Holaster subglobosus*.

La puissance moyenne de l'étage en Haute-Normandie est d'une cinquantaine de mètres ; on le désigne souvent sous le nom de *Craie glauconieuse*.

Vers le S, la base de la craie glauconieuse supérieure passe vers la Ferté-

Bernard à la partie supérieure des Sables du Maine (bancs de la Butte à *Acanthoceras rotomagense*, *Scaphites aequalis* et *Turrilites costatus*) ; sa partie moyenne passe dans l'Eure aux Sables du Perche, tandis que tout à faire au sommet, les Marnes à Ostracées n'apparaissent que dans la région de Connerré. Vers l'W, dans le Calvados, la zone à *A. rotomagense* n'atteint que quelques points de l'E du département, ayant été ailleurs enlevée par érosion.

Dans le Pays de Bray, le Cénomaniens est formé de bas en haut par les assises suivantes : 1° Marne légère grisâtre, très siliceuse, poreuse (gaize), débutant par une argile sableuse bleuâtre à *Mortoniceras inflatum*, *M. rostratum*, *Hoplites auritus*, *Ostrea lateralis* (20 à 25 m.) ; 2° Craie glauconieuse en bancs d'un gris-verdâtre (Hodenc-l'Évêque), débutant par une argile très glauconieuse, vert foncé ou noire ; *Schloenbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *A. sarthacense*, *A. rotomagense*, *Turrilites costatus*, *Chlamys asper* ; on y trouve des nodules phosphatés ; 3° Craie en plaquettes, blanchâtre, avec quelques silex gris.

Le Cénomaniens du Cotentin consiste en de petits lambeaux discontinus autour de la dépression de Carantan. Ce sont des sables micacés ou des grès silicifiés, avec *Orbitolina concava* et *Exogyra conica* reposant soit sur le Lias,

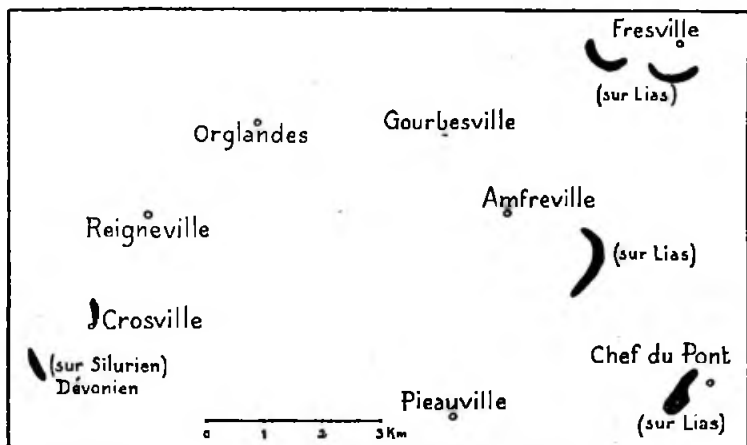


Fig. 25. — Les lambeaux cénomaniens à Orbitolines du Cotentin.

comme à Fresville et Chef-du-Pont, soit sur le Trias, soit même sur les terrains anciens.

**TURONIEN.** — La craie turonienne ou *Craie marneuse*, blanche ou grisâtre, en général assez tendre mais parfois noduleuse, le plus souvent sans silex, sauf à sa partie supérieure, est épaisse de 12 m. à Saint-Jouin, 45 m. à Fécamp, 60 m. à Yport, 75 m. à Grosly, au NE de Pavilly, 95 m. à Rouen (1). On peut y distinguer trois niveaux : 1° craie de base, souvent noduleuse, dure, subcristalline, rosée à sa partie inférieure, peu fossilifère : dents de Poissons, à grandes Ammonites (*Mammites nodosoides*, *Pachydiscus lewesiensis*), *Echinoconus subrotundus*, *Inoceramus labiatus* (commun), *Rhynchonella Cuvieri* (fréquente), *Camerospongia fongiformis*.

2° Craie en gros bancs dépourvue de silex, sans stratification apparente avec rares *Inoceramus labiatus*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Echinoconus subrotundus*.

(1) Cette épaisseur qui s'accroît d'W en E dépasse 150 m. à Paris dans certains forages.

3<sup>e</sup> Craie grisâtre, noduleuse et magnésienne, tachetée de rouille, avec quelques lits de silex noirs, tabulaires à la partie supérieure ; on y trouve *Ptychodus decurrens* (dents et écailles), *Spondylus spinosus*, *Terebratulina rigida* (= *T. gracilis* auct.) (1), *Holaster planus*. La partie tout à fait supérieure, en général durcie, au contact du Sénonien est caractérisée par *Scaphites Geinitzi*, *Nautilus laevigatus*, *Micraster breviporus* (= *M. Leskei*).

Sur le pourtour du Pays de Bray et dans les vallées voisines, le Turonien, épais de 60 m. environ, est une craie blanche ou grisâtre, plus marneuse que la craie sénonienne, généralement sans silex, se débitant à l'air en menus fragments, très utilisée pour le marnage des terres. En certains points, on peut y reconnaître trois horizons superposés, à *Inoceramus labiatus*, à *Holaster planus*, *Cidaris subvesiculosa*, *Terebratulina rigida*, à *Micraster breviporus* (ce dernier bien visible à Goincourt), mais le plus souvent, la rareté des fossiles ne permet pas de distinguer ces subdivisions.

### Crétacé supérieur ou Sénonien

La craie emschérienne, correspondant à la moitié inférieure du Sénonien, est un élément constitutif essentiel de la Haute-Normandie, et particulièrement du Pays de Caux auquel elle impose sa morphologie. Elle est magnifiquement exposée dans les falaises, dépassant parfois 120 m. de hauteur, entre le SW d'Étretat et l'embouchure de la Somme. Ce sectionnement des plateaux crétacés, qui date du Quaternaire récent, montre non seulement la série des assises qui les constituent, mais en fait également comprendre la topographie ; les « valleuses », vallons secs suspendus, au-dessous desquels s'écoulent souvent en cascades les circulations diaclasiennes fréquentes sous les thalwegs, interrompent la monotonie de leurs murailles élevées.

Cette craie sénonienne, ou *Craie blanche* proprement dite, dont nous avons antérieurement donné la composition (p. 108), présente des cordons de silex très réguliers. On y rencontre à divers niveaux des brèches crayeuses formées de fragments de craie et de débris de silex, avec ciment trituré de craie durcie et parfois de calcaire plus ou moins dur ; C.-P. Nicolesco qui les a signalées les classe en brèches crayeuses marines ou diagénétiques, en grands bancs formés sur les fonds marins par remaniement de la craie, et en brèches crayeuses continentales ou métasomatiques, en blocs isolés, formées presque sur place après émergence (2).

Les assises crayeuses ne sont en général pas horizontales dans le détail (3) ; elles sont ondulées et brisées, et en plus de leur fendillement normal, présentent de nombreuses fractures donnant souvent lieu à des dénivellations. Certains bancs ont leur surface supérieure ravinée et durcie par exondation.

L'épaisseur de la craie emschérienne de la Haute-Normandie, qui est le prolongement de celle de la Picardie et du centre du Bassin de

(1) D'après G. F. DOLLFUS et R. FORTIN, la Terebratuline qui caractérise cet horizon (Craie de Blosseville-Bonsecours), doit être rapportée à *T. rigida*, et non à *T. gracilis*, forme aturienne (Le Crétacé de la région de Rouen, note p. 13, 1911).

(2) C.-P. NICOLESCO. Contribution à l'étude des brèches crayeuses. *C. R. som. S. G. F.*, p. 205-207, 1929. — Nouvelle contribution à l'étude des brèches crayeuses. *Ibid.*, p. 145-147, 1934.

(3) Id. Contribution à l'étude structurale de la craie du Pays de Caux. *Bull. Soc. Géol. Norm.*, XXXVIII, 1935.

Paris, diminue d'E où elle peut atteindre 150 m., en W, où elle est de 100 m. à Tancarville, 80 m. à Doudeville, 70 m. à Wattetot, quelques mètres à Gonfreville-l'Orcher. Ceci est dû pour la plus large part à ce que vers l'W, une masse de craie de plus en plus grande a été détruite et enlevée par l'érosion, qui n'a pas laissé subsister de Sénonien en Basse-Normandie, en mettant à part, bien entendu, les lambeaux du Cotentin, tout à fait indépendants. D'après Nicolesco, une des meilleures coupes est celle de la falaise de Bénouville près d'Étretat.

L'Aturien n'est pratiquement pas représenté en Normandie où il a été soit enlevé par érosion, soit transformé en argile à silex. Tout au plus peut-on signaler l'avancée de la craie à Bélemnites de l'Île-de-France jusque dans la région d'Étrépagny et d'Écos. Les lambeaux du Cotentin, de faciès très différent, sont des jalons entre la région méditerranéenne et celle de Maestricht.

La stratigraphie du Crétacé supérieur de Normandie s'établit ainsi qu'il suit :

CONIACIEN. — 1° Craie noduleuse dure, blanc jaunâtre, souvent magnésienne, parfois exploitée comme pierre de taille, à parties pulvérulentes, en bancs épais séparés par des silex plus ou moins diffus; *Micraster cor testudinarium* var. *normanniae*, *Echinocorys vulgaris*, *Hemimaster nasutus*, *Cidaris clavigera*, *C. sceptrifera*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella plicatilis*, *Ostrea lateralis*, *O. semiplana*, *Spondylus striatus*; épaisse de 15 à 20 m., cette assise est visible entre Étretat et Yport, à Saint-Étienne-du-Rouvray, etc.

2° Craie calcaire blanche, rude au toucher, avec cordons de silex chertoux noirâtres, à *Micraster cor testudinarium* (= *M. decipiens*), *Holaster placenta*, *Echinocorys vulgaris*, *Echinoconus conicus*, *Ancistrocrania ignabergensis*, *Inoceramus involutus*, *I. Mantelli*, *Spondylus Dutemplei*, *S. spinosus* (1); (craie de Dieppe W, Rouen-Sotteville, Quevilly, etc.).

SANTONIEN. — 1° Craie grenue, sèche, tendre et traçante en bancs plus ou moins épais, pétris sur une quinzaine de mètres de spicules de Spongiaires, Bryozoaires, associés à de grands *Inoceramus Lamarcki* var. *Cuvieri*. On y trouve également *Porosphaera globularis*, *P. patelliformis*, *Serpula filiformis*, *Echinocorys vulgaris*, *Echinoconus conicus*, *Micraster intermedius*, *Cidaris clavigera*, *Marsupites ornatus*, *Ostrea semiplana*, *Pycnodonta vesicularis*, *Neitheia quadricostata*, *Spondylus spinosus*, *Lamna appendiculata*. Cette craie renferme des silex très gros et isolés, ou plus petits et en cordons; elle a une très grande extension et est souvent exploitée pour marnage et chaux grasse. La base correspond à la craie à Bryozoaires et à silex zonés de Dieppe et d'Elbeuf; la masse se voit à Dieppe (avec silex cariés), à Bray-les-Mareuil, à Criel-sur-Mer, à Lignemare, à Orival, etc. C.-P. Nicolesco signale qu'au-dessus et au-dessous du principal niveau fossilifère, les Bryozoaires se rencontrent surtout, dans des anfractuosités de silex.

2° Craie blanche à gros silex noirs branchus, disséminés ou en lits; elle renferme *Echinocorys vulgaris* var. *striata* de grande taille, ainsi que *Micraster cor anguinum* et *Marsupites ornatus* et ne présente que des affleurements peu nombreux: Paluel, entre Caudebec et Pavilly, Belbeuf.

CAMPANIEN. — La craie à Bélemnites inférieure de l'Île-de-France ne s'observe que dans la partie orientale du département de l'Eure, aux environs d'Étrépagny où elle est exploitée pour chaux, et d'Écos qu'elle ne dépasse guère; elle est blanche, tendre, traçante, avec gros silex noirs, et ren-

(1) C.-P. NICOLESCO. Au sujet de *Spondylus spinosus* SOWENBY qui était considéré à tort comme fossile caractéristique. *C. R. som. S. G. F.*, p. 103-105, 1930.

ferme *Porosphaera globularis*, *Echinocorys vulgaris* (= *Ananchytes ovatus*), *Offaster corculum*, *Terebratula carnea*, *Belemnitella quadrata*.

**MAESTRICHIEN.** — Le Calcaire à *Baculites* du Cotentin, étudié par J. Denoyers, E. Vieillard et G. Dollfus (1) et A. de Grossouvre, forme des lambeaux discontinus dans la dépression centrale, aux environs de Fresville et d'Orlandes, où il repose tantôt sur les terrains anciens, tantôt sur le Trias ou le Lias, tantôt sur le grès glauconieux à Orbitolines du Cénomanién.

La formation peu épaisse (2 m. 50 à 3 m. en moyenne,) débute le plus souvent par un poudingue (0 m. 20 à 0 m. 30) formé de galets de roches anciennes, de grès siluriens et de grès à Orbitolines, cimentés par un calcaire jaunâtre ; puis viennent des bancs de calcaire compact jaunâtre avec quelques lits sableux. Le calcaire est pour sa plus grande partie constitué par des débris de fossiles, coquilles roulées, Bryozoaires, et de Grossouvre le considère comme un sable calcaire fortement aggloméré.

La faune qui comprend notamment *Verticillites Ellisii*, *Salenia maestrichtiensis*, *Hemiasiter prunella*, *Echinocorys meudonensis* (*Ananchytes ovatus*, auct.), *Terebratula ciplyensis*, *Rhynchonella octoplicata*, *Magas pumilus*, *Thecidea papillata*, *Crania parisiensis*, *Ancistrocrania ignabergensis*, *Pycnodonta vesicularis*, *Alectryonia frons*, *Inoceramus Cuvieri*, *Neithea quadriscostata*, *Baculites anceps*, *Parapachydiscus neubergicus*, *Pachydiscus colligatus*, *P. gollevillensis*, *Hoplites Lafresnayeii*, *Scaphites constrictus*, *S. Verneuli*, *Belemnitella mucronata*, a plus d'affinités avec Maestricht qu'avec Meudon.

De Grossouvre a considéré qu'il s'agissait d'une formation littorale devant avoir son équivalent dans la craie blanche du centre du Bassin de Paris ; nous pensons qu'elle correspond plutôt à un horizon élevé non représenté dans celui-ci, équivalant à peu près au tuffeau de Maestricht.

**Argile à silex.** — Formée sur place *per descensum*, l'argile à silex résulte de la décalcification de la craie par des eaux infiltrées chargées d'anhydride carbonique (2). Elle constitue un manteau qui sur tous les plateaux des régions crétacées, aussi bien dans le Pays d'Auge que dans l'Eure et le Pays de Caux, recouvre la craie ; interrompu seulement par les vallées, ce revêtement affleure surtout sur leurs versants, masqué ailleurs par le limon des plateaux auquel il passe par le bief à silex provenant de son remaniement.

L'argile à silex proprement dite, rouge ou rouille, tenace, est essentiellement un amas de silex, entiers ou à peine brisés, non roulés, souvent recouverts d'un cortex noirâtre, mélangés à une argile parfois sableuse et à un limon brun qui comblent les vides.

Elle s'observe sur le Turonien et le Sénonien, où son épaisseur est variable, pouvant être réduite à quelques centimètres sous des assises tertiaires imperméables qui ont empêché l'infiltration des eaux dissolvantes, et avaient pu lors de la transgression en détruire une partie.

Cette formation remplit par places des poches très profondes plus ou moins ramifiées : 20 m. près de Saint-Martin-d'Aspres (Orne) ; 30 m. dans la craie turonienne à la Futelay (Eure) ; 50 m. dans le Sénonien à Étretat. Sur les versants où elle affleure, et où on l'exploite pour l'empierrement, elle passe à des formations solifluées. Sur le Cénomanién, l'argile à silex est jaunâtre et sableuse dans le Calvados, bru-

(1) E. VIEILLARD et G. DOLLFUS. Étude géologique sur les terrains crétacés et tertiaires du Cotentin. *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 2<sup>e</sup> sér., IX, p. 5-133, 1874-75 (1875).

(2) B. BRAZNIKOV la définit comme une argile *colluviale* (c'est-à-dire renfermant une substance apportée, mélangée au résidu conservé en place), avec silex résiduels et complexe évoluant du type E ( $\text{Si}^2 \text{ Al Fe x H}_2\text{O}$ ).



nâtre dans la Seine-Inférieure. Au contact avec la craie sénonienne et turonienne, elle est fréquemment jaunâtre.

Les silex permettent de savoir aux dépens de quelle craie a été formée l'argile résiduaire ; ceux du Sénonien moyen sont gris, zonés ou non ; ceux du Sénonien inférieur sont jaune bois ; ceux du Turonien sont noirs, et ceux du Cénomaniens sont d'un noir grisâtre ou verdâtre. Des fossiles peuvent également servir de repères ; un lambeau d'argile à silex avec Bryozoaires et *Cidaris* qui surmonte le granite de Flamanville, témoigne de l'ancienne extension du Sénonien.

Nous avons déjà indiqué (p. 216) relativement à l'âge de l'argile à silex, que la destruction de la craie dont elle résulte a commencé à se produire dès l'exondation du Sénonien supérieur, et se poursuit de nos jours. En ce qui concerne celle de Normandie, A. Bigot a considéré que le stade de formation le plus ancien était éocène ; mais, le fait que le Thanétien l'a remaniée, prouve que dès le début du Tertiaire inférieur une épaisseur importante d'argile d'altération était déjà formée. Ceci

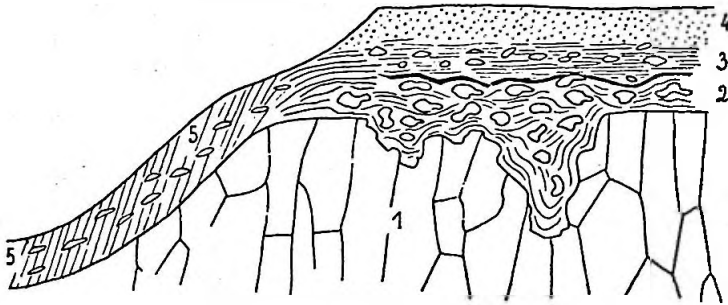


Fig. 26. — Schéma du passage de l'argile à silex au bief et aux formations de pentes solifluées.

1, craie ; 2, argile à silex (silex entiers) ; 3, bief à silex (silex remaniés et fragmentés) ; 4, Ilmon des plateaux ; 5, formations solifluées (éclats de silex dans gangue argileuse ou head).

a été admis par B. Brajnikov (1) qui paraît cependant restreindre l'acception du terme lorsqu'il écrit que l'argile à silex proprement dite est développée sur la craie, là où celle-ci a été recouverte par des formations sableuses tertiaires ou quaternaires.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Les formations tertiaires, bien qu'assez variées, ne jouent qu'un rôle tout à fait accessoire dans la constitution géologique de la Normandie, les plus étendues n'étant qu'une avancée dans le département de l'Eure des assises nummulitiques de l'Île-de-France.

Sur la rive droite de la Seine, dans le Vexin normand, celles-ci qui ne dépassent guère Écos sont représentées par du Sparnacien, surmontant directement la craie, du Cuisien et du Lutétien. Sur la rive gauche, du SW de Vernon à l'E de Louviers, en relation avec le bord

(1) B. BRAJNIKOV. Recherches sur la formation appelée « argile à silex » dans le Bassin de Paris. *Revue Géogr. phys. et Géol. dyn.*, vol. X, fasc. 1, p. 7-87, 1937.

méridional affaissé de la faille synclinal de la Seine, on retrouve la même série au-dessus du Sénonien ; vers le SE, aux environs de Vernon, dans le prolongement de la zone appelée par G. F. Dollfus le synclinal de Neauphles, il s'y ajoute du Bartonien et du Sannoisien.

Dans la vallée de l'Eure, le Lutétien moyen repose très souvent directement sur la craie blanche ; cependant, sur la rive droite, il y a fréquemment interposition de sables rapportés au Cuisien, qui se retrouvent en un certain nombre de points de la rive gauche, notamment à Irreville, Dårdez, Reuilly.

Les sables de Fontainebleau stampiens, que l'érosion a fait disparaître presque partout, sont conservés en place aux environs d'Évreux, et remplissent çà et là des poches de la craie entre l'Iton et la Seine. Les Sables de la Sologne attribués au Burdigalien ont laissé des lambeaux importants dans les vallées de la Seine et de l'Eure entre Vernon et Évreux ; on les observe en poches réduites dans la basse vallée de la Seine, jusqu'à Caudebec et la Hève, et même jusqu'à Étretat.

Dans le Pays de Caux, le Tertiaire inférieur constitue de multiples lambeaux peu étendus rapportés au Thanétien et au Sparnacien. A l'W d'Évreux, dans le Pays d'Ouche, le Lieuvain, sur le plateau d'Houlgate, les lambeaux généralement rapportés au Thanétien par analogie avec le Pays de Caux sont considérés comme stampiens par R. Furon.

Les lambeaux tertiaires du Cotentin, presque tous marins, qui s'étagent du Lutétien au Pliocène, ne dépendent plus du Bassin de Paris. Si en effet au Lia, et d'une manière plus douteuse au Crétacé, le golfe du Cotentin était ouvert à l'E, étant certainement pendant le premier et peut-être pendant le second, tout au moins au Cénomaniens, une indentation au NW de ce bassin, il paraît certain qu'il n'en a plus été de même dès le Lutétien. Il est permis de penser avec A. Bigot, qu'à l'Éocène moyen, la mer a franchi le seuil de la région basse de Lessay et de la Haye-du-Puits, mettant le Bassin du Cotentin relié au Bassin de Paris, en communication avec le golfe de Saint-Malo. On peut même aller plus loin, et voir la mer venant de ce dernier, franchir le seuil en question et ne former qu'un golfe ouvert vers l'W, la liaison avec le Bassin de Paris se faisant par le tour de la presqu'île.

En ce qui concerne le Vindobonien et le Redonien, il n'est pas douteux que, contrairement à l'opinion d'un certain nombre d'auteurs, il y avait golfe ouvert à l'W, communiquant avec celui de Saint-Malo, et n'en étant qu'une dépendance ; ce golfe était évidemment fermé à l'E, le Bassin de Paris étant émergé et la Manche n'étant pas ouverte. Des conditions tout à fait analogues se sont poursuivies pendant le Pliocène, après le retrait de la mer de la plupart des positions qu'elle occupait en Bretagne.

THANÉTIEN. — Des affleurements peu étendus, probablement réduits par une couverture plus récente, de sables quartzeux peu grossiers, blancs ou rose clair, parfois grisâtres ou jaunâtres, consolidés par places en grès tendres ou très durs, sont disséminés sur le Pays de Caux. A la base se trouvent des blocs mamelonnés, englobant des silex de la craie, qui forment souvent des brèches et conglomérats siliceux très durs. Les grès sont tantôt

calcaires, tantôt siliceux. En quelques points, les grès ont fourni des fossiles : Veules et Dieppe (*Cardita multicosata*, *C. pectuncularis*, *Cucullea crassatina*, *Crassatella bellovacina*, *Tellina pseudo-donacina*, *Turritella circumdata*, etc.), la Haye-en-Lyons près de Rouen (*Cardita multicosata*, *Lucina scalaris*, *Tellina pseudo-donacina*, *Turritella circumdata*), Saint-Nicolas-de-Blicquetuit (1) près de Caudebec, dans les blocs repris par les alluvions anciennes (*Cardium*, *Cytherea*, *Turritella*, etc.), qui conduisent à attribuer au Thanétien cette formation qui par des lambeaux épars se relie aux sables de Bracheux. Les grès durs ont été exploités pour pavage et construction à Val-au-Grès, aux environs de Bolbec, Gueutteville-les-Grès, etc. La plus grande épaisseur, de 20 à 25 m., s'observe au S de Fécamp, et autour de Bréauté et de Bolbec.

Les sables de Bracheux proprement dits, rattachés à ceux de l'Île-de-France, se voient dans le Vexin normand, aux environs de Gisors, à l'W et au N de l'Epte, que dans le département de l'Eure, ils ne dépassent pas vers le S. Ils sont blancs, gris ou jaunes, parfois glauconieux, sans fossiles ; à leur base se trouvent souvent des blocs de grès volumineux.

**SPARNACIEN.** — Dans le Vexin normand, ce sous-étage, ou plutôt cet ensemble de faciès fluviatiles, fluvio-marins et lagunaires du Londonien, est diversement représenté ; il est surtout formé de sables jaunes ou gris et de grès avec intercalations d'argile rouge, noire ou grise. Des argiles plus ou moins ligniteuses et pyriteuses à écailles de Poissons (*Lepidosteus Mazimiliani*) sont exploitées à Neaufles-Saint-Martin et à Noyers ; des argiles à *Cyrena cuneiformis* se voient à Guitry et se retrouvent à Gaillon, entre Seine et Eure, où le Sparnacien est assez bien développé dans une zone synclinale.

De nombreux lambeaux disséminés sur toute la surface du Pays de Caux sont rapportés, d'une manière assez dubitative pour beaucoup, d'entre eux, au Sparnacien. Une stratigraphie en place ne s'observe qu'en quelques points privilégiés tels que le N de Saint-Pierre-en-Val et l'W de Dieppe (2), et très souvent ces vestiges qui surmontent la craie avec ou sans interposition de Thanétien, se présentent effondrés et plus ou moins remaniés (3) dans des poches de la craie. On rencontre de bas en haut : 1° sables et grès quelquefois en dalles d'un volume de plusieurs mètres cubes (Héruppes au N de Bolbec), attribués au Sparnacien par Nicolesco, mais qui sont probablement au moins en partie thanétiens, ainsi que l'ont admis Parent, Dollfus, Munier-Chalmas, Morellet, pour l'W de Dieppe (6 à 7 m. de sables surmontant la craie au-dessus d'un lit de silex verdils) et la région de la forêt d'Eu ; 2° complexe d'argiles, noires, brunes, grises ou vertes, sableuses vers leur partie inférieure, faisant dans les gisements en place, suite aux sables précédents ; elles ont fourni des fossiles : *Scrobiculabra Condaminei* à la base (N de Saint-Pierre-en-Val d'après Munier-Chalmas), et plus haut *Ostrea* aff. *sparnacensis*, *Cyrena antiqua*, *C. cuneiformis*, *Neritina globulus*, *Melania inquinata*, *Potamidés* (*Tympanotonus*) *funatus*, qui ne laissent aucun doute sur leur âge sparnacien ; 3° galets le plus souvent noirs, roulés et bien calibrés, appelés galets avellanaires, tantôt répandus à la surface du sol, tantôt emballés dans un sable jaunâtre, qui peut être cimenté, donnant des poudingues et des grès dans lesquels R. Fortin a trouvé à Saint-Saëns *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Potamidés funatus* ; horizon considéré comme l'équivalent des sables de Sinceny, qui, par leur faune de Mollusques saumâtres à laquelle s'associe *Nummulites planulatus*, sont un faciès de passage du Sparnacien lagunaire au Cuisien marin, mais dépendent déjà de celui-ci, dont ils forment la base.

(1) C.-P. NICOLESCO. Découverte de grès fossilifères marins, d'âge probablement thanétien, près de Saint-Nicolas-de-Blicquetuit, au Sud de Caudebec (Seine-Inférieure). *C. R. som. S. G. F.*, p. 279-280, 1931.

(2) H. PARENT. Note sur les terrains tertiaires du Pays de Caux. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXII, p. 1-15, 1894. — L. MORELLET. Étude du Tertiaire de la carrière des « Quatre-Vents », près Dieppe. *B. S. G. F.* (4), VI, p. 84-87, 1906.

(3) C.-P. Nicolesco y a même signalé des silex taillés.

**CUISIEN.** — Les sables de Cuise, avec généralement à leur partie inférieure des galets noirs très roulés représentant le niveau de Sinceny, épais encore de 7 à 10 m. dans le Vexin normand, diminuent d'épaisseur vers le S et le SW. Entre Seine et Eure où ils sont ravinés par le Calcaire grossier, ils sont très réduits par places, mais puissants encore de 3 m. à Gaillon. Ils sont ténus, micacés, souvent glauconieux, gris devenant fauves par altération ; en Normandie, ils ne sont fossilifères qu'au Mont-de-Magny (*Alveolina oblonga*, *Nummulites planulatus*, *Velates Schmieдели*, *Turriella Solanderi*, etc.) où ils sont consolidés en grès à Nummulites à la base et présentent plus haut une assise démantelée à moules de *Velates* ; ailleurs, ils sont azoïques, les coquilles ayant probablement été dissoutes.

Dollfus attribue à cette formation les sables d'Irreville, Dardez et Reuilly, entre Eure et Iton, qui étaient considérés comme sparnaciers par Munier-Chalmas.

**LUTÉTIEN.** — Le Calcaire grossier montre ses quatre zones dans le Vexin normand où les environs d'Écos (Authernes, Fontenay-en-Vexin, Civières, Cahaignes) sont réputés pour le grand nombre d'Échinodermes qu'ils ont fourni à l'abbé Sorignet (1). La série dont l'observation est depuis longtemps devenue difficile comprend :

Zone I) Calcaire glauconieux avec galets et dents de Squales, reposant sur les sables de Cuise, puis calcaire sableux glauconieux à *Nummulites planulatus* remaniés et nombreux Échinides : *Macropneustes minor*, *Marettia grignonensis*, *Euspatangus subovatus*, *Cassidulus faba*, *Echinanthus issyavensis*, *Lenita patellaris*, *Coelopleurus radiatus*, etc.

Zones II et III) Calcaire sableux blanchâtre, avec quelques grains de quartz et de glauconie, irrégulièrement endurci : *Nummulites laevigatus*, *Linthia subglobosa*, *Lenita patellaris*, *Pygorhynchus grignonensis*, etc., Bryozoaires et nombreux Mollusques ;

Zone IV) Calcaire dur (6 à 7 m.), pétri de *Fabularia discolithes*, avec *Orbitolites complanatus* et *Alveolina Bosci*, en bancs plus ou moins réguliers interrompus par places par un calcaire sableux à *F. discolithes* et *Lenita patellaris*.

Dans la vallée de l'Eure, le Lutétien supérieur (zone IV), seul représenté est souvent directement transgressif sur la craie ; il est constitué par (2) : 1° sable graveleux à galets ; 2° calcaire à Milioles à stratification entrecroisée, parties durcies, poches et nids de fossiles (faciès de Pacy-sur-Eure), avec *Cerithium giganteum* à la base, épais de 10 à 15 m. ; 3° calcaire à *Cyrena compressa*, *Ampullina rustica*, *Potamidés cinctus*, *Batillaria echinoides*, etc., bien développé autour de Chaignes et de Douains ; 4° calcaire grossier saumâtre à Cérithes (*Potamidés cristatus*, *P. lapidum*, *C. denticulatum*, *Dissotoma mumia*, etc.), débutant parfois par une couche de marne que Dollfus a parallélisée avec « le banc vert » ; des plaquettes siliceuses à *P. lapidum* se rencontrent jusqu'aux environs d'Évreux ; cette assise a une composition très variable suivant les points. A Douains, une couche à faune mixte paraît former le passage au Bartonien saumâtre.

Le Lutétien du Cotentin forme dans le N de la dépression centrale, à Fresville, Gourbesville, Hauteville, Orglandes, des lambeaux reposant sur le Trias, le Lias ou le calcaire à *Baculites maestrichtien*. On y distingue : 1° calcaires avec galets et *Lithothamnium* (calcaire noduleux), Échinides (*Echinolampas Derancei*, *Linthia pomum*), Mollusques (*Lima spatulata*, *Chama calcarata*, *Hipponyx cornucopiæ*, etc.) ; 2° faluns tendres ou sableux, avec nombreux Foraminifères (*Orbitolites complanatus*, *Alveolina elongata*, Milioles, etc.) ; 3° calcaires à Milioles et faluns sableux à Cérithes, à *Orbitolites*

(1) Abbé SORIGNET. Oursins fossiles de dix arrondissements du département de l'Eure, 1850.

(2) G. F. DOLLFUS. Observations géologiques faites aux environs de Louviers, Vernon et Pacy-sur-Eure. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XIX, 1897. — P.-J. CHÈDEVILLE. Géologie et Paléontologie des environs de Pacy-sur-Eure. *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Eibeuf*, 1897.

*complanatus*, *Alveolina elongata*, *Fabularia discolithes*, Polypiers, *Echinocyamus altavillensis*, *Goniocardium Heberti*, *Delphinula princeps*, *Potamides Athenasi*, etc. ; cette assise, développée à Néhou, Fresville, Hauteville, renferme une très riche faune de Mollusques d'une fort belle conservation ; L. et J. Morellet y ont signalé des Algues calcaires ; 4° calcaires avec empreintes de Cérithes.

L'épaisseur totale atteint à peine 10 m. La faune de Mollusques étudiée par DeFrance, puis par M. Cossmann et G. Pissaro (1) comprend 864 espèces, dont plus de la moitié (463) ne se retrouvent pas dans le Bassin de Paris ; les formes communes avec la Basse-Loire sont très nombreuses. Il s'agit de couches correspondant très vraisemblablement au Calcaire grossier saumâtre du Bassin de Paris, mais restées plus marines. Les caractères fauniques montrent que l'on n'est pas en présence d'une dépendance de ce bassin, mais d'une région intermédiaire entre lui et ceux de Safré et d'Arthon.

On trouve assez souvent sur la plage de Saint-Aubin-sur-Mer des individus roulés de *Nummulites laevigatus*, provenant d'une plage suspendue ; elles proviennent des zones I ou II, non représentées dans le Cotentin. A. Bigot rappelle que des *Nummulites* auraient été rencontrées dans des dépôts résiduels sur le plateau d'Houlgate et à Croisilles.

**BARTONIEN.** — Les sables de Beauchamp, représentés par un calcaire gréseux peu cohérent, verdâtre, peu fossilifère, d'une épaisseur réduite en général à 1 m. 50 ou 2 m., s'observent dans le secteur au NW de Vernon, à Saint-Étienne-sous-Bailleul, Saint-Pierre-de-Bailleul, etc. Au fond de Courcaille, près de Pacy-sur-Eure, G. F. Dollfus a signalé une couche argilo-sableuse à *Psammocarcinus Hericarti* entre le Calcaire grossier supérieur et le calcaire de Saint-Ouen.

Le calcaire de Saint-Ouen, fossilifère entre Chaignes et Douains, se montre en quelques points entre la Seine et l'Eure ; il est constitué par des calcaires blanchâtres avec lits marneux.

Le Bartonien supérieur s'observe dans la même région que le calcaire précédent ; il est bien développé entre Douains et la Heunière. Il comprend à la base un calcaire dur, bréchiforme, blanc, jaunâtre (6 à 8 m.), avec flonets de calcite, correspondant au calcaire de Champigny, et au sommet par des marnes blanches ou verdâtres souvent grumeleuses.

Un bloc de calcaire lacustre ludien, d'origine ignorée a été trouvé dans le port du Havre (2).

A l'E d'Argentan, des blocs épars de grès paraissant se relier aux grès à *Sabalites*.

**SANNOISIEN.** — Bien développé entre la Seine et l'Eure, l'étage comprend à la base des argiles et marnes vertes mal stratifiées, sans fossiles, avec marnes blanches fendillées à rognons blancs ou verdâtres, et au sommet, les formations de la Brie, épaisses de 6 à 8 m., à l'état de calcaire siliceux gris, fistuleux, très dur, parfois meulièrement et exploité pour construction et empiérement (la Heunière, Brécourt), surmontant une marne blanche farineuse de même épaisseur qui peut parfois le remplacer.

Dans le Cotentin, les argiles noires à Corbules de Rauville à *Potamides plicatus* et le calcaire de Saint-Sauveur-le-Vicomte à *Nystia Duchasteli*, considérés comme leur équivalent lacustre, sont placés dans le Sannoisien. D'après A. Bigot, le calcaire lacustre de Gourbesville, duquel on a cité entre autres *Limnaea longiscata*, *Planorbis planulatus*, *Potamides perditus*, ne serait pas éocène, mais en réalité superposé aux argiles à Corbules.

**STAMPIEN.** — Les sables de Fontainebleau entièrement quartzeux, blancs ou gris, mais souvent rubéfiés, parfois chargés de muscovite, dé-

(1) M. COSSMANN et G. PISSARO. Faune éocénique du Cotentin. *Bull. Soc. Géol. Norm.*, t. XIX à XXIV, 1900-1905.

(2) P. JODOT et C.-P. NICOLESCO. Découverte d'un bloc de calcaire lacustre ludien dans le port du Havre. *C. R. som. S. G. F.*, p. 152-154, 1933.

bordent largement le Bartonien et le Sannoisien qui ne sont pas représentés sur la rive gauche de l'Eure. Depuis la Seine jusqu'au delà de l'Iton, ils sont conservés en lambeaux peu étendus qui, à partir de l'Eure, reposent directement sur la craie ou l'argile à silex, ou bien en poches dans la craie, souvent à flanc de coteau. Leur partie supérieure est fossilifère à la Bonneville, au SW d'Évreux, ou G. F. Dollfus (1) a signalé *Ostrea cyathula*, *Cyrena conveza*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Potamides plicatus*, *P. Lamarcki*, *Marginella inflata*, *Bullina exerta*. Ce point de la vallée de l'Iton est le plus occidental où l'on connaisse des sables stampiens fossilifères, en place; la faune correspond au niveau d'Ormoys-la-Rivière.

Les sables, grès et poudingues de l'W de la Seine (pays d'Ouche, Lieuvin), en nombreux lambeaux discontinus entre la Seine, l'Eure et la Touques, considérés autrefois comme thanéliens par analogie avec ceux de la Seine-Inférieure, sont, avec raison, semble-t-il, attribués au Stampien par R. Furon (2), pour qui l'Éocène inférieur n'a pas dépassé vers le SW la Seine et l'Eure, tandis que les sables de Fontainebleau ont été beaucoup plus largement transgressifs vers l'W. Des grès durs et poudingues, associés à des sables et argiles avec limonite de concentration, des plateaux à l'E de la Dives et du plateau d'Houlgate pourraient également être oligocènes.

CHATTIEN. — Le calcaire de Beauce, sous forme de calcaire blanc avec *Hydrobia Dubuissoni*, *Limnaea cornea*, *L. Tombecki*, *Planorbis cornu*, *Chara medicaginula* a été rencontré dans le vallon de l'Abreuvost près de la Bonneville, mélangé aux sables stampiens fossilifères, dans une très vaste poche de la craie.

BURDIGALIEN. — Les sables granitiques de la Sologne, forment des lambeaux souvent assez étendus, et des poches dans la craie, vestiges d'une nappe qui s'est épanchée du Massif Central vers l'emplacement de la vallée de la Basse-Seine, probablement déjà indiquée topographiquement. Ils se trouvent à des altitudes diverses, ce qui paraît dû à ce qu'en un certain nombre de points ils sont descendus ou remaniés. Ces sables sont constitués par des grains de quartz hyalin ou d'un blanc mat, peu roulés, associés à des débris de feldspaths plus ou moins kaolinisés et quelquefois à du mica blanc. Ils sont grossiers mais en général bien calibrés, mêlés à une argile grise, blanche, rouge ou jaune, provenant de l'altération des feldspaths, qui peut passer à des lits épais d'argile plastique qui ont été exploitées pour poteries ou pour le dégraissage de la laine à Mélamare, Ymare, Saint-Aubin-Celloville, Belbeuf, la Bonneville. Les sables sont utilisés un peu partout où on les rencontre.

Cette formation n'est pas stratifiée et renferme fréquemment des silex de la craie fragmentés, des galets tertiaires, des meuliers de Brie et de Beauce, ces derniers débris devenant de moins en moins fréquents vers l'aval. Elle est très développée sur les plateaux de la Seine au-dessus de Vernon et de Rouen, de même que sur ceux de l'Eure, et largement exploitée. Dans le Pays de Caux, on la connaît en petites poches effondrées dans la craie, quelquefois superposée aux sables thanéliens, aux environs de Pavilly, Caudebec, Maulévrier, Saint-Nicolas-de-la-Haie, Bolbec, Mélamare, la Hève, Étretat, etc. En aucun point, elle n'a fourni de fossiles. C.-P. Nicolesco l'a, sans en donner les raisons, attribuée à l'Helvétien.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les faluns vindoboniens et redoniens du Cotentin ne dépendent pas du Bassin de Paris; il en est de même des marnes et argiles pliocènes à *Nassa prismatica* et *N. conglobata* du Bosq d'Aubigny qui paraissent s'étendre sous les alluvions modernes du marais de Carentan, vers Feugères, Marchesieux et Saint-Martin-d'Aubigny.

(1) G. F. DOLLFUS. L'Oligocène fossilifère près d'Évreux. *C. R. som. S. G. F.*, p. 69-71, 1923.

(2) R. FURON. Observations sur le Crétacé et le Tertiaire à l'Ouest d'Évreux (Eure). *B. S. G. F.* (5), IV, p. 493-514, 1934.

**PLIOCÈNE.** — En l'absence de toute preuve paléontologique, on attribue avec le plus grand doute au Pliocène des cailloutis élevés, correspondant peut-être à d'anciennes terrasses, formés d'amas graveleux grossiers, avec souvent débris granitiques et meuliers (Gisors, etc.) et silex crétaeux de différents horizons. D'après Dollfus, ils se relient peut-être aux graviers élevés de Saint-Prest.

Ces dépôts sont, d'après P. Lemoine, disposés en nappes à 70-120 m. au-dessus de l'étiage des cours d'eau, et leur épaisseur ne dépasse pas 3 m. Ils sont souvent exploités pour ballast et empierrement sur les plateaux de la Seine et de l'Epte, notamment au-dessus de Gisors et de Vernon.

#### FORMATIONS QUATÉNAIRES

Les dépôts quaternaires de Normandie comprennent des formations littorales dont certaines marines, telles que les plages suspendues, les argiles et tangles flandriennes ; des alluvions récentes fluvio-marines, très développées dans l'estuaire de la Seine ; des alluvions fluviales anciennes et modernes ; des formations continentales, dépôts de solifluxion, bief à silex, limon des plateaux.

*Le Quaternaire du littoral.* — Les plages soulevées monastiriennes qui s'observent jusqu'à 15 m. au-dessus du niveau actuel de la mer s'observent surtout sur le littoral du Cotentin (1) ; il en existe une très nette dans le Calvados à Saint-Aubin-sur-Mer et à Luc-sur-Mer ; les sables renferment *Cardium edule*, *Purpura lapillus*, *Buccinum undatum*, espèces actuelles non émigrées.

A Saint-Côme-de-Fresné et Asnelles-Belle-Plage, L. Guillaume (2) a découvert des dépôts monastiriens et flandriens, surmontant le Bathonien. A la base se trouvent des sables glauconieux à *Mytilus edulis* et *Modiola modiolus* supportant une couche de tourbe compacte renfermant également ces deux Mollusques dont le second ne se trouve plus dans la Manche. Au-dessus vient une argile verte mélangée de tourbe avec Mammifères : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus*. Ces dépôts se continuent sous la mer et des molaires de *E. primigenius* ont été à plusieurs reprises reprises draguées par les pêcheurs (3) ; ils se terminent par une tourbe spongieuse flandrienne.

Pendant le retrait de la mer qui a suivi le Monastirien, se sont établies des tourbières (marais de Carentan, embouchure de l'Orne, où la « phase du Pin » est à 13 m. au-dessous de la mer), dont le début remonte au Néolithique, et qui ont été submergées lors d'une transgression flandrienne récente, et recouvertes d'argiles à *Scrobicularia piperata* ou de tangles sableuses à *Cardium edule*.

A Luc-sur-Mer, une tourbe récente renferme des Mollusques continentaux actuels, *Cyclostoma elegans*, *Limnaea patula*, *Planorbis rotunda-*

(1) A. BIGOT. Les terrasses pléistocènes du littoral du Cotentin. *S. G. F.*, Livre jubilaire, vol. I, p. 133-149, 1930.

(2) L. GUILLAUME. Dépôts monastiriens et flandriens de Saint-Côme-de-Fresné et Asnelles-Belle-Plage (Calvados). *C. R. som. S. G. F.*, p. 118-120, 1939.

(3) J. MERCIER. Observations sur les gisements d'*Elephas primigenius* ALUM. en Basse-Normandie. *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 8<sup>e</sup> sér., VI, p. 6-11, 1933.

tus, *Helix variabilis*, qui se retrouvent dans les lits sableux de la tourbe moderne qui à Asnelles surmontent sur la plage la tourbe flandrienne.

Entre Grandcamp et l'embouchure de l'Orne, on trouve sur la plate-forme littorale de nombreux blocs de roches exotiques atteignant souvent 2 à 3 mètres cubes ; ce sont surtout des roches cristallines, granites, granulites, diabases, gabbros, amphibolites, provenant de la Bretagne, des îles anglo-normandes, de la Hague (1). Ces blocs ont été transportés par des glaces flottantes antérieurement à la formation de la terrasse lmarine monastirienne dans laquelle on en rencontre des galets amenés de la même manière.

*Formations d'estuaires.* — Les estuaires et embouchures des cours d'eau, Orne, Dives, Touques et surtout Seine, montrent un grand développement de dépôts modernes, qui constituent le sous-sol de plaines parfois très larges, couvertes principalement de prairies à fond tourbeux et de marais à Carex. Dans l'estuaire de la Seine, ces dépôts sont formés de sables, de sables vaseux, de tangué, de vase avec lits de graviers, galets et tourbe, d'argile, de limon noirâtre ou brunâtre qui se poursuivent plus ou moins loin vers l'amont dans la Seine maritime, certains dépassant Rouen. A leur base, on trouve, les séparant de leur substratum, des sables grossiers ou des cailloutis à coquilles marines, *Cardium*, *Lutreria*, *Littorina*, *Purpura*, et parfois des tufs crayeux durs.

Ces formations sont épaisses de 30 m. environ au Havre, à Gravilla, à Caudebec, à Lillebonne, à Harfleur ; elles renferment des coquilles actuelles ainsi que des instruments néolithiques. La tourbe noire et quelquefois assez compacte, avec Mollusques continentaux (*Cyclostoma*, *Paludina*, *Limnaea*, *Planorbis*, *Pupa*, *Helix*) et débris de Mammifères (Éléphant, Bœuf, Cheval, Cerf, etc.), se présente en couches ne dépassant guère 1 m. d'épaisseur, alternant avec des dépôts marins ; dans la région du Havre, on l'atteint entre 6 et 18 m. au-dessous du niveau de la mer, sa présence étant très constante. Devant Criquebœuf, une tourbière montre des troncs d'arbres.

Le mode de formation et les conditions de dépôt des vases qui encombrant l'estuaire de la Seine et notamment les ports latéraux, par exemple de Honfleur à Villerville, et de Tancarville au Havre, ont été étudiés par J. Bourcart et ses collaborateurs (2) qui sont parvenus à la conclusion qu'il ne s'agit pas d'un sédiment normal déposé par gravité, mais qu'elles résultent de l'accumulation de flocons qui ne sont pas, comme on l'a pensé, le résultat de la coagulation de la charge colloïdale des rivières par le chlorure de sodium, puisqu'ils se forment dans des eaux très peu salées entre Tancarville et Rouen. Les flocons de 1 à 2 cm. de diamètre se déposent sur les basses plages, donnant des vases stratifiées.

(1) CH. VÉLAIN. Note sur l'existence d'une rangée de blocs erratiques sur la côte normande. *B. S. G. F.* (3), XIV, p. 569-575, 1886. — E. HUE. Les blocs erratiques des environs de Luc-sur-Mer (Calvados). Le Mans, Monnoyer, 1916.

(2) Nombreuses notes parmi lesquelles : J. BOURCART. Sur les vasières des estuaires de la Manche. *C. R. som. S. G. F.*, p. 73-74, 1939. — J. BOURCART. Sur l'origine des vasières de la Seine maritime. *C. R. Ac. Sc.*, t. 208, p. 758-760, 1939. — J. BOURCART, C. FRANCIS-BŒUF et B. RAJCEVIC. Sur le mécanisme de la sédimentation des vases dans les estuaires. *Ibid.*, t. 213, p. 1025-1028, 1941.



Les vases résultent de l'agglomération d'une substance sableuse pulvérulente par un liant d'origine organique, associé à des gels de fer ; une microfaune et une microflore (Flagellés, Bactéries, Diatomées, etc.) et des débris du plancton (Foraminifères, Coccolithes, Silicoflagellés, etc.) sont joints à ce complexe, ainsi que de très nombreux spicules d'Éponges siliceuses. Ces éléments se rencontrent jusqu'à la limite des marées, bien au delà de la pénétration des eaux salées. La vase tend à colmater les estuaires essentiellement le long des rives et plus rarement dans le chenal ; elle ne peut se former que grâce aux marées qui réalisent un apport biquotidien de grandes quantités de micromatériaux en suspension et l'existence de lieux de vitesses nulles.

*Alluvions fluviales.* — Les *alluvions anciennes* de la Seine sont très développées entre Vernon et Rouen, et plus discontinues vers l'aval où elles occupent cependant d'importantes superficies dans les méandres de Berville, de la forêt de Jumièges, de la forêt de Brotonne, etc. Normalement grises, et devenant jaune rougeâtre par attraction des éléments ferreux, elles sont formées d'éléments roulés arrachés à toutes les formations antérieures. Elles sont constituées par des sables, graviers, cailloutis, disposés en stratification entrecroisée, souvent déposés suivant leur densité et leur volume, et souvent associés à une gangue verdâtre argilo-sableuse. Les sables sont principalement quartzeux, mais renferment aussi des feldspaths plus ou moins altérés, du silic et du calcaire. A toutes les hauteurs, on observe des lentilles, traînées et poches de limons, d'argiles, sables, graviers et cailloutis, très irrégulièrement disposés. Les gros éléments sont des galets et des blocs parfois énormes à angles arrondis, et paraissant n'avoir pu être transportés que par les glaces, de meulière de Beauce et de Brie, de grès de Fontainebleau, de calcaire de Saint-Ouen, de poudingue de Nemours, et aussi de roches cristallines, granite, granulite, pegmatite, provenant du Morvan. Les silic de la craie et les chailles jurassiques sont très abondants.

Les alluvions anciennes de la Seine sont échelonnées en quatre niveaux (1), dont les plus élevés n'ont laissé que des lambeaux peu étendus : 1° terrasse de 90 à 100 m., vestiges à Tancarville (100 m.), E de Harfleur (90 et 95 m.), phare de la Hève (97 m.), à laquelle il faut peut-être attribuer les alluvions peu épaisses de la forêt de Jumièges (80-85 m.) et de la forêt de Mauny (140 m.) ; 2° terrasse de 55 m., comprenant les sables argileux rouges à silic roulés, sans galets granitiques, largement développés dans la forêt de Brotonne et entre Vatterville et Wuy ; 3° terrasse de 30 à 35 m. avec galets granitiques, qui au Trait est surmontée de limons à faune chaude (*Elephas antiquus*, *Cervus Belgrandi*) ; 4° terrasse de 12 à 18 m., bas niveau occupant de grandes surfaces, d'alluvions caillouteuses pouvant atteindre 10 à 12 m. d'épaisseur, renfermant une faune froide (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Felis leo*, *Bos primigenius*, *Equus caballus*) à Vernon, Saint-Aubin-Jouxte-Boulleng, etc. ; on y trouve des silic chelléens à la base, moustériens un peu plus haut, et vers le sommet des haches polies néolithiques. Il faut attribuer à cette basse terrasse, les alluvions argilo-sableuses du niveau des basses mers sur la plage du Havre, à silic chelléens, Cervidés et *E. primigenius*.

(1) E. CHAPUT. Recherches sur les terrasses alluviales de la Seine entre la Manche et Montereau. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXVII, n° 153, 1922-1923 (1924).

Les vallées des cours d'eau secondaires montrent des lambeaux d'alluvions anciennes se rapportant le plus souvent aux deux niveaux inférieurs. Dans les vallées de l'Eure et de l'Iton, les silex sont en général peu roulés.

Les alluvions anciennes sont activement exploitées, surtout dans la vallée de la Seine, pour ballast, empièchement, construction. Dans les vallées de la Touques et de la Rille, formées de graviers et de cailloux roulés (silex presque exclusivement), elles ne montrent, d'après A. Bigot, qu'une terrasse de 8 à 12 m. sur les deux bords de la première, tandis qu'on peut reconnaître dans la seconde trois niveaux, de 75 à 80 m. (Montfort-sur-Rille), 25 à 30 m. et 8 à 12 m. Dans la vallée de l'Orne, d'après le même auteur, s'observent trois terrasses de 60-85 m., 25 m. et 10 m., la plus basse ne comportant que des galets provenant du bassin hydrographique actuel.

Les *alluvions modernes* qui ont commencé à se déposer lors du remblaiement flandrien qui a suivi le changement du niveau de base, constituent le fond plat des vallées ordinairement couvert de prairies souvent plus ou moins tourbeuses ou marécageuses, s'élevant à peu près jusqu'à la limite des grandes crues. Elles sont, comme nous l'avons vu, très développées dans la vallée de la Seine maritime, avec un caractère fluvio-marin. Vers l'amont, de même que dans les vallées de l'Eure, de l'Iton et de l'Epte, elles sont formées de limons brunâtres et noirâtres avec quelques couches de tourbe et de lits de graviers souvent plats, grisâtres, empruntés aux alluvions anciennes.

Dans les vallées de la Rille et de la Touques ces alluvions récentes, bien représentées, consistent en des graviers et cailloux roulés, exploités près de Pont-Audemer, supportant des limons tourbeux. Les alluvions modernes renferment comme fossiles les Mollusques actuels des cours d'eau et les Mollusques terrestres du voisinage.

*Dépôts continentaux.* — D'après A. Bigot (1), la Basse-Normandie était pendant le Quaternaire surélevée d'au moins 200 m. et faisait partie d'une région à climat périglaciaire, l'action du froid s'étant, en certains points, fait sentir jusqu'à 8 m. de profondeur. Il en est résulté des *formations de solifluxion*, coulées boueuses comparables au *head*, qui occupent des surfaces importantes sur le flanc adouci des principales vallées, masquant dans celle de la Rille le raccordement des trois terrasses alluviales. Ces dépôts sont formés de fragments de silex taillés chelléens et moustiériens ; ils passent peu à peu à des limons contenant parfois des coquilles de *Pupa* et d'*Helix*.

Sur la côte, ces dépôts peuvent former des terrasses littorales très planes (Grandcamp). Ailleurs, la solifluxion a parfois modifié le pendage des couches ; dans la vallée du Laizon, les calcaires bathoniens ont été ainsi redressés.

Les *limons des plateaux*, d'origines et de modes de formation diffé-

(1) A. BIGOT. Rôle de la solifluxion dans la morphogénie et la morphologie des Collines de Normandie et du Maine. *C. R. Ac. Sc.*, t. 195, p. 1355-1357, 1932. — Basse-Normandie, p. 81-82. — Légende de la feuille de Lisieux au 80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> éd., 1939.

rents, occupent de très grandes superficies sur les calcaires de la Basse-Normandie, et sont encore plus largement développés en Haute-Normandie, à laquelle ils donnent sa fertilité, recouvrant notamment la plus grande partie de l'Évrecin et du Pays de Caux. C'est une formation argilo-sableuse brunâtre, disposée en pays crétacé, en zones diversement teintées, jaunâtres et calcaires en bas, rougeâtres et décalcifiées au sommet, séparées par des galets avellanaires et des silex éclatés et roulés. Dans la campagne de Caen, la partie inférieure, blonde et argilo-calcaire, ou *fauvet* avec poupées, est séparée par une ligne régulière de la partie supérieure, oxydée et décalcifiée ou *rougeaut* ; ce limon est moins sableux et plus argileux que le loess (1).

En Haute-Normandie, on trouve souvent dans la masse des limons des morceaux et des blocs de craie, de grès, de conglomérats, des Bryozoaires de la craie, des fragments de coquilles. En plus de grains de quartz abondants, ils contiennent des paillettes de mica blanc, des grains d'hydroxyde de fer (2).

Sur les calcaires jurassiques et les formations tertiaires, les limons deviennent graveleux et caillouteux à la base ; sur l'argile à silex, une zone intermédiaire est constituée par le *bief à silex*, plus argileux que le limon et moins que l'argile, chargé d'éclats et de débris de silex un peu remaniés. Les limons des plateaux atteignent une épaisseur de 10 m. en Basse-Normandie, et de 10 à 15 m. dans la Seine-Inférieure. Ils renferment parfois des restes d'*Elephas primigenius*, de *Rhinoceros tichorhinus*, et plus fréquemment des instruments chelléens et moustériens. A. Bigot signale qu'en Basse-Normandie ils se relient aux limons de solifluxion des vallées contenant la faune à *E. primigenius*. Ils peuvent dans leur ensemble être considérés comme contemporains des graviers supérieurs des bas niveaux des alluvions anciennes de la Seine. Ils sont exploités activement pour briqueterie et tuilerie.

Les *dépôts de pente*, et les *limons des fonds de vallées sèches*, d'une épaisseur réduite ne dépassant pas d'ordinaire 0 m. 50, et renfermant par places des silex taillés, sont beaucoup plus récents ; si certains peuvent être attribués au Pléistocène, ils sont pour la plupart subactuels ou actuels.

Des *tufs calcaires* ont fourni à Montigny près de Vernon et à Saint-Pierre-lès-Elbeuf des espèces chaudes disparues telles que *Helix Chouqueti* et *Zonites acieformis* et des silex moustériens ; ils sont plus ou moins reliés à des limons en rapport avec les alluvions anciennes. Des *travertins* plus récents se sont formés et se forment encore au voisinage des sources de la craie ; certains étaient assez importants pour avoir été autrefois employés dans la construction des églises aux environs de Pont-Audemer et de Honfleur. Des *brèches de pentes* sont formées lorsque le ciment calcaire réunit les silex des éboulis plus ou moins entiers.

(1) A. AZAM. Les limons de la Basse-Normandie (Pays d'Auge, Calvados, Cotentin). *Revue de Géogr.*, t. XI, fasc. 3, 1923.

(2) C.-P. NICOLESCO. Observations sur les divers limons du Pays de Caux et en particulier sur les limons des plateaux de Saint-Romain de Colbosc (S.-I.). *C. R. som. S. G. F.*, p. 152-154, 1930.

## CHAPITRE IX

### LA PICARDIE ET L'ARTOIS

Vers le N, les limites du Bassin de Paris sont beaucoup plus imprécises que dans toute autre direction ; il semble cependant qu'elles peuvent être marquées par l'axe de l'Artois qui s'est formé au Tertiaire sensiblement sur l'emplacement de la grande faille-limite qui borne vers le S le bassin houiller du Nord, fracture qui correspond au front de la dernière ride hercynienne. Ce pli qui se prolonge au NW par le Boulonnais auquel fait suite l'anticlinal du Weald et qui vers le SE rejoint la terminaison occidentale du massif ardennais a, du Bathonien, début de la transgression jurassique, à l'Albien inclus, constitué le bord septentrional du Bassin de Paris et il n'a été franchi que lors de la grande transgression cénomaniennne, qui a en même temps submergé l'Ardenne.

Pendant la plus grande partie du Crétacé moyen et supérieur, N du Bassin de Paris et Flandres n'ont fait qu'un, et après l'exondation maestrichtienne et daniennne, l'axe s'est abaissé de nouveau entre le Boulonnais et l'Ardenne, permettant l'arrivée des mers montienne et thanétienne jusque dans l'Ile-de-France.

Ultérieurement, pendant l'Éocène moyen et supérieur, et aussi pendant l'Oligocène, malgré l'établissement de relations directes par la Manche, avec l'Atlantique et les régions méditerranéennes, le Bassin de Paris, très réduit, n'a plus été qu'une partie d'un Bassin anglo-franco-belge. Il apparaît cependant légitime de donner la prééminence aux conditions qui ont régné jusqu'au Cénomaniennne, et de retrancher du Bassin de Paris tout ce qui est situé au N de l'axe de l'Artois.

La région étudiée dans le présent chapitre s'étendra donc au N jusqu'à une ligne partant du bord méridional du bombement jurassique du Boulonnais et passant par Arras, Cambrai, Hirson ; bien qu'un peu arbitraire, cette délimitation sépare vers l'W les affluents de la Canche de ceux de la Lys, et plus à l'E, ne recoupe certains de ceux-ci qu'à partir d'Aubigny, laissant au N la crête de Wimpy et les hauteurs de Souchez, dues à une reprise des plissements suivant l'axe, après la régression oligocène, et l'accusant dans la topographie.

Vers le S, nous considérerons la Picardie comme s'étendant jusqu'aux terrains tertiaires de l'Ile-de-France, et comme comprenant la partie septentrionale crétacée du département de l'Oise, et en direction de l'E elle se terminera par la Thiérache crétacée, la partie jurassique de celle-ci dépendant de la Champagne. L'ensemble du territoire qui va être passé en revue sera constitué par la Haute-Picardie, Amiénois, Santerre, Vermandois, Thiérache, moins la partie orientale de cette dernière, par la Basse-Picardie, Ponthieu, Vimeu, à l'exclusion du Boulonnais, et par la presque totalité de l'Artois.

La Picardie qui a fait l'objet d'un important travail de A. Deman-

geon (1), consacré principalement à sa géographie, est une plaine élevée, plutôt même un plateau dont le sous-sol est essentiellement constitué par la craie blanche sénonienne ; celle-ci n'affleure que dans les vallées et vallons, étant partout ailleurs recouverte par un manteau continu d'argile à silex supportant très généralement du limon. Dans son ensemble, ce plateau s'élève depuis la bordure de l'Île-de-France jusqu'au-delà de l'Authie, pour s'abaisser ensuite et se relever aux approches des collines de l'Artois. Ce mouvement est très progressif et de faible amplitude ainsi que l'attestent les cotes suivantes : + 203 entre Marseille-en-Bauvaisis et Grandvilliers, où le relèvement est dû à la proximité de l'axe du Bray ; + 111 au N de Montdidier ; + 160 à Pozières ; + 158 au N de Bernaville ; + 182 à Laherlière ; + 105 à Haute-Avesnes ; + 140 à Souchez ; + 132 à Vimy. Vers le N, au delà des collines de l'Artois, où se termine le Bassin de Paris, la chute est très brusque sur la Flandre.

Le plateau picard est, suivant l'expression de E. de Martonne, d'une grande indigence au point de vue du relief, ne présentant que des ondulations très adoucies avec les dépressions un peu plus accusées des vallons secs. Il est toutefois coupé par les vallées profondes de la Somme, de l'Authie et de la Canche ; le fond de la première est à la cote + 20 près d'Amiens, celui de la seconde à + 39 à Frohen-le-Grand, et celui de la troisième à + 21 à l'aval de Hesdin. Les flancs de ces vallées principales sont légèrement convexes. Les « rideaux » qui se présentent comme de vastes gradins sont une forme du sol particulière à la Picardie.

Du Tréport à Ault, la côte est formée de hautes falaises prolongeant celles du Pays de Caux, mais plus au N, elles se tiennent en retrait, le littoral étant constitué par des formations modernes. De l'embouchure de la Somme au Boulonnais, les collines crétacées sont séparées de la mer par plusieurs kilomètres de dépôts quaternaires récents, pour la plupart bordés par des dunes.

La Picardie se termine à l'E en Thiérache où, le long de la bordure méridionale de l'Ardenne affleurent des terrains jurassiques s'élevant jusqu'au Bathonien, et des terrains crétacés, inférieurs et moyens, étudiés dans un précédent chapitre (p. 102) qui s'enfoncent vers l'W sous le Crétacé supérieur.

En dehors du Sénonien, et de sa couverture d'argile à silex, les autres formations ne jouent qu'un rôle très effacé et tout à fait secondaire. L'Éocène inférieur a subsisté, entre l'Île-de-France et la Belgique, en de multiples lambeaux que l'on attribue au Thanétien et au Sparnacien et qui représentent ce que, à la suite du soulèvement de la Picardie, l'érosion a respecté des assises qui établissaient la continuité entre l'Île-de-France et le bassin belge. Vers le S, les buttes-témoins de terrains tertiaires, qui se complètent par le haut, sont relativement élevées et rompent la monotonie de la plaine crétacée.

Le Quaternaire est très développé et absolument classique dans la vallée de la Somme.

(1) A. DEMANGEON. La Plaine Picarde. Paris, A. Colin, 1905.

La Géologie profonde de la Picardie et de l'Artois est connue par un certain nombre de forages (1) parmi lesquels on peut citer ceux d'Amiens, Saigneville (Abbeville), Péronne, Guise. Le premier, partant de la cote + 22,75, atteint le Jurassique à 211 m. 30 de profondeur, et la base du Bathonien au contact avec les terrains primaires, à 570 m. 60 ; celui de Saigneville (+ 10 m.) traverse 18 m. 45 de Quaternaire et 49 m. 35 de Sénonien, atteint le Jurassique supérieur à 255 m. et le Dévonien à 403 m. 50 après avoir recoupé 27 m. de sables et marnes du Crétacé inférieur qui n'existent pas à Amiens ; à Péronne le sondage (cote + 50) trouve le Jurassique à 273 m. 60 et le Dévonien à 490 m. ; à Guise (cote + 90), le Lias, absent aux points précédents et comprenant du Toarcien, du Charmouthien et du Sinémurien, est trouvé à 234 m. et entre en contact avec le Gédinnien à 280 mètres.

La Picardie et l'Artois sont des régions de petite tectonique ; cependant, malgré la profondeur assez grande à laquelle il se trouve, elles peuvent compter parmi celles où le canevas hercynien a imposé avec le plus de netteté ses lignes directrices ; celles-ci, d'orientation armoricaine NW-SE, apparaissent avec une particulière évidence dans les vallées synclinales de la Somme, de l'Authie et de la Canche, rigoureusement parallèles à l'axe du Bray et aux failles du N de l'Artois entre lesquels elles sont comprises. Le bombement du Bray, anticlinal faillé qui a fortement relevé les assises crétacées encaissantes, fait, à la limite SW de la Picardie, apparaître le Crétacé moyen et inférieur, ainsi que le Jurassique supérieur, au travers du Sénonien ; c'est un des accidents tectoniques les plus importants du Bassin de Paris, comparable dans une certaine mesure au Boulonnais.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Le Crétacé inférieur qui apparaît dans le Pays de Bray et en Thiérache a été étudié précédemment ainsi que le Crétacé moyen. En dehors de ces régions et de leur voisinage, le Turonien s'observe dans les vallées de l'Authie, de la Canche et de la plupart de leurs affluents. Sur l'axe de l'Artois, le Sénonien a en beaucoup de points été enlevé par l'érosion, et la craie turonienne supporte directement l'argile à silex. Ça et là, la dénudation a même été suffisante pour laisser affleurer le Cénomaniens.

Le Crétacé supérieur constitue la presque totalité du sous-sol de la Picardie et de l'Artois.

#### *Crétacé moyen*

L'Albien et le Cénomaniens n'affleurent qu'en bordure de la région étudiée. Le Turonien, outre les points de Picardie et d'Artois indiqués plus haut se montre dans un certain nombre de vallées du Cambrésis.

(1) J. GOSSELET. Sondage fait à Guise à 27 m au-dessus du niveau de l'Oise. *Ann. Soc. Géol. Nord*, VI, p. 104-106, 1878-1879. — Les sondages du littoral de l'Artois et de la Picardie, *Ibid.*, XXXIV, p. 75-85, 1905. — J. GOSSELET et HERMARY. Coupe du sondage de Péronne. *Ibid.*, XXXIV, p. 349-350, 1905. — E. LEROUX et P. PRUVOST. Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *Ibid.*, LX, p. 70-96, 1935.

**CÉNOMANIEN.** — Se voit en quelques affleurements peu étendus de l'axe de l'Artois, où dans certaines petites vallées on peut même observer le contact avec son substratum dévonien (1). Ses niveaux inférieurs font défaut et il débute par le *tourtia*, marne glauconieuse verte avec à sa base galets de roches anciennes et nodules de phosphate de chaux qui ont été parfois exploités (Matringhem, Pernes, Beugin, Rebreuve, etc.). Le *tourtia* renferme *Exogyra columba*, *Chlamys asper*, *Acanthoceras rotomagense*, *A. Mantelli*, *Schloenbachia varians*, etc. Vers le haut, la glauconie disparaît peu à peu et on passe à des marnes grises puis blanches quelquefois dénommées *dièves blanches*.

**TURONIEN.** — Nous avons vu qu'en Normandie le Turonien se présentait sous la forme d'une craie avec ou sans silex, assez peu différente de la craie blanche sénonienne, qui est encore très développée vers la limite des départements de la Seine-Inférieure et de la Somme, dans les vallées de l'Eaulne, de l'Yères et de la Bresle. Cette craie, déjà plus marneuse dans le Pays de Bray se modifie progressivement vers le N et l'E et passe à des assises franchement marneuses, les *dièves* du Boulonnais, de l'Artois et de la Thiérache, de la même manière que le Turonien crayeux de la Champagne devient le plus en plus marneux vers le N pour se transformer en dièves en Thiérache. Seule la zone tout à fait supérieure reste partout à l'état de craie.

D'après A. de Grossouvre, qui s'appuie sur les travaux antérieurs de E. Hébert (2), N. de Mercey (3), Ch. Barrois (4), L. Cayeux (5), le Turonien de la région étudiée est constitué de bas en haut par les assises suivantes :

1<sup>o</sup> Marne calcaire blanchâtre, glauconieuse, à *Actinocamax plenus*, avec *Spondylus striatus*, *Neithea quadricostata*, *Ostrea lateralis*, surtout individualisée en Thiérache et entre Oise et Sambre, où elle atteint une épaisseur de 7 m. ;

2<sup>o</sup> Marnes bleues ou verdâtres à *Inoceramus labiatus* ou *dièves*, très argileuses en Thiérache et dans le Cambrésis, et devenant de plus en plus calcaires vers l'W et le S ; épaisses de 30 m. en moyenne, elles se développent et atteignent 46 m. dans le département du Nord où elles déterminent un important niveau aquifère. On les retrouve sur 20 à 40 m. en bordure S et E du Boulonnais.

3<sup>o</sup> Marnes argileuses blanches ou grises à *Terebratulina rigida* (*T. gracilis* auct.) et *Inoceramus Brongniarti*, alternant avec des bancs de craie sans silex. D'un blanc mat à l'affleurement, cette assise dont l'épaisseur ne dépasse guère d'ordinaire une dizaine de mètres, donne en Thiérache un niveau de sources très important. En profondeur, elle retient en Picardie (N du département de l'Oise, Somme, etc.) sous les plateaux une nappe qui alimente de nombreux forages (6). Désignée sous le nom de *marlettes*, elle se charge de plus en plus en calcaire vers l'W et vers le S.

4<sup>o</sup> Craie à *Micraster breviporus* (*M. Leskei*) avec *Pachydiscus peramplus*, *Prionocyclus Neptuni*, *Prionotropis papalis*, *Scaphites Geinitzi*. C'est la craie de Vervins ou craie à *cornus* ainsi appelée parce qu'elle renferme de gros silex branchus. Blanche ou grise en Thiérache, quelquefois marneuse, on y a distingué deux horizons dans le Cambrésis : a) craie blanche à *M. breviporus* et *Holaster planus*, passant au N à une craie grise glauconieuse, grossière avec

(1) Ces apparitions du Paléozoïque au travers du Crétacé, qui jointes à d'autres plus importantes situées au NW, jalonnent la ligne Boulonnais-Ardennes, contribuent à justifier la délimitation du Bassin de Paris par l'axe de l'Artois.

(2) E. HÉBERT. Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (2), XX, p. 605-634, 1863.

(3) N. DE MERCEY. Note sur la craie dans le nord de la France, *Ibid.*, p. 631-644, 1863.

(4) Ch. BARROIS. *Loc. cit.* Terrains crétacés des Ardennes, p. 392, 1878.

(5) L. CAYEUX. Mémoire sur la « Craie grise » du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XVII, p. 105-141, 1890.

(6) R. ARRAND. Les eaux souterraines de la Craie dans le Sud de la Picardie. *Arch. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 6<sup>e</sup> sér., t. XII, Tricentenaire, p. 193-196, 1935.

bancs durs ou « meules » ; elle est très fossilifère à Serain (Aisne) (1) où on trouve des dents de Poissons (*Oxyrhina Mantelli*, *Oxyrhina angustidens*, *Corax falcatus*, *Ptychodus rugosus*), des Lamellibranches (*Spondylus spinosus*, *Alectryonia semiplana*, etc. et un Rudiste, *Radiolites* cf. *Mortoni*), des Brachiopodes (*Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella plicatilis*, etc.), des Échinides (*Cidaris sceptribera*, *Micraster breviporus*, *M. normanniae*, *M. brevis*, etc.), et en différents autres points ; b) craie grise phosphatée, glauconieuse, grossière, grenue, avec vermiculations au sommet, caractérisée par *Inoceramus undulatus*, *Chlamys Dujardini*, *Micraster breviporus*, *M. decipiens*, *Echinocorys gibba* ; passe à une craie jaune un peu magnésienne.

La présence de *Micraster decipiens* (*M. cor testudinarium* auct.) qui se trouve aussi bien dans la craie de Vervins que dans la craie phosphatée du Cambrésis a souvent fait placer cette craie à *Micraster breviporus* à la base du Sénonien ; mais les Ammonites et notamment *Scaphites Geinitzi* sont essentiellement turoniennes.

*M. decipiens* n'apparaît d'ailleurs qu'au sommet de l'assise qui n'est épaisse que d'une dizaine de mètres et il ne devient abondant que lorsque les formes qui accompagnent normalement *M. breviporus* ont disparu. A. de Grossouvre a pensé résoudre la question en laissant dans le Turonien la partie inférieure de l'assise qui ne contient pas encore *M. decipiens*, et en plaçant dans le Sénonien son sommet qui renferme cette espèce ; mais le fait que *Scaphites Geinitzi* y persiste, oblige à le maintenir dans le Turonien. Il y a en réalité passage insensible du Turonien au Sénonien et on ne peut être surpris qu'il y ait une zone où les deux Échinides coexistent. *M. decipiens* se montrant dans des couches à faune incontestablement turonienne, il est logique de conclure qu'il a fait son apparition un peu avant le Sénonien, plutôt que d'admettre que *M. breviporus* s'élève jusque dans le Sénonien. Nous avons déjà rencontré cet horizon du Turonien supérieur en Champagne et en Normandie (voir p. 108 et 284).

L'assise à *Actinocamax plenus* paraît s'étendre moins loin vers le NE, notamment entre Sambre et Oise que celles qui la suivent. Les marnes et la craie turoniennes sont très largement utilisées pour l'amendement des terres et sont atteintes dans les champs par de multiples « puits à marne ». En certains points, la craie à *Micraster breviporus* a été exploitée comme pierre à chaux.

#### Crétacé supérieur ou Sénonien

Le Sénonien, qui est la formation dont on parle, lorsque sans autre précision on emploie le terme de « Craie blanche », joue un rôle essentiel dans la constitution de la Picardie et de l'Artois dont il forme presque exclusivement le sous-sol. Il est difficile, en raison de la rareté des fossiles, et du fait qu'ils sont assez peu caractéristiques, les Ammonites n'ayant en général pas été conservées, d'y reconnaître les divisions qui ont été établies en d'autres régions. On y distingue la « craie à *Micraster* » à la base, et la « craie à Bélemnites » au sommet.

La craie à *Micraster* est subdivisée en craie à *Micraster cor testudi-*

(1) M. LERICHEZ. Sur la limite entre le Turonien et le Sénonien dans le Cambrésis. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXVIII, p. 53-73, 1909.



*narium* et en craie à *M. cor anguinum*, paraissant correspondre respectivement aux étages Coniacien et Santonien, tout au moins d'une manière approximative. Elle représente donc dans son ensemble l'Emschérien ; elle est de beaucoup la plus développée, constituant la presque totalité du plateau picard et de l'Artois.

La craie à *Bélemnites* comprend à la base un niveau à *Belemnitella* (*Actinocamax*) *quadrata* sans *B. mucronata*, puis un horizon où les deux espèces sont associées, et se termine par des couches où *B. mucronata* existe seule. Elle équivaut donc à l'Aturien, mais incomplet par le haut, le Maestrichtien n'y étant pas représenté ; elle peut donc être considérée comme synonyme de l'étage Campanien. Son assise supérieure, correspondant à la craie de Meudon n'a pas été rencontrée en Picardie et en Artois où elle a probablement été enlevée par l'érosion. A. de Grossouvre a pensé que l'emploi de ce terme de « craie à *Bélemnites* » pouvait prêter à confusion, une espèce, *Actinocamax plenus*

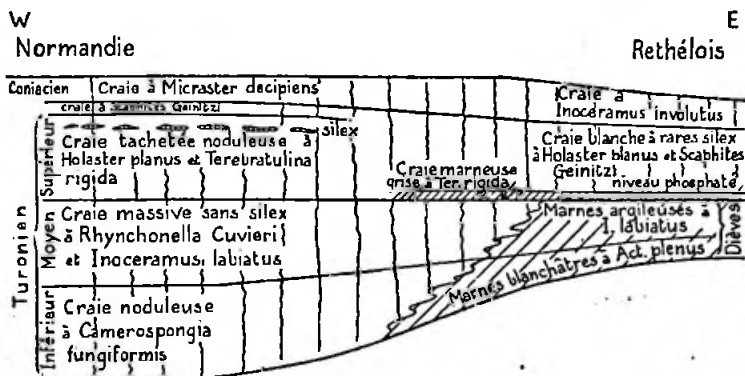


Fig. 27. — Schéma des changements de faciès du Turonien de la Normandie aux Ardennes.

se trouvant déjà dans le Turonien ; en réalité, cette crainte apparaît comme tout à fait vaine, puisque dans le langage géologique courant il n'est usité qu'en ce qui concerne la craie supérieure.

La craie à *Bélemnites* qui forme le soubassement des terrains tertiaires de l'Île-de-France affleure en bordure de ceux-ci dans les départements de l'Oise et de l'Aisne, en une bande assez large passant par Beauvais, Compiègne, Montdidier, Ham, La Fère, Laon. Plus au N, une série d'affleurements, probablement conservés ainsi que l'indique de Grossouvre, dans des dépressions synclinales, forment à travers les départements du Pas-de-Calais, de la Somme et de l'Aisne, une traînée partant du N d'Auxy-le-Château, et passant par Doullens, Péronne, Roisel, pour aboutir à Fresnoy-le-Grand. Des gisements isolés existent à Hardivillers près de Breteuil (Oise) et à Hallencourt au S d'Abbeville.

La craie sénonienne du N de la France, à partir des départements

de l'Oise et de l'Aisne, montre des accidents magnésiens qui s'observent principalement dans l'horizon à *Micraster cor anguinum*. Des accidents phosphatés affectent la craie à Bélemnites.

**CONIACIEN.** — La craie à *Micraster cor testudinarium* (*M. decipiens*) (1) débute par une craie grise grossière, plus ou moins marneuse, ressemblant beaucoup à la craie turonienne sous-jacente à laquelle elle passe insensiblement ; ce niveau qui peut avoir de un à plusieurs mètres d'épaisseur, renferme en général des silex volumineux, des grains de phosphate et un peu de glauconie. Il est le plus fossilifère de l'assise, livrant en d'assez nombreux exemplaires l'Oursin caractéristique, qui se trouve notamment aux environs de Beauvais, la Faloise, Fontaine-Bonneleau (Oise), Saint-Quentin (Aisne), Hurionville, Lumbres, Houdain (Pas-de-Calais), ces trois derniers points, un peu hors de nos limites, au delà de l'axe de l'Artois. On trouve aussi *Echinoconus concius* et *Echinocorys vulgaris*.

Vers le haut, la craie devient moins grossière, moins marneuse, plus blanche, ne renfermant plus guère comme fossiles que des débris d'Inocérames ; les silex noirs deviennent moins fréquents et plus petits et on passe à une craie blanche fine généralement sans silex, tout au moins dans l'Amiénois, qui le plus souvent passe insensiblement à l'horizon suivant.

L'absence de *M. cor testudinarium* en Thiérache et dans le Rethelois avait conduit Ch. Barrois à penser qu'une lacune existait entre le Turonien et la craie à *M. cor anguinum* ; mais, ainsi que le rappelle de Grossouvre, on a par la suite montré que les couches à *Inoceramus involutus* représentaient l'horizon à *M. cor testudinarium* et ne devaient pas être rattachées à celui à *M. cor anguinum*.

A Flambermont (commune de Saint-Martin-le-Nœud) près de Beauvais, des bancs durs et compacts à *M. cor testudinarium* et *Terebratula semiglobosa* var. renflée, sont exploités comme pierre de taille. A la Boisle, dans la vallée de l'Authie, on a également exploité ce niveau inférieur durci et dense.

**SANTONIEN.** — La craie à *Micraster cor anguinum* fait suite à la précédente en parfaite continuité de sédimentation, et la limite entre elles est tellement arbitraire que plusieurs auteurs ont renoncé à la tracer sur les cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup> (J. Gosselet sur les feuilles d'Amiens et d'Arras, L. Cayeux sur celle de Cambrai, P. Lemoine sur celle de Neufchâtel). La craie à *Micraster*, qui devient de plus en plus fine du Turonien à la craie à Bélemnites, présente bien dans certaines régions, en particulier dans une grande partie de l'Amiénois, des bancs durcis que l'on a considérés comme séparant les deux horizons, mais d'après Gosselet, il arrive souvent que l'on trouve *M. cor testudinarium* au-dessus de ces bancs, qui de plus n'occupent probablement pas toujours le même niveau stratigraphique. D'autre part, la grande rareté de *M. cor anguinum*, qui fait que suivant Gosselet « on peut

(1) Nous avons indiqué antérieurement (note 3, p. 110) que l'espèce du Bassin de Paris était souvent considérée comme différente du type allemand ; Bayle l'en a séparée en 1878, sous le nom de *M. decipiens* (*Spatangus*), en se basant sur les caractères de l'ambulacre impair, opinion qui a été suivie par J. Lambert (in de Grossouvre, 1901, p. 217-220). Mais, soit que les raisons mises en avant pour distinguer les deux formes n'aient pas semblé bien convaincantes — il faudrait alors admettre que les auteurs qui en ont parlé ont pris la peine de les comparer, ce qui paraît bien improbable — soit que l'on ait préféré continuer à employer un terme consacré par l'usage, il n'a guère été tenu compte de ces observations. En particulier, les légendes des cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup>, Amiens, Arras, Cambrai ont conservé la dénomination « craie à *Micraster cor testudinarium* » ; celles des feuilles de Montdidier et Beauvais, tout en lui donnant la priorité, signalent la synonymie ; celles de Neufchâtel, d'Abbeville, d'Yvetot, ne connaissent que *M. decipiens*, nom également adopté par A. de Grossouvre, E. Haug, P. Lemoine. Les caractères distinctifs invoqués paraissant d'une importance très relative, on peut penser qu'il s'agit peut-être de races géographiques et qu'il n'y a aucun inconvénient à employer le terme de « craie à *Micraster cor testudinarium* ».

parcourir tout le pays sans en recueillir un exemplaire » (feuille d'Amiens), ne contribue pas à faciliter la tâche du géologue ; cette espèce est citée des environs de Beauvais, de Framicourt près Montdidier (1), d'Abbeville, d'Hardivillers, de la Faloise, d'Étaples et de quelques autres points.

La craie à *M. cor anguinum* est très fine, blanche et pure, très pauvre en fossiles, en général dépourvue de silex, mais pouvant vers le S en renfermer quelques-uns. En dehors de très rares *M. cor anguinum*, on ne trouve guère que *Micraster rostratus*, *Echinocorys vulgaris* var. *carinata*, *Terebratula semiglobosa*, *Actinocamax verus*. Vers le haut, la zone à *Marsupites*, correspondant incontestablement au Santonien supérieur, a pu être identifiée en quelques points (2) : Therdonne près Beauvais, le Mesnil-Saint-Firmin, la Faloise, Framicourt (Fontaine-sous-Montdidier), Ribemont-sur-l'Ancre ; elle y est caractérisée par *Marsupites ornatus*, *M. Milleri*, *Echinocorys vulgaris*.

*Accidents magnésiens.* — La dolomitisation affecte presque uniquement la craie santonienne surtout à sa base, vers le contact avec la craie coniacienne. Vers la limite des départements de l'Aisne et du Nord, dans le Turonien supérieur à *Micraster breviporus*, on observe bien, ainsi que l'a indiqué L. Cayeux, une craie magnésienne jaune et dure sur plusieurs kilomètres, et il peut en exister dans la craie sénonienne la plus inférieure ; mais le niveau d'élection de ces accidents est la craie à *Micraster cor anguinum*.

Tantôt la craie magnésienne se présente en couches normalement stratifiées, jaunies et durcies, et susceptibles d'être exploitées, comme pierre de taille (la Faloise, Marle, Montcornet, N d'Albert, etc.), quelquefois cristallines et pouvant renfermer un peu de phosphate (N d'Albert) ; il y a tout lieu d'admettre avec L. Cayeux que la dolomitisation est alors contemporaine du dépôt.

Tantôt, il y a modification beaucoup plus profonde ; la roche, compacte ou vacuolaire et caverneuse, dont la couleur varie du jaune clair au brun, est accompagnée de sables entièrement formés de petits rhomboèdres de dolomie, dans lesquels sont noyés des rognons appelés *rubis* ou *buquants*, en tous points semblables aux *têtes de chats* des sables de Cuise ou du Calcaire grossier inférieur. Les roches compactes montrent dans leurs cassures les clivages sublamellaires de la dolomie ; elles passent aux sables par l'intermédiaire de craies terreuses puis pulvérulentes.

Le gisement le plus connu de ce type est celui de Bimont entre Breteuil et Hardivillers (Oise), étudié par de Mercey, Barrois et de Grossouvre (3) ; le massif dolomitisé apparaît dans la masse de la craie blanche régulièrement stratifiée, comme une sorte de cône renversé, dont les rognons occupent la partie centrale, entouré vers l'extérieur par des auréoles, constituées d'abord par de la craie magnésienne très corrodée, puis par de la craie magnésienne jaune dure et compacte, l'auréole externe étant une craie grise dure mais non dolomitique, en contact avec la craie blanche normale à *Micraster cor*

(1) P. BARDOU. Note sur la Géologie du Santerre. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIV, p. 85-100, (voir p. 89), 1905.

(2) M. LERICHE. La « Zone à *Marsupites* » dans le Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIV, p. 50-51, 1905.

(3) DE MERCEY. *Loc. cit.*, p. 631 ; DE GROSSOUVRE. Craie supérieure, p. 90-91.

*anguinum*. On peut donc dire que, dans l'ensemble, il y a symétrie autour d'un axe vertical, et admettre avec les auteurs précédents qu'il y a eu modification *per ascensum* sous l'influence de sources magnésiennes, postérieurement à la formation du dépôt. Cependant, à quelques kilomètres, à Coiseaux, à l'W du Plessier-sur-Bulles, un gisement qui comme celui de Bimont paraît très limité dans l'espace et où les modifications subies par la craie sont les mêmes, se présente dans des conditions bien différentes (1). On y observe deux bancs épais de craie magnésienne dure, corrodés vers l'extérieur, pendant légèrement vers l'WNW, alternant avec des assises de rognons bruns, noyés dans un sable dolomitique argileux, la couche supérieure de rognons étant épaisse de plusieurs mètres. Cette disposition dans laquelle on ne retrouve plus aucune symétrie autour d'un axe, conduit à penser que l'explication invoquée pour Bimont ne s'applique pas à Coiseaux et que le phénomène de la dolomitisation est d'une réelle complexité.

Les nodules dolomitiques très durs sont activement exploités pour l'empierrement. Les sables sont également exploités en divers points (Vesles, Pierreport, etc.).

*Accidents phosphatés*. — La craie phosphatée de la Picardie se rencontre à peu près uniquement dans l'assise à *Actinocamax quadratus*. Cependant, d'après de Grossouvre, à Hardivillers, sa base, renfermant *Actinocamax verus* et *Micraster cor anguinum*, serait santonienne (2), correspondant à une zone à *Marsupites*, *Actinocamax granulatus*, *A. Grossouvrei*, *Micraster cor anguinum*, dont M. Leriche conteste l'existence dans les autres gisements de Picardie. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

CAMPANIEN. — La craie à *Bélemnites* occupe ainsi que nous l'avons dit, des superficies beaucoup moins importantes que la craie à *Micraster*. Elle se présente sous deux faciès, la craie blanche normale, et la craie grise phosphatée ; ce dernier, simple accident dans le S devient pratiquement la règle dans la Somme et le Pas-de-Calais, où il forme de nombreux amas lenticulaires dans la craie normale.

*Craie blanche à Bélemnites*. — En bordure des terrains tertiaires de l'Île-de-France, dans les départements de l'Oise et de l'Aisne, le Campanien est d'une manière très générale constitué par une craie blanche, pure, tendre ; parfois, comme dans les vallées de l'Aronde et de la Brèche, elle renferme des bancs durs avec nodules jaune grisâtre ; au N de Laon, les bancs et lentilles durs sont également fréquents, avec nombreux petits rhomboédres de calcite ou vides résultant de leur dissolution. Vers l'W, les cordons de silex noirs sont assez nombreux, tandis que dans l'Aisne, la craie en est le plus souvent complètement dépourvue.

On peut, dans la craie à *Bélemnites* reconnaître trois zones qui sont de bas en haut : 1° Zone à *Actinocamax quadratus*, sans *Bélemnitella mucronata* ; 2° Zone à *Actinocamax quadratus* et *Bélemnitella mucronata* ; 3° Zone à *Bélemnitella mucronata* sans *Actinocamax quadratus*. Mais, en Picardie, la rareté des fossiles rend à peu près illusoire leur délimitation ; il est même souvent impossible de tracer une ligne de séparation entre la craie santonienne supérieure et la craie campanienne inférieure qui sont en continuité de sédimentation.

Le niveau inférieur qui s'observe bien aux environs de Beauvais, à

(1) R. ABRARD. Observations sur la craie magnésienne de Coiseaux (Oise). *C. R. som. S. G. F.*, p. 36-37, 1935.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Craie supérieure, p. 129. — Sur la craie grise à *Bélemnites*. *A. F. A. S.*, Reims, Notes et mémoires, p. 403-406, 1907.

Troissereux, Valescourt, Baugy (où il est durci et exploité pour marches d'escalier), Villers-Saint-Lucien, Margny-les-Compiègne, aux environs de Montdidier, etc., renferme principalement *Actinocamax quadratus*, *A. aff. westphalicus*, *A. Grossouvrei*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella limbata*, *Echinocorys vulgaris* var. *hemispherica*, *Offaster pilula*.

Le niveau moyen contient surtout *A. quadratus*, *A. Alfridi* (1), *Belemnites mucronata*, *Magas pumilus*, *Rhynchonella plicatilis*, *Cardiaster Heberti*, *Echinocorys vulgaris* (*Ananchytes ovatus* et *A. gibbus* auct.), *Offaster pilula*, *Bourgueticorys granulosis*, *Parasmilia centralis*.

L'horizon supérieur ne paraît pas représenté, mais certaines des formes précédentes permettent de penser que l'on s'élève presque jusqu'à la craie de Meudon.

Dans la Somme et le Pas-de-Calais, on observe en de nombreux points, notamment aux environs de Doullens, une assise de craie blanche au-dessus de la craie grise phosphatée.

*Craie phosphatée.* — La craie phosphatée, ou « craie grise de Picardie », doit sa couleur à une multitude de petits grains de phosphate de chaux, de 0 mm. 1 à 1 mm. de diamètre, jaunâtres ou bruns, brillants, qui entrent dans une proportion de 1 à 50 p. 100 dans la composition de la roche, le titre moyen étant compris entre 20 et 35 p. 100. Elle donne par décalcification des sables phosphatés, d'une teneur souvent très élevée, qui remplissent des poches pouvant traverser la craie grise sur toute sa hauteur, et même entamer le sommet de la craie à *Micraster* ; à la base on trouve généralement une couche mince et dure à 70 à 80 p. 100 de phosphate.

Les gisements de craie phosphatée sont peu étendus, pouvant atteindre 1 km. de long sur 200 à 300 m. de largeur, formant dans la craie blanche des intercalations lenticulaires et y constituant des amas isolés. Le contact est tranché à la base, la craie blanche étant corrodée et recouverte d'un enduit brun de phosphate de chaux, parfois perforée avec tubulures remplies de phosphate (Fresnoy-le-Grand), tandis que vers le haut et latéralement il y a passage insensible à cette même craie par disparition progressive des grains de phosphate. Les gisements sont allongés et approximativement alignés, à quelques exceptions près.

Le fait que le contact avec la craie à *Micraster cor anguinum* est toujours net et brusque a conduit un certain nombre d'auteurs et notamment de Grossouvre (2) à admettre que la craie grise était discordante sur la craie blanche, et la présence dans un certain nombre de gisements du Pas-de-Calais et de la Somme d'un gravier de base avec fossiles remaniés, à la partie inférieure de la craie phosphatée, vient à l'appui de cette opinion. M. Bertrand (3) a au contraire pensé qu'il n'y avait ni ravinement, ni discordance, mais seulement une distribution irrégulière du faciès phosphaté pouvant être en partie due à des phénomènes postérieurs au dépôt. S'il y a des discordances, elles sont en

(1) CH. JANET. Note sur trois nouvelles Bélemnites sénoniennes. *B. S. G. F.* (3), XIX, p. 716-721, 1891. *A. Alfridi* ne paraît connu que de Beauvais et Notre-Dame-du-Thil.

(2) A. DE GROSSOUVRE. Sur la discordance de la craie blanche et de la craie grise. *C. R. som. S. G. F.*, p. LVII-LVIII, 1894.

(3) M. BERTRAND. Observations sur la note précédente. *Ibid.*, p. LVIII-LIX.

tout cas limitées et se sont peut-être produites sur des fonds ayant été balayés par des courants violents, et ceci cadrerait assez bien avec la présence de valves d'*Ostrea semiplana*, fixées sur la surface corrodée de la craie blanche d'Hardivillers, au contact avec la craie grise, que signale de Grossouvre ; il ne faut en effet pas oublier que, normalement, il y a passage insensible de la craie blanche santonienne à la craie blanche campanienne, ce qui, par ailleurs, interdit d'admettre la possibilité à laquelle s'est arrêté de Grossouvre d'une lacune dans la craie blanche, correspondant à la craie grise d'Hardivillers qui se serait déposée dans une dépression de la craie santonienne.

L'épaisseur de la craie phosphatée peut atteindre 25 m. au centre des gisements (Orville), mais elle est souvent beaucoup moindre (7 m. à Hardivillers) ; elle diminue vers les bords.

Les poches de sables phosphatés, qui résultant de la décalcification de la craie grise, sont irrégulièrement coniques et peuvent la traverser entièrement, pénétrant même parfois dans la craie à *Micraster cor anguinum* ; elles présentent un schéma de remplissage qui varie peu et qui, d'après J. Gosselet, est le suivant : 1° à la base et seulement au contact de la craie à *Micraster*, enduit très mince d'argile manganésifère ; 2° sables phosphatés, directement en contact avec la craie grise et formés de petits grains de phosphate identiques à ceux de la craie grise ; 3° couche d'argile à silex entiers ; 4° sable argileux ; 5° bief à silex, limon et autres formations quaternaires.

La craie phosphatée de Picardie, découverte par Buteux (1) et très étudiée, notamment par de Mercey, Lasne, Olry, Gosselet (2), a, ainsi que les sables, été très activement exploitée ; les gisements qui ont fourni à l'agriculture un tonnage très important d'acide phosphorique, sont aujourd'hui à peu près complètement épuisés.

Au point de vue stratigraphique, de Grossouvre (3), en se basant principalement sur ses observations à Hardivillers, a distingué trois zones paléontologiques dans la craie grise de Picardie ; 1° Zone à *Marsupites*, *Micraster cor anguinum*, *Actinocamax verus*, *A. granulatus*, *A. Grossouvrei* ; 2° zone à *Actinocamax granulatus* avec formes de passage à *A. quadratus*, *Scaphites hippocrepis* et *Pachydiscus leptophyllus* ; 3° zone à *Offaster pilula*, *Actinocamax quadratus*, *Belemnitella mucronata*.

D'après M. Leriche (4), cette distinction ne peut être établie dans les gisements de la Somme, du Pas-de-Calais et de l'Aisne, et pour lui, la craie phosphatée de Picardie possède une faune uniforme *A. quadratus* et *A. Grossouvrei* se trouvant dans toute son épaisseur, et *B. mucronata* n'y ayant pas été rencontrée. On peut objecter qu'il est possible qu'à Hardivillers le faciès phosphaté ait apparu plus tôt, dès le Santonien supérieur, et se soit poursuivi plus tard ; la présence de *B.*

(1) BUTEUX. Esquisse géologique du département de la Somme. Abbeville, 1864.

(2) Voir bibliographie in A. DEMANGEON, *Loc. cit.*

(3) Voir note 2 p. 306.

(4) M. LERICHE. Sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie à *Actinocamax quadratus*. A. F. A. S., Clermont-Ferrand, p. 494-503, 1908.

*mucronata* y est certaine, et de Mercey indiquait même qu'elle se trouvait, dès la base, en compagnie de *A. quadratus*.

La craie phosphatée et les poches à phosphate renferment de très nombreux fossiles, ce qui les fait contraster vivement avec la craie blanche normale du même niveau dans laquelle ils sont fort peu abondants. La faune, d'après la liste donnée par M. Leriche (1), comprend des Reptiles (*Mosasaurus Gaudryi*, *Platecarpus somensis*), des Poissons (*Cimolichthys marginatus*, *Protosphyraena ferox*, *Cælodus parallelus*, *Oxyrhina Mantelli*, *O. acuminata*, *O. angustidens*, *Lamna appendiculata*, *L. serrata*, *Odontaspis macrorhiza*, *O. gigas*, *Scapanorhynchus raphiodon*, *Corax pristodontus*, *Pseudocorax affinis*, *Ptychodus polygyrus*, *P. mamillaris*, *P. latissimus*, etc.), des Cirrhipèdes (*Scalpellum maximum*, *S. gallicum*, *Pollicipes glaber*), des Céphalopodes (*Actinocamax quadratus*, *A. granulatus*, *A. verus*, *A. Grossouvrei*, *Pachydiscus leptophyllus*, *Baculites* sp.), des Lamellibranches (*Ostrea semiplana*, *Radiolites* sp., *Inoceramus* sp.), des Échinodermes (*Echinocorys vulgaris*, var. *scutatus* et *striatus*, *Offaster pilula*, *Cidaris sceptrifera*, *C. subvesiculosa*, *C. perornata*), des Spongiaires (*Ventriculites angustatus*) et de nombreux petits Foraminifères (*Cristellaria*, *Globigerina*, *Textularia*, *Rotalia*). Les principales localités fossilifères sont ; Hardivillers (Oise) ; Beauval, Éclusier-Vaux, Hem-Monacu, Hallencourt, Templeux-la-Fosse, Templeux-le-Guérand, Terramesnil (Somme) ; Buire-au-Bois, Orville (Pas-de-Calais) ; Croix-Fonsomme, Étaves, Fresnoy-le-Grand, Hargicourt, Montbrehain, Pontru, Ribemont, Villeret (Aisne).

*Belemnitella mucronata* est signalée à Hardivillers dans la craie grise supérieure surmontée par une craie blanche à *B. mucronata*, *Actinocamax quadratus* et *Micraster pseudo-glyphus* ; cette craie, avec silex noirs, atteint 20 m. d'épaisseur. Nous avons vu plus haut que dans la région de Doullens, on observait souvent de la craie normale au-dessus de la craie phosphatée ; il en est de même en divers autres points, notamment à Éclusier-Vaux, où la craie blanche supérieure renferme des bancs d'une craie jaune et dure exploitée comme pierre de taille.

La craie grise, d'après sa faune paraît être un dépôt effectué à faible profondeur ; on y a trouvé à Templeux-la-Fosse, une portion de tige d'une Cycadée, *Cycadeoidea arida-Gamantiensis*. Le fait qu'elle est souvent surmontée de craie blanche, comme à Hardivillers et Éclusier-Vaux, montre que la diminution de profondeur n'a été que momentanée, si elle s'est réellement produite.

En ce qui concerne la limite stratigraphique inférieure de la craie phosphatée, Leriche estime qu'elle n'empiète pas sur le Santonien, tout au moins dans la Somme, le Pas-de-Calais et l'Aisne ; pour lui, l'exemplaire de *Micraster cor anguinum* cité par A. Thévenin d'Éclusier-Vaux, pourrait provenir du conglomérat de base de la craie grise de Hem-Monacu, et serait remanié. Cependant la grande rareté de

(1) M. LERICHE. Sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie à *Actinocamax quadratus*. A. F. A. S., Clermont-Ferrand, p. 494-503, 1908.

*M. cor anguinum* dans la craie blanche environnante laisse subsister un doute sur l'exactitude de cette interprétation.

De nombreuses hypothèses ont été émises sur le mode de formation des grains de phosphate de la craie grise. Cornet et Renard ont fait intervenir les Reptiles et les Poissons qui auraient péri par grandes quantités et dont les phosphates auraient été repris par des Foraminifères. Lasne a pensé à un grand fleuve roulant des eaux phosphatées. De Mercey a admis l'influence de sources minérales phosphatées expliquant la localisation des gisements, par ailleurs incontestablement formés sur place ; mais alors, il devenait impossible d'expliquer pourquoi ces sources aboutissaient toujours en des points où étaient amassés les fossiles, si peu fréquents dans la craie blanche environnante. De Grossouvre s'est rallié à l'opinion de de Mercey qui lui paraissait s'accorder avec l'alignement des gisements. La théorie la plus récente sur la formation des phosphates sédimentaires est due à L. Cayeux (1) qui les considère comme résultant d'une grande activité bactérienne due à une rupture d'équilibre du fond des mers, activité élaborant de l'acide phosphorique aux dépens de l'eau de mer, et engendrant du phosphate de chaux en présence du carbonate de chaux. En même temps, les organismes marins consommateurs de phosphate, et notamment les Poissons, attirés par une importante source d'acide phosphorique, deviennent exceptionnellement fréquents, et leurs débris peuvent, dans une certaine mesure, contribuer à la formation des gisements phosphatés.

Cette explication est beaucoup plus satisfaisante que les précédentes. Elle rend compte de la corrosion de la craie blanche au contact de la craie grise, corrosion qui serait due à l'attaque du carbonate de chaux par l'acide phosphorique, et peut-être de discordances que l'on peut difficilement considérer comme stratigraphiques puisqu'il y a dans la craie blanche encaissante continuité de sédimentation entre les assises à *Micraster* et celles à Bélemnites. Elle permet également de comprendre une accumulation de débris organiques appartenant pour leur presque totalité à des Animaux se déplaçant facilement, tels que des Reptiles nageurs, des Poissons et des Céphalopodes.

Elle présente cependant bien des points qui demanderaient à être éclaircis. L'eau de mer renferme effectivement des phosphates qui sont considérés en général comme provenant d'eau ayant lessivé les continents voisins et ayant dissous de l'apatite, minéral très répandu dans les roches cristallines. Mais des Bactéries ont-elles réellement été susceptibles de produire et de concentrer de l'acide phosphorique aux dépens des phosphates dissous ? La chose est possible, puisqu'il y a des Bactéries élaborant du fer et du soufre. Quelles seraient alors les perturbations qui dans le cas présent auraient exacerbé leur activité ? On n'en voit guère qu'une, la formation de rides anticlinales ayant brusquement surélevé certains points, ce qui cadrerait assez bien avec

(1) L. CAYEUX. Les ressources minérales de la France d'outre-mer, IV, Le Phosphate, 1935 (voir p. 1-14). — Phosphates sédimentaires et Bactéries. *C. R. som. S. G. F.*, p. 261, 1936.



l'alignement des gisements, et aurait produit des hauts-fonds. Il resterait alors à expliquer pourquoi le plus souvent la craie phosphatée paraît occuper des dépressions dans la craie blanche. Il y a de plus contradiction à considérer que les gisements de craie grise se sont formés sur des crêtes anticlinales et à admettre qu'ils sont répartis suivant des zones synclinales. Il paraît également anormal que des graviers, conglomérats ou brèche de base aient pu être conservés sur des hauts-fonds qui devaient être balayés par les courants. Par ailleurs, la craie blanche qui forme le mur de la craie phosphatée ne montre guère d'indices de diminution de profondeur de la mer, sauf peut-être à Hem-Monacu (1) où en un point de l'exploitation la craie grise était supportée par un récif à Polypiers (*Diblasus arborescens*) inclus dans la craie blanche à *A. quadratus*. A un autre point de vue, on peut considérer que les brèches et conglomérats de la base de la craie phosphatée sont des résidus de l'attaque sur place de la craie blanche par l'acide phosphorique et qu'ils ne correspondent pas au début d'une assise transgressive.

La craie blanche qui, en de nombreux points, surmonte la craie phosphatée couronne aux environs de Doullens les *pitons* qui séparent les poches de sables phosphatés. Elle y atteint une dizaine de mètres d'épaisseur ; elle est fine, traçante, et se délite en plaquettes ; on y rencontre des silex plats très volumineux.

✦ *Craie magnésienne*. — Il semble que l'on peut rapporter à la partie inférieure de la craie à Bélemnites, une craie jaune, dure, souvent magnésienne et un peu phosphatée, qui se montre dans la vallée de la Somme, notamment autour de Ribemont et de Méricourt.

CARACTÈRES ET ÉPAISSEUR DE LA CRAIE. — Nous avons donné précédemment les principales caractéristiques de la craie en tant que sédiment (p. 108), et il nous suffira d'ajouter quelques précisions d'après le travail de L. Cayeux (2). La craie typique est une vase à Foraminifères faiblement consolidée, représentant dans la série stratigraphique ancienne, la vase à Globigérines des océans actuels. Mais différence capitale au point de vue des conditions bathymétriques, alors que la vase à Globigérines s'est déposée à de grandes profondeurs, on peut affirmer, sans réserve, d'après les organismes qu'elle contient, que la craie s'est au contraire formée sous de faibles épaisseurs d'eau, ne paraissant pas avoir dépassé 120 mètres.

Le fond minéral de la craie est constitué par de la calcite à l'exclusion de l'aragonite. Les organismes générateurs de la craie sont essentiellement des Algues du groupe des Coccolithophoridées et des Foraminifères, les autres, Diatomées, Cirrhipèdes, Ostracodes, Brachiopodes, Bryozoaires, Mollusques, ne jouant qu'un rôle tout à fait accessoire par leurs débris triturés. Les Foraminifères très abondants

(1) J. GOSSELET. Note sur les gîtes de Phosphate de Chaux d'Hem-Monacu, d'Elaves, du Ponthieu, etc. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXIV, p. 109-134, 1896 (voir p. 111). — H. PARENT. Note sur les Polypiers d'Hem-Monacu. *Ibid.*, p. 135-136.

(2) L. CAYEUX. Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (Calcaires et Dolomies). Paris, Masson, 1935 ; (voir p. 34-50).

dans la craie turonienne le sont encore dans la craie sénonienne inférieure à *Micraster cor testudinarium*, mais en montant dans la série, ils deviennent de plus en plus rares, et l'on peut dire que plus une craie est fine, moins elle renferme de Foraminifères et plus elle contient de Cocolithes. Les premiers sont surtout représentés par les genres *Textularia*, *Rotalina* et *Fissurina*. Les Globigérines, parfois assez abondantes dans la craie cénomaniennne qui n'est pas typique, et dans le Turonien, sont des raretés dans la craie blanche proprement dite.

Les silex dont il a été parlé antérieurement (p. 109) sont, d'une manière générale, moins abondants dans la craie blanche de la Picardie et de l'Artois, que dans celle de la Normandie et de l'Île-de-France ; ils font presque totalement défaut en Champagne dans les départements de la Marne et de l'Aube, puis réapparaissent dans l'Yonne. A. de Grossouvre en a conclu qu'ils étaient d'autant plus fréquents que l'on se trouvait loin du rivage, mais il ne semble pas que les faits observés viennent à l'appui de cette opinion.

L'épaisseur de la craie emschérienne ou craie à *Micraster* est de 80 à 90 m. dans le S de la Picardie, par exemple aux environs de Montdidier ; elle augmente vers le S, et diminue vers l'W et le N pour n'être plus que de 35 à 40 m. en certains points du voisinage du Bray, et de 40 à 50 m. dans la région de Doullens. Au delà de l'axe de l'Artois, à Béthune, elle conserve cette dernière puissance. La craie à Bélemnites a environ 70 m. d'épaisseur, là où elle est le plus préservée de l'érosion, en bordure de l'Île-de-France ; plus au N, ses assises supérieures ont souvent été enlevées.

La craie blanche est exploitée pour l'amendement des terres, pour la fabrication de l'acide carbonique des sucreries, pour celle de la chaux ; au Hamel au N de Montdidier on l'utilise pour blanc d'Espagne ; lorsqu'elle est jaunie et durcie, parfois un peu magnésienne, elle est exploitée pour moellons et pierres de taille (craie coniacienne de Flambergmont, craie à Bélemnites inférieure aux environs de Bray-sur-Somme, supérieure à la craie grise à Éclusier-Vaux).

• *Argile à silex*. — Cette formation qui résulte de la décalcification sur place de la craie, et sur laquelle on trouvera quelques précisions dans le chapitre précédent (p. 286) a été bien étudiée par A. Demangeon (1) en ce qui concerne la Picardie. C'est une masse argilo-sableuse où domine l'argile ; celle-ci est noire lorsqu'elle contient du manganèse, et rouge quand elle renferme des substances ferrugineuses. Elle empâte des silex noircis, non roulés, le plus souvent entiers mais quelquefois brisés, probablement par le froid.

L'argile à silex remplit des poches parfois assez profondes, quelquefois séparées seulement par une mince paroi de craie, ce qui démontre qu'il s'agit incontestablement d'une dissolution ; elle forme aussi un manteau, inégalement réparti, et d'épaisseur variable, à la surface de la craie ; 2 à 30 cm. aux environs de Montdidier, 3 m. autour de Ver vins, 6 à 10 m. à l'E d'Oisemont dans le Vimeu. Sous les lambeaux tertiaires, elle n'est épaisse que de 10 à 30 cm. Elle provient de la destruc-

(1) *Loc. cit.*, p. 62-67.

tion de diverses assises, depuis le Turonien jusqu'à la craie à Bélemnites ; en Thiérache, où elle recouvre les dièves, elle renferme des silex cornus, qui prouvent qu'elle s'est formée aux dépens de la craie à *Micraster breviporus*. D'après Lasne, une épaisseur de 2 m. d'argile à silex correspond à la dissolution d'une centaine de mètres de craie.

En certains points, par exemple sur le plateau de Bussu près de Péronne, et aux environs de Vervins, on observe des champs de silex, résultant de l'entraînement par ruissellement du sable et de l'argile. D'autres fois, l'argile lourde, tenace et compacte, forme une glaise imperméable et constitue un sol humide (environs de Grandvilliers, Coquerelle, Sorel, etc.) ; les ouvriers picards la nomment « bief » ou « terre à pannes ». Dans la majorité des cas, cependant, l'imperméabilité de l'argile à silex n'est pas absolue.

D'après Demangeon, il y aurait un rapport entre la répartition de l'argile à silex et les zones anticlinales et synclinales ; mais s'il est exact que cette argile manque dans le synclinal de la Somme, elle est au contraire bien développée dans la vallée de l'Authie.

On rencontre assez souvent dans l'argile à silex des grès ou des galets, ceux-ci presque toujours noirs et roulés, provenant des assises tertiaires qui surmontaient la craie et que l'érosion a enlevées.

LES EAUX DANS LA CRAIE. LES RIDEAUX. — La masse de craie qui constitue les plateaux de la Picardie et de l'Artois est très fissurée, et les eaux météoriques s'y infiltrent facilement dans les régions où elle affleure ; on peut même dire que même là où elle est recouverte par l'argile à silex ou par des formations tertiaires, une quantité plus ou moins grande d'eau parvient à y pénétrer. Ces eaux infiltrées tendent à gagner la profondeur pour rejoindre le niveau aquifère général déterminé par les marnes à *Terebratulina rigida* (*T. gracilis* auct.) ; mais elles peuvent être arrêtées au passage, soit qu'elles constituent des niveaux d'eau locaux au-dessus de lentilles de craie sénonienne plus marneuse, soit qu'elles se trouvent en cours de route collectées par des circulations diaclasiennes, d'abord vers des valons secs, lorsque ceux-ci forment un réseau hydrographique enfoncé prolongeant vers l'amont un réseau hydrographique de surface, ensuite en suivant approximativement le thalweg de ces vallons, vers des vallées humides, drainant de vastes régions, et où se montrent de nombreuses sources représentant des trop-pleins, des exutoires de ces circulations souterraines (1).

Ce continuel mouvement des eaux dans un calcaire aussi facile à attaquer que la craie, tant en raison de sa pureté que de sa faible cohésion, n'est pas sans produire des phénomènes de dissolution qui sont parfois assez étendus. Il en résulte des bétouilles par où l'eau s'engouffre dans des diaclases élargies, des « creuses » (2), ravins pouvant

(1) A. DEMANGEON. *Loc. cit.*, p. 127-135. — L. DOLLÉ. Études sur les eaux souterraines de la région de Cambrai. Ministère de l'Agriculture. Département du Nord. I. Arrondissement de Cambrai, 1924. — R. ARRARD. Étude hydrogéologique du département de l'Oise. Beauvais, 1937.

(2) J. GOSSELET. Observations sur les Creuses de l'Artois et de la Picardie et Réflexions sur l'importance de la dissolution souterraine de la Craie. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXV, p. 237-243, 1905.

atteindre plusieurs mètres de profondeur, des vallons secs d'effondrement. Les « demoiselles de Lihus », signalées d'abord par Gosselet, doivent être considérées comme des cheminées d'effondrement à travers les sables thanétiens, comblées en grande partie par des galets de Sinceny, emballés dans du sable ou une argile sableuse, puits naturels résultant de la dissolution de la craie sous-jacente (1). Il a semblé également que la formation des rideaux pouvait, tout au moins en grande partie, être attribuée à des tassements consécutifs à la dissolution de la craie, ce qui paraît actuellement controuvé.

Les « rideaux », ressauts brusques à talus escarpés, d'une hauteur moyenne de 1 à 6 m., mais pouvant atteindre 10 et 20 m., sont une forme du sol tout à fait caractéristique des pays de craie, et notamment de la Picardie ; ils existent aussi, mais moins développés, en Haute-Normandie, où on les désigne sous le nom de « douves » aux environs de Louviers.

A. Demangeon (2) a fait l'historique des différentes interprétations auxquelles ils ont donné lieu. Si certains petits rideaux sont dus à la culture, cette explication ne peut, pour lui, être généralisée, beaucoup d'entre eux n'étant pas parallèles à la ligne de culture et recoupant des lignes de niveau ; on peut même dire que dans la majorité des cas ils sont un obstacle à la culture.

Lasne admettait que les rideaux étaient dûs à des affaissements de la craie consécutifs à des dissolutions souterraines, effondrements en relation directe avec le système de diaclases affectant la craie, et ne prenant la direction des vallées que lorsque celles-ci étaient elles-mêmes en relation avec des accidents tectoniques. Pour A. de Lapparent, il s'agit de la régularisation par le labourage de diverses inégalités des versants, pouvant provenir de la mise en saillie d'une couche dure ou de diaclases. Plus récemment, L. Gentil (3) les a attribués à un glissement ou écoulement sur les pentes de l'argile à silex après imprégnation de sa masse par les eaux de pluie.

Plus tard, M. Leriche (4) est revenu sur la question et s'est rallié à l'opinion de Lasne, en signalant que les principales pertes d'eau se trouvent au pied d'un rideau, et que souvent ceux-ci se rencontrent là où il n'y a pas d'argile à silex. Pour L. Aufrère, au contraire (5), les rideaux sont un paysage anthropogéographique dépendant de la culture, et ses arguments paraissent convaincants.

(1) M. LERICHE. Sur un curieux effet produit dans les terrains tertiaires de la Picardie par la dissolution de la craie sous-jacente : « les Demoiselles de Lihus » (Oise). *C. R. Congr. Soc. Sav.* en 1928, p. 1-4, 1931.

(2) *Loc. cit.*, p. 44-48.

(3) L. GENTIL. Sur la genèse des formes de terrain appelées rideaux en pays crayeux. *C. R. Ac. Sc.*, t. 169, p. 145-148, 1919. — Sur l'origine et les caractères morphologiques des rideaux en pays crayeux. *Ibid.*, t. 169, 291-293, 1919.

(4) M. LERICHE. Révision de la feuille de Cambrai au 80.000<sup>e</sup>. II. Les « rideaux » du Cambrésis et du Vermandois. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXI, n° 166, p. 115-116, 1926-1927.

(5) L. AUFRÈRE. Les rideaux. Étude topographique. *Ann. de Géogr.*, XXXVIII, p. 529-560, 1929.

## TERRAINS TERTIAIRES

Entre les bassins tertiaires de l'Île-de-France et de Belgique, le plateau crétacé de Picardie, limité au N par l'axe de l'Artois, constitue actuellement une région surélevée sur laquelle l'érosion n'a laissé subsister que des lambeaux des formations éocènes qui réalisaient la continuité d'un bassin à l'autre. On sait, en effet, qu'à diverses reprises, et tout au moins du Thanétien au Lutétien inférieur inclus, l'ensemble de plis et de plis faillés qui forme l'axe de l'Artois a subi un ennoyage qui a permis à la mer venant du N de le franchir et d'atteindre le Bassin de Paris, de sorte que celui-ci n'était pendant ces périodes qu'une dépendance d'un grand bassin franco-anglo-belge.

A un second degré, ces lambeaux-témoins, très nombreux et très disséminés, comprenant du Thanétien et du Sparnacien, sont mieux conservés, surtout vers le S, dans les zones synclinales que sur les anticlinaux. Les plus complets sont en général formés de tuffeau à la base, puis de sables et de grès marins, et se terminent par des sables, grès ou argiles continentaux. Le plus important est celui de l'Arrouaise, dans la région de Clary, Bohain, Busigny, au SE de Cambrai.

Ces lambeaux sont souvent effondrés dans des poches de la craie, et ne se traduisent alors par aucun relief dans la topographie. D'autres fois, ils se présentent à la surface de la craie en témoins à peine surélevés interrompant à peine la monotonie du plateau. Mais quelquefois ils forment des buttes très marquées, comme à l'W de Montreuil-sur-Mer, et surtout dans le S (Lihus, Coivrel, Broyes, etc.) où ces lambeaux ne sont que des postes avancés de l'Île-de-France, isolés par le recul de la cuesta. D'une manière générale, lorsque les sables de Bracheux ont seuls été conservés, ils affectent fort peu le relief ; dans les buttes de l'Oise, ils sont surmontés par l'argile à lignites sparnacienne et soutent par les sables à galets de Sinceny, qui peuvent même, lorsque le Sparnacien a été enlevé, reposer directement sur eux.

En dehors de ces galets de Sinceny, le Cuisien n'est représenté en Picardie que par des grès à Nummulites remaniés dans le Quaternaire, et il en est de même du Lutétien, sauf au S de Trélon et au NE d'Avesnes, un peu en dehors de nos limites. Aucun vestige d'une assise plus récente que le Lutétien n'a été rencontré en Picardie et en Artois ou à leur voisinage, si l'on excepte des blocs de grès rencontrés à Escaufour (Aisne) et à Busigny (Nord), renfermant des galets de grès à *Nummulites laevigatus* et des Nummulites isolées (1) ; d'après Leriche, ces grès peuvent être attribués au Tertiaire supérieur.

THANÉTIEN. — Il existe des différences assez importantes dans la constitution du Thanétien du Bassin de Paris et celui de la Belgique et du Nord de la France ; elles proviennent surtout de ce que la transgression venant du N, il est incomplet vers le S. En se dirigeant de la bordure de l'Île-de-France vers l'Artois, les lambeaux présentent d'abord des affinités avec la première région, ensuite avec la seconde.

(1) M. LERICHE. Sur la présence dans le S du Cambrésis d'une formation tertiaire post-lutétienne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXVIII, p. 74-79, 1909.

Dans le S de la Picardie, l'étage est représenté par des sables et des grès quartzeux, gris ou jaunes, le plus souvent glauconieux vers la base, qui correspondent aux sables de Bracheux. On rencontre parfois des blocs de grès isolés avec empreintes de fossiles paraissant pouvoir être rapportés à *Lucina scalaris*, *Cardium Bazini*, *Turritella bellovacensis*. La partie supérieure est formée par les sables et grès de Gannes qui passent au sommet à la marne de Marquégise à *Ostrea heteroclitia*.

Le Thanétien de l'Amiénois comprend à la base des sables ténus glauconieux avec silix verdis, puis des sables plus grossiers avec grès exploités pour pavés. En quelques points on ne trouve que des grès ; cette assise est souvent parallélisée avec les sables de Châlons-sur-Vesle.

Plus au N, la série se complète par la base ; le Thanétien du S du Cambrésis (Massif de l'Arrouaise, etc.) et du Vermandois montre de bas en haut (1) : 1° tuffeau inférieur à *Martesia Heberti* ; 2° argile de Clary débutant par une marne glauconieuse à *Ostrea eversa* (qui se trouve aussi abondamment dans l'argile) ; 3° tuffeau supérieur à *Ostrea eversa*, *Chlamys breviaurita*, *Pholadomya Komincki*, *Nemocardium Edwardsi* et dents de Suales (*Odontaspis macrota* var. *striata*, *O. cuspidata* var. *Hopei*) à la base, et *Cucullaea crassatina* au sommet ; 4° sable glauconieux et sable jaune.

Le dernier niveau correspond, tout au moins pour partie aux sables et grès d'Ostricourt qui représentent dans le Nord les sables de Bracheux et de Châlons-sur-Vesle ; cette formation est très développée au S de Béthune et à l'W d'Arras où elle remplit des poches de la craie ou forme des collines basses ; elle y débute par un sable glauconieux passant latéralement à un tuffeau ou à de l'argile. Les sables de Saint-Josse près de Montreuil, avec gros blocs et bancs de grès sont à rapporter à ces sables d'Ostricourt.

Les grès d'Ostricourt renferment souvent dans la région d'Arras, des empreintes de feuilles, de bois silicifiés et des perforations attribuées à des racines et même à des terriers de Mygales (2).

Les sables supérieurs et les grès à Végétaux résultant de leur consolidation sont en général blancs, à stratification entrecroisée ; un grès ferrugineux du même niveau à fourni *Unio Dollfusi* à Blaireville près d'Arras. Il s'agit d'un horizon continental qui surmonte les sables et grès marins. Ceux-ci très rarement fossilifères ont cependant fourni *Cardita pectuncularis*, *Crassatella bellovacina*, *Lucina contorta*, *Cyprina scutellaria*, *Cytherea obliqua*, *Turritella bellovacina*, à Marteville (Aisne), *Ostrea heteroclitia* à Marcy (Aisne) et *Turritella bellovacina* à Villers-Bocage (Somme) (3). Sauf en ce qui concerne Marcy qui est peut-être plus élevé, les gisements fossilifères des sables d'Ostricourt marins appartiennent au niveau des sables de Bracheux. Les sables et grès à Végétaux du « Landénien supérieur » qui viennent ensuite sont peut-être déjà sparnaciens ; mais à la périphérie, ils reposent directement sur la craie et représentent l'équivalent latéral des sables marins d'Ostricourt-Bracheux.

✓ SPARNACIEN. — Dans les buttes-témoins du S (Montgérain, Coivrel, etc.) les faciès sparnaciens du Londinien sont tout à fait identiques à ceux de l'Île-de-France voisine dont ils ont été détachés par l'érosion. L'argile plastique y comporte des couches de lignites pyriteux ou « cendres » et un banc de sable ferrugineux, épais de 2 m. à Coivrel, avec *Ostrea bellovacina*, *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Tympanotonus funatus*.

Plus au N, il est difficile de faire la part du Sparmácien dans la partie supérieure des grès « landéniens ». A Doingt près de Péronne on trouve d'après

(1) M. LERICHE. Sur les relations entre les bassins belge et parisien pendant l'époque tertiaire. *A. F. A. S.*, Lille, p. 408-410, 1909. — Révision de la feuille de Cambrai. Le Massif tertiaire de l'Arrouaise. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXVI, n° 146, p. 158-164, 1921-1922.

(2) Id. Sur la présence de tubulures, analogues aux terriers des Mygales, dans les grès landéniens du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIX, p. 371-376, 1910.

(3) Id. Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du Nord de la France. *Ibid.*, XXXII, p. 239-252, 1903.

M. Leriche (1) *Turritella circumdata*, *T. compta* espèces marines thanéliennes, associées à *Cyrena cuneiformis* et *Physa Lamberti*, formes sparnaciennes. *Cyrena tellinella* a été rencontrée dans le grès à Végétaux de Ribemont (Aisne).

Sur la périphérie du massif de l'Arrouaise, on observe des sables blancs avec intercalations irrégulières d'argiles parfois ligniteuses, ravinant le Thanétien et remplissant des excavations de la craie ; à Montberchain on trouve en outre des marnes blanchâtres exploitées pour agglomérés.

Entre Holnon et Marteville, à l'W de Saint-Quentin, au-dessus des sables thanéliens avec niveau de grès à faune de Bracheux, l'argile à lignites renferme *Ostrea bellovacina*, *O. sparnacensis*, *Cyrena cuneiformis*, *Tympanotonus funatus*, dans de petits lits de teintes variées. On peut attribuer à cette formation, l'argile brune à veines ligniteuses et ferrugineuses qui, sur 1 m. d'épaisseur couronne la butte de Baizieux (Somme) et l'argile de Saint-Aubin, autrefois exploitée en divers points à l'W de Montreuil-sur-Mer, grise et plastique, avec *Ostrea bellovacina*, *Cyrena cuneiformis*, *Unio* aff. *Wateleti*. A Saint-Valéry-sur-Somme on trouve des grès ferrugineux à faune du Sparnacien (2).

**CUISIEN.** — Les vestiges du Cuisien en place se rapportent uniquement aux sables à galets de Sinceny qui dans le S de la Picardie couronnent les buttes de Montgérain, Coivrel, Broyes, Lihons-en-Santerre, où ils surmontent l'argile plastique, et celle de Lihus-Hétomesnil où, l'argile plastique ayant été enlevée, ils surmontent directement les sables thanéliens. Les galets noirs de Sinceny se trouvent remaniés dans le Quaternaire en de nombreux points de la Picardie méridionale, et on peut les suivre dans le Pays de Caux ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre précédent.

Des grès à *Nummulites planulatus-elegans* et *Aleoлина oblonga* se trouvent en plaquettes dans une argile sableuse bigarrée de rouge et de gris, formation quaternaire qui ravine les sables thanéliens marins dans la région d'Hargicourt-Fresnoy-le-Grand-Prémont, soit à mi-distance entre les dépôts de même âge de l'Île-de-France et du bassin belge. Ceci impose l'existence d'une communication directe entre les deux régions, à l'époque des sables de Cuise, ainsi que le dit M. Leriche (3) reprenant une conclusion bien antérieure de Hébert, de même qu'en ce qui concerne le Thanétien et le Lutétien.

**LUTÉTIEN.** — Les blocs de grès lutéliens remaniés dans le Quaternaire et se trouvant principalement à la base du limon, appartiennent à plusieurs zones ; ils sont très fréquents, surtout vers la limite des départements du Nord et de l'Aisne, mais on les rencontre en beaucoup d'autres points notamment autour de Saint-Quentin et d'Amiens et dans la vallée de la Sensée à l'E d'Arras. Leriche (4) les répartit ainsi : 1° grès à *Nummulites laevigatus*, ayant souvent le faciès « pierre à liards », et auxquels appartient l'immense majorité des échantillons ; 2° grès à *Maretia grignonensis* et *Rostellaria Baylei* (Nord, Pas-de-Calais, et surtout limite du Nord et de l'Aisne) ; 3° grès à *Orbitolites complanatus* (Aisonville et Hannappes dans l'Aisne) ; 4° fragment de grès roulé à *O. complanatus* et *Ditrupe strangulata* provenant des alluvions anciennes de l'Escaut à Bruay.

M. Leriche (3) a donné une liste de 39 espèces de ces grès remaniés qui démontre que presque tous les horizons sont représentés, cependant d'une manière très inégale ; il ne paraît pas démontré qu'au Lutétien supérieur le

(1) M. LERICHE. Sur la faune malacologique des grès landéniens à Végétaux du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIX, p. 133-137, 1910.

(2) L. AUFÈRE. Note préliminaire sur l'Eocène de la Somme inférieure. *C. R. som. S. G. F.*, p. 15-17, 1932.

(3) M. LERICHE. Les vestiges de la mer yprésienne entre la Flandre et l'Île-de-France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXVIII, p. 421-428, 1909.

(4) Id. Les vestiges du Lutétien remaniés dans le Quaternaire du Nord de la France. *C. R. Ac. Sc.*, t. 174, p. 173-176, 1922. — Révision de la feuille de Cambrai au 80.000°. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, XXX, n° 162, p. 1-7, 1925-1926.

Bassin de Paris et le Bassin belge communiquaient encore d'une manière directe.

### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les dépôts quaternaires de la Picardie et de l'Artois, qui occupent des superficies importantes, comprennent des formations littorales, des alluvions et des limons, particulièrement développés sur les plateaux. Le Quaternaire ancien ou Pléistocène est représenté surtout par des alluvions anciennes, en lambeaux peu étendus, mais tout à fait classiques autour d'Amiens et d'Abbeville, et par le limon des plateaux qui donne sa fertilité à la plaine picarde. Le Quaternaire récent ou Holocène est formé par les alluvions modernes et les tourbes des fonds de vallées, par des sédiments d'estran et de comblement des embouchures des cours d'eau et par des dunes littorales qui prennent une grande extension entre l'estuaire de la Somme et le Boulonnais, ainsi que par des sables et limons qui ont rempli les dépressions entre ces dunes et l'arrière-côte.

**FORMATIONS LITTORALES.** — 1° *Pléistocène.* — Les dépôts littoraux que l'on peut attribuer au Quaternaire ancien, s'observent au S de l'estuaire de la Somme et comprennent (1) : a) un amas de blocs de craie, de silex et de limon, provenant d'éboulements, et s'observant sur l'estran d'Onival, accumulés sur une épaisseur de plus de 11 m. au pied d'une ancienne falaise quaternaire dont on voit quelques vestiges, et qui paraît correspondre à un niveau marin de — 15 m. environ ; b) un cordon littoral de Lenchères, de + 5 m., se rattachant au prolongement de la falaise quaternaire précédente ; c) des cordons littoraux et pouliers (2), en relation avec des niveaux divers et principalement de + 5 et + 15 mètres.

2° *Holocène.* — Le FLANDRIEN est formé d) de cordons littoraux ou de pouliers, essentiellement composés de galets de silex et correspondant à d'anciennes lignes de rivage, dont l'une est indiquée par la falaise morte d'Onival à Hautebut ; e) de sédiments de colmatage et de tourbe, partout recouverts par le colmatage dunkerquien, qui s'observent dans les anciens estuaires et dans la plaine maritime ; ils se voient sur l'estran d'Onival, sous forme d'argile coquillière surmontée de tourbe, par suite de l'érosion qui fait reculer le rivage avec rapidité.

Le DUNKERQUIEN est constitué par des sédiments de colmatage, bien développés dans les « Bas-Champs » ou plaine maritime du S de la Somme, où ils se sont déposés à l'abri de cordons littoraux ou pouliers (3) dont le plus important, d'Onival au Hourdel montre un système ramifié de crêtes de galets, représentant des zones d'accroissement ; dans l'estuaire de la Somme, les pouliers ne sont formés que de sables et de galets. Ces sédiments de colmatage marin, soustraits à l'inondation sont des argiles plus ou moins sableuses épaisses de 2 à 3 m. En avant des digues, dans l'estuaire de la Somme, des dépôts analogues sont encore mouillés mais se transforment en prés salés. Les estuaires ou anciens estuaires de la Bresle, de l'Authie, de la Canche, sont comblés de la même manière.

Au N de la Somme, entre les dunes et l'arrière-pays, les sédiments marins du Marquenterre ont comblé une dépression. Ce sont principalement des sables et limons sableux à *Cardium edule* et des argiles à *Macra stultorum*,

(1) C.-P. NICOLESCO et A. BRIQUET. Légende de la feuille d'Abbeville au 80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> éd., 1940.

(2) Les pouliers sont des cordons littoraux formés par les courants marins pénétrant dans un estuaire.

(3) A. BRIQUET. Les Bas-Champs de Picardie au sud de la Somme. C. R. Ac. Sc., t. 172, p. 467-469, 1921.



qui surmontent la tourbe flandrienne et supportent des gazons tourbeux dans leurs parties basses ; épais de 0 m. 30 à 0 m. 40 seulement, ceux-ci ont néanmoins été exploités.

Les dunes, qui font leur apparition au S de l'estuaire de la Somme, se développent très largement entre ce fleuve et le Boulonnais, interrompues uniquement par la baie d'Authie et l'embouchure de la Canche ; les unes sont plus anciennes, fixées par des plantations de pins ou des constructions, les autres plus récentes. Elles sont formées de sables très mobiles, de quartz translucide ou blanc, avec débris de silex et de coquilles. Au N de la Somme, elles sont par places rongées par la mer et montrent des sables humifères noirs à *Helix* et débris végétaux, ou des croûtes de calcaires sableux plus ou moins concrétionnés, avec Anodontes, Planorbis et Limnées, correspondant à des fonds d'anciens étangs dunaires.

Des vestiges gallo-romains ont été rencontrés en divers points de ces formations holocènes, notamment une station sur les cailloutis de Vieux-Quend, et des poteries dans les sédiments tourbeux de Montreuil, ainsi que dans le sable humifère des dunes.

**FORMATIONS FLUVIATILES. — Alluvions anciennes.** — Les alluvions pléistocènes des cours d'eau sont en général constituées par des cailloutis arrondis de silex, des graviers et des sables gris, roux par altération, à stratification le plus souvent oblique ou entrecroisée, matériel provenant pour la plus grande partie du Crétacé. Cependant les alluvions de l'Oise et de la Serre renferment des blocs et galets de roches anciennes des Ardennes ; celles de l'Aisne contiennent également des quartzites primaires, ce qui est plus difficile à expliquer, puisqu'elle n'a aucun affluent ardennais, et aussi des éléments jurassiques parmi lesquels des Ammonites roulées.

Les alluvions anciennes sont conservées sous forme de lambeaux peu étendus, correspondant à des terrasses disposées sur d'anciens lits résultant des diverses phases du creusement des vallées. Les lambeaux sont peu nombreux dans la vallée de la Somme, plus réguliers et plus suivis dans celles de l'Authie et de la Canche, de même que dans celles de l'Oise et de l'Aisne mais plus ravinés et ne permettant pas de chronologie précise.

Sur le plateau entre Canche et Authie, au S de Montreuil, à Wailly, se trouve un important lambeau occupant une dépression.

Une forme spéciale des alluvions est le « presle » de la vallée de la Somme, consistant en des amas de galets de craie et de silex pouvant atteindre 1 m. d'épaisseur.

Les alluvions anciennes de la Somme sont pratiquement réduites aux terrasses qui se trouvent autour d'Abbeville et d'Amiens, principalement aux confluents avec le ruisseau de Drucat et l'Avre, mais elles sont d'une importance capitale au point de vue de l'histoire de l'Humanité, et ce sont les gisements universellement célèbres de Menhecourt, de Moulin-Quignon et de Saint-Acheul qui ont fourni la preuve de l'existence de l'Homme préhistorique qui fut d'abord très contestée.

En 1838, Boucher de Perthes trouva dans le « diluvium » les premières « haches diluviennes » et en 1846, il annonça la présence de pierres façonnées par l'Homme « antédiluvien », associées à des ossements de grands animaux disparus, dans les alluvions anciennes. Il ne recueillit guère qu'incrédulité et sarcasmes, mais en 1854, le Dr Rigollot un de ses contradicteurs, rencontra dans les ballastières de Saint-Acheul, faubourg d'Amiens des haches semblables à celles d'Abbeville. En 1859, A. Gaudry put extraire lui-même à Amiens neuf haches des alluvions avec des restes d'Hippopotame, d'Eléphant et de Rhinocéros, et démontrer l'exactitude des vues de Boucher de Perthes à qui revient la gloire d'avoir imposé au monde la preuve de l'ancienneté géologique de l'Homme (1).

La stratigraphie des terrasses de la Somme a été considérée pendant longtemps comme assez simple, et on a généralement admis l'existence des trois terrasses de 40, 30 et moins de 10 m. au-dessus de la rivière, correspon-

(1) Voir M. BOULE. Les Hommes fossiles, p. 10-12.

dant respectivement au Pré-Chelléen, au Chelléen et au Chelléen évolué ou Acheuléen, périodes chaudes ; on reconnaissait aussi un Moustérien chaud. A. Briquet fut critiqué lorsqu'il multiplia les terrasses et en admit 11 dans la vallée de la Somme et 7 dans celle de la Canche, opinion qu'il ne conserva qu'en partie par la suite (1).

Les recherches très minutieuses de l'abbé Breuil (2) complétant celles de V. Commont (3) l'ont conduit à penser que les plus anciens silex grossièrement taillés des hautes terrasses de la Somme remontaient à la première période glaciaire Günz-Mindel, ce qui n'a pas été partout accepté, mais on ne discute plus que les anciennes industries remontent au moins au deuxième interglaciaire Mindel-Riss. D'après l'abbé Breuil dont les conclusions sont très bien exposées par J. Blanchard (4) on observe dans la vallée de la Somme trois grands cycles de creusement correspondant aux périodes glaciaires, et trois grands cycles de remblaiement correspondant aux périodes interglaciaires, pendant lesquels se sont respectivement réalisés le comblement de la haute, de la moyenne et des deux basses terrasses.

Ce qui rend très complexe la stratigraphie de ces terrasses, c'est que chacune d'elles n'est pas, comme on le pensait, formée d'un seul niveau d'alluvions, mais peut en comporter plusieurs, de faunes différentes, séparées par des solifluxions et par des lœss d'âges divers. Onze solifluxions ont été dénombrées, que J. Blanchard dans une vue originale intéressante attribue à un déplacement des pôles.

L'étude des faunes et de l'industrie est rendue très délicate par le fait que les solifluxions ont amené dans les terrasses moyenne et inférieure des éléments antérieurs, mélangés dans les cailloutis soliflués, et par le fait que certains d'entre eux, repris au cours d'un cycle de comblement peuvent se trouver remaniés dans un niveau d'alluvions. Quatre terrasses ont été distinguées, dans lesquelles les alluvions correspondent dans l'ensemble à des conditions chaudes, et les solifluxions à des conditions froides, de même que le lœss. Leur altitude est comptée sur lit enfoui, inférieure de quelques mètres à l'étiage actuel du cours d'eau :

1<sup>o</sup> Haute terrasse de 45 m. comprenant de bas en haut : a) solifluxions 1 et 1 bis, peut-être gūnzienues ; b) alluvions à faune d'affinités pliocènes (*Elephas meridionalis*, *E. Trogontherii* archaïque, *E. antiquus* archaïque, *Rhinoceros Mercki*, *R. leptorhinus*, *R. etruscus*, *Hippopotamus major*, *Sus scrofa*, *Equus stenorius*, *Machairodus latidens*, *Cervus homonensis*, *C. elaphus*, *C. capreolus*, *C. Belgrandi*, *Trogontherium*, *Ursus*, *Hyaena*), et industrie abbevillienne (5) à la base et clactonienne au sommet, paraissant correspondre aux périodes chaudes et froides antérieures à la solifluxion 2 ; c) solifluxion 2, peut-être pré-mindélienne ; d) alluvions à faune chaude sans affinités tertiaires (*Elephas antiquus*, *E. Trogontherii*, *Rhinoceros Mercki*, Bovidés, Equidés, Cervidés) et industrie de l'Acheuléen ancien ; e) mêmes niveaux de lœss que sur la moyenne terrasse, mais labourés ou soliflués. La terrasse de 30 m. de la Seine correspond peut-être à d).

2<sup>o</sup> Moyenne terrasse de 30 m. à 17 m. : a) solifluxion 3 avec Acheuléen ancien et industries antérieures concassées et Clactonien à la surface (Mindel I) ; b) alluvions à *Elephas antiquus* et Acheuléen un peu plus évolué ; c) solifluxion 4 (Mindel II) avec *Elephas Trogontherii* et Acheuléen, associés à des bifaces et à des ossements plus anciens non en place ; d) alluvions chaudes à *Elephas antiquus*, *Cervus elaphus*, grand Cheval et grand Bovidé de Saint-Acheul, avec début d'Acheuléen moyen (Acheuléen III) ; e) soli-

(1) A. BRIQUET. Vallée de la Somme. *Congr. Intern. Géogr.*, Excurs. B<sup>1</sup>, 1931.

(2) H. BREUIL. Nouvel essai sur un système de la vallée de la Somme. *Annuaire Collège de France*, 1938.

(3) V. COMMONT. Terrasses fluviales de la vallée de la Somme. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIX, p. 185-210, 1940. — Les Hommes contemporains du Renne dans la vallée de la Somme, Amiens, 1913.

(4) J. BLANCHARD. L'hypothèse du déplacement des pôles et la chronologie du Quaternaire. Le Mans, 1942.

(5) L'Abbevillien semble représenter en place la plus ancienne industrie de Chelles qui en ce dernier point est remaniée et associée à des éléments plus récents.

fluxion 5 (Riss I), qui aurait entraîné en basse terrasse le Valloisien inférieur ; f) limon blanc de Saint-Acheul à Mollusques tempérés ; g) sable roux peut-être lœss ou limon fluvial, étalé sur la pente, avec même faune que d) et Acheuléen un peu plus récent (IV) ; h) solifluxions 6 et 6 bis (Riss II) d'Etouvy, à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* et Renne, ayant entraîné du Valloisien inférieur ; i) lœss ancien à poupées calcaires de Saint-Acheul, à *Cervus elaphus*, grand Cheval, grand Lion, Acheuléen moyen (V) et limon blanc de Montières à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus megaceros*, Cheval, Bœuf ; j) solifluxion 7 peut-être pré-würmienne, ravinant des couches tourbeuses à Mollusques tempérés ; k) argile rouge fendillée avec Acheuléen supérieur, qui supportait probablement le Valloisien moyen avec faune chaude entraîné dans les basses terrasses par la huitième solifluxion ; l) solifluxion 8 (Würm I), cailloutis avec Valloisien moyen (V) à sa surface ; m) lœss inférieur récent à *Elephas primigenius* ; n) solifluxion 9 (Würm II), cailloutis avec Valloisien supérieur (VI) à sa surface ; o) lœss moyen récent à *Elephas primigenius* ; p) solifluxion 10 (Würm III), cailloutis avec en surface Valloisien supérieur (VII) ; q) lœss supérieur récent à *Elephas primigenius* ; r) solifluxion 11 (Würm IV), cailloutis ; s) terre à briques résultant de l'altération du lœss récent avec Valloisien supérieur (VI, VII), Paléolithique supérieur, Néolithique mêlés en surface.

3<sup>o</sup> Basse terrasse supérieure de 22 m. : a) solifluxions 5 et 6 délavées et remaniées avec Valloisien inférieur (I et II) concassé, de patine et d'usure différentes ; b) solifluxion 7 avec Valloisien III légèrement concassé ; c) argile rouge fendillée avec Acheuléen supérieur (VI et VII) ; d) alluvions à *Elephas antiquus*, puis à *E. primigenius*, avec Acheuléen supérieur (VI et VII) et Valloisien moyen (IV) ; e) solifluxion 8, cailloutis ; f) lœss récents avec les mêmes niveaux que la moyenne terrasse.

4<sup>o</sup> Basse terrasse inférieure du thalweg : a) gravats des solifluxions antérieures à la huitième ; b) alluvions très développées, à *Elephas antiquus* et Valloisien IV ; c) solifluxions 8 à 11 et niveaux de lœss récent, en partie détruits par des recouvrements latéraux ; gravats épais ; d) dernier lœss récent avec Paléolithique supérieur, Mésolithique et Campignien ; correspond à la terre à briques des autres terrasses ; e) terre grise ou noire des marais avec Néolithique supérieur et Bronze ; faune actuelle.

Les alluvions anciennes de l'Oise sont peu développées dans le tronçon de la vallée qui traverse la Picardie. D'après E. Patte (1), il est exact qu'on ne les trouve pas sur les pentes entre La Fère et la capture du Noirieu, mais on en rencontre plus en amont, où elles correspondent à l'ancienne Haute-Sambre, et où les alluvions de 40 m. sont liées à un profil de la Sambre différent de celui de l'Oise. Après la capture par l'Oise, il s'est produit un déblaiement pour ajustement des cours et il s'est formé des dépôts de méandres difficiles à dater en l'absence d'une faune caractéristique et d'industrie.

Les alluvions se montrent à Vendeuil, où elles ont 7 m. d'épaisseur et renferment *Elephas primigenius*, *Cervus elaphus*, *C. giganteus*, *Equus caballus*, Sanglier, à Proix, à Vadancourt, aux environs de Guise, où on voyait autrefois les limons classiques étudiés par Ladrière (lœss acheuléen) à Sorbais, où les éléments sont surtout des roches des Ardennes, à Effry et à Hirson.

Dans la vallée de la Serre les alluvions anciennes ne se tiennent guère qu'à 5 ou 10 m. au-dessus de la plaine récente, sauf à Mesbrecourt où elles la dépasseraient de 18 m. Les affluents de l'Oise, dans la région de Guise, et jusqu'à 5 km. du confluent renferment des blocs de roches des Ardennes, qui paraissent dépendre de l'Oise, l'altitude des alluvions élevées de ce cours d'eau pouvant, d'après M. Boule, expliquer cette anomalie ; ils proviennent de l'ancienne Sambre dont la capture paraît dater du Moustérien.

(1) E. PATTE. Contribution à l'étude du Quaternaire dans la vallée de l'Oise. B. S. G. F. (4), XXIV, p. 483-514, 1924. — Nouvelles observations sur le Quaternaire de la vallée de l'Oise. *Ibid.* (5), I, p. 311-352, 1931.

La vallée de l'Aisne, de Berry-au-Bac à Attigny, dans son tronçon moyen, montre des alluvions anciennes consistant surtout en de bas niveaux au-dessus desquels s'observent des vestiges de deux terrasses de 14 m. et 29 m. et de niveaux plus élevés encore de 30 à 45 m. à peu près entièrement détruits (1). *Elephas primigenius* et des silex taillés d'âge imprécisé ont été recueillis en quelques points. Près de Sausseuil, les alluvions de 15 m. ont fourni *Elephas Trogontherii*, *E. primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus caballus*, *Bos* et des silex taillés.

*Alluvions modernes.* — Les formations fluviales holocènes, qui correspondent au comblement des vallées, consécutifs aux relèvements flandrien et dunkerquien de la surface marine, sont constituées par des limons, des alluvions sableuses et de la tourbe; elles occupent le fond de toutes les vallées permanentes.

Dans les vallées étroites, à cours rapide, elles sont argileuses ou argilo-sableuses. Dans les larges vallées, soustraites aux crues limoneuses, la tourbe s'est formée (Bresle, Ancre, Nièvre, Hallue, Somme, Avre, Noye, Authie, Canche, Scarpe), atteignant de 3 à 5 m. d'épaisseur; elle y est activement exploitée. En certains points des vallées de la Somme et de l'Avre, on observe des alternances de lits tourbeux, formés pendant les périodes tranquilles, et de couches limoneuses déposées par les crues (2). Dans la vallée de l'Ancre 40 couches de tourbe de 0 m. 02 à 1 m. d'épaisseur sont séparées par des lits calcaires. Dans la Basse-Somme des sables marins alternent avec de la tourbe. Un dépôt argileux imperméable, peu épais sépare d'une manière très générale la tourbe, de la craie ou du gravier de fond (Somme, Bresle, Ancre, etc.).

De nombreux ossements appartenant à la faune subactuelle et actuelle, Ours (*Ursus arctus*), Cheval, Bœuf (*Bos primigenius*, *B. longifrons*), *Bison priscus*, Cerf (*Cervus elaphus*, *C. capreolus*), Daim, Chien des tourbières, Renard, Sanglier, Castor, etc., ont été trouvés dans les tourbières.

La tourbe de la vallée de la Somme entre Amiens et Abbeville contient des masses de tuf calcaire, déposées par des eaux de source filtrant à travers la formation, et constituant des mamelons et des digues désignés sous le nom de « croupes » et faisant saillie de 0 m. 50 à 2 m. au-dessus du marais, ce qui paraît indiquer un abaissement récent du fond de la vallée.

En plusieurs points (Longpré les Corps-Saints, Arrest, etc.) les tufs renferment de nombreux Mollusques parmi lesquels *Carychium minimum*, *Cæciliana acicula*, *Clausilia nigricans*, *Helix hortensis*, *H. memorialis*, *H. rotundata*, *H. terrena*, *Pupa muscorum*, *Belgrandia marginata*, *Limnæa ovata*, *L. palustris*, *Planorbis carinatus*, *P. umbilicatus*, *P. rotundatus*, *Valvata piscinalis*, *Ancylus gibbosus*, *Pisidium* aff. *amicum* (3). La présence de *Helix terrena*, espèce disparue et la similitude de cette faune avec celle de la basse terrasse de Montières à *Elephas antiquus*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros Mercki*, permet de considérer ces tufs comme immédiatement antérieurs à la dernière grande période glaciaire.

A Tirancourt, un tuf à *Neritina fluviatilis*, *Planorbis fontanus*, *P. nitidus* est complété par des niveaux plus récents, d'abord néolithique, puis robenhausien avec Cerf et petit Bœuf des tourbières. Divers gisements ont fourni à leur partie supérieure des monnaies et des poteries gallo-romaines.

Des tufs analogues s'observent dans la vallée de l'Ancre à Albert, dans celle de l'Authie à Doullens; M. Leriche (4) en a également signalé un dans la

(1) E. PATTE. Le Quaternaire dans la vallée de l'Aisne. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XIV, Mém. n° 32, 1937.

(2) A. DEMANGEON. *Loc. cit.*, p. 117-119. — V. COMMONT. Tufs et tourbes de la vallée de la Somme. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIX, p. 210-245, 1910.

(3) V. COMMONT. Sur les tufs de la vallée de la Somme: tufs de la période historique; tufs néolithiques; tufs quaternaires. *C. R. Ac. Sc.*, t. 164, p. 314-316, 1917.

(4) M. LERICHE. Le tuf calcaire de Moislains (Somme). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXXI, n° 166, p. 116-117, 1926-1927.

vallée de la Tortille à Moislains avec *Helix nemoralis*, *H. fruticum*, *Bithinia tentaculata*, *Cyclostoma elegans*, *Sphaerium*. Ces tufs peuvent atteindre une épaisseur de 5 à 6 mètres, et même la dépasser.

**FORMATIONS CONTINENTALES. — Les limons.** — Les plateaux de la Picardie sont en très grande partie recouverts par une formation argilo-sableuse brune, non stratifiée, disposée en zones jaunâtres et calcaires vers le bas, rougeâtres et décalcifiées au sommet et souvent séparées par des galets avellanaires et des silex éclatés ou roulés, lignes de séparation correspondant à des solifluxions. A sa base, le limon passe au *bief à silex*, résultant du remaniement sur place de l'argile à silex, et qui renferme de nombreux éclats de silex, bief qui passe lui-même à l'argile à silex.

Les limons, déjà bien développés entre les vallées de la Somme et de la Bresle, où ils ont de 5 à 10 m. d'épaisseur sont encore plus développés vers l'E où au NW de Vervins on les observe sur 12 à 16 m. Hors de nos limites, ils atteignent jusqu'à 25 m. au S de Valenciennes.

La répartition des limons est d'ailleurs assez capricieuse : ils descendent souvent sur les pentes des vallées alors que certains plateaux n'en portent pas. D'après J. Ladrière (1) et H. Douxami (2) la stratigraphie des limons peut s'établir de bas en haut de la manière suivante :

1° Limons inférieurs à industrie acheuléenne, s'observant surtout sur les alluvions de la moyenne terrasse ;

2° Limons supérieurs à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* et industrie moustérienne également présente dans le gravier soliflué à silex éclatés qui les séparent du niveau suivant ;

3° Limon sableux jaune clair, ou *ergeron*, plus sableux sur les lambeaux tertiaires, plus calcaire sur la craie, avec « poupées », plus développé sur les flancs des vallées que sur les plateaux où on trouve surtout 1) et 2) ; il renferme *Elephas primigenius*, *Cervus tarandus* (Renne), *Spermophilus citillus*, associés à une industrie présolutréenne ; des Mollusques tels que *Cyclostoma elegans*, *Succinea oblonga*, *Helix hispida*, y sont fréquents ;

4° Terre à briques brun-rougeâtre à industrie magdalénienne, et en surface, néolithique ; résulte principalement de la décalcification et de l'oxydation de l'ergeron.

Il serait intéressant de raccorder ces divers limons aux niveaux de lœss distingués au-dessus des terrasses fluviales.

Ces limons ne paraissent pas correspondre pétrographiquement à la définition donnée par B. Brajnikov (3) et rentrent plutôt dans la catégorie des lœss (4). Ils paraissent dus en grande partie à l'action éolienne, mais le ruissellement intervient certainement, notamment en ce qui concerne le lœss des flancs de vallées.

Les limons des fonds de vallées sèches peuvent être des dépôts fluviaux demeurés sur place après enfoncement du cours d'eau, mais ils résultent surtout du lessivage des divers lœss ; ils contiennent souvent des fragments de craie, des éclats de silex, des galets tertiaires et des industries allant du paléolithique au gallo-romain.

(1) J. LADRIÈRE. Note pour servir à l'étude du Terrain Quaternaire de la Somme. *Ann. Sco. Geol. Nord*, XXVI, p. 210-226, 1897.

(2) H. DOUXAMI. Les terrains quaternaires et récents du département du Nord. Lille, 1909.

(3) B. BRAJNIKOV. Contribution à l'étude des limons. *B. S. G. F.* (5), XI, p. 323-338, 1941.

(4) V. MALYCHEFF. Le Lœss. *Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn.*, vol. II, fasc. 2, p. 147-180, 1929.

## CHAPITRE X

### L'ILE-DE-FRANCE

Une des anciennes provinces les plus représentatives du Bassin de Paris, l'Ile-de-France, qui était érigée en grand gouvernement, a formé le département de la Seine, la plus grande partie de ceux de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, de l'Oise et de l'Aisne, et une petite portion de la Nièvre et du Loiret. Au point de vue géologique elle doit être considérée comme constituée par le massif tertiaire surmontant la craie blanche, qui occupe la partie centrale du Bassin de Paris, et il convient notamment d'en retrancher les régions crétacées de l'Oise et de l'Aisne, rattachées à la Picardie, et la Beauce qui appartient à l'Orléanais.

Sur tout le pourtour, de Gisors à Montereau, par Compiègne, La Fère, Laon, Craonne, la montagne de Reims, Épernay, Sézanne, Villenauxe, le massif nummulitique est délimité par une *cuesta*, improprement appelée « Falaise de l'Ile-de-France », qui domine la plaine crétacée ; en avant, des buttes-témoins et des massifs détachés forment des positions avancées, nombreuses au contact avec la Picardie, vestiges de l'ancienne extension des dépôts éocènes vers le N et d'une continuité avec le Bassin belge.

Très nette de Gisors à Méru, la *cuesta* s'atténue dans l'angle rentrant que, sur le bord S relevé de la faille qui prolonge le Pays de Bray, le Crétacé supérieur forme dans les terrains tertiaires. La faille place, avec une dénivellation bien marquée en contact anormal, l'Éocène et le Sénonien, du SE de Beauvais à Précly-sur-Oise ; à Sainte-Geneviève notamment, le Crétacé domine le Tertiaire en une côte très prononcée. La *cuesta* reprend du SE de Beauvais à La Fère, plus atténuée là où les hauteurs ne sont pas couronnées par le Calcaire grossier ; elle est très nette et abrupte de Laon à Épernay (Laon en position dominante, montagne de Reims, butte-témoin du Mont Bernon, etc.), de même qu'entre ce dernier point et Villenauxe. Ensuite, jusqu'à Montereau, elle constitue sur le flanc droit de la vallée de la Seine la « falaise du Montois » au bord de laquelle se termine le plateau de la Brie. On ne peut donc imaginer, dans ce vaste secteur, une délimitation plus précise.

Au delà de Montereau, sur la rive gauche de la Seine, on ne trouve plus de *cuesta*, mais une région de plateaux essentiellement formés par des formations lacustres, et il devient difficile de séparer l'Ile-de-France de la Beauce, partie intégrante de l'Orléanais. Théoriquement, la ligne-limite devrait être marquée par le contact entre les calcaires et meulières de l'Oligocène supérieur, ressortissant au Bassin de Paris, et les calcaires aquitaniens caractéristiques de la Beauce. Dans la pratique, on aboutirait ainsi à des contours très irréguliers, et il semble que l'on peut, sans trop d'arbitraire, étendre l'Ile-de-France jusqu'à une ligne Montereau-Étampes-Maintenon-Houdan-Vernon. En repas-

sant sur la rive droite de la Seine, la vallée de l'Épte en constituera la limite occidentale.

Ainsi définie, l'Île-de-France est plus réduite que pour A. Longnon, L. Gallois et M. Bloch et même que pour P. Lemoine qui y inclut Chartres et l'amène jusqu'à la vallée de l'Eure.

Elle comprend comme principaux pays l'Île-de-France proprement dite (Pays de France, Parisis et Goële), le Mantois, le Vexin français, la Brie française, le Gâtinais français, le Hurepoix, le Valois, le Soissonnais, le Noyonnais et le Laonnais.

L'Île-de-France est constituée par des formations géologiques très variées, sables, calcaires, argiles qui se sont prêtées à un modelé harmonieux et changeant. Lorsqu'on l'aborde par l'E ou par le N, ses paysages riants contrastent vivement avec la monotonie des plaines picarde et champenoise. Ses belles et larges vallées, les vastes étendues boisées qui ont pu subsister malgré la malfaisance de l'homme en font une contrée privilégiée.

Au N d'une ligne EW passant par Paris affleurent principalement les assises éocènes, l'Oligocène n'y étant guère conservé qu'en lambeaux couronnant les reliefs. Au S, au contraire, l'Éocène, presque toujours saumâtre ou continental, ne se montre que dans les vallées et sur le pourtour de la cuesta, tandis que l'Oligocène, avec les sables de Fontainebleau, les formations de la Brie, le calcaire et les meulière de Beauce, se développe très largement.

L'histoire nummulitique du Bassin de Paris se résume en une alternance de transgressions et de régressions marines qui ont respectivement laissé dans l'Île-de-France des dépôts marins et des sédiments saumâtres, lagunaires ou lacustres.

Nous avons dit que la cuesta dominait la plaine crétacée qui s'étend en avant d'elle ; il convient d'ajouter que celle-ci se relève rapidement, d'où il ressort que le massif tertiaire occupe une dépression centrale du bassin. Ce relèvement ne s'est pas produit partout à la même époque il est certain par exemple que les mers nummulitiques ne se sont que peu avancées sur la Champagne qui constituait une zone non atteinte par les mouvements épirogéniques négatifs qui ont permis les transgressions. La Picardie au contraire n'a été exhaussée que beaucoup plus tard, ainsi que le prouvent les nombreux lambeaux-témoins et les grès remaniés qui démontrent qu'au moins jusqu'au Lutétien supérieur il y a eu une large communication directe entre l'Île-de-France et la Belgique.

L'Île-de-France est une région tranquille, de tectonique faible, les couches y étant affectées par des ondulations dont la plupart étaient amorcées au Crétacé supérieur, et qui suivent les directions imposées par le canevas du tréfonds hercynien. Les principales sont les axes anticlinaux du Roumois, de Beynes-Meudon, du Multien, et les synclinaux de la Seine et du Thérain. La faille de la Seine, d'allure synclinale, est la seule fracture digne d'être signalée ; celle qui prolonge vers le SE l'anticlinal du Bray ne se suit guère au delà d'Ully-Saint-Georges, et, ainsi que nous l'avons dit, elle délimite le massif tertiaire sans y pénétrer, ou tout au moins, elle ne peut plus y être décelée.

Ainsi qu'on peut le concevoir, on a beaucoup écrit — beaucoup trop — sur l'Ile-de-France, qui est probablement le point du globe sur lequel il existe la littérature géologique la plus abondante. Ce fatras de notes et mémoires, qui comporte une importante proportion de verbiage inutile, fait de redites et d'erreurs, est bien fait pour décourager les travaux de synthèse ; malgré cela, des études d'ensemble ont été publiées, concernant le Montien, le Thanétien, le Lutétien, le Bartonien et le Stampien. Un travail plus général, malheureusement inachevé a été entrepris par P. Lemoine (1), dans lequel une large part est faite à la Géographie. Une liste par étages des fossiles tertiaires a été récemment publiée (2).

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Nous nous sommes longuement étendu sur le Crétacé supérieur de la Normandie, de la Picardie et de la Champagne, ce qui nous permettra d'être bref en ce qui concerne le substratum sénonien du massif tertiaire de l'Ile-de-France. La craie blanche y affleure sur le pourtour, dans les vallées et les vallons, principalement dans le Mantois et le Vexin (vallées de la Seine, de la Mauldre, de l'Epte, de la Troesne, de la Thève, de l'Oise, etc.). Elle apparaît dans le massif lui-même, au travers des terrains nummulitiques, à la faveur d'axes anticlinaux, à Meudon, Bougival, le Port-Marly, etc. (axe de Beynes-Meudon), ainsi que dans la vallée de la Remarde (anticlinal du Roumois). La craie affleure également sur le bord S relevé de la faille qui prolonge au SE le bombement du Bray, entre cette fracture et le Vexin français, dans le Thelle ; il s'agit d'ailleurs là, au point de vue géologique, d'une annexe des plateaux crétacés de la Normandie et de la Picardie.

D'une manière très générale, les assises tertiaires surmontent la craie aturienne à Bélemnites, tantôt à *Axinocebus quadratus*, tantôt à *Belemnites mucronata*. Cependant, sur la feuille de Rouen, 3<sup>e</sup> édition, parue en 1930, G. F. Dollfus a indiqué la craie emschérienne supérieure comme substratum du Sparnacien, ce qui paraît erroné et se montre en désaccord avec la feuille d'Évreux.

**SANTONIEN.** — La craie à *Micraster cor anguinum*, assez tendre, avec silex noirs, jaunes ou gris est largement exploitée pour ciment dans la vallée de la Seine, notamment à Rangipport ; elle est assez peu fossilifère, renfermant surtout *Porosphaera globularis*, *Echinocorys carinatus*, *Micraster rostratus*, *Inoceramus Cuvieri*. Vers la base, qui n'affleure guère dans les limites de l'Ile-de-France, se trouve une craie à silex zonés où les Bryozoaires abondent en certains points.

La craie santonienne supérieure est également bien représentée dans les vallées de la Mauldre et de l'Epte, et elle se montre largement dans la partie amont des vallons de la région crétacée comprise entre le Vexin et la faille du Bray.

(1) P. LEMOINE. L'Ile-de-France, t. I, Introduction ; Topologie. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, nouv. sér., t. V, fasc. I, p. 1-263, 1937. — T. II, chap. 1 : Le Vexin français, *ibid.*, fasc. II, p. 267-354. — Chap. II : Pays au Nord-Ouest de l'Oise, *ibid.*, fasc. III, p. 355-442, 1938. — Chap. III : Valois et Multien, *ibid.*, t. VIII, fasc. I, p. 1-173, 1939.

(2) R. FURON et R. SOYEN. Catalogue des Fossiles tertiaires du Bassin de Paris. Lechevalier, 1947.



CAMPANIEN. — La craie de Meudon, demi tendre, blanche, traçante, avec lits de silex noirs ou gris, exploitée pour blanc d'Espagne (Bougival, le Port-Marly) ou ciment (Gargenville, etc.) est du carbonate de calcium presque pur. On la voit encore dans les dépendances de la brasserie des Moulineaux, et elle affleure dans les vallées de la Seine, de l'Eppe, de la Mauldre, de la Remarde, etc, où elle supporte les premiers sédiments nummulitiques. Dans la région tertiaire, les puits et forages montrent sa présence constante au-dessous de l'Éocène.

La craie de Meudon est surtout fossilifère auprès de Paris (Meudon, les Moulineaux, Bougival) ; elle renferme notamment des Foraminifères, des Spongiaires, des Hydrozoaires (*Sphaeractinia sphaera*), des Annélides (*Serpula lituitis*, *S. macroporus*, *Vermilia cristata*, *Ditrupa cretacea*) ; des Echinides parmi lesquels *Cidaris pseudo-hirudo*, *C. pleracantha*, *Salenia anthophora*, *Cyphosoma elongatum*, *Echinocorys meudonensis* (*Ananchytes ovata* auct.), *Offaster pilula*, *Micraster Brongniarti*, *M. pseudo-glyphus* ; des Brachiopodes tels que *Crania parisiensis*, *C. (Ancistrocrania) ignabergensis*, *Magas pumilus*, *Terebratulina chrysalis*, *Rhynchonella octoplicata* ; de nombreux Bryozoaires ; des Lamellibranches comme *Gyropleura Boulangeri*, *Pycnodonta vesicularis*, *Ostrea semiplana*, *Inoceramus Cripsii*, *Spondylus æqualis*, *Pecten Dutemplei* ; un Scaphopode, *Dentalium planicostatum* ; des Gastéropodes tels que *Trochus Basteroti*, *Turritella meudonensis*, *Cerithium Tombecki*. Les tests en calcite sont seuls conservés (Echinides, Brachiopodes, Ostréidés, etc. ; couche externe des *Spondylus*, *Gyropleura*, etc.), ceux en conchyoline ayant été dissous (couche interne de certains Lamellibranches, totalité de la coquille de certains autres, Gastéropodes, Céphalopodes) et n'ayant laissé que des empreintes frustes. Les Ammonites sont représentées par quelques exemplaires mal conservés, cités et décrits par Hébert sous les noms d'*Ammonites parisiensis*, *A. inopinus*, *Ancyloceras armatum*, *Hamites Caroli* ; on trouve également *Scaphites spiniger* et des *Aptychus* (*A. insignis*, *A. obtusus*). *Belemniteella mucronata* est fréquente, à l'exclusion de *Actinocamax quadratus*. Les Cirrhipèdes (*Pollicipes*, *Scalpellum*) s'y rencontrent souvent. Parmi les Vertébrés, les restes de Poissons (*Pycnodon parallelus*, *Corax pristodontus*, *Sphryna plana*, *Otodus appendiculatus*, *Lamna subulata*, *Onchosaurus radicalis*) et de Reptiles (*Mosasaurus Camperi*, *Leiodon anceps*) ont été recueillis en assez grand nombre (1).

É. HAUG (2) a admis que la craie de Meudon représentait dans le Bassin de Paris la zone inférieure du Maestrichtien, à *Bostrychoceras polyplacum*, mais la comparaison avec la craie de Belgique et avec celle des Charentes, montre notamment qu'elle est l'équivalent de l'assise à *Micraster Brongniarti* et *Crania ignabergensis* du Bassin aquitainien, assise qui constitue le Campanien supérieur (voir p. 110). On doit donc considérer que le Maestrichtien n'a pas encore été rencontré dans le Bassin de Paris (3). Ce dernier étage qui amène sur le bord de l'Ardenne une faune mésogéenne à Rudistes et Orbitoides, correspond à une avancée de la province méditerranéenne vers le N, alors que la faune de la craie de Meudon ressortit encore à la province tempérée septentrionale, c'est-à-dire à des conditions complètement différentes.

Un horizon campanien inférieur à la craie de Meudon s'observe dans la vallée de la Mauldre, caractérisé par *Gyropleura supracretacea*, *Spondylus spinosus*, *S. Dutemplei*, *Micraster glyphus*, *Offaster corculum*, *Echinocorys carinata*, *E. conica*, *E. gibba* ; d'après Munier-Chalmas (4), il doit être rattaché à la partie supérieure de l'assise à *Actinocamax quadratus*.

(1) E. HÉBERT. Tableau des fossiles de la craie de Meudon. *Mém. Soc. Géol. France*. 2<sup>e</sup> sér., V, 1854. — A. DE GROSSOUVRE. Craie supérieure, p. 131-133.

(2) Traité de Géologie, p. 1306.

(3) Une opinion contraire a été émise récemment par A. CHAVAN, mais elle ne s'appuie pas sur des arguments bien convaincants (*B. S. G. F.* (5), XVIII, p. 565-572, 1948).

(4) MUNIER-CHALMAS. Sur l'anticlinal de Beynos et sur le dôme de la Mauldre. *B. S. G. F.* (3), XX, p. LXXI, 1892. — A. DE GROSSOUVRE. *Loc. cit.*, p. 133-134.

A Meudon et aux Moulineaux, la partie supérieure de la Craie, jaune et durcie, présente sur 0 m. 50 à 1 m. des tubulures ramifiées considérées par Munier-Chalmas comme produites par des racines de Végétaux en place au cours de l'émersion qui a commencé au Campanien supérieur, et s'est poursuivie jusqu'à l'arrivée de la mer montienne ; cet auteur a d'ailleurs, en face de la gare du Bas-Meudon, signalé dans une de ces tubulures des fibres végétales transformées en hydroxyde de fer. Il ne semble cependant pas que l'on se trouve en présence d'un sol forestier et il est plus probable que, ainsi que l'a pensé R. Soyer, les tubulures sont dues à des phénomènes de dissolution. La rubéfaction des tubulures, l'évidence d'une décalcification à l'air libre, la présence d'empreintes de Mollusques très littoraux (*Patella*, *Trochus*, *Cerithium*, etc.), de Conifères, voisines des *Araucaria*, prélude à une exondation, l'importante lacune portant sur le Maestrichtien et le Danien, l'absence d'Huitres fixées, l'impossibilité d'attribuer à des Lithodomes ou à des Annélides des tubulures longues et ramifiées, montrent qu'il s'agit bien d'une surface d'émersion, et non d'une surface d'abrasion sous-marine, d'un hard ground, ainsi que l'opinion en a été émise (1). La faune dénote seulement une diminution de profondeur de la mer au-dessus d'une ride anticlinale déjà amorcée (2).

#### TERRAINS TERTIAIRES

L'histoire nummulitique de l'Ile-de-France se résout en un certain nombre de transgressions marines, d'inégale importance, suivies de régressions ; il en résulte dans l'ensemble une alternance de sédiments marins et de formations lagunaires ou laguno-lacustres. A diverses reprises, des lacs sans communication avec la mer ou avec les lagunes se sont établis sur le pourtour de la zone dépressionnaire centrale, en arrière de la zone des lagunes.

La première transgression qui semble avoir débuté dès le Danien supérieur en quelques points est celle du Montien qui se situe en dehors des cycles sédimentaires qui l'ont suivie. Les autres avancées de la mer, dues à des mouvements épirogéniques négatifs se sont produites au Thanétien, au Cuisien, au Lutétien, au Bartonien inférieur et supérieur, localement au Sannoisien, au Stampien. La plus timide est la première, qui n'a pas dépassé Luzarches-Coye, la plus étendue est la dernière qui s'est étendue au delà d'Étampes, et a constitué l'ultime épisode marin de l'Ile-de-France.

Les formations saumâtres et lagunaires, quelquefois même lacustres qui se sont déposées pendant les diverses phases de retrait de la mer, provoquées par des mouvements épirogéniques positifs, sont le Sparnacien, l'argile de Laon, le Lutétien supérieur saumâtre, le calcaire de Saint-Ouen, le gypse et le calcaire de Champigny, les argiles

(1) F. ELLENBERGER. Sur la signification de la craie à tubulures de Meudon. *B. S. G. F.* (5), XV, p. 497-507, 1945. — Le problème de la craie durcie de Meudon. *Ibid.* (5), XVII, p. 255-274, 1947.

(2) R. ABRARD. La lacune entre la craie et le Calcaire pisolitique à Meudon. *C. R. som. S. G. F.*, p. 313-315, 1948.

sannoisiennes et le Calcaire de Brie, le calcaire de Beauce, en laissant de côté des épisodes secondaires tels que par exemple le calcaire de Ducs bartonien.

Parmi les formations plus franchement continentales on peut citer le travertin de Sézanne et le calcaire de Rilly au Thanétien, et les calcaires lacustres lutétiens des environs de Provins.

Après le retrait de la mer stampienne se sont d'abord manifestées des conditions lagunaires, puis le régime est devenu nettement lacustre. L'émersion de l'Île-de-France est alors définitive.

Des lambeaux et traînées de sables granitiques de la Sologne représentent le Burdigalien, tandis que des cailloutis élevés de la vallée de la Seine sont généralement attribués au Pliocène.

### Éocène

Le Montien, très localisé, quoique cependant moins qu'on ne le pensait autrefois, est directement transgressif sur la craie campanienne ravinée. Le Thanétien surmonte également la craie, sauf à Magny-en-Vexin où le calcaire montien a été signalé par Hébert. Le Sparnacien, dont l'extension géographique est beaucoup plus considérable, déborde l'étage précédent et recouvre presque partout le Crétacé supérieur. Dans les limites de l'Île-de-France telles que nous les avons définies, le Lutétien a toujours le Sparnacien ou le Cuisien comme substratum, ne s'avancant directement sur la craie que dans le département de l'Eure. Le Cuisien et le Bartonien sont en retrait par rapport aux formations qui les précèdent immédiatement ; le premier repose sur le Sparnacien et le second sur le Lutétien. Cependant, à la limite S de l'Île-de-France, il est souvent difficile de définir si les calcaires plus ou moins lacustres qui surmontent le Sparnacien appartiennent au Lutétien, au calcaire de Saint-Ouen ou au calcaire de Champigny.

**MONTIEN.** — Dès 1834, Elie de Beaumont connaissait à Bougival et au Port-Marly, et dès 1835, Cuvier et Brongniart ont signalé sur la craie, à Bougival et dans la vallée de la Mauldre, un calcaire fossilifère, mais ils ne l'en séparèrent pas. Par la suite, d'autres lambeaux plus récents que la craie et antérieurs au Sparnacien, furent découverts, notamment à Laversines, à Meudon, au Port-Marly, à Montainville, à Vigny. Ch. d'Orbigny en 1837 adoptant le terme de *calcaire pisolithique*, déjà employé par Elie de Beaumont, a séparé cette formation de la craie, et l'a considérée comme tertiaire, opinion acceptée par d'Archiac et par tous les géologues.

De longues discussions reprirent ultérieurement, qui sont résumées dans le récent et excellent travail de R. Soyer (1), les principaux épisodes en étant la réattribution au Crétacé par Desor et par Hébert en 1847, le rattachement partie au Danien, partie au Montien (alors compris comme Danien supérieur et Crétacé terminal) par Munier-Chalmas et de Lapparent, puis au Danien à la base et au Montien considéré comme début du Tertiaire par Munier-Chalmas dans une note classique (2) en 1897, tandis qu'en 1901 A. de Grossouvre laisse l'ensemble dans le Danien ; ensuite en 1907, se basant sur les Échinides, J. Lambert place ces assises dans le Montien, base de l'Éocène ; É. Haug, en 1911, rattache au Tertiaire le calcaire pisolithique

(1) R. SOYER. Recherches sur l'extension du Montien dans le Bassin de Paris. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIV, n° 213, 1943.

(2) MUNIER-CHALMAS. Note préliminaire sur les assises montiennes du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), XXV, p. 82-90, 1897.

et toutes les assises subordonnées, en raison des rapports de leur faune avec celle de Mons, toutes deux très voisines, de celle qui au Danemark surmonte la craie danienne de Faxø, mais la présence de *Hercoglossa danica* à Vigny le conduit à penser qu'il y a peut-être le passage du Danien au Montien ; en 1911, P. Lemoine (1) suggère que Vigny et Montainville sont des récifs crétacés, opinion vivement combattue par J. Lambert (2) qui estime que « c'est faire un véritable abus de la théorie des récifs », que d'appeler ainsi des formations renfermant quelques Polypiers, et qui indique avec juste raison que l'erreur capitale de ceux qui veulent rattacher le calcaire pisolithique au Crétacé, est de ne considérer que les lambeaux situés contre la craie sur les deux flancs des vallées, sans tenir compte de ceux beaucoup plus nombreux où ils surmontent la craie ravinée ; la faune étant la même, on ne peut pour G. F. Dollfus en 1912, distinguer deux séries de gisements d'âges différents, les uns adossés, les autres supérieurs à la craie, et l'ensemble constitue un cycle sédimentaire complet, incontestablement tertiaire.

L'attribution au Tertiaire inférieur du calcaire pisolithique paraît désormais admise par tous, et trouve sa confirmation dans de nombreuses observations nouvelles, tant stratigraphiques que paléontologiques ; cependant, en 1939, A.-F. de Lapparent, revient à un calcaire de Vigny probablement faciès de la craie, mais se rallie presque aussitôt à l'opinion générale (3).

Il faut d'ailleurs reconnaître que la situation des lambeaux accotés à la craie sur les deux flancs des vallées, du type Vigny et Montainville, prête à des interprétations variées, d'autant plus que le faciès non pas à proprement parler récifal, mais plutôt subcoralligène, y est plus accentué qu'ailleurs ; il ne s'agit pas de calcaire réellement pisolithique, mais d'une formation à débris d'Algues calcaires roulés, à fragments triturés, souvent cimentés par recristallisation et encroûtement. Mais, ces gisements en contre-bas de la craie sont l'exception si l'on se réfère aux points très nombreux où d'après R. Soyer, les couches présumées montiennes se trouvent normalement entre la craie et le Sparnacien ; pour cet auteur, leur position spéciale peut être expliquée par un arasement des anticlinaux, puis par un déblaiement par les cours d'eau dans les synclinaux sectionnant les lambeaux qui y avaient subsisté. Aux points moins plissés, ou qui avant les creusements tertiaires et quaternaires ont été protégés, notamment par une forte épaisseur de Sparnacien, la superposition est normale sur la craie ravinée.

Il faut, en outre, rappeler qu'à Vigny le contact du calcaire montien avec la craie jaunie, perforée, rubéfiée, tubulurée, comme à Meudon, a été observé (4) ; il impose la conclusion que le calcaire s'est déposé au pied d'une falaise où se trouvaient des bosses de la craie ; falaise anfractueuse d'où le retour apparent de la craie sur le Tertiaire (5) et dont les éboulements expliquent la présence de blocs de craie et de fossiles crétacés remaniés dans le Montien.

La faune du calcaire pisolithique est essentiellement tertiaire, avec, comme il est naturel, quelques survivances crétacées, telles que celle de *Hercoglossa danica*, s'il s'agit réellement de cette espèce comme l'a indiqué H. Schoeller (6), le genre remontant d'ailleurs dans l'Éocène (7). Sans insister sur les Mollusques, presque toujours à l'état de moules et qui par leur cachet d'ensemble

(1) P. LEMOINE. Sur la nature récifale du calcaire de Vigny et de Montainville. *C. R. som. S. G. F.*, p. 96-97, 1911.

(2) J. LAMBERT. Sur un Échinide nouveau du Montien des environs de Paris. *B. S. G. F.* (4), XX, p. 246-250, 1920.

(3) La reprise récente de la théorie du récif crétacé par H. ALIMEN, A.-F. DE LAPPARENT et G. LUCAS (*C. R. Ac. Sc.*, t. 227, p. 1161-1163, 1948) est basée sur des erreurs flagrantes d'observation (*C. R. Ac. Sc.* t. 228, p. 189-190, 758-760, 1949).

(4) P. LEMOINE et R. ABRARD. Les rapports entre la craie et le calcaire pisolithique à Vigny. *C. R. som. S. G. F.*, p. 84-85, 1929.

(5) H. ALIMEN. Détails observés dans la stratigraphie du Calcaire pisolithique de Vigny. *B. S. G. F.* (5), IX, p. 241-248, 1939 (Observations de R. ABRARD).

(6) H. SCHÖLLER. Quelques mots sur le Calcaire pisolithique de Vigny. *Ibid.* (4), XXV, p. 589-593, 1925.

(7) La présence du genre *Hercoglossa* à la base de Vigny a été récemment confirmée (*C. R. Ac. Sc.*, t. 228, p. 189-190, 758-760, 1949).

ont leurs plus grandes affinités dans le Bassin de Paris avec ceux du Calcaire grossier, et parmi lesquels ont été citées de nombreuses formes du Calcaire de Mons (*Turritella montensis*, *Mitra Dewalquei*, *Pseudoliva robusta*, *Cerithium cœmense*, *C. nerineale*, etc.), les Échinides avec le genre presque uniquement tertiaire *Echinanthus* (*E. Dollfusi* de Meulan), les Foraminifères (1), de même que la flore d'Algues calcaires (*Archaeolithothamnium parisiense*, *Lithothamnium montainvillense*, *L. appianatum*, *Mesophyllum vignyense*, *Lithophyllum pisolithicum*, etc.) (2) sont tout à fait catégoriques à cet égard.

Les principales espèces outre les précédentes sont des Polypiers (*Ellipsosmita supracretacea*, *E. meudonensis*, *Phyllocœnia Neptuni*, *Enallhenia singularis*, *Polytrema supracretacea*, etc.), des Échinides (*Cidaris Forschammeri*, *Goniopygus minor*, *Prenaster Sorigneti*, etc.), des Brachiopodes (*Terebratula bellovacensis*, *T. ovata*), des Lamellibranches (*Crassatella pisolithica*, *Lucina supracretacea*, *Corbis sublamellosa*, *C. montensis*, *Cardium pisolithicum*, *Arca merope*, *Lima Carolina*, *L. tecta*, *Chama supracretacea*), des Gastéropodes (*Solarium Danai*, *Ovula cretacea*, *Voluta subfusiformis*, *Fasciolaria prima*, *Cerithium uniplicatum*, *C. modunensis*, pour n'en citer que quelques-uns), un Céphalopode (*Nautilus Heberti*), un Crustacé (*Portunus* cf. *Faujasi*), des Poissons (*Odontaspis subulatus*, *Lamna appendiculata*, *L. serra*, *Corax pristodontus*, *Pseudocorax affinis*, *Prolates Heberti*, etc.), un Chélonien (*Tretosternon ambiguum*), un Crocodilien (*Gavialis macrorhynchus*).

La faune et la flore du calcaire pisolithique, d'affinités nettement tertiaires (3) présentent un caractère subtropical ou tropical très accusé que soulignent les genres *Crassatella*, *Corbis*, *Solarium*, *Ovula*, *Mitra*, *Fasciolaria*, *Telescopium* (*Campanile* auct.), qui indiquent des conditions climatiques et paléogéographiques radicalement différentes de celles qui ont régné pendant le dépôt de la craie blanche qui ressortit à la province tempérée septentrionale, avec influence boréales très prononcées et qui de plus s'est formée à une profondeur beaucoup plus grande. S'il n'est pas exclu de voir remettre un jour en avant la théorie du faciès corallien de la craie, elle se heurtera toujours à cette circonstance dirimante, qu'une formation récifale, par définition tropicale et néritique n'a pu prendre naissance dans une mer relativement profonde, soumise aux influences nordiques et tout au plus tempérée.

Les différents faciès, calcaires zoogènes ou compacts, parfois à Miliolles, blancs, jaunes, gris ou rosés, et les marnes blanches appartiennent bien à une seule et unique formation comprise entre le Sparnacien et la craie, sauf à Laversines et Magny, où elle supporte le Thanétien. Les marnes blanches strontianifères sont pour Munier-Chalmas un faciès d'altération des calcaires zoogènes de Meudon, et on y trouve en effet des nodules de calcaire marin. A leur partie supérieure, une dessalure se manifeste par l'apparition de couches à *Batillaria inopinata*, et on passe à un dépôt lacustre à *Briartia*, *Cornetia*, *Physa*, *Pupa*, *Helix*.

(1) P. MARIE. Sur la faune de Foraminifères du Calcaire pisolithique du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (5), VII, p. 289-294, 1937.

(2) M<sup>me</sup> P. LEMOINE. Les Algues calcaires du Calcaire pisolithique, leurs enseignements stratigraphiques. *B. S. G. F.* (5), VII, p. 287-289, 1937.

(3) Il ne semble pas possible de suivre A. CHAVAN dans son entreprise de vieillissement systématique de la faune de Mollusques de Vigny (*C. R. som. S. G. F.*, p. 104-106 et 243-245, 1949) ; ses conclusions basées sur l'examen de moules plus ou moins bien conservés, ne présentant généralement pas de charnière ou d'ouverture, ne peuvent prévaloir contre celles imposées par une faune de petits Foraminifères en parfait état, essentiellement tertiaire, renfermant notamment *Discorbis corrugata*, *Elphidiella prima*, *Valulina triangularis* (*C. R. Ac. Sc.*, t. 228, p. 759, 1949).

Par ailleurs, il est inexact que la craie de Vigny puisse s'élever jusqu'à la zone à *Bostrychoceras polyplacum* : inférieure aux craies de Longueville et de Meudon, la craie au niveau de la partie inférieure du Calcaire pisolithique ne monte pas au-dessus de la base du Campanien supérieur. L'argument n'aurait, de plus, aucune valeur à Montainville où la craie en contact avec le Calcaire pisolithique ne peut être placée au-dessus du Campanien inférieur.

A Meulan, Bougival, le Port-Marly, le passage latéral des bancs pisolithiques aux calcaires compacts et aux marnes blanches à nodules de calcaires zoogènes, s'observe avec beaucoup de netteté.

Au Mont-Aimé près Vertus, on trouve à plusieurs niveaux des Foraminifères d'abord considérés comme des Operculines (1), mais qui d'après P. Marie constitueraient le genre nouveau *Laffitteina* (2).

Les gisements de calcaire pisolithique ont pendant longtemps été considérés comme peu nombreux, et la situation de plusieurs d'entre eux a fait penser qu'il s'était seulement déposé en contre-bas de la craie, dans des sillons ou dépressions, paraissant correspondre à un fjord étroit résultant de l'envahissement par la mer montienne d'un réseau hydrographique rappelant celui de la Seine actuelle (3). Mais, l'étude des sondages a permis à R. Soyer de signaler la présence de l'étage en un grand nombre de points en dehors des vallées, et l'a conduit à admettre que la mer, venant du NW, avait largement recouvert le Bassin de Paris, et qu'elle s'était étendue jusqu'au S d'Étampes et de Villebéon, dépassant Épernay vers l'E et Meaux vers le N.

R. Soyer cite 179 gisements de Montien, dont 50 se rapportent aux calcaires concrétionnés zoogènes, 63 aux calcaires peu ou pas subécifaux et 66 à des assises où dominent les faciès marneux. Les principaux de ces gisements montiens sont ceux de Meudon, les Moulineaux, Bougival, le Port-Marly, Meulan, Flins, Montainville, Vigny, Ambleville, l'Isle-Adam, Laversines, Vertus-Mont-Aimé.

L'épaisseur des dépôts varie beaucoup, parfois sur de courtes distances ; elle est de 1 m. 50 à 15 m. dans Paris, de 0 m. 82 à 12 m. à Meudon, de 7 à 10 m. à Laversines, de 25 à 30 m. à Montainville, de 21 m. à Vigny, de 20 à 45 m. dans la région de Vertus-Mont-Aimé (pierre de Falaise, 11 à 12 m.).

En tenant compte des discussions qui se sont poursuivies jusqu'en 1949, nous dirons, pour résumer la question, que malgré les efforts déployés pour vieillir le calcaire pisolithique et rajeunir la craie, pour laisser entendre que la faune du premier n'est pas aussi méridionale que l'on pouvait le penser et celle de la craie aussi septentrionale qu'on l'admettait, il n'en reste pas moins le fait indiscutable et évident que les deux formations sont entièrement contrastantes sous tous les rapports, l'une étant transgressive sur l'autre dont la sépare une importante lacune. Il faut considérer qu'il reste bien établi que la quasi-totalité du calcaire pisolithique doit être attribuée au Montien ; certes, on ne peut prétendre que la transgression s'est produite exactement à la limite conventionnelle du Montien, et il est possible qu'en quelques points bas tels que Vigny ou Montainville elle se soit amorcée dès le Danien supérieur. Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, la craie supérieure termine l'histoire secondaire du Bassin de Paris et le calcaire pisolithique en inaugure l'histoire tertiaire.

(1) R. LAFFITTE. Sur la présence d'Operculines dans la formation dite « Calcaire pisolithique du Bassin de Paris ». *C. R. Ac. Sc.*, t. 206, p. 1908-1910, 1938. — R. LAFFITTE et H. AGALÈDE. Sur le Calcaire pisolithique du Mont-Aimé (Marne). *C. R. som. S. G. F.*, p. 194-195, 1938.

(2) P. MARIE. *B. S. G. F.* (5), XV, p. 419-434, 1945.

(3) P. JODOT, L. JOLEAUD, P. LEMOINE et P. TEILHARD DE CHARDIN. Observations sur le calcaire pisolithique de Vertus et du Mont-Aimé (Marne). *B. S. G. F.* (4), XXII, p. 164-176, 1922. — R. ABRARD, L. JOLEAUD et P. LEMOINE. Sur les conditions de gisement du Montien du Port-Marly (Seine-et-Oise). *C. R. Ac. Sc.*, t. 185, p. 391-393, 1927.

THANÉTIEN. — Dans le N de la France, on a distingué dans le Thanétien trois horizons paléontologiques qui de bas en haut sont respectivement caractérisés par *Cyprina Morrisi*, *Pholadomya Konincki* et *Cyprina scutellaria*. D'après H. Farchad, les Cyprines ne sont d'ailleurs pas des fossiles de zone bien caractéristiques, et il signale que dans l'île de Thanet, en Angleterre, les trois espèces précédentes se trouvent dans le même niveau. La première de ces assises n'est connue que dans le N et dépasse à peine Cambrai ; la seconde s'est avancée jusqu'auprès de Reims ; la troisième, qui a laissé de beaucoup les vestiges les plus importants dans l'île-de-France, est celle des sables de Bracheux, qui se sont déposés dans une mer transgressive qui a atteint Luzarches et Dormans.

Vers le sommet de l'étage, dans le fond du golfe des influences fluvio-marines et saumâtres ont commencé à prévaloir. Le conglomérat de Cernay, supérieur aux sables de Rilly a livré une faune classique de Vertébrés. Les formations lacustres sont représentées par le calcaire de Rilly et les marnes de Chenay, tandis qu'un dépôt de source, le travertin de Sézanne a donné d'utiles renseignements sur la flore thanétienne.

L'horizon moyen qui ne s'observe que sur la bordure N de l'île-de-France, entre La Fère et Reims (1) est représenté par le tuffeau de la Fère, grès ou sable argileux glauconieux, épais de 2 à 4 m. qui, à Laon, renferme une lentille d'argile glauconifère d'un vert foncé (argile de Vaux-sous-Laon). Ce tuffeau contient *Ostrea eversa*, *Astarte inaequilatera*, *Pholadomya Konincki*, *P. cuneata*, *Cyprina* sp., *Martesia Heberti* (moules de terriers) ; la présence de restes d'*Arctocyon primaevus* en fait le plus ancien niveau tertiaire mammalogique d'Europe. L'argile de Vaux renferme de nombreuses dents de Squales (*Odontaspis Rutoti*, *O. striata*, *Oxyrhina nova*, *Otodus obliquus*). A Châlons-sur-Vesle, ce tuffeau est séparé de la craie blanche à *Actinocamax quadratus* par une marne blanche à *Ostrea eversa*.

Les sables thanétiens surmontent dans la région de Compiègne et plus à l'W (Coudun, Bienville, Jaux, Bresles, Méru, etc.) des silex verts scoriacés, empâtés dans une argile sableuse glauconieuse, ou formant un conglomérat, que l'on considère comme correspondant au tuffeau de la Fère.

Les sables de Bracheux, glauconieux à la base, avec lits de galets, sont typiques à la Butte de la Justice à l'E de Beauvais, témoin conservé à la surface de la craie, et qu'une exploitation intensive a fait presque complètement disparaître (2). Les sables quartzeux, blancs ou gris, dans leur partie moyenne deviennent jaunâtres au sommet. Ils renferment de nombreux Mollusques parmi lesquels *Ostrea bellovacina*, *Cardita pectuncularis*, *Pectunculus terebratularis*, *Cucullaea crassatina*, *Dosiniopsis fallax*, *D. bellovacina*, *Cytherea proxima*, *Cyprina scutellaria*, *C. obliqua*, *Crassatella bellovacina*, *Lucina uncinata*, *Nemocardium Edwardsi*, *Turritella circumdata*, *T. hybrida*, *Cerithium bellovacina*, *Voluta Baudoni*, *V. depressa*.

Ces sables marins qui ont été étudiés par H. Farchad (3) dans un travail d'ensemble, sont également fossilifères à Boncourt, Fresneaux-Montchevreuil, Abbecourt, Bourguillemont, Noailles, Pronleroy. Plus à l'E, leur partie supérieure appelée souvent sables et grès de Gannes passe au sommet à la marne de Marquéglise à *Ostrea heteroclita*. Cette espèce, accompagnée de *O. eversa*, se retrouve dans les sables à Reissons-sur-Matz. L'épaisseur des sables de Bracheux est de 8 à 12 m. A Mortemer et à Coivrel, un calcaire dur à Paludines et oogones de *Chara* surmonte les sables et les sépare de l'argile plastique.

Les sables de Bracheux qui sont très ténus, deviennent plus grossiers à leur partie supérieure lorsqu'on se dirige vers l'E ; ils y présentent souvent

(1) M. LERICHE. Composition de l'Éocène dans le Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), XII, p. 695-707, 1912.

(2) Des démarches ont été entreprises vers 1941 pour faire classer ce gisement tout à fait classique et l'Assemblée des Professeurs du Muséum a émis un vœu en ce sens ; il n'a bien entendu pas été possible de trouver un centime pour le réaliser.

(3) H. FARCHAD. Étude du Thanétien (Landénien marin) du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XIII, mém. n° 30, 1936.

une stratification oblique ou entrecroisée laquelle formerait le passage aux sables de Châlons-sur-Vesle. Dans la région de Compiègne, ils supportent un calcaire marno-sableux à la base, dur, tufacé et celluleux au sommet (Clairoix, Annel, Mélicoq, etc.) qui est souvent considéré comme représentant les sables de Rilly.

Les sables de Châlons-sur-Vesle, attribués quelquefois à un niveau supérieur à ceux de Bracheux, ne sont en réalité qu'un faciès plus littoral de ces derniers, et ce caractère s'accuse dans d'autres gisements des environs de Reims, tel que celui de Chenay qui apparaît comme un dépôt de plage. On n'y trouve plus *Cardita pectuncularis* ni *Cucullaea crassatina*, les principales espèces étant *Ostrea bellovacina*, *O. eversa*, *Cyprina scutellaria*, *Cyrena veneriformis*, *C. angustidens*, *Pectunculus terebratularis*, *Cardium Bazini*, *Nemocardium Edwardsi*, *Natica Deshayesi*, *Neritina vicina*, *Potamides tuba*, *P. proavivus*, *P. circinatus*, *Turritella circumdata*, *Cypraea prisca*, *Voluta depressa*, *Pirula intermedia*, *Leptopoma helicinaeformis*.

Il y a donc mélange de formes marines et saumâtres, celles-ci devenant de plus en plus nombreuses vers le sommet où il s'y adjoint des Mollusques d'eau douce et terrestres (*Helix Rigaulti*, *Limnaea brachystoma*, *Valvata parvula*, etc.), notamment à Châlons-sur-Vesle, Chenay, Merfy. Les sables ont fréquemment une stratification oblique ; certains lits sont ligniteux avec vestiges de Végétaux. Les sables sont épais de 11 à 12 m. à Châlons-sur-Vesle.

A Chenay, au-dessus des sables, on trouve une marne blanche calcaire à faune continentale, qui d'après H. Farchad serait en relation avec le conglomérat de Cernay ; on y a notamment rencontré *Sphaerium nucleus*, *Limnaea lignitarum*, *Paludina aspersa*, *Planorbis subovatus*, *Physa gigantea*, *Helix Dumasi*, *H. Droueti*, ainsi que des oogones de *Chara helicteres* et *C. sparnacensis*.

Les sables fossilifères se montrent aussi à Villers-Franqueux, Thil, Prouilly, Jonchery-sur-Vesle.

Le conglomérat de Cernay qui s'observe dans une butte-témoin au NE de Reims est tantôt meuble et sableux, ferrugineux, argileux, avec lits très mince de lignites, tantôt assez dur, les coquilles étant prises dans un ciment argilo-calcaire très tenace ; il présente alors des lentilles de calcaire dur avec empreintes de Mollusques, et des amas de grès dur, et l'on y observe des nodules calcaires zonés, souvent perforés par les Térédines, ainsi que des galets roulés de calcaire lithographique. Cette formation, épaisse de 1 m. 50 à 2 m. 60, et qui ne correspond d'ailleurs pas à la définition d'un conglomérat, est supérieure aux sables de Rilly qu'elle ravine parfois de manière à reposer directement sur la craie.

La faune de ce « conglomérat » qui s'y rencontre sur toute sa hauteur quel que soit le faciès, est constituée par des Mollusques, marins pour la plupart et par une très belle faune de Mammifères, découverte par Aumonier et Eck en 1873, étudiée par V. Lemoine et Aumonier, Ch. Depéret, et plus récemment par P. Teilhard de Chardin (1) qui a été amené à supprimer un certain nombre des formes qui y avaient été citées.

Les Mollusques marins sont principalement *Pectunculus terebratularis*, *Cyprina scutellaria*, *Cardium (Nemocardium) Edwardsi*, *Natica* aff. *infundibulum*, *Turritella circumdata*. Les formes saumâtres comprennent *Cyrena tellinella*, *C. Lemoinei*, *C. veneriformis*, *Corbicula unioniformis*, *C. angustidens*. On y trouve en outre des Gastéropodes continentaux dans lesquels P. Jodot a reconnu des espèces du calcaire de Rilly (*Rillya rillyensis*, *Bithinia Nysti*, *Carychium Michelini*, *Leuconia remiensis*), ce qui précise l'âge thanétien supérieur du conglomérat. La faune de Mammifères dite cernaysienne se compose de *Neoplagiaulax eocaenus*, *Adapisoriculus minimus*, *Adapisorex Chevilloni*, *A. Gaudryi*, *Plesiadapis tricuspis*, *P. campanicus*, *Dissacus*

(1) P. TEILHARD DE CHARDIN. Les Mammifères de l'Éocène inférieur français et leurs gisements. I. Les Mammifères thanétiens. *Ann. Paleont.*, t. XI, p. 1-49, 1922. Voir aussi pour description du gisement : A.-F. DE LAPPARENT. Excursions géologiques dans le Bassin de Paris. Géologie régionale de la France. Hermann, p. 83-84, 1946.



*europaeus*, *D. Gaudryi*, *Arctocyon primaevus*, *Arctocyonides Trouessarti*, *Tricuspidon Rutimeyeri*, *Pleuraspidotherium Aumonieri*, *P. remense*, *Orthaspidotherium Edwardsti*.

Pour Depéret, le conglomérat de Cernay est une formation littorale franchement marine (on y trouve aussi des dents de Squales, associées à des restes d'*Amia*, Poissons actuellement fluviatiles), dans laquelle ont été entraînés des restes d'animaux terrestres ; pour Leriche, au contraire, il s'agit d'un sable fluviatile.

Dans la Montagne de Reims, à Rilly, le Thanétien est constitué par des sables blancs sans fossiles (qui correspondent peut-être aux grès à empreintes végétales avec sables des Chauffours à *Cyprina scutellaria*), et par le calcaire de Rilly, laguno-lacustre, qui à côté de quelques formes saumâtres (*Cyrena*) renferme une faune classique de Mollusques terrestres et d'eau douce. Des 39 espèces qui la composent, les plus caractéristiques sont *Pisidium Denainvilliersei*, *Sphaerium rillyense*, *Pupa oviformis*, *Isthmia Archiaci*, *Glandina terveri*, *Carychium Michelini*, *Planorbis subovatus*, *Leptopoma helicinaeformis*, *Cyclostoma Arnouldi*, *Ancylus Matheroni*, *Clausilia sinuata*, *Bithinia Nysti*, *Rillya rillyensis*, *Leuconia remiensis*, *Paludina aspersa*, *Limnaea Bayleti*, *Physa gigantea*, *Helix hemisphaerica*, *H. Droueti*, *H. Dumasi*. Ainsi que nous l'avons dit, un certain nombre de ces espèces (*Rillya rillyensis*, *Helix hemisphaerica*, *Leptopoma helicinaeformis*, *Pisidium Denainvilliersei*, etc.), se retrouvent dans la partie supérieure moins marine, des sables de Châlons-sur-Vesle ; on peut avec H. Farchad en conclure que le calcaire de Rilly est synchronique de ces sables ainsi que de ceux de Bracheux.

La limite S d'extension des sables de Bracheux est marquée par le *poudingue de Coye*, très dur, qui résulte de l'agglomération des galets que contenaient les sables, après déblaiement de ceux-ci. Plus au N, au pied de certains coteaux du Vexin, on observe des nappes de galets qui paraissent avoir la même origine.

Le *travertin de Sézanne* est une formation continentale, constituée par des tufs concrétionnés, déposés par suite du travail d'Algues perforantes, par un cours d'eau qui se jetait dans le lac de Rilly, et par des sources de la craie du voisinage. Sur la craie à *Belemnitella mucronata*, on trouve d'abord un gravier torrentiel, avec gros silex roulés, puis la formation travertineuse de 4 à 5 m. d'épaisseur, qui renferme des tubes de Phryganes et de très nombreuses empreintes végétales (1).

La flore, étudiée notamment par Brongniart, de Saporta (2), Viguiet, comprend 89 espèces réparties entre les Cryptogames (*Marchantia*, *Adiantum*, *Asplenium*, etc.), et les Phanérogames (*Myrica*, *Alnus*, *Salix*, *Protoficus*, *Laurus*, *Sassafras*, *Echitonium*, *Aralia*, *Sterculia*, *Magnolia*, etc.) ; à signaler la présence de la Vigne avec *Vitis sezannensis* et du Lierre avec *Hedera prisca*. Le caractère de cette flore est tropical. Le moulage des cavités a permis à Munier-Chalmas (3) d'obtenir des fleurs avec leurs étamines, des Insectes et des Crustacés, dont une Écrevisse, *Astacus Edwardsi*. Les Mollusques sont représentés entre autres par *Helix hemisphaerica*, *Physa gigantea*, *Paludina aspersa*.

En ce qui concerne la température des eaux au Thanétien, la présence des genres *Cyprina* et *Dosiniopsis* a conduit Munier-Chalmas à admettre qu'elle était peu élevée. Cependant, la présence de nombreuses Algues calcaires dans les sables de Bracheux (*Larvaria*, *Montiella*, *Terquemella*, *Acicularia*, etc.) (4), celle d'un Polypier à Chenay (*Pleurocora*) (5), et les

(1) CH. VÉLAIN. Compte rendu de l'excursion du jeudi 22 à Rilly-la-Montagne et à Sézanne. *B. S. G. F.* (3), XVII, p. 868-870, 1889.

(2) DE SAPORTA. Prodrôme de la flore fossile de Sézanne. *Mém. Soc. Géol. France*, VIII, 1868.

(3) *B. S. G. F.* (2), XXIX, p. 166, 1872.

(4) L. et J. MORELLET. Nouvelle contribution à l'étude des Dasycladacées tertiaires. *Mém. S. G. F.*, XXIV, mém. n° 58, 1922.

(5) Id. Découverte d'un Polypier dans le Thanétien du Bassin de Paris. Considérations sur la température des eaux du golfe thanétien du Bassin de Paris. *C. R. som. S. G. F.*, p. 202-203, 1945.

conclusions, d'ailleurs discutables sur certains points, de H. Farchad, relatives aux Mollusques marins paraissent contredire cette opinion qui, par ailleurs, n'est pas en accord avec les renseignements fournis par la flore de Sézanne.

Il est incontestable que la faune marine du Thanétien du Bassin de Paris est beaucoup moins chaude que celle du Montien et que celle du groupe Cuisien-Lutétien-Bartonien. Peut-être cela vient-il, comme nous l'avons suggéré, de communications largement ouvertes vers le N et difficiles ou nulles avec la Mésogée, plutôt que de la température intrinsèque de la mer, restée assez chaude pour que puissent s'y développer Algues calcaires et Polypiers libres.

**SPARNACIEN.** — Après le retrait de la mer thanétienne, le régime lagunaire a très largement pris possession de l'Île-de-France. Entre les sables de Bracheux et les sables de Cuise, formations marines, on trouve un ensemble de dépôts saumâtres, lacustres et fluviatiles, pour lesquels Dollfus a créé le terme de Sparnacien en prenant le type autour d'Épernay (*Sparnacum*). Mais, les lois de la nomenclature ne permettant pas d'établir des étages sur des assises non marines, on doit considérer que le Sparnacien ne représente qu'un groupe de faciès plus ou moins continentaux dont il convient de rechercher l'équivalence dans la série marine. Pour les uns, ils doivent être rattachés à un « Landénien supérieur » continental faisant suite à un « Landénien marin » qui correspond aux sables de Bracheux et aux autres assises du Thanétien marin, ce qui revient à en faire du Thanétien supérieur saumâtre et lacustre. Pour les autres, les argiles à lignites sparnaciennes, sont un équivalent de l'argile des Flandres et de l'argile de Londres, et constituent dans le Bassin de Paris la partie inférieure saumâtre de l'étage Londinien, les sables de Cuise en formant le sommet.

La première opinion soutenue par M. Leriche (1) a été fortement combattue par G. F. Dollfus (2) ; si Leriche est dans le vrai en cherchant à rattacher à des assises marines les dépôts dits sparnaciens, il est indéfendable de vouloir réunir dans un « Landénien continental » d'une part le conglomérat de Cernay, les marnes de Chenay et le calcaire de Rilly, thanétiens, et des argiles à lignites qui se relie incontestablement aux sables de Cuise.

La deuxième solution adoptée par E. Haug paraît beaucoup plus rationnelle. Cependant, à la suite de la découverte dans l'île de Wight au-dessus du London clay, de couches de *Nummulites planulatus* et faune cuisienne, A. Wrigley et A. G. Davis (3) ont été amenés à conclure qu'il ne se trouvait pas de représentant de l'argile de Londres dans le Bassin parisien ; ils admettent en Angleterre un Sparnacien très réduit (Oldhaven Beds équivalent des couches de Woolwich et de Reading), un Yprésien à l'état d'argile de Londres, et un Cuisien, indépendant de l'Yprésien. Mais, les choses peuvent être interprétées d'une manière différente ; en considérant que dans le Bassin anglais on trouve entre le Thanétien et les couches de Bracklesham inférieures — abstraction faite des Oldhaven Beds — le London clay et des couches à *N. planulatus*, et dans le Bassin parisien, entre le Thanétien et le Calcaire grossier, les argiles à lignites et les sables de Cuise, il paraît possible d'admettre que le Sparnacien est un équivalent non marin de l'argile de Londres et qu'il peut être synchronisé avec un sous-étage Yprésien comprenant cette dernière et l'argile des Flandres, et formant la partie inférieure du Londinien, dont les couches à *N. planulatus* de l'île de Wight et de Belgique ainsi que les sables de Cuise, constitueraient le sous-étage supérieur ou Cuisien.

(1) M. LERICHE. Sur la signification des termes Landénien et Thanétien. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIV, p. 201-205, 1905. — Observations sur la classification des assises paléocènes et éocènes du Bassin de Paris. *Ibid.*, p. 383-392, 1905.

(2) G. F. DOLLFUS. Critique de la classification de l'Éocène inférieur. *Ibid.*, p. 373-382, 1905.

(3) A. WRIGLEY et A. G. DAVIS. The Occurrence of *Nummulites planulatus* in England. *Proceed. Geol. Assoc.*, XLVIII, Part. 2, p. 203-228, 1937. — L. MORELLET. Le problème du synchronisme des assises de l'Éocène inférieur dans les bassins anglais, parisien et belge. *C. R. som. S. G. F.*, p. 197-198, 1937.

La présence d'un Sparnacien réduit sous l'argile des Flandres ne semble pas s'opposer à la conclusion précédente ; celle-ci étant beaucoup moins épaisse que le London clay, l'Yprésien aurait débuté en Belgique par un régime saumâtre qui dans le Bassin de Paris s'est poursuivi jusqu'au Cuisien.

Les considérations qui précèdent sont singulièrement renforcées par les conclusions que P. Teilhard de Chardin a tirées de l'étude des Mammifères (1), et qui sont que le London clay par la présence d'*Hyracotherium* et de *Plesiadapis*, se rattache au conglomérat sparnacien de Meudon. Par ailleurs, il y a une faune thanétienne et une faune sparnacienne-cuisienne, très différentes.

Il y a lieu de noter que, chaque fois qu'une formation attribuée précédemment au Sparnacien, a pu, par suite de données paléontologiques, ou stratigraphiques, voir sa place précisée par rapport aux assises marines, elle a été réunie au Cuisien ; il en a été ainsi des sables de Sinceny, du falun de Pourcy, des sables à Unios et Térédines.

Les formations sparnaciennes, sont de par les conditions mêmes dans lesquelles elles se sont déposées, excessivement variables avec des change-

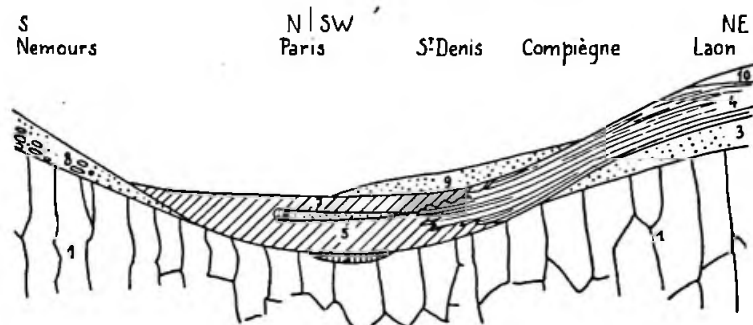


Fig. 28. — Schéma des changements de faciès du Sparnacien.

1, crinée sénoniennne ; 2, calcaire pliothétique montien ; 3, sables de Bracheux (Thanétien) ; 4, sables et argiles à lignites du Soissonnais ; 5, argile plastique ; 6, sables d'Auteuil ; 7, fausses-glaises ; 8, sables, grès et poudingues de la zone périphérique ; 9, sables sparnaciens supérieurs ; 10, grès d'Urcel.

ments de faciès fréquents et rapides. G. F. Dollfus (2) a essayé de les ordonner de bas en haut de la manière suivante :

a) sables et grès de Versigny, Laniscourt, argile plastique de Vaugirard, poudingue de Nemours, de Meudon, de Breuillet ;

b) sables, argiles et lignites de Rilly, Dormans, à Cyrènes. Fausses glaises d'Auteuil ;

c) marne lacustre de Grauves et du Mont Bernon à *Physa columnaris* ;

d) sables, argiles et lignites de Vauxbuin à Potamides ;

e) sables et grès de Chaillevois et Urcel, argiles à *Ostrea bellovacina*.

P. Lemoine (3) a indiqué que l'on pouvait dans le Sparnacien distinguer trois zones géographiques : 1<sup>o</sup> une zone périphérique, rapprochée du Massif Central constituée par des sables, des graviers et des dépôts fluviatiles, tels que le poudingue de Nemours et l'arkose de Breuillet ; 2<sup>o</sup> une zone de l'argile plastique ; 3<sup>o</sup> une zone des argiles à lignites, très développée dans le Soissonnais, avec intercalations sableuses.

1<sup>o</sup> Zone périphérique. — Cette zone est formée par des dépôts dont les

(1) *Loc. cit.*, p. 83-84.

(2) *Loc. cit.*, 1905, p. 382. Dollfus plaçait dans le niveau a) le conglomérat de Cernay qui est Thanétien et dont la faune de Mammifères est radicalement différente de celle de Meudon.

(3) Bassin de Paris, p. 212-219.

éléments ont été transportés et roulés par des eaux descendant du Morvan ; elle se développe surtout dans le Sénonais, hors des limites de l'Ile-de-France.

Le *poudingue de Nemours* qui a de 8 à 30 m. d'épaisseur est très développé dans la vallée du Loing, et surmonte la craie blanche sénonienne dont il est séparé par une couche en général assez réduite, d'argile à silice. Il est formé de sables quartzeux avec silice crétacés très roulés (1). Les galets sont souvent agglutinés par un ciment siliceux, en grès et poudingues très durs qui ravinent fortement la craie. Parfois les grès se rapprochent beaucoup de la roche de Breuillet. En certains points des sables granitiques rappelant ceux de la Sologne représentent seuls cette assise.

A Breuillet, et aux environs, le Sparnacien débute par une argile plastique grise, rouge, blanche ou panachée avec nodules ferrugineux, qui passe au sommet à des sables quartzeux grossiers, feldspathiques, cimentés en une arkose. On y rencontre du titane, ce qui a fait penser qu'ils se prolongeaient peut-être vers l'W par les *grès ladères*. Ces couches ont été enlevées sur l'anticlinal du Roumois.

2° *Zone de l'argile plastique*. — L'argile plastique se développe largement autour de Paris, où elle repose, soit sur le calcaire pisolithique, soit sur la craie. La série est la suivante de bas en haut :

a) *Conglomérat de Meudon*, formé de fragments de craie et de calcaire pisolithique, renfermant de nombreux restes de Vertébrés. Poissons : *Lepidosteus Maximiliani* ; Reptiles : *Crocodylus depressifrons*, *Trionyx vitatus* ; Oiseaux : *Gastornis parisiensis* ; Mammifères (revus par Teilhard de Chardin, 1922) : *Pachyaena gigantea*, *Palaeonictis gigantea*, *Plesiadapis* aff. *Daubrei*, *Hyracotherium*, *Paramys*, *Coryphodon*. On y trouve aussi des Mollusques tels que *Anodonta Cuvieri*, *Unio antiqua*, *Paludina lenta*, *Planorbis sparnacensis*, *Limnaea lignitarum*, *Physa Heberti* et des Végétaux (*Aulacoxylon sparnacense*, *Salix*, oogones de *Chara*) ; on y a également recueilli du succin. Épais de 3 m. 70 à Meudon, le conglomérat a été rencontré à Vaugirard, Port-Marly, Bougival, Gentilly, Limay, Auteuil.

b) *Argile plastique ou glaises* débutant par une argile panachée de rouge et de gris, qui passe à l'argile plastique proprement dite, qui a été activement exploitée à Vaugirard et Vanves pour tuiles et tuyaux. A Vanves on a trouvé *Pachyaena gigantea*. On y rencontre aussi des bois de conifères perforés par *Teredina Oweni*.

c) *Sables d'Auteuil*, pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur, connus également à Sèvres, formant des lentilles à Vanves, et disparaissant au S de l'axe de Meudon, et renfermant des Mollusques saumâtres (*Cyrena cuneiformis*, *Potamides*) associés à des organismes marins tels que des Bryozoaires (*Membranipora*) (2).

d) *Fausses glaises*, correspondant aux lignites du Soissonnais, à l'état d'argiles grises ou noirâtres, plus ou moins ligniteuses, avec cristaux de marcasite, de gypse, d'apatélite. Elles sont fossilifères en quelques points, notamment à Saint-Germain-en-Laye, d'où Dollfus a cité entre autres *Lepidosteus Maximiliani*, *Melania inquinata*, *Tympanotonus funatus*, *Cyrena cuneiformis*, *C. antiqua*, *C. tellinella*, *Corbula Arnouldi*, *Ostrea bellavacina*, *O. sparnacensis*.

Cette série est sujette à certaines variations. A Vanves, le conglomérat de Meudon est remplacé par une argile noire ligniteuse à *Physa Heberti* et *Paludina suessoniensis*, dans laquelle on a rencontré une flore étudiée par P.-H. Fritel (3) et comprenant notamment *Asplenium issiacense*, *Sabalites lignitarum*, *Ficus moduniensis*, *Dombeyopsis lignitum*.

(1) On a voulu, dans quelques galets plus arrondis, voir du matériel marin thanétien, ce qui apparaît comme tout à fait erroné (A. CAILLEUX et J. TRICART. *C. R. som. S. G. F.*, p. 111-115, 1946).

(2) PAUL COMBES Fils. Découverte dans les sables d'Auteuil d'une faunule marine *B. S. G. F.* (4), V, p. 745, 1905.

(3) P.-H. FRITEL. Études sur les Végétaux fossile de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. France, Paléont.*, t. XV, mém. n° 40, 1910.

Dans le Mantois, une couche épaisse d'argile plastique, activement exploitée pour tuiles et ciment, supporte des sables jaunes à *Cyrena cuneiformis* alternant avec des lits d'argile grise, au-dessus desquels on trouve des couches argilo-sableuses à *Ostrea bellovacina*. A l'opposé, aux environs de Provins, l'argile plastique également très exploitée comporte des couches réfractaires et d'autres utilisées pour tuiles et tuyaux. En certains points, il y a intercalations de niveaux sableux passant à des sables grossiers et à des galets vers la base ; des Paludines, des restes de Tortues et des empreintes végétales ont été signalés à Cessoy et à Provins.

Sous la Brie, le Sparnacien, traversé par de nombreux forages qui s'alimentent à la nappe aquifère qu'il détermine, présente au-dessus de l'argile plastique, souvent pyriteuse à la base comme à Provins, des alternances ou des intrications irrégulières de sables et d'argiles. Dans la région de Dammartin-en-Goële, le Sparnacien spécialement épais (75 à 85 m.) comprend plusieurs bancs de grès quartziteux très durs (1) semblables à ceux de Chaillevois et Urcel. Vers l'E, à Montpothier, à la partie supérieure de l'étage on trouve aussi des grès très durs exploités pour l'empierrement des routes. Vers le N, l'argile plastique ne paraît pas dépasser Creil.

L'épaisseur du Sparnacien varie beaucoup suivant les points ; assez faible sur les anticlinaux, elle est importante dans les synclinaux et les dépressions de la craie, allant ainsi de 17 à près de 90 mètres.

3<sup>o</sup> Zone de l'argile à lignites. — Elle se développe largement dans le Soissonnais, le Laonnais et aux environs de Reims et d'Épernay, et correspond dans son ensemble à l'établissement de lagunes sur les régions abandonnées par la mer thanétienne en régression.

Les argiles à lignites du Soissonnais sont formées de lits plus ou moins nombreux d'argiles impures, jaunâtres, bleuâtres ou noirâtres, alternant avec des lits de sables argileux de même couleur et présentant des intercalations irrégulières d'amas de coquilles ou faluns (*Cyrena antiqua*, *C. cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Melanopsis buccinoidea*, *M. ancillaroides*, *Tympanotonus turris*, *T. funatus*). *Ostrea bellovacina* se tient généralement à un niveau supérieur.

Des bancs de lignites sont subordonnés aux argiles, le plus souvent au nombre de deux ou trois, avec une épaisseur totale ne dépassant pas 4 m. Les lignites se présentent en masses lenticulaires discontinues ; ils ont été autrefois très activement exploités, soit dans des « cendrières », soit souterrainement, notamment autour de Chaillevois et d'Urcel, et dans la vallée de l'Allette ; ils ont fourni *Crocodylus depressifrons*. Cette formation a été décrite en détail par les anciens auteurs (2). Vers le SE, dans la vallée de la Marne, les lignites sont très pyriteux et ne peuvent être utilisés que pour l'amendement des terres.

Vers le NE, les sables et grès deviennent prédominants à la partie supérieure (grès à pavés d'Urcel) et plus loin (Molinchart) remplacent latéralement l'argile, réduite à quelques centimètres. En quelques points, les grès ont livré des empreintes végétales, étudiées par Watelet, revues par Fritel (3), parmi lesquelles *Flabellaria suessoniensis*, *Dryophyllum curicellense*, *Comptonia Micheloti*, *Leguminosites leptolobifolius*, *Viburnites dubium*, flore qui provient surtout de Bazoches et Vauxbuin, bien distincte de celle du grès cuisin de Belleu, mais présentant des espèces communes avec le Thanétien de Vervins (4).

Une note un peu plus marine était donnée par le gisement de Sarron,

(1) R. ABRARD. Les grès sparnaciens de la région de Dammartin-en-Goële (S.-et-M.) *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 298-301, 1938.

(2) D'ARCHIAC. Description géologique du département de l'Aisne. *Mém. Soc. Géol. France*, t. V, 1843 (p. 280-303). — GRAVES. Essai de topographie géognostique du département de l'Oise. Beauvais, 1847 (p. 200-256).

(3) P.-H. FRITEL. Flore sparnacienne du « grès des lignites » des environs de Laon et de Soissons (Aisne). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 189-193, 1923.

(4) Id. Observations sur la flore fossile des grès thanétiens de Vervins (Aisne). *B. S. G. F.* (4), X, p. 690-709, 1910.

depuis longtemps inaccessible, avec *Arca modioliformis*, *Batillaria Stueri*, *Scalaria Stuert*, *Murex sarronensis*, associés aux *Cyrena*, *Melania* et *Tympanotonus* habituels.

Au Mont-de-Berru (Marne), le Sparnacien débute par 17 m. de sables roux et d'argiles noires ou bleues ligniteuses avec *Gastornis*, puis viennent 15 m. d'argiles ligniteuses et de sables avec *Melania inquinata*, *Tympanotonus funatus*, *Cyrena cuneiformis* et *Coryphodon Oweni*, que l'on retrouve autour d'Épernay, à Damery, à Chavot, à Monthelon, sous les sables à Unios et Térédines.

Près d'Épernay, au Mont-Bernon (1), le Sparnacien débute par un calcaire à *Physa columnaris*, *Planorbis subovatus*, *Cyclas*, formes terrestres (*Rillya*, *Carychium*, *Pupa*, *Clausilia*) et oogones de *Chara*, qui surmontent des sables et des argiles ligniteuses à *Cyrena* et *Tympanotonus funatus*, qui supportent eux-mêmes les sables à Unios et Térédines. A Dormans on trouve des marnes blanches à *Cyrena* avec intercalations de calcaires lacustres à *Physa columnaris*, pouvant passer à des marnes feuilletées à *Chara*.

L'épaisseur du Sparnacien est beaucoup moins grande dans la zone de l'argile à lignites que dans celle de l'argile plastique ; dans les départements de l'Aisne et de l'Oise, elle est généralement comprise entre 12 et 28 mètres, avec épaissements aux points où se rencontrent les couches de lignites.

CUISIEN. — Le retour de la mer se produit au Cuisien, par l'invasion des lagunes dans lesquelles s'étaient formés les faciès sparnaciens ; il y a donc transgression marine, et c'est une erreur de parler d'une régression cuisienne (2). Il y a seulement extension géographique moindre, très importante si l'on se réfère aux zones périphériques ou de l'argile plastique, assez faible si l'on ne tient compte que des lagunes proprement dites, la mer s'étant avancée jusqu'au delà de Saint-Denis et jusqu'à Meaux.

Les assises cuisiniennes comprennent de bas en haut la série suivante :

1° *Sables de Sinceny* (Aisne), grossiers, à stratification oblique et irrégulière, avec nombreux galets noirs roulés, renfermant *Nummulites planulatus* (3) et des Mollusques indiquant des conditions fluvio-marines. G.F. Dollfus a cité 62 espèces, dont 50 des lignites et des sables inférieurs, et 13 des sables de Cuise ; on rencontre notamment *Pholas proxima*, *Cytherea sincenyensis*, *Cyrena cuneiformis*, *C. tellinella*, *Pectunculus terebratularis*, *Arca modioliformis*, *Mytilus laevigatus*, *Ostrea bellovacina*, *O. sparnacensis*, *O. heteroclita*, *Melania inquinata*, *Neritina globulus*, *N. Dutemplei*, *Tympanotonus funatus*, *T. turris*, *T. involutus*, *Murex plicatilis*, *Paludina lenta*, *Physa Lamberti*, *Planorbis laevigatus*, *Melanopsis ancillaroides*, *M. buccinoidea*.

La présence de quelques formes thanétiennes et le fait que d'après Hébert, il y aurait plusieurs mètres d'argiles à *Cyrena cuneiformis* entre ces sables et ceux de Cuise ont amené à considérer les sables de Sinceny comme inférieurs à ceux de Brasles dont la faune est très voisine. En réalité leurs rapports restent à préciser ; s'il y a des argiles à Cyrènes au-dessus des sables de Sinceny, elles sont cuisiniennes, puisque ces derniers renferment *Nummulites planulatus*.

2° *Tuffeau de Mont-Notre-Dame* (Aisne), signalé par Munier-Chalmas, étudié par L. et J. Morellet (4) qui se présente presque comme une gaize riche en spicules de Spongiaires, et renfermant à l'état de moules internes des Mollusques (*Tellina pseudorostralis*, *Cardium patruelinum*, *Nemocardium Hoernesii*, *Natica hantoniensis*, *Ampullina splendida*, *Tympanotonus funatus*, *Cassidaria diadema*, *Voluta angusta*, etc.), un Crustacé (*Xanthopsis Janneli*),

(1) CH. VÉLAIN. Compte rendu de l'excursion du mercredi 21 à Damery et au Mont-Bernon. *Ibid.* (3), XVII, p. 850-853, 1889.

(2) P. LEMOINE. Bassin de Paris, p. 226.

(3) R. ANRARD et R. SOYER. Découverte de *Nummulites planulatus* LMK. dans les Sables de Sinceny (Aisne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 214, p. 677-678, 1942.

(4) L. et J. MORELLET. L'âge du Tuffeau de Mont-Notre-Dame (Aisne). *C. R. som. S. G. F.*, p. 156-158, 1944.

un Échinide (*Linthia Janneli*). Cette assise très localisée a peut-être comme équivalent latéral les sables de Brasles (1), Gland, etc. à faune très spéciale, comprenant notamment *Teredina personata*, *Cyrena cuneiformis*, *C. Gravesi*, *Unio Michaudi*, *Melania inquinata*, *Tympanotonus funatus*, *T. involutus*, *Potamidés papalis*, *Batillaria subacuta*, *B. biserialis*, *Carychium berellense*, *Planorbis subovatus*, *Neritina zonaria*, soit un mélange de formes saumâtres et marines, sparnaciennes et cuisienues. Ce niveau correspond aux sables à Unios et Térédines dont nous parlerons plus loin.

Les sables à galets se suivent vers l'W jusqu'en Normandie ainsi que nous l'avons vu, mais cessent très rapidement d'être fossilifères ; ils paraissent s'amenuiser et disparaître vers le S ; leur épaisseur est de 1 m. 50 à 2 mètres.

3° *Sables de Cuise*, siliceux, généralement fauves ou jaunâtres, mais quelquefois gris, souvent glauconieux surtout dans leur partie inférieure, avec lits d'argiles ligniteuses, lentilles argileuses et bancs de grès discontinus. Ils sont surtout fossilifères en forêt de Compiègne et pour leur sommet, dans le Vexin. On y a distingué les horizons suivants :

a) *Sables d'Aizy*, visibles également à Jouy et Vic-sur-Aisne, avec *Ostrea rarilamella*, *Ampullina splendida*, *Rostellaria Geoffroyi*.

b) *Sables de Pierrefonds*, glauconieux, à *Nummulites planulatus-elegans*, *Aveolina oblonga*, *Ampullospira suessoniensis*, *Velates Schmiedeli*, *Turritella Solanderi* (= *T. edita*), *T. hybrida*, *Clavilithes subscalaris*, *Gisortia tubercu-*

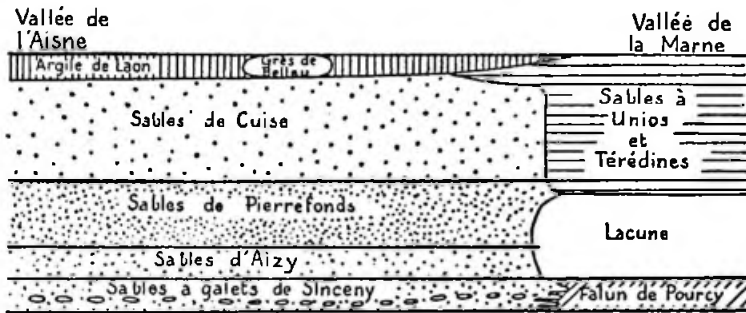


Fig. 29. — Schéma des assises marines, fluviales et continentales du Cuisien.

*losa*, *Cardita (Venericardia) planicosta* var. *suessoniensis*, *Cardium subporulosum*, *Ditrupa abbreviata* ; cet horizon est également fossilifère à Creil et à Saint-Gobain.

c) *Sables de Cuise-la-Motte*, type du Cuisien, à stratification parfois oblique, dénotant un changement de régime ; aux très nombreuses espèces franchement marines telles que *Nummulites planulatus*, *Cardita aizyensis*, *Crassatella Thallavignesi*, *Lucina subcircularis*, *Chama distans*, *Pholas Levesquei* sont associées des formes saumâtres comme *Cyrena Gravesi*, *Melanopsis ancillaroides*, *M. ovularis*, *Benostia brevicula*, *Tympanotonus involutus*, *T. papalis*, *Batillaria subacuta*, *B. biserialis*.

d) *Sables d'Hérouval*, ayant donné lieu à des interprétations diverses, et qui d'après les recherches récentes de L. et J. Morellet (2) et de L.-L. Feugueur (3) paraissent devoir être rattachés en Cuisien. Ils renferment *Nummulites planulatus*, *Aveolina oblonga*, des Bryozoaires nombreux dont 6 sur 11 appartiennent à des espèces lutéliennes (*Onychoella parisiensis*, *Poricella*

(1) L. DE LAUBRIÈRE et L. CAREZ. Sur les Sables de Brasles (Aisne). *B. S. G. F.* (3), VIII, p. 391-413, 1880.

(2) L. et J. MORELLET. Étude sur le niveau d'Hérouval. *B. S. G. F.* (5), V, p. 499-508, 1935.

(3) L.-L. FEUGUEUR. Contribution à l'étude du niveau d'Hérouval (Cuisien) dans le Vexin français. *Ibid.* (5), XIV, p. 375-380, 1944.

*Leymeriei*, *Idmonea coronopus*, etc.) et une faune de Mollusques cuisienne ou cuiso-lutétienne, avec quelques formes d'habitude uniquement lutétiennes (*Cytherea gibbosula*, *Microstagon laevigatum*, *Nucula capillacea*, *Bulla pliocata*), d'après L. et J. Morellet qui ont en outre trouvé deux Dasycladacées, l'une cuisienne (*Neomeris scrobiculata*), l'autre lutétienne (*Uteria encrinula*). Ce niveau qui paraît localisé dans le Vexin, se montre également à Liancourt-Saint-Pierre, Tourly, Cahaignes. Il n'est pas impossible qu'on puisse lui attribuer les sables sans fossiles qui à Cuise-la-Motte se trouvent entre les sables à *Cyrena Gravesi* et le Lutétien. A Hérouval, il se termine par un banc calcaire à surface irrégulière avec intercalations d'argile brune.

Dans tout le N de l'Île-de-France, sauf dans le Vexin, le Cuisien terminal, non marin, est constitué par des sables ligniteux, et des argiles ordinairement brunes, parfois ligniteuses, qui déterminent un niveau aquifère très constant, marqué par de nombreuses sources à la base du Calcaire grossier. Ces argiles de Laon, quelquefois improprement appelées « argiles paniséennes » sont peut-être un équivalent latéral des sables d'Hérouval ainsi que l'a pensé P. Lemoine ; en ce dernier point, le Cuisien serait resté marin, et les argiles de Laon s'y réduiraient aux intercalations du banc supérieur.

Vers le S, les argiles diminuent d'épaisseur et se réduisent à quelques centimètres quand elles ne disparaissent pas complètement. A la base des sables de Cuise, on observe souvent des nodules dolomitiques ou *têtes de chats*. L'épaisseur du Cuisien est de 50 m. en moyenne ; il s'amenuise rapidement vers l'W, pour n'avoir plus que de 0 m. 50 à 6 m. dans le Mantois. Au S, la réduction d'épaisseur serait très brusque, puisque Boursault et P. Lemoine (1) en signalent 73 m. 90 à Senlis ; mais, il faut noter que le Sparnacien y étant en grande partie sableux, il est difficile de séparer les deux formations.

Le falun de Pourcy et les sables à *Unios* et *Térédines* sont des faciès sparnaciens du Cuisien qui, d'après M. Leriche (2) dépendent d'un fleuve qui se jetait dans la mer cuisienne après avoir traversé la région jurassique de l'E du Bassin de Paris et la Champagne pouilleuse (*Millerierinus* roulés à Pourcy). Le premier serait un cordon littoral à proximité de l'estuaire, et les seconds un dépôt entièrement fluvial.

Le falun de Pourcy renferme des espèces lagunaires du Sparnacien et des espèces marines du Cuisien en transgression dans les lagunes. Ses principaux Mollusques sont *Ostrea sparnacensis*, *Cyrena Gravesi*, *C. antiqua*, *C. cuneiformis*, *C. tellinella*, *Ampullina lignitarum*, *Neritina consobrina*, *Melania inquinata*, *Semisinus Pistati*, *Faunus Cuvieri*, *Tympanotonus turris*, *T. junatus*, *Melongena praecursor*.

Parmi les Poissons, les uns sont marins comme *Labrodon trapezoidalis*, *Physodon secundus*, *Odontaspis cuspidata* var. *Hopei*, *O. macrota*, *O. Vincenti*, *Myliobatis striatus*, les autres fluviales comme *Lepidosteus suessonenensis* et *Amia Barroisi*. Des restes de Mammifères (*Coryphodon Oweni*, *Pachynolophus Vismaei*) ont été signalés par Depéret, mais pour M. Leriche (2), se trouvant le plus souvent inclus dans des masses d'argile plastique, ils ont été arrachés à un Sparnacien antérieur.

On considère généralement que le falun de Pourcy est contemporain des sables de Sinceny ; il se pourrait cependant, en raison de la présence de *Cyrena Gravesi*, qu'il soit plus récent.

Les sables à *Unios* et *Térédines* sont une formation fluviale d'estuaire constituée par des sables quartzeux grossiers, à stratification irrégulière, le plus souvent lilas clair, avec veines minces d'argile grise. Ils se développent à l'W de la Montagne de Reims et aux environs d'Épernay, à Cuis, Chavot, Monthelon, Mont-Bernon, etc. ; leur épaisseur peut atteindre une douzaine de mètres mais les sables très grossiers à *Unios* ne dépassent pas d'ordinaire

(1) BOURSULT et P. LEMOINE. Sur la constitution du Tertiaire inférieur sous la région de Senlis (Oise). *B. S. G. F.* (4), XXIX, p. 427-434, 1929.

(2) M. LERICHE. Sur la faune ichthyologique et sur l'âge des faluns de Pourcy (Marne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 145, p. 442-444, 1907.



2 à 3 m. Ils sont caractérisés par *Teredina personata*, *Unio truncatosa*, *U. Michaudi*, *U. Cordieri*.

On y a recueilli de nombreux restes de Poissons (1), les uns marins (*Odontaspis elegans*, *O. cuspidata*, *Lamna striata*, *Egertonia Gosseleti*, *Labrodon trapezoidalis*, *Myliobatis* sp., etc.), les autres fluviatiles (*Arius Dumplei*, *Amia Lemoinei*, *Lepidosteus suessionensis*, etc.) ; de Reptiles (*Crocodilus*, *Trionyx*). Les Mammifères constituent la « faune agéienne » de V. Lemoine, qui revue par P. Teilhard de Chardin (2) comprend notamment des éléments archaïques tels que *Palaeosinopa Osborni*, *Dissacus Filholi*, *Plesiadapis Daubrei*, *Hyracotherium* sp., et des éléments modernisés comme *Protoadapis curvicaudatus*, *Propachynolophus Maldani*, *Chasmotherium Stehlini*, *Lophiodon Larteti*, *Protodichobune Oweni*, ce qui paraît indiquer un mélange de deux faunes, l'une provenant de l'argile à lignites, l'autre cuisienne.

Les sables à Unios et Térédines renferment en outre de nombreux fragments de bois silicifié perforés par des Tarets. Cette formation est certainement un faciès latéral des sables cuisiers marins, auxquels elle passe par l'intermédiaire des sables de Brasles, fluviomarins ; V. Lemoine la plaçait au-dessous des sables de Cuise, mais on la considère souvent, soit comme correspondant à l'ensemble de ceux-ci, soit comme équivalent des sables de

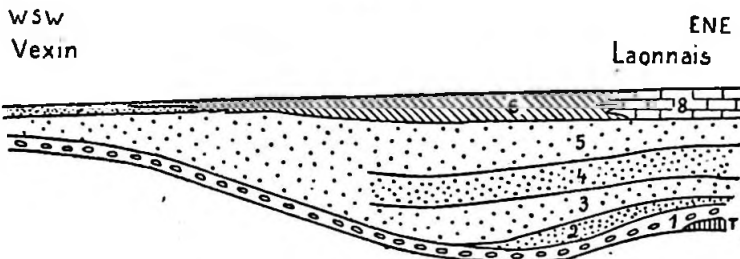


Fig. 30. — Schéma des horizons et faciès du Cuisien.

1, sables à galots de Sinceny (T. tuffeau de Mont-Notre-Dame) ; 2, niveau d'Aisy ; 3, niveau de Pierrefonds ; 4-5, niveau de Cuise-la-Motte ; 6, argile de Laon ; 7, horizon d'Hérouval ; 8, grès de Belleu.

Cuise-le-Motte qui renferment *Teredina personata* ; nous avons dit qu'il était possible que les sables de Brasles soient du Cuisien inférieur. On peut d'ailleurs admettre que plus on s'éloigne de la zone marine, plus les dépôts fluviatiles montent dans la série ; il se peut donc que les sables à Unios et Térédine englobent une grande partie du Cuisien.

Le grès de Belleu, au S de Soissons, dur, autrefois exploité pour pavés a fourni une riche flore étudiée par Watelet (3) qui en a cité 138 espèces, nombre réduit de plus de moitié par P.-H. Fritel (4) qui a indiqué combien le grain grossier de la roche rendait difficile l'appréciation des caractères. Cette flore tropicale comprend entre autres *Nipadites Burtini*, *Ficus Wateleti*, *F. belenensis*, *Dryandra suessionensis*, *Cinnamomum formosum*, *Salix azo-*

(1) F. PRIEM. Sur les Poissons de l'Éocène inférieur des environs de Reims. *B. S. G. F.* (4), I, p. 477-504, 1901. — M. LERICHE. Faune ichthyologique des sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay (Marne). *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXIX, p. 173-196, 1900. — Id. Sur l'âge des sables à Unios et Térédines des environs d'Épernay. *B. S. G. F.* (4), IV, p. 815-817, 1904.

(2) *Loc. cit.* p. 55-82.

(3) WATELET. Description des Plantes fossiles du Bassin de Paris, 1866.

(4) P.-H. FRITEL. Révision des Myricacées fossiles du grès de Belleu. *B. S. G. F.* (4), VIII, p. 274-280, 1908. — Contribution à l'étude de la flore londonienne de Belleu (Aisne). *Ibid.* (4), XXVI, p. 229-239, 1926.

nensis. Ce grès paraît être une formation lacustre correspondant aux sables d'Hérouval et à l'argile de Laon.

✱ LUTÉTIEN. — L'étage lutétien, une des formations les plus classiques de l'Île-de-France, a pour type le Calcaire grossier parisien. Après le retrait de la mer au Cuisien supérieur, très général sauf dans une partie du Vexin et à la faveur duquel se sont déposées les argiles de Laon, il est marqué par un retour progressif de la mer sur les régions abandonnées; chaque zone est transgressive par rapport à la précédente, et l'extension maximum dépasse de beaucoup celle de Cuisien. Sauf en ce qui concerne l'assise de base et des exceptions très localisées, la sédimentation lutétienne, essentiellement calcaire contraste avec les dépôts arénacés siliceux marins thanétiens et cuisien.

La faune de Mollusques du Lutétien, composée pour la plus grande partie de genres indo-pacifiques, indique des conditions climatiques équatoriales, confirmées par la flore du Calcaire grossier supérieur; on se trouve en présence de la période la plus chaude du Nummulitique du Bassin de Paris.

Dans le centre du bassin tertiaire, le faciès habituel sauf pour la couche de base, est celui des calcaires en bancs, dont plusieurs assises ont été activement exploitées comme pierre de taille autour et dans Paris, soit à ciel ouvert, soit souterrainement, au temps où l'on avait encore le souci de la belle construction; les assises les plus réputées étaient le *Banc Saint-Leu*, les *Vergelés* et les *Lambourdes* dans le Calcaire grossier inférieur (Lutétien inférieur) et surtout le *Banc royal* dans le Calcaire grossier moyen (Lutétien supérieur marin). L'exploitation est toujours active autour de Chantilly et de Creil. Dans le Laonnais et le Soissonnais, le Calcaire grossier en bancs forme des escarpements au-dessus des pentes adoucies des sables de Cuise, et de nombreuses habitations souterraines ou « creutes » aujourd'hui délaissées et ne servant plus que de dépendances, y ont été creusées.

Sur le pourtour, le Calcaire grossier, quel que soit son niveau devient presque toujours sableux, et ce sont les points où l'on recueille dans un très bel état de conservation les fossiles qui ont rendu le Lutétien célèbre dans le monde entier (1), tandis qu'on ne trouve que des moules dans le calcaire en bancs, sauf en ce qui concerne les organismes dont le test est en calcite, tels que les Echinodermes.

Le Lutétien peut être subdivisé en quatre zones qui sont les suivantes de bas en haut (2):

I. Zone à *Nummulites laevigatus* et *N. Lamareki*, ou zone à deux Nummulites;

II. Zone à *Nummulites laevigatus*;

III. Zone à *Echinolampas calvimontanum* et *Echinanthus issayavensis*;

IV. Zone à *Orbitolites complanatus*.

Les trois premiers horizons sont marins, sauf en des points très peu étendus de la périphérie, et leurs sédiments sont plus ou moins glauconieux; ils correspondent au Calcaire grossier inférieur. Le quatrième, d'abord franchement marin et non glauconieux (Calcaire grossier moyen), présente bientôt des indices de dessalure et passe à des formations saumâtres et lagunaires, voire même lacustres qui s'étendent à tout le bassin, et qui correspon-

(1) La faune de Mollusques du Lutétien comprend près de 1.900 espèces; le seul gisement de Grignon, aujourd'hui à peu près épuisé en a fourni plus de 800. Elle a été étudiée par Deshayes et par Cossmann qui ont consacré aux Mollusques nummulitiques des environs de Paris, des travaux classiques qui ont repris les espèces étudiées et figurées par Lamarck et décrit l'ensemble de la faune:

G. P. DESHAYES. Description des coquilles fossiles des environs de Paris, 1824-1837. — Description des Animaux sans vertèbres découverts dans le Bassin de Paris, 1856-1865.

M. COSSMANN. Catalogue illustré des Coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris. *Ann. Soc. Roy. Malac. Belg.*, 1886-1902.

M. COSSMANN et G. PISSARO. Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris, 1904-1913.

Deshayes a étudié la faune éocène et oligocène et Cossmann la faune éocène.

(2) R. ABRARD. Le Lutétien du Bassin de Paris. Angers, 1925.

dent à l'extension la plus grande du Lutétien, la mer perdant de la profondeur puis se retirant alors que les lagunes s'étaient étalées.

La zone I est développée dans le Laonnais et le Soissonnais, et on la retrouve dans le Vexin, sans la rencontrer dans la région intermédiaire ; la zone II atteint la Marne, dépasse un peu Paris au S, atteint la limite occidentale du Vexin et le Mantois à l'W ; la zone III présente vers l'W à peu près la même extension que la précédente qu'elle déborde un peu, mais vers l'E et le NE, elle s'avance beaucoup plus loin, dépassant Montmirail et Damery, tandis qu'au S elle se manifeste à Soisy-sous-Etiolles par la présence dans un sondage de *Cerithium serratum*, ce qui constitue le point le plus méridional où l'on connait des fossiles lutétiens à peu près marins ; la zone IV ne transgresse que très peu les limites de III à l'E et au S, mais vers le SW et l'W elle s'étend beaucoup plus loin, jusqu'au delà d'Évreux.

À la base des assises marines transgressives, quel que soit le niveau auquel elles appartiennent, on observe une couche graveleuse, glauconieuse avec grains de quartz assez gros ou petits cailloux de quartz noir très riche en dents de Poissons (couche à dents de Squales), à sa partie inférieure, qui constitue un gravier de base ; à cette assise, sont inféodées un certain nombre d'espèces parmi lesquelles *Eupsammia trochiformis*, *Diphohelia raristella*, *Ostrea elegans*, *Arca biangula*, *Crassatella gibbosa*, *Cardita planicosta*, *C. acuticostata*, *Chama subgigas*, *Cardium gigas*, *Cerithium Jussieui*, *Cassidaria nodosa*, *Cypraea inflata*. Les dents de Squales qui se trouvent le plus souvent à la partie la plus inférieure de cette couche de transgression se rapportent principalement à *Odontaspis elegans*, *O. cuspidata* var. *Hopei*, *Carcharodon auriculatus*, *Myliobatis toliapicus*. Ce niveau est la glauconie grossière ou glauconie moyenne des anciens auteurs.

En bordure de la dépression occupée par la mer lutétienne se développaient aux environs de Reims et d'Épernay (1) des formations saumâtres et lacustres dont le faciès le plus insolite est formé par les argiles et marnes, jaunes, noirâtres, blanches, rouges et vertes de Verzenay.

Des formations franchement lacustres s'observent dans la région de Provins au SE et à Morancez près de Chartres au SW ; elles dépendent de lacs sans liaison avec les lagunes du Lutétien supérieur.

I. La zone à *Nummulites laevigatus* et *N. Lamarcki*, caractérisée par la présence des formes A (*Lamarcki*) et B (*laevigatus*), est très développée notamment dans la tranchée du chemin de fer de Chauny à Saint-Gobain. Elle est constituée par des sables plus ou moins graveleux et calcaires où l'on trouve quelquefois des rognons ou nodules dolomitiques ou têtes de chats, semblables à ceux des sables de Cuise, et par des calcaires sableux tendres. La forme A macrosphérique (*N. Lamarcki*) du couple *N. laevigatus Lamarcki* y est très abondante ; dans la zone suivante, *N. Lamarcki* se raréfie beaucoup, et hors du NE de l'Île-de-France, la forme B s'y rencontre pratiquement seule. L'assise à deux Nummulites, très nette dans le Laonnais, le Noyonnais et le Soissonnais, atteint 10 m. d'épaisseur au N du massif de Saint-Gobain ; un Échinide, *Maretia grignonensis* est assez commun à ce niveau, mais on le rencontre également dans les deux suivants en d'autres points du Bassin de Paris, notamment à Grignon et Parnes.

Dans le Vexin, la zone I est représentée par un calcaire sableux graveleux, à gros grains de quartz, glauconieux, à stratification parfois entrecroisée à la base. On y trouve des fossiles cuisiniens remaniés (*Nummulites planulatus-elegans*, *Alveolina oblonga*, etc.), de rares *N. laevigatus* qui ne sont plus comme à Saint-Gobain une variété à bords ondulés, mais se rapprochent du type. Aux formes habituelles du Lutétien transgressif s'associent entre une infinité d'autres *Turbinolia dispar*, *Sphenotrochus crispus*, *Lunulites urceolata*, *Ostrea gigantica*, *Chlamys solea*, *Lima spatulata*, *Cardita acuticostata*, *Libitina parisiensis*, *Anisocardia carinata*, *Pleurotomaria concava*, *Cerithium*

(1) M. LERICHE. Observations sur les Terrains tertiaires des environs de Reims et d'Épernay. *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXVI, p. 367-389, 1907.

*spiratum*, *Palaecarpilius ignotus*, *Galeocerdo minor*. *Nummulites Lamarcki* y est fort rare.

Cette assise se retrouve à Liancourt-Saint-Pierre, Le Vivray, le Boisgeloup, etc. ; c'est le gisement de *Rostellaria Baylei*, *Gisortia gisortiensis*, *G. Cheallieri*, *Clavilithes maximus*, *Chama subgigas* de grande taille. Elle est épaisse de 8 à 9 m. à Chaumont-en-Vexin, mais s'amenuise rapidement vers l'W pour n'avoir plus que 0 m. 30 à Parnes.

II. La zone à *Nummulites laevigatus*, comprend des assises où cette forme B se trouve presque seule, *N. Lamarcki* ne s'y rencontrant qu'exceptionnellement. Dans le Soissonnais, le Laonnais et le Noyonnais, c'est un calcaire parfois, presque entièrement formé de Nummulites, dit « pierre à liards ». Parfois il passe à un grès avec empreintes en creux de Nummulites. Avec le banc Saint-Jacques, son épaisseur est de 2 à 3 mètres au plus. A mesure que l'on se dirige vers le S et le SW, le nombre de Nummulites diminue, et autour de Paris on ne les rencontre plus qu'à la partie inférieure de l'assise ; on peut alors se demander jusqu'à quel point elles ne sont pas des éléments d'un gravier de base.

III. La zone à *Echinolampas calvimontanum* et *Echinanthus issyavensis* est dans une grande partie de l'Ile-de-France, formée de calcaires en bancs. Dans le N, un Ver, *Ditrupa strangulata* est très abondant à la base (calcaire à Ditrupes) ; au-dessus vient le « banc à verrains », à moules de *Cerithium giganteum*, dont c'est le principal gisement mais qui en de nombreux points s'élève dans l'assise IV (Fontenay-Saint-Père, Chambors, Villiers-St-Frédéric, Damery, etc.).

La faune, très riche, comprend entre autres *Quinqueloculina saxorum*, *Turbinolia sulcata*, *Sphenotrochus crispus*, *Marettia grignonensis*, *Echinocyamus inflatus*, *Lenita patellaris*, *Scutellina nummularia*, *Pygorhynchus grignonensis* (au sommet), *Pectunculus pulvinatus*, *Arca barbatula*, *Cardia imbricata*, *Crassatella lamellosa*, *Chama lamellosa*, *Turritella imbricatoria*, *Diastoma costellatum*, *Ampullina sigaretina*, *Rimella jissurella*, *Voluta spinosa*, *V. muricina*, *Murex tricaratus*, *Mitra labratula*, *Nautilus Lamarcki*, *Belosepia brevispina* *Beloptera*, *belemnoidea*. Les fruits d'un Palmier, *Nipadites Heberti* sont assez fréquents. La plupart des Mollusques se trouvent déjà dans la zone précédente quand elle n'est pas à l'état de « pierre à liards » ; il en est de même des Polypiers et des petits Échinides, à l'exclusion des deux formes caractéristiques de III et de *Pygorhynchus grignonensis*. *Ditrupa strangulata* si abondant dans le N le devient beaucoup moins et se trouve à divers niveaux lorsque l'on va vers l'W ou le S.

Les assises II et III sont constituées par des calcaires jaunâtres ou chamois, parfois rosés, piquetés de glauconie.

IV. La zone à *Orbitolites complanatus*, caractérisée par l'abondance de ce Foraminifère qui, sporadiquement apparaît un peu plus tôt, est, sauf lorsqu'elle est directement transgressive sur le Sparnacien ou sur la craie, formée par des calcaires non glauconieux, souvent très blancs. Les bancs solides (Banc royal) sont encore exploités en divers points (Saint-Maximin, Saint-Waast-les-Mello, etc.) où ils fournissent une belle pierre de taille tendre. Sur la périphérie, les faciès sableux prédominent (Parnes, Chaussy, Grignon, Damery, etc.).

La faune très riche, comporte un nombre important de formes qui ne se trouvent pas d'habitude dans les niveaux inférieurs, notamment *Terebratula bisinuata*, *Pinna margaritacea*, *Arca angusta*, *Lucina concentrica*, *Crassatella plumbea*, *Chama calcarata*, *Trochus crenularis*, *T. ornatus*, *Natica cepacaea*, *Cerithium lamellosum*, *Voluta musicalis*, *Terebellum convolutum*, *Cassidaria harpaeformis*, *Harpa mutica*, *Cypraea inflata*, *Eutritonium piraster*, *Murex tripteroides*, *Liocarenus conovuliformis*, *Conus deperditus*.

Dans la région de Liancourt-Saint-Pierre, Marquemont, cette assise d'abord à l'état de calcaires blancs assez cohérents, renferme au-dessus de ceux-ci avec *Ampullina sphaerica* une belle faune de grandes espèces : *Lucina gigantea*, *Corbis subpectunculus*, *Turritella terebellata*.

Mais bientôt, s'annonce la dessalure qui progressivement va gagner tout

le bassin. Les couches précédentes, nettement marines, passent insensiblement avec le même faciès, à un niveau où le régime saumâtre s'amorce par l'apparition de *Lithocardium aviculare*, *Cerithium serratum*, *Potamides emarginatus*, *Voluta musicalis*, *Murex contabulatus*, *Vermetus conicus*, etc., puis suivent les couches de plus en plus dessalées qui constituent le Calcaire grossier supérieur ou Calcaire grossier à Cérithes, couronné par les caillasses.

Un certain nombre de variantes s'observent en divers points. A Puteaux, Nanterre, Courbevoie, le calcaire grossier à Milioles a fourni des empreintes de Poissons se rapportant à *Palaeorhynchus Deshayesi*, *Imhoffus lutetianus* (1); les articles d'une Astérie, *Astropecten poritoides* abondent dans cet horizon. Les Milioles sont extraordinairement nombreuses dans le calcaire grossier moyen, notamment à Septeuil et Vaudancourt d'où Terquem a décrit plus de 500 espèces. Dans le Mantois, la partie inférieure de la zone IV est souvent un calcaire marin zoogène, à *Orbitolites complanatus* *Alveolina Bosci*, *Fabularia discolithes* (Guitrancourt, etc.) ; au-dessus, la base du Lutétien saumâtre, à stratification oblique rappelant un peu le faciès de Pacy-sur-Eure, renferme *Cyrena compressa* et *Ampullina rustica*. A Épône, une récurrence marine à *Orbitolites complanatus* s'observe au-dessus des couches à Cérithes et Cyrènes, ce qui démontre qu'il s'agit d'une seule et même zone (2).

Dans la région de Houdan, l'horizon IV transgressif est à Thionville-sur-Orbot un poudingue à gros éléments de silex verdis, très fossilifère, surmontant le Sparnacien sableux ou argileux, et à Maulette, il débute par une argile jaune à *Ostrea elegans* reposant directement sur la craie. Ce secteur comporte d'ailleurs des alternances d'assises marines et saumâtres, et à Saint-Lubin-de-la-Haye, on voit 8 m. de calcaire marin à *Orbitolites*, quartzeux et glauconieux, surmonter les couches sableuses à Cérithes (3).

Le Calcaire grossier supérieur saumâtre présente de multiples faciès, il varie beaucoup sur de faibles distances, et il n'est même pas possible d'en donner une coupe-type, ce qui est inhérent aux conditions très diverses dans lesquelles il s'est déposé. Tout au plus peut-on dire que, lorsqu'on peut suivre un passage progressif des assises marines aux caillasses, par exemple sur le plateau de Chambors près de Chaumont-en-Vexin, les couches sont souvent de bas en haut caractérisées par les associations suivantes :

1° *Lithocardium aviculare*, *Arca quadrilatera*, *Cerithium serratum*, *Tritonidea polygona*, *Voluta musicalis*, *Orbitolites complanatus* (de moins en moins fréquent vers le haut) ; 2° *Cerithium Gravesi*, *Potamides emarginatus*, *P. cristatus*, *P. tricarlinatus*, *P. cinctus*, *P. angulosus*, *Batillaria echinoides*, *Hemiconus stromboides*, *Lucina saxorum*, *Marcia texta*, *Anomia tenuistriata* ; 3° *Ampullina parisiensis*, *Cerithium denticulatum*, *Potamides cristatus*, *P. lapidum*, *Batillaria calcitrapoides*, *Melongena ditropis*, *Murex calcitrapoides*, *Dissostoma munia*, *Auricula Lamarcki*.

En un certain nombre de points, par exemple à Longpont, on trouve dans une même couche des formes marines, saumâtres et lacustres (*Planorbis pseudoammonius*, *P. Chertieri*, *Limnaea Michelini*, etc.).

Le Calcaire grossier saumâtre comprend des assises variées, calcaires durs et calcaires marneux, marnes vertes et brunes ; dans les caillasses on a fréquemment trouvé des pseudomorphoses de gypse en lutécite. En quelques points (Bagneux, Coutevroult), on observe un banc de gypse. Il a fourni des restes de Reptiles (*Crocodylus*, *Trionyx*) et des Mammifères (*Lophiodon parisiensis*, *Dichobune Roberti*, *Pachynolophus Prevosti*, *P. Duvai*) ils se trouvent surtout dans le « Banc vert » qui présente parfois des intercalations d'argiles ligniteuses.

Un petit horizon assez constant, tout au moins autour de Paris est le banc

(1) P. CHADANAUD. Un nouveau Téléostomé dissymétrique fossile, originaire du Lutétien du Bassin de Paris. *Arch. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 6<sup>e</sup> sér., t. XVI, p. 5-32, 1940.

(2) R. ARRARD. Observations nouvelles sur le Lutétien supérieur d'Épône et de Septeuil. *C. R. som. S. G. F.*, p. 112-113, 1926.

(3) Il faut noter qu'en quelques points très localisés, le faciès saumâtre existait dans les zones inférieures du Lutétien, ainsi que l'atteste la présence de *Batillaria* entraînées dans les formations marines.

à *Sphenia rostrata* (banc à Corbules), associé à une couche où un Polypier, *Stylocoenia monticularia* est fréquent, ce qui paraît indiquer une incursion marine de peu de durée.

A Damery, où le calcaire marin renferme une immense quantité de fossiles d'une conservation parfaite, parmi lesquels *Crassatella dilatata* et *Ampullina (Crommium) Willemeti* sont très fréquents, le calcaire grossier saumâtre présente un niveau de sable siliceux gris, absolument identique aux sables bartoniens, épais de 0 m. 80, à faune spéciale renfermant notamment *Cyrena ovalina*, *C. breviscula*, *Donax lanceolata*, *D. incerta*, *Cerithium serratum*, *C. constrictum*, *Tympanotonus involutus*, *Batillaria echinoides*, *Voluta spinosa*, *Planorbis nitidulus*. Ce faciès exceptionnel se retrouve à Boursault et Fleury-la-Rivière.

La flore du Lutétien comporte dans les assises marines des Algues calcaires : *Ovulites margaritacea* (couches à *Orbitolites complanatus*), *Larvaria*, *Cymopolia*, *Clypeina*, etc. L. et J. Morellet citent 26 espèces, ce qui fait du Lutétien l'étage éocène du Bassin de Paris, le plus riche en ces organismes. Des empreintes d'Algues, *Cymodoceites parisiensis*, *Corallinites Micheloti*, se trouvent dans les calcaires en bancs et surtout dans le Banc royal.

Le Banc vert a fourni un grand nombre d'empreintes végétales, soit dans des marnes grisâtres feuilletées à *Modiola acuminata* (Trocadéro, Passy), soit dans des calcaires en plaquettes à *Cerithium denticulatum* (Bagneux, Arcueil, Vanves, Troësnes, etc.) ; les principales espèces indiquées par P.-H. Fritel sont *Pinus DeFrancei*, *Monochoria parisiensis*, *Flabellaria parisiensis*, *Neurium parisiensis*, *Echitonium Micheloti*, *Banksites iliciformis*.

Le Lutétien lacustre est représenté par le calcaire du four à chaux des Éparmaillies près de Provins qui se retrouve à la côte Saint-Parres près de Nogent-sur-Seine, qui s'est déposé dans un grand lac, et surmonte le Sparnacien en ce dernier point ; il renferme entre autres *Paludina novigentiensis*, *Stalioia Deschiensi*, *Limnaea Michelini*, *Planorbis pseudoammonius*, *P. Chertieri*, *Achatina Naudoti*, *Helix Edwardsi*, *Clausilia novigentiensis*. On a longtemps considéré qu'il s'agissait de Lutétien supérieur parce qu'un certain nombre de ces espèces sont connues du Calcaire grossier supérieur saumâtre ; cela signifie simplement que lorsque la dessalure a été suffisante en des points primitivement recouverts par la mer, des formes lacustres ont pu s'y aventurer, à moins qu'elles n'y aient été entraînées ; le lac de Provins, comme celui de Morancez doit correspondre à la plus grande partie du Lutétien.

Des phénomènes de dolomitisation se manifestent à différentes hauteurs dans le Calcaire grossier. A la base, ils ont produit des rognons ou « têtes de chats » analogues à ceux des sables de Cuise, ou ils ont durci les bancs au point qu'ils peuvent être exploités pour empierrement. A des niveaux plus élevés au contraire, le calcaire est transformé en un sable onctueux au toucher, ceci s'observant particulièrement dans la région de Pont-Saint-Maxence ; cette transformation est postérieure au dépôt.

L'épaisseur du Lutétien est de 30 à 35 m. en moyenne dans la partie centrale du bassin, dont 20 à 25 m. pour les formations marines et 10 à 15 m. pour les assises saumâtres ; quelquefois, dans certaines zones, les bancs comportent des couches de gypse qui d'ailleurs atteignent une puissance de 7 à 8 mètres.

Les diverses zones, de par leur transgression, reposent sur des terrains de plus en plus anciens : I, les sables de Cuise, les sables à Unios et Térébrantins ; II, les sables de Cuise, le Sparnacien ou la Craie.

Les principaux gisements fossilifères du Lutétien, les plus intéressants sont les suivants (1) : Chaussy (V), Septeuil (IV), Dammartin (IV), Thionville-sur-Obton (IV), Saint-Lubin-de-la-Haye (IV), Berchères-sur-Vesgres (IV).

(1) Les zones sont indiquées entre parenthèses.

Chaumont-en-Vexin (I, II, III), Chambors (III, IV), Liancourt-Saint-Pierre (I, IV), le Vivray (I), Parnes (III, IV), Vaudancourt (IV), Ponchon (IV), Fercourt (II, IV), Uilly-Saint-Georges (IV) (Oise) ; Saint-Gobain (I, II) (Aisne) ; Damery (III, IV), Boursault (IV), Fleury-la-Rivière (III, IV) (Marne). Ils ont fourni plus de 2.000 espèces de fossiles qui se trouvent dans les collections du monde entier.

**BARTONNIEN.** — La classification et la nomenclature des assises comprises entre le Lutétien et l'Oligocène, et qui constituent l'Éocène supérieur, a donné lieu à de longues discussions. Nous considérons, conformément à la définition de Mayer-Eymar, qu'elles correspondent à l'étage Bartonien, et celui-ci sera subdivisé en Bartonien inférieur ou Lédien, et en Bartonien supérieur équivalent du Wemmélien belge et du Ludien du Bassin de Paris (1). Le premier de ces sous-étages ou zone à *Nummulites variolarius* comprend les sables de Beauchamp, le Calcaire de Saint-Ouen et les sables de Marines ; il comprend donc l'ex-« Auversien » plus ces derniers ; le deuxième est formé des marnes à *Pholadomya ludensis*, du gypse et de son équivalent latéral, le calcaire de Champigny, qui représentent probablement en Ile-de-France les couches à *Nummulites wemmeliensis* de Belgique, ainsi que le niveau de Barton et les horizons subordonnés.

**Bartonien inférieur.** — Il a généralement été admis que le Bartonien débutait par une transgression marine reprenant possession de régions complètement émergées après le régime lagunaire par lequel s'est terminé le Lutétien. Mais des observations, à Douains (faune mixte), à Mont-Saint-Martin (alternance de couches à *Potamides lapidum* et de sables marins à faune bartonienne), à Braye-en-Laonnois (grès stratigraphiquement bartonien à faune lagunaire d'affinités lutétiennes), à Montagny-en-Vexin (intercalation de couches à *Meretrix rustica* dans des assises considérées comme lutétiennes), conduisent à admettre avec L. et J. Morellet (2) que « la faune marine bartonienne est apparue alors que, dans les lagunes continuait à vivre les espèces saumâtres du Lutétien, ce qui exclut toute idée d'interruption dans la sédimentation entre le Lutétien et le Bartonien ». Le plus souvent, la transgression violente a détruit les couches de passage et a même raviné la partie supérieure du Lutétien que surmontent directement les sables à faciès d'Auvers et du Fayel.

La mer du Bartonien inférieur ne s'est pas avancée aussi loin que la mer lutétienne ; vers le S, sa limite est à peu près marquée par une ligne Versailles-N de Choisy-le-Roi-la Ferté-Gaucher, et à l'W, elle n'a dépassé que de peu Vernon.

Le Bartonien inférieur tel que nous l'entendons a fait l'objet d'une étude de détail très précise de L. et L. Morellet (3). Il est essentiellement constitué par les sables de Beauchamp, le calcaire de Saint-Ouen et les sables de Marines. Pendant longtemps, on a admis à la suite de Munier-Chalmas, A. de Lapparent et G. F. Dollfus que les sables de Beauchamp, entendus dans leur sens large présentaient de bas en haut une série d'horizons toujours superposés les uns aux autres, avec parfois des lacunes, et qui étaient les suivants :

1° *Horizon de Mont-Saint-Martin*, presque toujours détruit par ravinement, sables à *Ampullina (Crommium) ponderosa*, *Turritella sulcifera*, *Cerithium obliquatum*, *Voluta digitalina*, *Clavilithes longaevus*, *Melongena minax*, alternant avec des marnes à *Potamides lapidum*.

2° *Horizon d'Auvers*, avec quelquefois grès à Végétaux à la base (*Araucaria Dutemplei*, etc.), ravinant souvent le Lutétien, formé de sables remaniés et roulés, caractérisé notamment par *Nummulites variolarius*, *Macropneus-*

(1) R. ABRARD. Nomenclature et Synchronisme des Assises de l'Éocène moyen et supérieur des bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. *B. S. G. F.* (5), III, p. 227-237, 1933.

(2) L. et J. MORELLET. Note sur le Bartonien de Montagny-en-Vexin et remarques sur la limite entre le Lutétien et le Bartonien. *B. S. G. F.* (5), III, p. 491-495, 1933.

(3) Id. Le Bartonien du Bassin de Paris. *Mém. Serv. Carte Géol. France*, 1948.

*tes minor* (Levignen) (1), des Zoanthaires tels que *Millepora deformis*, *Lobosammia cariosa*, *Trochoseris distorta*, *Cyathoseris infundibuliformis*, *Madrepora Solanderi*, et renfermant plus de 500 espèces de Mollusques parmi lesquels *Arca subrudis*, *Lucina saxorum*, *Cardium porulosum*, *Papyridea capsoides*, *Cytherea laevigata*, *Dentalium grande*, *Trochus margaritaceus*, *Nerita granulosa*, *Campanile auversense*, *Cerithium mutabile*, *Potamides mixtus*, *Voluta strombiformis*, *V. labrella*, *V. scabriuscula*, *Lyria Branderi*, *Trivia pedicularis*, *Sycum bulbiforme*, *Melongenina minax*. *Vasseurina occidentalis* espèce du Cotentin, de la Basse-Loire et du Vicentin, a été signalée à Acy-en-Multien (2). On y trouve en abondance une Algue calcaire *Dactylopora cylindracea*, associée à de nombreuses autres Dasycladacées ; les dents de Squales y sont assez fréquentes. Les principaux gisements sont Auvers, le Fayel, Luzancy, Mary, Acy-en-Multien, la Ferté-sous-Jouarre, Vendrest, Chéry-Chartreuve.

3° *Horizon du Guespelle*, sables calcaireux jaunâtres, très fossilifères, avec nombreuses Miliolles, *Lucina ermenonvillensis*, *Cytherea laevigata*, *Cardita planicosta*, *Scutum elongatum*, *Dentalium grande*, *Trochus monilifer*, *Batillaria Bouei*, *B. clandestina*, *Cerithium crenatulum*, *Clavilithes longaeus*.

*Bayania lactea*, surtout dans la vallée de la Marne et ses abords, est parfois le fossile dominant.

4° *Horizon d'Ermenonville*, sables souvent calcarifères à *Cardita planicosta*, *Lucina saxorum*, *Cerithium mutabile*, *Potamides mixtus*, *Batillaria Bouei*, *B. Sowerbyi*, *Turritella sulcifera* et Crustacés : *Psammocarcinus Hericarti*, *Callianassa macrodactyla* (Ermenonville, Ver, Lizy-sur-Ourcq, etc.).

5° *Horizon de Beauchamp*, sables et grès siliceux, gris à *Lucina saxorum*, *Cyrena deperdita*, *Bayania hordacea*, *Cerithium mutabile*, *C. tuberculosum*, *Sandbergeria communis*. La couche de marne verte d'Ézanville à *Nystia microstoma* et *Potamides perditus* dépend encore de ce niveau, de même qu'une partie des sables sous-jacents ; à la base, les couches à *Perna Lamarcki* sont à rapporter à 3-4.

6° *Horizon de Ducy*, calcaire d'eau douce à *Hydrobia tuba*, *Nystia microstoma*, *Limnaea arenularia*, *Planorbis goniobasis*.

7° *Horizon de Mortefontaine*, sables à *Avicula Defrancei*, *Lucina albella*, *Cardium impeditum*, *Cytherea cuneata*, *Marcia texta*, *Corbula angulata*, *Cerithium serratum*, *C. crenatulum*, *Potamides Cordieri*, *P. tricarinatus* var. *crispicacensis*, *Batillaria pleurotomoides*, *Tritonidea copolygona*, *Melongenina subcarinata*, *Limnaea acuminata*, *Planorbis nitidulus*, *Siphonodentalium bilabiatum*, Algues calcaires (*Cymopolia*, *Larvaria*, *Acicularia*, *Clypeina*, genres qui pour la plupart se retrouvent dans toutes les assises marines, de même que *Nummulites variolarius* parmi les Foraminifères) ; très fossilifère à la Butte-aux-Clochettes, Saint-Sulpice-du-Désert, Crépy-en-Valois.

Les recherches effectuées au cours des vingt-cinq dernières années, ont montré que cette échelle stratigraphique était inexacte. Le faciès de charriage d'Auvers s'élève plus ou moins haut dans la série suivant les points et peut former des récurrences lenticulaires jusque dans le niveau de Beauchamp (3). D'autre part, les sables du Guespelle passent latéralement à l'E à ceux d'Ermenonville (4). Les sables de Beauchamp au sens large sont donc formés, suivant l'heureuse expression de L. et J. Morellet, de faciès, tantôt superposés, tantôt juxtaposés dont il convient de définir la place en chaque point. On peut admettre comme niveaux stratigraphiques d'une certaine étendue, les horizons de Mont-Saint-Martin, du Guespelle-Ermenonville (5),

(1) L. et J. MORELLET. Sur la survivance de *Macropneustes minor* Ag. dans le Bartonien du Bassin de Paris. *C. R. som. S. G. F.*, p. 128-129, 1927.

(2) *C. R. som. S. G. F.*, p. 169-170, 1939.

(3) L. et J. MORELLET. Observations sur les sables à galets d'Auvers. *B. S. G. F.* (4), XXIV, p. 109-112. — Observations de G. F. DOLLFUS, L. JOLEAUD, R. ABRARD, p. 112-114.

(4) R. ABRARD. Observations. *Ibid.* (4), XXV, p. 66, 1925.

(5) L. et J. MORELLET. Observations sur les couches à *Potamides mixtus* (zone d'Ermenonville). *Ibid.* (4), XXV, p. 693-702, 1925.



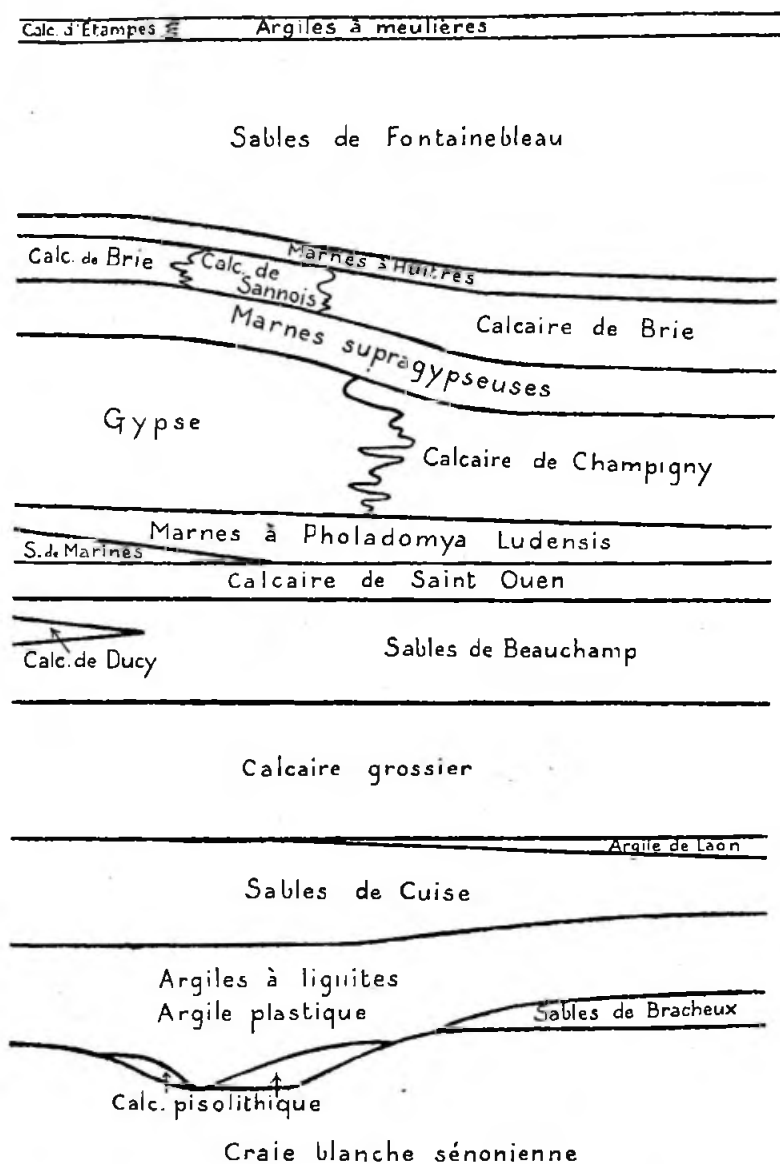


Fig. 31. — Coupe schématique des terrains tertiaires de l'Ile-de-France.

le calcaire de Ducy, bien qu'il apparaisse discontinu, l'horizon de Mortefontaine à *Avicula Defrancei* qui sert toujours de substratum au calcaire de Saint-Ouen, mais qui pouvant, soit surmonter le calcaire de Ducy, soit être intriqué avec lui, soit l'englober dans un faciès marin alors épais de plusieurs mètres n'est peut-être pas partout exactement du même âge (1). Les faciès de Beauchamp et d'Ézanville, nets dans l'W sont souvent beaucoup plus difficiles à reconnaître vers l'E. En ce qui concerne le faciès de charriage, qui en réalité à Auvers ne ravine pas le Lutétien, mais surmonte des grès à Végétaux et des sables sans fossiles, il faut englober les horizons précédents jusque et y compris celui de Beauchamp (Auvers, Hérouville, etc.) ; c'est vers l'W qu'il s'élève le plus haut dans la série tout en se présentant sous une épaisseur moindre qu'à Luzancy, Vendrest, etc. où il ne paraît comprendre que les horizons inférieurs.

Parmi les formations précédentes, seules sont franchement marines les sables de Mont-Saint-Martin, le faciès d'Auvers et du Guespelle-Ermenonville. Beauchamp est mixte, Ézanville plus dessalé, Ducy lacustre. La répartition de ces faciès est due à des mouvements localisés et probablement peu importants, qui amenaient temporairement la mer dans les lagunes.

Les formations marines ou submarines se poursuivent assez loin dans les vallées de la Marne (2) et du Petit-Morin (3). Mais, bien que les sables de base, le niveau à *Potamides mixtus*, et celui à *Avicula Defrancei* s'avancent jusqu'aux abords de Dormans et Épernay, il y a, à partir de la vallée de l'Ourcq, passage à des formations lacustres (4). C'est ainsi qu'à Jaignes, Luzancy, Trilport, le faciès de charriage à *N. variolarius* supporte des sables à *Potamides perditus*, *Batillaria Bouei*, *Bayania lactea*, eux-mêmes surmontés par un calcaire à Limnées et Planorbis ; au-dessus viennent des sables et calcaires sableux à *Cerithium mutabile* et *Potamides mixtus*, et le calcaire marin de Lizy-sur-Ourcq, avec les mêmes espèces, qui passe latéralement au calcaire de Nogent-l'Artaud à *Hydrobia ducyensis*, *Limnaea* aff. *arenularia* (5), *Planorbis goniobasis*, qui paraît se situer au niveau de l'horizon de Beauchamp, et au-dessus duquel en continuité se trouvent des marnes, argiles et calcaires à *Limnaea arenularia*, représentant le calcaire de Ducy, qui avec assez de continuité s'étend jusque dans le Vexin.

L'épaisseur des sables de Beauchamp, ou sables moyens, varie de quelques mètres dans le Vexin, à 40-45 m. dans le centre du bassin (Multien, etc.) et à 30-35 m. dans la vallée de la Marne où des bancs de grès sont exploités pour pavés.

Le calcaire de Saint-Ouen qui surmonte l'horizon à *Avicula Defrancei* est formé de calcaires blancs ou gris, compacts ou marneux, alternant souvent avec des marnes blanches parfois strontianifères et présentant des lits de marnes de couleurs variées. C'est un épisode lacustre caractérisé par *Dissostoma mumia*, *Hydrobia pusilla*, *Bithinella atomus*, *Limnaea longiscata*, *L. subpyramidalis* (= *L. pyramidalis* auct.), *Planorbis goniobasis*, oogones de *Chara* (*C. Archiaci*, *C. Lemani*). On y a rencontré quelques restes de

(1) L. et J. MORELLET. Observations sur les couches à *Avicula Defrancei*. *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 59-66, 1925. — Caractères paléontologiques, extension géographique et rôle stratigraphique des couches à *Avicula Defrancei*. *Ibid.* (4), XXX, p. 1015-1025, 1930.

(2) L. CAREZ. Sur les sables moyens aux environs de Château-Thierry (Aisne). *B. S. G. F.* (3), VII, p. 641-660, 1879. — L. et J. MORELLET. — Contribution à l'étude stratigraphique des sables moyens de la vallée de la Marne entre Meaux et Château-Thierry. *Ibid.* (4), VIII, p. 533-541, 1908.

(3) L. et J. MORELLET. Sur le Bartonien de la vallée du Petit-Morin entre la Ferté-sous-Jouarre et Verdelot. *Ibid.* (4), XXVII, p. 207-215, 1927.

(4) Id. Relations stratigraphiques et paléontologiques entre les formations lacustres et les formations marines du Bartonien du Bassin de Paris. *Ibid.* (5), V, p. 99-109, 1935.

(5) P. JODOT. Particularités fauniques rencontrées dans le Bartonien du département de l'Aisne. *Ibid.* (4), XXVIII, p. 281-287, 1928.

Mammifères, *Dichobune*, *Palaeotherium*, et à la gare du Nord, *Palaeotherium magnum*, espèce du gypse (1).

À Montagny, cette formation réduite, présente une intercalation de sables marins à *Mytilus Rigaulti*, *Bayania lactea*, *Cerithium turritellatum*, *Melongenina minax*, etc., pouvant atteindre 2 m. d'épaisseur. En quelques points, le dépôt plus lagunaire renferme du gypse. Dans le Vexin, le calcaire de Saint-Ouen raviné par la mer des sables de Marines ou très amenuisé, n'a que 0 m. 10 d'épaisseur ; autour de Paris il a 8 à 12 m. Vers l'E, le faciès lacustre s'élève jusqu'aux marnes à *Pholadomya ludensis*, les sables de Marines ne s'étendant que peu au delà de Noisy-le-Sec.

Les sables de Marines à faciès de charriage à peu près identique à celui d'Auvers, avec nombreux galets, sont très développés dans le Vexin où ils atteignent une puissance de 15 à 20 m. Très fossilifères à Marines, Cresnes, le Ruel, Chars, ils renferment à peu près la même faune que les sables d'Auvers (*Nummulites variolarius*, Polypiers, etc.) ; leur cachet est donné par l'abondance d'un certain nombre d'espèces telles que *Sphenia aequilateralis*, *Arcopagia subrotunda*, *Ampullina grossa*, *Potamides tricarlinatus* var. *arenularius*, *P. Depontaillieri*, *Batillaria concava*, *Conomitra Vincenti*, *Voluta athleta* (2).

Ces sables dits aussi sables de Monceau ou sables infra-gypseux passent vers l'E à des faciès lacustres ; ils supportent un calcaire lacustre à *Limnaea longiscata* et *L. subpyramidalis* (calcaire de Noisy-le-Sec et du Bois-du-Mulot près de Montjavoult), qui n'a pas été revu depuis bien longtemps.

**Bartonien supérieur.** — Le début du Bartonien supérieur est marqué par une transgression marine, qui correspond au dépôt des marnes à *Pholadomya ludensis*, et qui dépasse en étendue les avancées antérieures, la mer atteignant Montereau et la Montagne de Reims. Ensuite, après cet épisode de faible durée, viennent des formations subcontinentales ou continentales, le gypse, considéré comme lagunaire, et son équivalent latéral, le calcaire lacustre de Champigny.

Les couches à *Pholadomya ludensis*, très constantes, s'étendent de Vernon jusqu'à Verzenay, où elles surmontent un calcaire lacustre inférieur à *Limnaea longiscata* évoluant vers *L. ostrogallica* représentant le Bartonien inférieur entièrement lacustre. Le faciès le plus répandu est celui des marnes jaunes ou brunes, avec quelquefois cristaux de gypse lenticulaire de formation secondaire. Dans le Vexin, au Quoniam, à Chavençon, au Vouast près de Montjavoult, l'assise plus sableuse, très fossilifère, fournit des Mollusques avec leur test ; il y a même été trouvé une perle fossile (3) ; aux environs de Reims, à Ludes (où a été pris le type du Ludien), à Verzenay, c'est un calcaire marneux dur, épais de 0 m. 20 à 0 m. 80. Autour de Paris, ce niveau a une épaisseur moyenne de 1 m. 50 à 2 mètres. La faune, dont l'étude a été reprise par M<sup>lle</sup> S. Perier (4) comprend deux Échinodermes (*Macropneustes Prevosti*, *Fibularia Abrardi*) et des Mollusques, dont certains identiques à ceux du Bartonien inférieur, d'autres provenant ainsi que l'a pensé J. Boussac, de l'évolution sur place de formes bartoniennes, associés à des espèces bien nouvelles. Les formes les plus répandues sont *Anomia psamatheis*, *Ostrea ludensis*, *Cardita sulcata*, *Crassatella Desmaresti*, *Pholadomya ludensis*, *Ampullina parisiensis*, *Bayania hordacea*, *Potamides tricarlinatus* var. *vouastensis*, *Batillaria rustica*, *Voluta Fabri*, *Ancilla dubia*, *Olivella laumontiensis*.

La formation gypseuse ludienne est constituée par les trois masses du gypse, numérotées de haut en bas et par les marnes dites d'entre-deux masses qui

(1) P. LEMOINE et R. ABRARD. Sur la présence de *Palaeotherium magnum* CUVIER dans le Calcaire de Saint-Ouen. *B. S. G. F.* (4), XXVI, p. 3-9, 1926.

(2) R. ABRARD. Faune des sables de Chars, de Cresnes, de Marines et du Ruel. Conclusions à en tirer. *B. S. G. F.* (4), XXV, p. 15-32, 1925.

(3) L. et J. MORELLET. Découverte d'une perle fossile. *C. R. som. S. G. F.*, p. 9, 1941.

(4) S. PERIER. Contribution à l'étude du Ludien du Bassin de Paris. La faune des marnes à *Pholadomya ludensis*. Paris, 1941.

les séparent et qui correspondent à des incursions marines ou submarines dans les lagunes. Localement (Cormeilles-en-Parisis, Sannois, Argenteuil, Montmartre, Livry), on rencontre une quatrième masse, inférieure aux marnes à *Pholadomya ludensis* et qui dépend du Bartonien inférieur. Elle s'étend de la Frette à Mareuil-les-Meaux.

Les trois masses supérieures ont dans la région de Paris une épaisseur de 25 à 33 m. ; comme le gypse s'est déposé sous une très faible épaisseur d'eau, il faut admettre un abaissement du fond, une subsidence, qui ne s'est produite ni au N (marnes du Tardenois), ni dans la zone du lac où se formait le calcaire de Champigny.

Le gypse, sulfate de calcium hydraté se présente surtout dans le Ludien du Bassin de Paris, sous forme de gypse cristallin stratifié et de gypse saccharoïde massif fournissant une pierre à plâtre réputée. On trouve aussi des cristaux en pieds d'alouette ou en fer de lance. L'albâtre est une variété, très ténue à laquelle passe la troisième masse en certains points de la vallée de la Marne (Annet, Thorigny). L'anhydrite ne s'y rencontre que tout à fait exceptionnellement. Une étude détaillée de la formation est due à Dollot Godbille et Ramond (1).

La troisième masse ou basse masse (3 m. environ à Argenteuil) comprend des bancs peu épais de gypse cristallisé alternant avec des lits de marnes jaunes ; des lits de « pieds d'alouettes » se suivent sur plusieurs kilomètres.

Les marnes à Lucines, d'entre troisième et deuxième masse, épaisses de 1 m. 50 à 2 m., jaunes, calcaires, plus ou moins schisteuses sont parfois couvertes de Lucines rapportées à *L. inornata* ; on a souvent écrit qu'elles renfermaient des espèces oligocènes telles que *Nucula Lyelli*, *Corbula subpissum*, *Corbulomya Nysti*, *Hydrobia pygmaea*. En réalité, les empreintes, très frustes, sont spécifiquement indéterminables et il paraît avéré qu'il n'y a pas de formes oligocènes dans cette assise (2). On a signalé aussi des Poissons, *Notogoneus Cuvieri*, *N. squamosus*, ce dernier se trouvant dans le gypse d'Aix-en-Provence, et des débris de Crustacés. Une couche d'argile smectique contient des Turritelles rapportées à *T. incerta*.

En de nombreux points, à la partie supérieure des marnes, on rencontre des rognons aplatis de gypse, encroûtés de brun et ressemblant à des pains de seigle (pains de Quatre-Livres).

La deuxième masse du gypse ou basse œuvre, épaisse de 4 m. 40 à Villejuif et de 7 m. 40 à Argenteuil est presque entièrement à l'état de gypse saccharoïde, mais on y trouve aussi des lits de « pieds d'alouettes ». Les restes de Mammifères y sont rares (*Palaeotherium magnum* complet de Vitry, *P. Heimi*, *Anoplotherium*), ceux de Reptiles (*Crocodylus*) et de Tortues (*Trionyx*, *Emys*), plus fréquents ; elle a fourni également des empreintes de pas d'Oiseaux et des bois fossiles.

Les marnes d'entre deuxième et première masse, épaisses de 4 m. 60 à Argenteuil, contiennent des rognons de silex ménilite. Goubert y a signalé à Romainville des Cérithes bartoniens, *Potamidés tricarlinatus* var. *vouastensis*, *Batillaria pleurotomoides*.

La première masse du gypse ou haute masse, dite aussi hauts piliers, épaisse de 8 à 20 m. est constituée par du gypse saccharoïde massif et homogène ; c'est surtout elle qui est exploitée en galeries souterraines ; elle comprend de bas en haut des « plâtres durs », « semi-durs » et « tendres », et on y observe, surtout vers le sommet des phénomènes de dissolution qui ont donné des ondulations et de faux *ripple marks*, la recristallisation s'étant faite vers la base.

Cette première masse est le niveau de la faune classique de Montmartre qui comprend notamment *Palaeotherium magnum*, *P. medium*, *P. crassum*, *Plagiolophus minor*, *Anoplotherium commune*, *Xiphodon gracile*, *Amphimeryx murinus*, *Chaeropotamus parisiensis*, *Peratherium Cuvieri*, *Adapis*

(1) A. DOLLOT, P. GOBBILLE et G. RAMOND. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). *Mém. Soc. Géol. France*, 4<sup>e</sup> sér., mém. n<sup>o</sup> 1, 1905.

(2) R. ABRARD. Les citations d'espèces oligocènes dans les marnes d'entre troisième et deuxième masse du gypse. *C. R. som. S. G. F.*, p. 117-119, 1941.

*Duvernoyi*, *Vespertilio parisiensis*, *Theridomys Cuvieri*. Ont été signalés également des Mollusques tels que *Dissostoma*, *Planorbis* et *Helix*, et des troncs de Palmiers.

A la suite de Munier-Chalmas, il a été admis sans discussion que le gypse du Bassin de Paris s'était formé par évaporation dans des lagunes voisines de la mer, d'eaux y ayant pénétré pendant les grandes marées de syzygie, la concentration n'y ayant jamais été poussée assez loin pour provoquer le dépôt d'anhydrite ou de sel gemme. Théorie très admissible, à l'appui de laquelle viennent les empreintes de pas d'animaux montrant des lagunes peu profondes, et les espèces submerises des marnes d'entre-deux masses. Elle a été récemment outrée lorsqu'on a voulu voir dans les zones de quelques cristaux de gypse « les feuillets hebdomadaires de l'Histoire du Globe » (1), interprétation qui doit être considérée comme poussée trop loin (2) et qui n'est d'ailleurs pas d'une complète nouveauté.

L'hypothèse du gypse lagunaire (Dollfus admettait un gypse marin comprenant les deux masses inférieures, et un gypse palustre constitué par la haute masse), présente cependant bien des points faibles qui ont été mis en évidence par Ch. Finaton (3) qui pense que la plus grande partie du gypse parisien est d'origine continentale. Il proviendrait du lessivage du Trias supérieur, le calcaire de Champigny, qui affecte souvent le caractère d'un dépôt de précipitation chimique, s'étant d'abord déposé, la recristallisation du gypse ne s'étant produite que dans des dépressions plus voisines de la mer. Bien des faits troublants sont invoqués en faveur de cette opinion nouvelle et intéressante.

Le calcaire de Champigny, faciès latéral du gypse, compris comme lui entre les marnes à *Pholadomya ludensis* et les marnes supragypseuses, ainsi que l'a montré Hébert, occupe une superficie beaucoup plus importante, se développant largement vers le S jusqu'au delà de Nemours et de Montereau. Il est constitué par une masse de calcaire blanchâtre à veinules cristallines, quelquefois siliceux et très dur, parfois bréchiforme, souvent exploité comme pierre à chaux. Il est en de nombreux points transformé en travertin siliceux avec veinules et rognons de calcédoine. Au S de Paris, où il atteint une épaisseur de 20 à 40 m., il forme les falaises des berges de la Seine entre Corbeil et Valvins.

Il est considéré comme lacustre, mais n'a fourni de fossiles (Limnées et Bithinelles) qu'en un seul point, entre Bry-sur-Marne et la fourchette de Champigny (4). Ce calcaire, très fissuré montre, surtout en Brie, des bétouires et des pertes de rivières.

Les marnes du Tardenois, formées de couches épaisses de marnes exploitées pour amendement, et de glaises blanches, grises, vertes ou bleues, avec intercalations de minces lits de calcaires siliceux à *Cerithium*, occupent la place du gypse. Au-dessous, le Bartonien inférieur comprend des calcaires durs à *Limnaea longiscata* et *Planorbis*, surmontant les sables moyens à lentilles ligniteuses (5) dans lesquelles on a trouvé des dents de Poissons et de Crocodiles, des vertèbres d'un Ophidien voisin du Python, des molaires de *Lophiodon*.

A Verzenay, au-dessus du calcaire à *Pholadomya ludensis*, on observe un calcaire marneux, identique lithologiquement au calcaire lacustre inférieur, mais qui d'après P. Jodot (6) renferme une faune plus récente : *Limnaea ostrogallica*, *L. Durandi*, *L. pyramidalis*.

(1) G. DEICHA. Zones bimonsuelles, saisonnières et annuelles dans le gypse parisien. *C. R. som. S. G. F.*, p. 83-85, 1942.

(2) *Ibid.*, p. 129, 153-154, 154-155, 155-157, 1942.

(3) CH. FINATON. Les dépôts lagunaires et le gypse du Bassin parisien. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, VII, p. 357-378, 1934.

(4) L. et J. MORELLET. Découverte de fossiles dans le calcaire de Champigny. *C. R. som. S. G. F.*, p. 252, 1928.

(5) A. F. DE LAPPARENT et L. et J. MORELLET. Étude sur le Bartonien de la partie orientale du Tardenois. *B. S. G. F.* (5), XII, p. 25-34, 1942.

(6) P. JODOT. Les Mollusques du Ludien continental de la Montagne de Reims. *C. R. som. S. G. F.*, p. 99-101, 1945.

*Oligocène*

La limite entre l'Éocène et l'Oligocène, dans le Bassin de Paris, a donné lieu à de nombreuses discussions, ce qui s'explique par le fait que se situant dans des formations non marines, elle ne peut être établie avec rigueur. La question qui se pose est de savoir si les trois masses du gypse doivent être maintenues dans l'Éocène supérieur comme l'ont notamment pensé Munier-Chalmas et de Lapparent (qui voyaient là une solution provisoire) et comme l'ont admis Haug et la plupart des géologues français, où si il convient, à la suite de Dollfus, de considérer la première masse comme déjà oligocène.

Nous avons adopté la première manière de voir qui paraît plus conforme à l'ensemble des faits, bien que la continuité de faciès ne soit par un argument décisif. En effet, on peut très bien concevoir que lorsque des formations lagunaires séparent des assises marines pendant une période assez longue, leur partie inférieure correspond au retrait de la mer terminant un étage, et leur partie supérieure au temps mis par la mer pour qu'une transgression dépendant d'un autre étage, la ramène au point d'où elle s'était retirée.

La faune de Mammifères de la haute-masse comprend parmi ses espèces les plus caractéristiques *Palaeotherium magnum*, qui se trouve aussi dans la deuxième masse, et également dans le calcaire de Saint-Ouen ce qui établit la liaison avec le Bartonien. La persistance de quelques éléments de la faune du gypse dans les marnes blanches (*Xiphodon gracile*, *Palaeotherium*) et même dans le calcaire de Brie n'est pas pour surprendre, car il est constant qu'il y ait un retard entre l'apparition des faunes marines et celle des Vertébrés continentaux.

Les premières formes oligocènes, *Potamides plicatus* notamment, se montrent dans les marnes à Cyrènes qui sont déjà assez élevées dans la série supragypseuse. Il semble donc que l'on fasse la part assez large à l'Oligocène inférieur en le faisant débiter dès la base des marnes qui surmontent le gypse, tout en admettant que peut-être tout ou partie de la haute masse s'est déposé pendant le Lattorfien inférieur.

Récemment la question a été reprise par G. Denizot (1) qui, contrairement à l'opinion qu'il avait toujours soutenue a voulu retrancher de l'Éocène non seulement la première masse du gypse, mais aussi la deuxième, en se basant sur la présence « d'espèces oligocènes sûres » dans les marnes à Lucines. Nous avons vu que ces formes étaient un mythe, et il est permis de penser que la réouverture périodique et sans argument nouveau, de la discussion à ce sujet est absolument vaine.

**SANNOISIEN.** — Les assises comprises entre le gypse et les sables de Fontainebleau constituent le Sannoisien, dont le type est le calcaire marin de Sannois, étage qui paraît correspondre au Lattorfien des régions où toute la série est marine. Il est formé à la base par les marnes supragypseuses, et au sommet par le calcaire de Sannois et son équivalent latéral le calcaire de Brie.

(1) G. DENIZOT. Le Stampien de la région parisienne et le classement de l'Oligocène. *B. S. G. F.* (5), X, p. 25-47, 1940.

La série des *marnes supragypseuses* est la suivante de bas en haut :

1<sup>o</sup> *Marnes bleues*, pouvant atteindre 8 à 10 m. d'épaisseur, souvent pyriteuses, avec rares empreintes végétales, avec lits de gypse, régime de marais salants d'après P. Lemoine, quoiqu'on n'y rencontre pas de sel. Un petit Crustacé *Sphaeroma margarum* est assez fréquent à certains niveaux. Vers la partie supérieure, des lits calcaires renferment *Nystia plicata*, *N. Duchasteli*, *Sphaeroma margarum*, *Psammocarcinus Hericarti*, *Palaeotherium medium*, des restes de Poissons et de Tortues, ainsi que des empreintes de Végétaux. A Villejuif, une lentille de calcaire oolithique très localisée a fourni des Poissons, *Notogoneus (Sphenolepis) Cuvieri*, *Notogoneus (Sphenolepis sp.)*; ce niveau était placé plus haut par d'Orbigny, Dollfus et Stanislas Meunier, mais Hamelin (1) l'a vu en place.

2<sup>o</sup> *Marnes blanches* ou *marnes de Pantin*, exploitées pour chaux hydraulique, épaisses de 12 m. à Vaujours, présentant parfois des lits de gypse et des intercalations de calcaire oolithique. Elles paraissent s'être déposées dans des lacs lagunaires communiquant avec des lagunes saumâtres.

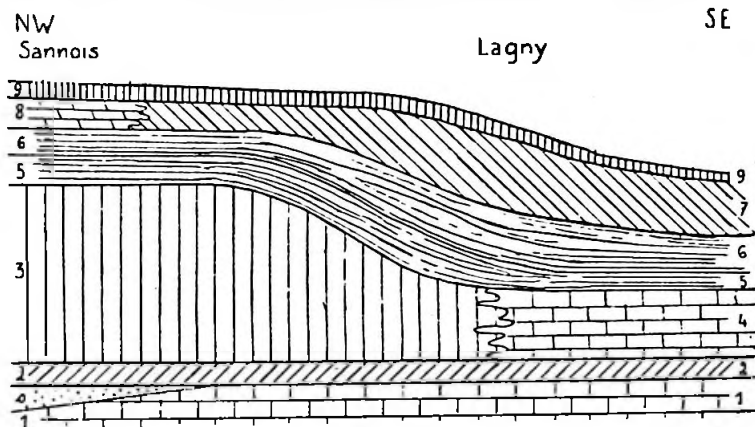


Fig. 32. — Variations de faciès du Bartonien supérieur et du Sannoisien.

1, calcaire de Saint-Ouen et sables Infragypseux (s); 2, marnes à *Pholadomya ludensis*; 3, gypse; 4, calcaire de Champigny; 5, marnes supragypseuses; 6, argiles vertes (Sannoisien inférieur); 7, calcaire de Brie (Sannoisien supérieur); 8, calcaire de Sannois à *Oërites* (id.); 9, marnes à Huitres (Stampien inférieur).

Azoïques aux environs d'Argenteuil elles sont fossilifères à Corbeil, Essones et surtout à Romainville, où on a trouvé des Mollusques (*Melanopsis carinata*, *Nystia plicata*, *Limnaea strigosa*, *Planorbis lens*, *P. rotundatus*), de petits Crustacés Ostracodes (*Cypris tenuistriata*, *C. amygdala*, *C. nuda*), des restes de Poissons (*Amia Munieri*); de Tortues, d'Oiseaux (*Phenicopterus*), de Mammifères (*Xiphodon gracile*, *Palaeotherium*, *Trechomys Bonduelli*) (2) et des oogones de *Chara Tournoueri*.

3<sup>o</sup> *Marnes à Cyrènes*, bleues ou verdâtres en profondeur, roussâtres ou brunes par altération, épaisses de 2 à 6 m., de structure feuilletée, avec fissures de retrait, ce qui indique une très faible profondeur. On y trouve les premiers éléments oligocènes, *Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, *Potamides plicatus*, associés à des Mollusques, des Crustacés et des Poissons (*Amia*, etc.), entassés pêle-mêle aux points atteints par la dessiccation ou la sursalure.

4<sup>o</sup> *Marnes vertes*, dites aussi *argiles vertes*, épaisses de 8 à 12 m., en général

(1) L. HAMELIN. Les marnes sannoisiennes de Villejuif (Seine). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 358-361, 1907.

(2) H.-G. STEHLIN. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), IX, p. 488-520, 1909.

formées d'une assise homogène d'argile verte ou blanc verdâtre, sans stratification et presque toujours sans fossiles, *Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, *Potamides plicatus*, n'ayant été rencontrés qu'en quelques rares points. Elles sont activement exploitées pour briqueterie et tuilerie. Au sommet, elles se relient intimement au calcaire de Brie par des alternances de couchettes d'argile verte et de marne calcaire blanchâtre.

Alors que les niveaux précédents ne sont guère bien individualisés et développés que dans les plâtrières autour de Paris, les marnes à Cyrènes s'étendant cependant plus loin vers le S, les marnes vertes ont une très grande extension, des environs de Vernon jusqu'à la limite orientale de la Brie ; on a parfois essayé de distinguer à leur base en Brie, une assise de marnes blanches attribuée aux marnes de Pantin, mais cette séparation est absolument arbitraire.

Les marnes vertes déterminent une nappe aquifère très constante, mais lorsqu'elles ne sont recouvertes que par les formations de la Brie l'eau est le plus souvent contaminée.

Le Sannoisien supérieur est presque partout représenté dans le Bassin de Paris par le calcaire de Brie, débutant par des marnes calcaires tendres qui passent vers le haut à des calcaires jaunâtres, puis à des calcaires plus ou moins silicifiés, gris, très durs, fistuleux et caverneux et à des meulrières exploitées pour l'empierrement des routes. La meulièrementisation qui forme souvent des blocs noyés dans une argile grisâtre ou dans un sable argileux rougeâtre est très irrégulière. L'épaisseur de la formation est de 12 à 15 m.

Le calcaire de Brie est une assise lacustre qui renferme par place quelques Mollusques (*Nystia Duchasteli*, *Limnaea briarensis*, *Planorbis depressus*) ; la faune de Mammifères, assez pauvre comprend un Chéiroptère voisin de *Vespertilio parisiensis* du gypse (1), un *Hyaenodon* et quelques espèces trouvées à Lagny-Thorigny, *Entelodon magnum*, *Gelocus communis*, *Paloplotherium minus*, *Aceratherium* sp. (2). En se basant sur la présence du genre *Entelodon*, élément vraiment nouveau par rapport à la faune éocène, Stehlin a fait commencer l'Oligocène par le calcaire de Brie.

Très développé à l'E où il occupe de grandes superficies, le calcaire de Brie est réduit vers l'W où dans le synclinal de Neauphle il ne dépasse pas 4 m. L'épaisseur, parfois remplacé par une marne farineuse qui en forme normalement la base. Dans la partie médiane, à Sannois, Argenteuil, au Mont Valérien, le calcaire de Brie est remplacé par une formation marine, le calcaire de Sannois, plus ou moins marneux, avec *Cytherea incrassata*, *Natica crassatina*, *Potamides plicatus*, *P. conjunctus*, *P. trochleare*, qui supporte les Marnes à Huîtres.

Vers le SW, les marnes vertes ont leur extension limitée par l'anticlinal du Roumois ; le calcaire de Brie s'étend moins loin et d'après Dollfus, le rivage du lac dans lequel il s'est déposé était constitué par le relèvement crayeux du Hurepoix à Breuillet, Arpajon, Fontenay-les-Briis.

STAMPIEN. — Après une période assez longue de régime lagunaire ou subcontinental qui s'est établie dès le retrait de la mer à *Pholadomya ludensis*, la première et timide apparition de formes marines, ou plutôt lagunomarine, s'est ainsi que nous venons de le voir, produite dans les marnes à Cyrènes, avec des éléments oligocènes absolument nouveaux. Le Stampien, qui comprend la formation classique des sables de Fontainebleau, et dont le type est pris aux environs d'Étampes, est marqué par une transgression marine qui dépasse de beaucoup en ampleur celles de l'Éocène ; Évreux, Dreux, Maintenon sont dépassés, Pithiviers, Montargis, le N. de Joigny sont atteints ; vers l'E, on a pendant longtemps, admis que la mer ne s'était guère avancée jusqu'au delà d'Épernay, mais il se peut qu'elle ait recouvert un territoire plus vaste.

(1) R. SOYER. Présence des genres *Vespertilio* et *Hyaenodon* dans le calcaire de Brie. *B. S. G. F.* (4), XXIX, p. 423-428, 1929.

(2) P. JODOT et M. MORIN. Indice de la présence de la faune de Ronzon dans le calcaire de Brie à Thorigny (Seine-et-Marne). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 78-80, 1908.



La sédimentation stampienne est essentiellement siliceuse et arénacée ; les sables, quelquefois micacés renferment des minéraux lourds nombreux et variés, staurotide, disthène, zircon, rutile, etc. d'origine métamorphique, ce qui les apparente, au point de vue de leur composition, aux sables thanétiens et paraît indiquer un courant de provenance armoricaine (1). Sous le rapport de la granulométrie, les sables marins de la base de l'étage et ceux du sommet donnent des courbes appartenant à deux familles différentes, celles-ci étant très semblables à celles de certaines dunes maritimes actuelles. Mais, on peut penser qu'il ne faut pas, de cette dernière constatation, tirer des conclusions trop généralisées.

La faune de Mollusques du Stampien est ainsi que l'a indiqué J. Boussac, une faune immigrée, complètement nouvelle, qui ne comporte aucune forme résultant de l'évolution sur place d'espèces éocènes. Elle comprend des formes boréales et de nombreuses espèces méditerranéennes dont quelques-unes sont parvenues dans le Bassin de Paris dès le Lattorfien (Sannoisien) plusieurs d'entre elles (*Potamides trochleare*, *Bayania semidecussata*, etc.), ayant apparu au Priabonien dans la Mésogée (2), les autres n'étant arrivées que plus tard (*Nummulites Bezanconi*, *Venus Aglaurae*, *Cerithium Charpentieri*, etc.). *Archiacina armorica*, Foraminifère atlantique du Bassin de Rennes a été retrouvé dans les marnes à Huitres (3).

Le Stampien du Bassin de Paris a fait l'objet d'un travail d'ensemble de Mlle H. Alimen (4) qui, à la place d'autant d'horizons qu'il contient de niveaux fossilifères aux environs d'Étampes, a été amenée à ne plus y distinguer que deux unités paléontologiques et stratigraphiques, un Stampien inférieur constitué par les horizons d'Étréchy, de Jeurre, de Morigny, de Vauroux, et un Stampien supérieur comprenant ceux de Pierrefitte et d'Ormoy-la-Rivière. A l'intérieur de ces subdivisions, les différences fauniques ne sont dues qu'à des variations de faciès. Le Stampien supérieur ravine la partie inférieure de l'étage dans toute la bordure méridionale.

Les marnes à Huitres forment la base du Stampien dans le centre du Bassin parisien ; caractérisées par *Ostrea longirostris* qui y est cantonnée, et par *O. cyathula* qui se trouve dans toutes les assises transgressives, elles occupent sur une épaisseur moyenne de 2 m. 50 à 5 m. une région limitée au NW par le Bray, au SW par les bombements de Vigny et de Beynes, au S par celui de Dourdan, au SE par le lac de Brie.

A Massy, ces marnes ont fourni un Échinide *Scutellum parisiense* ; à Bagneux, elles montrent un calcaire jaune à *Potamides plicatus* et Miliolles et vers leur sommet une mollasse calcaire tendre à *Ostrea longirostris* et *Natica crassatina*, qui renferme de nombreux Mollusques, des Bryozoaires et des Entomostracés. En de nombreux points (Romainville, Montmartre, Villejuif, Mont Valérien, etc.), on observe une couche marneuse ou calcaire à Hydrobies intercalée dans ces Marnes. Les gisements de Frépillon, Montmorency, Bessancourt, Margency, Versailles-Ménagerie, sont considérés par H. Alimen comme zone de passage entre les marnes à Huitres et la base des sables stampiens (5).

(1) H. ALIMEN et A. VATAN. Contribution à l'étude pétrographique des sables stampiens. *B. S. G. F.* (5), VII, p. 141-162, 1937.

(2) R. ABRARD. La disparition des *Orthophragma* et les migrations de faunes à l'Oligocène. *A. F. A. S.*, Congrès de Chambéry, p. 467-469, 1933.

(3) H. ALIMEN et G. LUCAS. Sur la présence d'*Archiacina armorica* dans le Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (5), XV, p. 201-206, 1945.

(4) H. ALIMEN. Étude sur le Stampien du Bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XIV, mém. n° 34, 1936.

(5) A titre de curiosité, il faut signaler que J. TRICART et A. CAILLEUX ont considéré comme fer météorique fossile du Stampien inférieur, des nodules trouvés à Cormeilles à la surface du Sannoisien (*C. R. Ac. Sc.*, t. 225, p. 131-133, 1947 ; *C. R. som. S. G. F.*, p. 219, 1947). Pour admettre leur interprétation, il faudrait que le fer en question présente d'une manière incontestable les caractères essentiels des météorites et notamment une forte proportion de nickel et l'apparition des figures de Widmannstätten après attaque par l'acide nitrique ; or, il n'en est rien. De plus, ce fer contient un excès de carbone qui n'a jamais été rencontré dans le fer météorique ; il

La mollasse d'Étréchy qui débute par un petit conglomérat de base paraissant indiquer une émergence entre le dépôt du calcaire de Brie et l'arrivée de la mer stampienne, est un ensemble épais de 3 m. à peu près, de mollasse marine dure ou marneuse, avec intercalation de sable gréseux blanc. Elle renferme notamment *Nummulites Bezanconi*, *Scutellum parisiense*, *Ostrea cyathula*, *Natica crassatina*, et de nombreux Mollusques à l'état de moules. Considérée souvent comme l'équivalent vers le S, des marnes à Huîtres, elle est un peu plus récente ; on y trouve des Cyrènes et des Néritines.

Aux environs d'Étampes, les sables stampiens inférieurs sont constitués par les faciès suivants :

a) *falun de Jeurre*, visible aussi au pont d'Étréchy, à Auvers-Saint-Georges, constitué par un sable jaunâtre très fossilifère (environ 220 espèces) renfermant notamment *Nummulites Bezanconi*, *Cytherea splendida*, *C. stampinensis*, *Lucina Heberti*, *Trigonocoelea jeurensis*, *Pectunculus angusticostatus*, *P. obliteratus*, *P. obovatus*, *Ostrea cyathula*, *Dentalium Kickxi*, *Trochus subcarinatus*, *Deshayesia parisiensis*, *Natica crassatina*, *Brachytrema Boblayi*, *Cerithium intradentatum*, *C. conjunctum*, *Potamides plicatus*, *Pleurotoma belgica*, *Voluta Rathieri*. Les dents de Poissons sont fréquentes (*Myliobatis*, *Notidanus primigenius*, *Odontaspis cuspidata*, *Galeocerdo latidens*, etc.).

b) *Falun de Morigny*, formé de sables jaunes à la base et de sables quartzeux gris au sommet ; faune très voisine de la précédente avec abondance de *Corbulomya triangula*, *Pectunculus angusticostatus*, *P. obliteratus*, *P. obovatus*, *Avicula stampinensis*, *Dentalium Kickxi*, *Natica crassatina*, *Potamides trochleare*, *P. plicatus*, *Pleurotoma belgica*, *Buccinum Gossardi*.

c) *Sables à galets d'Étréchy* à dents de Poissons et côtes et vertèbres d'*Halitherium Schinzei*.

d) *Sables de Vauroux* à *Corbulomya triangula*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Voluta Rathieri*, dents de Squales.

Les faluns d'Étréchy et de Jeurre marquent l'arrivée de la mer dans la région d'Étampes ; Morigny est un faciès plus profond ; Vauroux avec des eaux douces ou des terres émergées au voisinage indique une régression qui achève le premier cycle évolutif de la faune stampienne ; aucun des faluns ci-dessus n'est caractérisé par des fossiles spéciaux. Le Stampien supérieur de la même région est constitué par :

e) *Sables de Pierrefitte* à *Cardita Bazini*, *Cardium stampinense*, *Diplodonta Bezanconi*, *Venus Aglaurae* (forme mésogéenne), *Hydrobia Dubuissoni*, *Cerithium Charpentieri* (forme mésogéenne), *Potamides Lamarcki* (assez rare), *Tornatina exerta*, dents de Poissons, côtes d'*Halitherium*.

f) *Sables d'Ormoy-la-Rivière*, faune de Pierrefitte appauvrie, à *Cardita Bazini*, *Hydrobia Dubuissoni* et *Potamides Lamarcki* très abondants.

Les sables à galets de Saclas, parfois cimentés en poudingue correspondent au cordon littoral du Stampien supérieur, ils sont développés à Moulinveau, Saclas, Mondésir, Larchant, etc. ; ils sont souvent de couleur lilas ; G. F. Dollfus les a considérés comme un conglomérat de régression, suivi par la petite transgression de la mer des sables d'Ormoy, qui se serait faite dans des chenaux étroits.

Les sables stampiens supérieurs sont le plus souvent dépourvus de fossiles ; lorsqu'ils sont purs et très ténus, ils sont exploités pour verrerie. Vers le S, dans la vallée du Loing, il y a passage à des formations lacustres.

H. Alimen a admis la distinction en faciès des sables d'Étampes et faciès des sables de Fontenay-aux-Roses, due à d'Orbigny, et reconnaît en plus un faciès de Chevreuse, leur répartition, comme celle des faciès calcaires étant conditionnée par l'existence de dômes de terres émergées ou de hauts-fonds, le dôme de la Remarde par exemple ayant séparé au début du Stampien la zone de sédimentation calcaire du bassin de l'Essonne de la zone sableuse située au N, et plus tard, le faciès sableux d'Étampes de celui de Fontenay.

Les sables d'Étampes, en général blancs et purs surmontant les faluns de se rapproche beaucoup de la fonte blanche et il convient de se demander s'il ne s'agit pas d'une grenaille de fer industriel.

Jeurre et de Morigny, s'étendent à l'E jusqu'au delà de Fontainebleau, mais n'y sont plus fossilifères. Au sommet, les grès y sont très développés, alignés en bandes NW-SE, puis WE, leur formation étant liée au régime dunaire qui s'est généralisé avant l'établissement du lac de Beauce et étendu à la totalité du Bassin de Paris. Le fait qu'une couche de sable très pur, épaisse en moyenne de 1 m., les sépare de la formation de Beauce, interdit en effet de penser que la cimentation a pu se faire *per descensum*. Les bancs de grès dont l'épaisseur ne dépasse guère 6 m. sont activement exploités pour le pavage ; leur surface supérieure est souvent mamelonnée. Ils s'éboulent sur les pentes en entassements de blocs, classiques dans la forêt de Fontainebleau. Les bandes de grès se retrouvent également dans les autres faciès, mais y sont moins développés. Les cristaux de Bellecroix, qui se trouvent à un niveau inférieur, représentent des rhomboédres de calcite englobant le sable de Fontainebleau.

Le faciès de Chevreuse est formé d'alternances de couches horizontales de sable ocre foncé compact, très micacé, et de sable plus meuble de teinte beaucoup plus claire.

Le faciès de Fontenay montre des sables jaunes, micacés, plus ou moins argileux, beaucoup moins meubles que les sables d'Étampes ; il a été de beaucoup le plus étendu, mais, sauf au S de Paris, il est le plus souvent réduit à l'état de buttes-témoins. A sa base, dans celles-ci, on trouve les gisements de Frépillon, Montmorency, Versailles, Margency, Neuilly-en-Vexin, Saint-Martin-du-Tertre, etc. et un peu plus haut les grès de Montmorency, de Cormeilles et l'unique gisement fossilifère de la Brie, celui de Pézarches, à Corbules et Turritelles, qui pour H. Alimen est le témoin d'un rivage de la mer stampienne en régression, conclusion justifiée par le caractère très littoral de la faune. Les faunes des environs d'Étampes, quoique moins côtières, indiquent cependant une très faible profondeur de la mer, et souvent, la proximité des terres émergées.

L'épaisseur des sables stampiens varie de 40 à 70 mètres.

Bien que le Stampien soit essentiellement caractérisé par une sédimentotie arénacée, il présente quelques assises calcaires. Outre la mollasse d'Étréchy, on peut citer comme formations marines : le calcaire de la Ferté-Alais à *Cytherea splendida*, *Natica crassatina*, *Potamides plicatus* ; le calcaire de Larchant et les horizons calcaires du Puiset qui constituent des indentations de faciès dans les sables de Nemours ; le calcaire de la Brie (Pézarches, Villecrenes) à *N. crassatina*, *P. plicatus*, *Bayania semidecussata*, qui comme celui de la Ferté-Alais se trouve à la base des sables ; le calcaire marin de Darvault.

Il y a aussi des formations lacustres : calcaire de Darvault à *Potamides Lamarcki*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Limnaea fabulum*, *L. cornea*, *Planorbis Prevosti*, intercalé dans la partie moyenne des sables, à la limite du Stampien inférieur et du Stampien supérieur ; calcaire lacustre des Palis, plus élevé dans la série, se raccordant probablement au lacustre de la Padole près de Soisy-sur-École ; il se peut que, encore plus haut, le lacustre supérieur ait sa base stampienne dans le N et peut-être l'E du Bassin de Paris, de même que dans la région de Nemours.

Les sables de Fontainebleau ne sont que très rarement glauconieux : Richebourg au NE de Houdan, Saint-Witz à 6 m. au-dessous de la meulière de Beauce.

CHATTIEN. -- Le retrait de la mer au Stampien supérieur par rapport à celle du Stampien inférieur a été mis en évidence par M<sup>e</sup> H. Alimen. Si la mer s'avance encore un peu au S vers Montargis et à l'W vers Dreux, au sommet de l'étage, elle recule en deçà de Pithiviers, et elle est en forte régression à l'E, où des au-delà de Vitry-le-François, elle revient sur Provins. Après le dépôt des sables d'Ormoy qui, ainsi que nous l'avons vu, paraît ne s'être fait que dans des chenaux étroits, le retrait de la mer s'est généralisé, et par la suite le Bassin de Paris n'a plus été atteint par aucune transgression

marine, si l'on excepte celle de la mer des faluns de Touraine qui n'intéresse pas l'Île-de-France.

Aux assises marines des sables de Fontainebleau font suite des formations d'abord saumâtres, tout au moins en certains points, et lacustres, qui ont été considérées comme constituant des faciès continentaux du Chattien marin, étage d'ailleurs discuté. On peut se demander en effet, jusqu'à quel point les meulière et le calcaire de Beauce, ne représentent pas simplement des faciès saumâtres et lacustres jouant vis-à-vis du Stampien marin le même rôle que le calcaire grossier supérieur vis-à-vis du Lutétien marin.

Pendant très longtemps, on a admis qu'après le retrait de la mer stampienne, un grand lac s'était établi sur l'Île-de-France et l'Orléanais, lac dans lequel s'était déposé un calcaire, sédiment qui ne s'était pratiquement pas modifié vers le S, tandis qu'au N il avait été silicifié, puis décalcifié et transformé en meulière de Beauce, dite aussi de Montmorency, très vacuolaire, contrairement à la meulière de Brie, toujours compacte.

Les recherches récentes de M<sup>lle</sup> H. Alimen l'ont conduite à admettre que les meulières dépendaient de dépôts, très riches en silice dès l'origine, comblant des dépressions interdunaires comparées aux bahrs actuels de la région du Tchad. Ceci expliquerait leur alignement parallèle aux bandes de grès qui résultent, elles, d'une cimentation suivant des cordons dunaires. Plus au S, s'étendait le lac dans lequel s'est formé le calcaire de Beauce ou calcaire d'Étampes.

Aussi bien en ce qui concerne les meulières qu'en ce qui a trait au calcaire de Beauce, il est très difficile de déterminer ce qui revient au Stampien ou au Chattien. A Ormoy on observe des récurrences de couches marines avec *Potamides Lamarcki* dans les marnes lacustres de la base du Calcaire d'Étampes. Au N de Paris (Montlignon, Cormeilles-en-Parisis, etc.) un niveau saumâtre avec le même *Cérithie* règne à la base des meulières (1).

La manière de voir de M<sup>lle</sup> H. Alimen (2) renforce l'hypothèse d'après laquelle les meulières de Beauce ne se seraient pas formées dans un seul grand lac (1) ; la dispersion géographique des fossiles terrestres, *Helix*, *Cyclostomes*, *Mammifères*, *Végétaux*, les variations des faunes, obligent à admettre la fragmentation de la charaie. Il apparaît qu'au Stampien terminal, le Bassin de Paris a été exondé dans sa totalité ; la partie supérieure des sables a été reprise par le vent qui y a édifié un système de dunes, et seuls les chenaux et dépressions intermédiaires ont été occupés par de minces couches d'eau laguno-lacustres ou lacustres, les sommets dunaires restant émergés.

En certains points, il y a passage latéral de la meulière à des faciès argilo-sableux (3), d'où l'on peut conclure qu'elle ne résulte pas de la décalcification de calcaires siliceux, mais qu'elle est un accident de la sédimentation argileuse.

Les meulières et le calcaire de Beauce (ou d'Étampes) sont indiqués par la plupart des auteurs comme caractérisés par *Limnaea cornea* et *Helix Ramondi*, ce qui les distingue du calcaire de l'Orléanais (quelquefois appelé calcaire de Beauce supérieur, ce qui prête à confusion) à *Limnaea pachygaster* et *Helix aurelianensis*. G. Denizot ne cite pas *H. Ramondi* (4) et donne, des formations de Beauce une liste comprenant notamment *Helix Munieri*, *H. Dometi*, *H. lepida*, *Bulimus gracilis*, *Glandina Sandbergeri*, *Pupa*, *Carychium*, *Planorbis Prevosti*, *P. similis*, *Limnaea cylindrica*, *L. vesiculosa*, *L. cornea*, *L. fabulum*, *Ancylus depressus*, *Cyclostoma antiquum*, *Hydrobia Sandbergeri*, *Bithinella Brongniarti*.

Les principaux gisements sont Montmorency, Trappes, Élancourt, Saint-Prix, Les Bruyères de Sèvres, Palaiseau, pour les meulières, Fontaine-

(1) R. ABRARD. Les meulières de Montlignon (S.-et-O.). Remarques générales sur les meulières de Beauce. *C. R. som. S. G. F.*, p. 126-127, 1926.

(2) *Loc. cit.*, p. 217.

(3) P. GEORGE et A. RIVIÈRE. Sur les faciès argilo-sableux de l'étage du calcaire de Beauce au Sud de Paris. *C. R. som. S. G. F.*, p. 95-97, 1944.

(4) Voir référence p. 372, note 1 (*cf.*, p. 177).

bleau, Pierrefitte et la Côte Saint-Martin près d'Étampes, pour le calcaire qui est beaucoup plus développé dans l'Orléanais où il est surmonté par le calcaire aquitainien.

A la Ferté-Alais (type du « Firmitien » de Dollfus), on a trouvé des restes de Mammifères, *Acerotherium Filholi*, *Gelosus* sp., *Entelodon* sp., *Anthracotheurium* de grande taille, rapporté à tort à *A. magnum*.

Les meulières renferment très fréquemment, surtout à Pontchartrain, Neauphle-le-Château, Palaiseau, des empreintes végétales (Nymphéacées) représentées principalement par leurs rhizomes, *Glyptostrobites parisiensis*, et des bois fossiles, parfois volumineux décrits sous le nom de *Cupressinoxylon huripense* (1), très voisins du bois des Sequoias actuels. Les oogones de *Chara Brongniarti* et de *C. medicaginula* sont très fréquents (2), aussi bien dans le calcaire de la côte Saint-Martin à Étampes que dans les meulières.

### Miocène et Pliocène

Avec l'Oligocène se termine l'histoire des transgressions et régressions marines dans l'Île-de-France, et aussi celle des formations lagunaires et lacustres. Les dépôts miocènes s'y réduisent aux sables de la Sologne et le Pliocène à des cailloutis élevés représentant les plus anciennes terrasses fluviales, attribution qu'aucun argument paléontologique n'est d'ailleurs venu confirmer.

Les sables de la Sologne sont essentiellement constitués par des grains de quartz, très souvent bipyramidés, arrondis, de grosseur variable généralement bien calibrés dans un même gisement (4 à 6 mm. au S de Versailles) et par des grains feldspathiques altérés, également peu roulés. Ils ne présentent pas de stratification et sont souvent agglutinés par une argile kaolinique résultant de la transformation complète des feldspaths. Ils renferment, en outre, des minéraux variés, notamment du fer titané. Ils proviennent sans aucun doute de la destruction du granite, d'où le nom de *sables granitiques* qu'on leur donne quelquefois.

Ces sables, bien développés dans le Hurepoix, sont typiques à Lozère près de Palaiseau (*sables de Lozère* de Dollfus). Ils doivent, ainsi que l'a indiqué G. F. Dollfus, être considérés comme déposés par un grand fleuve venant du Massif Central et se jetant dans la Manche. Ils surmontent des assises de plus en plus anciennes de l'amont vers l'aval, marnes de l'Orléanais burdigaliennes au N d'Orléans, termes divers de Nummulitique dans la région de Paris, craie dans la vallée de la Basse-Seine où ils remplissent des poches ainsi que nous l'avons vu antérieurement (p. 292). On y trouve des débris de roches antérieures, meulières, silex de la craie, etc. ; à Chamarande où par suite d'un ravinement intense, ils ont pour substratum les sables et grès de Fontainebleau, on y a rencontré un fragment de tige de *Pentacrinus Nicoleti*, espèce bathonienne, non signalée du Jurassique du Berry, mais qui peut cependant en provenir (3).

(1) P.-H. FRITEL et R. VIGUIER. Sur les bois silicifiés d'Orsay et de Palaiseau (Seine-et-Oise). *B. S. G. F.* (4), XVII, p. 82-88, 1917.

(2) G. F. DOLLFUS et P.-H. FRITEL. Catalogue raisonné des Characées fossiles du Bassin de Paris. *Ibid.* (4), XIX, p. 243-261, 1919.

(3) P. JODOT. Curieuse rencontre d'un fragment de *Pentacrinus* dans les sables granitiques burdigaliens de Chamarande au N d'Etréchy (S.-et-O.). *C. R. som. S. G. F.*, p. 76-78, 1942.

Rappelons seulement pour mémoire la théorie des alluvions verticales de Stanislas Meunier, et celle des sables éruptifs de H. Douvillé (1) qui attribue leur montée à des fractures en relation avec les mouvements alpins, théorie indéfendable mais au sujet de laquelle sont données de nombreuses et utiles observations.

Dans la région d'Étampes, Chevreuse, Limours, Dourdan, les sables de la Sologne sont épais de 2 à 6 m. Ils sont souvent altérés en surface mais conservent en profondeur leur caractère d'imperméabilité.

En ce qui concerne leur âge, ils sont plus récents que le Burdigalien inférieur, et plus anciens que les faluns de la Touraine et que le volcanisme d'Auvergne dont ils ne renferment aucun élément ; ils paraissent ressortir au Burdigalien supérieur.

Dans la région de la forêt de Sénart, se trouvent des cailloutis élevés et très élevés que l'on rapporte au Pliocène, bien qu'ils n'aient fourni aucun fossile, en raison de leur altitude, et aussi parce que l'on admet, sans d'ailleurs que cela ait été démontré d'une manière péremptoire, qu'ils se rattachent aux graviers de Saint-Prest près de Chartres. D'après P. Lemoine (2), il faut distinguer deux niveaux, l'un de 70 m. au-dessus de la Seine, qui au N de l'Yerres, au-dessus de Villecresnes, surmonte à 101 m. d'altitude les sables de Fontainebleau, l'autre de 55 m. environ qui s'observe à 85 m. à Bois-le-Roc, à 78 m. à Seine-Port, à 89 m. à Perray, à 84 m. dans la forêt de Sénart dont il constitue le sous-sol, à 85 m. à Gros-Bois.

Le niveau le plus élevé qui se montre au carrefour de la Belle-Étoile, est formé d'argiles à nombreux grains de quartz subanguleux, avec galets siliceux non roulés paraissant provenir de la craie, disposés en lits à peu près horizontaux ; on y trouve aussi quelques blocs de grès de Fontainebleau.

Le niveau de 55 m. de beaucoup le plus étendu et constitué par des cailloutis rubéfiés composés de silex provenant directement de la région crétacée, de fragments de chailles jurassiques, de cailloux de quartz du Morvan, et de nombreux galets marins de silex empruntés à la base des sables de Fontainebleau. Tous ces éléments ont été fortement corrodés, amoindris, par une désagrégation sur place, chimique et mécanique, sans rapport avec les ravinelements torrentiels quaternaires. Les berges de l'ancien fleuve qui a déposé ces alluvions très anciennes auraient été détruites par l'érosion survenue depuis le Pliocène.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les formations quaternaires de l'Ile-de-France, nombreuses et variées comprennent les alluvions anciennes des principaux cours d'eau, Seine, Marne, Oise, Aisne, ainsi que les lambeaux qui ont pu subsister dans les vallées de leurs affluents, les alluvions modernes qui

(1) H. DOUVILLÉ. Les sables et les argiles granitiques. Leur distribution et leur origine. *B. S. G. F.* (5), VI, p. 17-40, 1936.

(2) Bassin de Paris, p. 308-310..

constituent les plaines récentes dues au remblaiement flandrien et actuel, des limons et des tufs.

*Alluvions anciennes.* — Les dépôts alluvionnaires sont conservés en lambeaux très importants dans les vallées des grands cours d'eau et comportent dans et autour de Paris des gisements tout à fait classiques. Leur stratigraphie n'a toutefois pas été étudiée avec autant de détail que celle des terrasses de la Somme, cependant beaucoup moins étendues, et notamment, le rôle qu'ont pu y jouer les solifluxions n'a pas encore été mis en relief.

Les alluvions anciennes de la Seine comprennent des sables, des graviers et des limons, les couches à éléments moyens ou assez gros alternant très irrégulièrement avec des lits sableux, la stratification étant souvent oblique ou même entre-croisée. Il peut, à différents niveaux, y avoir agglutination en un poudingue dur ou « calcin » dû à la circulation d'eaux calcaires, consolidation également fréquente dans les alluvions de la Marne.

Les éléments proviennent de toutes les formations géologiques de l'amont ; ce sont principalement des silex de la craie, des débris de chailles jurassiques, des galets calcaires, composants qui se retrouvent avec des proportions variables dans les alluvions de la Marne, de l'Oise et de l'Aisne. L'Yonne a amené à la Seine des débris parfois assez volumineux, de roches granitiques du Morvan.

L'étude lithologique des galets et grains de quartz des sables, a conduit à admettre de grands changements dans les conditions de l'érosion et de l'alluvionnement, depuis le Burdigalien jusqu'au Quaternaire récent (1). Il en ressortirait aussi que les actions éoliennes paraissant dénoter un climat périglaciaire, se seraient manifestées dès les cotes 85-90 m. bien avant l'apparition de la première industrie et de la faune chaude quaternaire.

Les alluvions de la Marne renferment également de nombreux silex crétacés ; les galets de roches tertiaires, calcaire grossier, grès de Beauchamp, calcaires de Saint-Ouen et de Champigny, meulières de Brie et de Beauce y sont très abondants. On y trouve fréquemment des fossiles roulés des sables de Beauchamp (*Cardita planicosta*, *Batillaria Bouei*, etc.) et du Sparnacien (*Tympanotonus funatus*). Celles du Grand et du Petit Morin sont constituées par des éléments provenant des formations actuellement traversées par ces cours d'eau.

L'Yerres, l'Orge, l'Essonne, ont leurs alluvions formées de silex de la craie, et de débris roulés provenant du calcaire de Champigny, des meulières inférieures et supérieures, des sables de Fontainebleau et pour les deux dernières, des sables de la Sologne. Les alluvions de la Juine, très développées à Jeurre où elles surmontent les sables stampiens, y contiennent des bois silicifiés arrachés aux meulières de Beauce ; elles montrent des cheminées et des coulées dues à la solifluxion.

D'après É. Patte, les fossiles jurassiques roulés, et notamment les Ammonites, se rencontrent souvent dans les alluvions de l'Aisne.

(1) A. CAILLEUX. Les alluvions anciennes de la Seine et de la Marne au voisinage du confluent. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XLIV, n° 212, p. 39-61, 1943.

A la base des alluvions, on observe en divers points (Gennevilliers, Créteil, Saint-Maur, méandre de la Marne à Tancrou, etc.) des blocs parfois énormes de poudingue de Nemours, calcaire grossier, grès de Beauchamp et de Fontainebleau, calcaires de Saint-Ouen et de Champigny, meulrières ; si l'on peut admettre que certains d'entre eux, éloignés de leurs gisements, ont été transportés par des glaces flottantes, les plus volumineux n'ont subi qu'un très court transport et sont descendus sur place le long des pentes lors du creusement des vallées et de l'érosion des versants.

Les terrasses alluviales de la Seine et celles de la Marne en aval de Lagny ont été étudiées par E. Chaput (1) qui au-dessous d'un niveau de 55 m. correspondant aux cailloutis pliocènes dont il a été parlé plus haut, a reconnu une *haute terrasse* de 30-35 m. et une *basse terrasse* de 12-15 m., toutes deux bien développées, surtout la deuxième dans laquelle sont ouvertes de très nombreuses ballastières.

Les alluvions ont été déposées pendant les périodes interglaciaires, lorsque de la fonte des glaces résultaient des cours d'eau très importants à cours rapide entraînant des matériaux qui ont comblé des vallées presque toujours préalablement creusées, tout au moins en ce qui concerne la basse terrasse, si l'on en juge par les caractères du gravier de fond. On a pensé pendant longtemps que la faune d'une terrasse était strictement contemporaine du remblaiement qu'elle représentait et on a admis que le haut niveau renfermait une faune chaude, et le bas niveau une faune froide. En réalité, il y a eu de nombreux remaniements, des terrasses ont pu disparaître ainsi que l'indique le fait que l'on en compte quatre à Rouen contre deux autour de Paris ; l'industrie chelléenne n'est pas en place à Chelles où on la trouve à quelques mètres seulement au-dessus de la Marne, associée à *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, *Trogontherium Cuvieri*, faune chaude qui caractérise habituellement les hauts-niveaux ; il en résulte que le nom de Chelléen tend à céder la place à celui d'Abbevillien pour désigner les « coups de poing » ou bifaces qui à Chelles paraissent roulés. Ce gravier de base supporte une zone grossière à *Elephas primigenius* qui la ravine et renferme des silex moustériens, puis, toujours à Chelles, viennent des graviers à *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Equus caballus*, avec silex moustériens.

A Bicêtre, les alluvions de fond de la terrasse de 30-35 m. ont fourni à Laville *Elephas Trogontherii*, mais on ne connaît pas de silex qui en proviennent authentiquement.

La faune dite chaude, *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus amphibius*, *Cervus Belgrandi*, paraît contemporaine du remblaiement qui termine la terrasse de 30-35 m. Des Mollusques signalés par Laville à Villejuif et sur le plateau de Bicêtre, se trouvent d'après Chaput dans des alluvions remaniées. Pour cet auteur, Chelles n'est pas contemporain du remblaiement de 30-35 m., mais correspond à une phase négative qui l'a suivi ; il n'est pas non plus contemporain de la base du remblaiement de la basse terrasse.

La faune dite froide à *Elephas primigenius*, caractérise en principe la terrasse de 12-15 m. qui peut quelquefois être divisée en deux niveaux secondaires ; mais, en bien des points il s'y associe des formes chaudes ; au Petit-Créteil, un outillage chelléen est associé à *Elephas antiquus* et *E. primigenius*. En de très nombreux points, Grenelle, le Pecq, Montesson, Poissy, Flins, Oissel, le gravier de fond contient *Elephas antiquus*, *E. primigenius*, *Rhinoceros Mercki*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Hippopotamus amphibius*, *E. primigenius*, étant très largement prédominant sur *E. antiquus*. Il y a donc un mélange des deux faunes. La basse terrasse renferme en abondance des

(1) E. CHAPUT. Recherches sur les terrasses alluviales de la Seine entre la Manche et Montereau. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXVII, n° 153, 1922-1923 (1924).



restes d'*Equus caballus*, *Cervus elaphus*, *Bos primigenius*, ainsi qu'une industrie levalloisienne et peut-être moustiérienne.

Ce mélange est attribué à des remaniements, mais on peut se demander jusqu'à quel point les deux faunes n'ont pas coexisté ; d'autre part, il se peut très bien que, comme semblent le démontrer les terrasses de la Somme, il y ait eu des alternances d'éléments froids et chauds, ceux-ci réapparaissant lors de régressions des conditions glaciaires ou périglaciaires.

En divers points, signalés pour la plupart par A. Laville (Joinville-le-Pont, le Perreux, Champigny, etc.), des lits sableux intercalés dans la partie supérieure de la basse terrasse, ou des limons argileux terminant son remblaiement, les uns et les autres supérieurs à des graviers à *Elephas primigenius*, ont fourni, les premiers des Mollusques fluviatiles, les autres des Mollusques terrestres et fluviatiles. Les principales espèces sont *Bithinia tentaculata*, *Valvata piscinalis*, *Helix hispida*, *H. glabella*, *H. arbusorum*, *H. ericetorum*, *Succinea oblonga*, *Limnaea auricularia*, *L. limosa*, *Pupa muscorum*, *Unio batavus*, *Pisidium amnicum*, formes qui pour la plupart vivent encore dans la région, sauf *H. glabella* qui a émigré vers le S et ne se trouve plus guère au-dessus de Lyon, si la détermination est exacte.

Dans la vallée de l'Oise, étudiée par É. Patte (1), on trouve à l'aval de la Fère, des vestiges d'alluvions des hauts niveaux à 28-29 m., au-dessus de la plaine inondable ; elles ne s'étendent pas vers l'aval au delà de Chambly où elles renferment une industrie chelléenne et sont recouvertes par un lœss moustiérien.

Les bas niveaux de l'Oise se trouvent dans la plaine inondable à Moru, à 10 m. à Maurecourt, 8 et 15 m. à Cergy, 7 m. à Précy, 10 m. 50 à Nogent-sur-Oise, 13 m. 50 à la Rosière de Salency, 9 m. 50 à Viry-Nouveau, 15 m. à Vouël près de Tergnier. Ce niveau contient l'industrie et la faune du Chelléen *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus amphibius* (Cergy, Moru, Morlincourt), ou de l'Acheuléen (Précy), ravinée par du Levalloisien ou du Moustiérien renfermant à Cergy *Elephas primigenius*, *Cervus tarandus*, *C. (Dama)* cf. *sononensis*, *Equus caballus*, *E. asinus*. A Moru, *Elephas Trogontherii* a été trouvé dans le niveau à faune chelléenne. A Cergy, gisement classique étudié par Rutot et Laville, des sables alternant avec des graviers renferment des Mollusques terrestres et fluviatiles, parmi lesquels *Corbicula fluminalis*, appartenant à une faune interglaciaire.

Au Buissonnet, dans le secteur du confluent de l'Aisne et de l'Oise, des lentilles de sables et graviers, de limons et de sables gras ont fourni des Mollusques terrestres et fluviatiles. Le remblaiement de la plupart des terrasses de l'Oise se termine par des lœss en général moustiériens.

L'Aisne, dans la partie aval de son cours, montre d'après É. Patte (2), une série d'alluvions de plus de 15 m., et une série de moins de 12 m. La terrasse de 15-17 m. apparaît comme topographique, vestige d'une terrasse plus élevée, les sables n'ayant même plus 2 m. d'épaisseur ; la présence de *Corbicula fluminalis* en plusieurs points la rend spécialement intéressante.

Dans la série de moins de 12 m., ce sont les alluvions très basses, de 2-3 m. au-dessus de la plaine récente, qui sont les plus fréquentes ; il semble difficile d'y distinguer plusieurs niveaux, et il n'y a peut-être même pas de séparation tranchée avec les alluvions de 15-17 m.

*Elephas primigenius*, *Cervus tarandus*, *C. (Dama) giganteus*, *Equus caballus*, ont été rencontrés assez fréquemment. On a également trouvé quelques outils de type chelléen et acheuléen, mais c'est l'industrie levalloisienne qui est la plus abondante.

Les alluvions anciennes des basses-terrasses occupent des superficies considérables dans les grandes vallées et notamment dans les méandres de la Seine et de la Marne. Leur épaisseur, très variable peut dépasser 10 m. ; des

(1) É. PATTE. Contribution à l'étude du Quaternaire dans la vallée de l'Oise. *B. S. G. F.* (4), XXIV, p. 483-514, 1924. — Nouvelles observations sur le Quaternaire de la vallée de l'Oise. *Ibid.* (5), 1, p. 311-352, 1931.

(2) É. PATTE. Le Quaternaire dans la vallée de l'Aisne. *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., XIV, mém. n° 32, 1937.

forages ont révélé des lits tourbeux profonds en quelques points de la vallée de la Seine à l'aval de Meulan.

Le mélange des faunes et des industries rend très difficile la parallélisation des terrasses avec les phénomènes glaciaires. Dans l'ensemble, il se peut que les alluvions de 30-35 m. correspondent à l'interglaciaire Mindel-Riss, et que le comblement de 12-15 m. soit contemporain de l'interglaciaire Riss-Würm. D'après les Mollusques du Buissonnet qui paraissent en place, l'Abbé Breuil (1) attribue leur niveau à cette dernière interglaciation ; ils indiquent, en effet, un climat plus chaud que celui qui règne actuellement sur la contrée.

*Alluvions récentes.* — Les alluvions récentes qui correspondent au remblaiement flandrien et actuel, constituent le sous-sol de la zone normalement inondable, ordinairement recouverte de prairies. Elles sont comparativement plus développées dans les vallées de l'Oise et de l'Aisne que dans celles de la Seine et de la Marne ; elles s'étaient largement dans les fonds de vallées des petits cours d'eau.

Ces alluvions se composent en général de sables et de graviers alternant avec des lits argilo-sableux ou limoneux.

Les graviers de teinte grisâtre comme les sables, sont formés d'éléments aplatis de petite taille dont beaucoup sont empruntés aux alluvions anciennes. On y rencontre souvent en grand nombre, surtout dans les lentilles sableuses, des Mollusques actuels terrestres et surtout fluviatiles, parmi lesquels *Neritina fluviatilis*, *Limnaea limosa*, *L. stagnalis*, *Zonites cellarius*, *Paludina fasciata*, *Bithinia tentaculata*, *Pisidium amnicum*, *Unio littoralis*, formes actuelles qui toutes se trouvent dans le sable de fond des cours d'eau (2).

Dans les vallées de la Marne et dans celles du Grand et du Petit Morin, les alluvions récentes sont peu importantes, à l'état de sables et de limons. Elles sont au contraire très développées dans celle de l'Oureq, large et marécageuse, où elles comportent de nombreux lits tourbeux avec Mollusques terrestres et fluviatiles appartenant à la faune actuelle.

Dans le département de l'Oise, la tourbe se développe largement dans les vallées de la Brèche, de la Troesne, du Thérain, et surtout dans les marais de Sacy-le-Grand et de Bresles où elle atteint une épaisseur de 2 à 5 m. et où elle est activement exploitée. On trouve fréquemment des vestiges historiques dans les alluvions modernes.

*Limons et lœss.* — Les limons dont nous avons longuement parlé dans le chapitre précédent (p. 323) sont très développés sur les plateaux et les avant-plateaux sur lesquels ils forment souvent un revêtement continu descendant souvent dans les vallons lorsque les pentes ne sont pas très fortes.

Les limons des plateaux sont généralement très développés sur les formations de la Brie de même que sur le Calcaire grossier et le calcaire de Saint-Ouen ; ils donnent leur fertilité aux plateaux du Valois, du Vexin, du Tardenois et de la Brie. Ils sont en général argilo-sableux, la proportion de sable étant plus importante en certains points qui ne se trou-

(1) H. BREUIL. Le Paléolithique ancien en Europe occidentale et sa chronologie. *Bull. Soc. préhist. franç.*, p. 570, 1932.

(2) G<sup>al</sup> JOURDY. La faunule du Champ-de-Mars. *B. S. G. F.* (4), XXX, p. 449-453, 1930.

vent pas toujours actuellement au voisinage des assises ayant fourni cet élément ; ainsi, dans le Tardenois et la Brie, le limon renferme en forte proportion du sable provenant de la destruction des sables de Fontainebleau.

Vers la base, les limons sont le plus souvent blanchâtres, assez compacts, calcaires, et leur partie inférieure contient de nombreux débris du substratum. Vers le haut, ils sont bruns et décalcifiés, constituant l'*ergeron* activement exploité pour briqueterie ; on y trouve des concrétions calcaires ou *poupées du loess*. On n'y observe pas de stratification, mais ils présentent parfois, surtout vers la base des lits de cailloux et d'éclats anguleux avec silex acheuléens, levalloisiens et moustériens ; ces niveaux sont peut-être en rapport avec des solifluxions. L'épaisseur des limons varie de 1 à 10 m. et peut atteindre 15 m. sur le plateau de Villejuif.

C'est dans cette dernière localité que l'*ergeron* qui montre tous les caractères d'un loess typique a été le mieux étudié. G. Courty et L. Hamelin (1) attribuent sa formation à des phénomènes de ruissellement et de décalcification qui auraient commencé dès le Miocène et se seraient poursuivis pendant le Pliocène ; le loess n'aurait pris sa forme définitive que sous les conditions climatiques du Quaternaire. Ces auteurs indiquent que les sables granitiques de la Sologne ont été entraînés les premiers, suivis par le calcaire de Beauce, mais sans subir un grand déplacement ; les sables de Fontainebleau plus mobiles auraient été largement remaniés, l'Éocène paraissant avoir été peu touché, bien que certaines argiles contenues dans le loess puissent en provenir.

Pour d'autres, le loess est une formation subaérienne d'origine éolienne, et d'après Munier-Chalmas, on y voit des tubulures dues à des racines de plantes qui auraient été ensablées à différents niveaux au fur et à mesure de l'accumulation des éléments entraînés devant constituer le limon. Plus tard, L. Cayeux (2) et M<sup>lle</sup> V. Malycheff (3) ont repris la question ; le premier a trouvé dans l'*ergeron* de Villejuif des éléments (Foraminifères nombreux parmi lesquels *Fissurina*, minéraux lourds, fragments de craie) qu'il considère comme provenant de craies turoniennes ou plutôt cénomaniennes du S ou du SE du bassin de Paris, ce qui l'amène à admettre l'origine éolienne de ce loess. La deuxième, signalant la présence de *Fissurina* et de minéraux lourds de la craie dans une vase de crue de la Seine relevée à Paris, propose l'interprétation suivante ; les éléments considérés ont subi un double transport, fluviatile d'abord éolien ensuite, le vent les ayant empruntés aux vases de débordement et les ayant mis en place aux altitudes élevées au-dessus du thalveg où on les trouve actuellement. En ce qui concerne les constituants les plus tenus de l'*ergeron*, la forme des grains ne

(1) G. COURTY et L. HAMELIN. Étude relative à la formation des loess de Villejuif. *B. S. G. F.* (4), VII, p. 444-446, 1907.

(2) L. CAYEUX. Origine éolienne de l'*ergeron* des environs de Paris. *C. R. XIII<sup>e</sup> Congr. géol. intern.*, p. 1231-1234, 1925.

(3) V. MALYCHEFF. Sur l'origine du loess de Villejuif et en général, de celui du Bassin parisien. *C. R. som. S. G. F.*, p. 156-158, 1933.

permet pas de se prononcer pour un transport éolien ou pour un transport fluvial.

Il semble que la question n'est pas encore complètement résolue et il se peut que le ruissellement ait joué un rôle important dans la mise en place de certains limons et loëss, notamment de ceux qui se trouvent sur les pentes ou qui surmontent les terrasses alluviales.

Les Mollusques continentaux si abondants dans le loëss de la vallée du Rhin, et dont on trouve quelques espèces dans l'ergeron du N de la France, font très généralement défaut dans les limons des plateaux des environs de Paris. Cependant, P. Jodot en a signalé une faunule dans un limon du fort de Romainville, qui d'ailleurs n'est pas en place et ne correspond pas à celui des plateaux et qui est subactuel.

Les Mammifères n'y sont pas nombreux, et leurs restes se trouvent le plus souvent dans le cailloutis anguleux de la base (Renne, Cheval, etc.) ; toutefois, à Cormeilles-en-Parisis, l'ergeron a fourni des débris de Bœuf, Cheval, Rhinocéros (1). Des galeries et terriers de *Spermophilus superciliosus*, avec nombreux restes de ces animaux ont été rencontrés aux Hautes-Bruyères près de Villejuif (2) et à Cormeilles-en-Parisis (1) ; ils ont été creusés postérieurement au dépôt du limon, et il est probable que les Spermophiles qui, au plus près, vivent actuellement dans les steppes de Silésie et de Hongrie, n'ont pas disparu depuis très longtemps de nos contrées. Il doit en être de même des Marmottes des limons d'Eragny dépendant de la basse terrasse (3).

Sans admettre avec Courty et Hamelin, que les limons et loëss ont commencé à se former dès le Miocène, on peut penser que dès le Pliocène supérieur se sont réalisées les conditions permettant leur dépôt et qu'ils sont dans leur ensemble contemporains des alluvions anciennes, et plus particulièrement de la basse terrasse.

*Tufs.* — Des tufs à Mollusques et à Végétaux ont en divers points été déposés par des sources incrustantes sur les flancs des vallées ; les principaux sont ceux de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne), de Presles (Aisne), de Seraincourt et de Chavenay (Seine-et-Oise).

Le tuf de la Celle-sous-Moret, le plus connu, est dû à des eaux qui se sont chargées de carbonate de calcium dans le calcaire de Champigny ; il a été étudié par Tournouër, de Saporta, Munier-Chalmas et par P. Jodot (4) qui a résumé et précisé les données antérieures. Son étendue est d'environ 500 m. sur 200 à 250 m. de largeur, et sa puissance de 8 à 15 m. ; il est plaqué contre le calcaire lutétien. Au-dessus de graviers de fond à *Elephas antiquus* des alluvions anciennes de la Seine, on observe de bas en haut ;

1° tuf homogène surmonté de marnes verdâtres à *Cervus elaphus*, *Castor*, *Sus*, *Meles*, représenté par des dents et fragments très petits ;

(1) A. LAVILLE. Galeries de Spermophiles. Carrière Lambert à Cormeilles-en-Parisis à + 140. *Feuille Jeunes Natur.*, IV, n° 156, p. 241-246, 1908.

(2) Id. Sur la présence du *Spermophilus superciliosus*. KAUF, dans ses terriers de la fin du Quaternaire aux Hautes-Bruyères (Seine). *Bull. et Mém. Soc. Anthropologie*, p. 61-62, 1902.

(3) Id. La Marmotte d'Eragny. *Ibid.*, p. 650-655, 1908.

(4) P. JODOT. Excursion aux carrières de tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne). *Bull. Soc. Nat. Par.*, n° 4, p. 1-11, 1907. — Note sur la faune conchyliologique des tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne). *A. F. A. S.*, Clermont-Ferrand, p. 425-430, 1908.

2° tuf homogène et marnes rosées avec *Helix Chouqueti*, *H. hispida*, *Cyclostoma elegans* var. *lutetiana*, *Bithinia tentaculata* ;

3° tufs à *Zonites acieformis*, *Helix*, *Clausilia*, épais de 2 m., avec empreintes de feuilles de Saules, de Bouleaux, de Peupliers, et montrant d'après Munier-Chalmas 180 couches annuelles ; vers le milieu, lit à *Pinus austriaca* (pommes et feuilles) ;

4° couches concrétionnées avec *Acer pseudoplatanus* et *Buxus sempervirens*, épaisses de 5 à 8 m. ; à ce niveau auraient été trouvés le Figuier et *Laurus nobilis* ;

5° tufs friables à nombreuses Succinées.

En plus des Végétaux cités plus haut, on trouve notamment, à l'état d'empreintes très bien conservées, la Scolopendre, le Noisetier, le Sureau ybèle, le Lierre, le Frêne, le Fusain, la Clématite.

Les tubes de larves de Phryganes (*Rhyacophila*, *Hydropsychis*) sont assez fréquents. Parmi les Mollusques, P. Jodot indique un certain nombre d'espèces éteintes (*Zonites acieformis*, *Helix Chouqueti*, *H. Radigueli*, *Succinea joinvillensis*, etc.) et d'autres, plus nombreuses ayant émigré vers le S ; il conclut à un climat plus chaud et plus humide que l'actuel.

Des silex taillés rapportés au Chelléen supérieur ou au commencement de l'Acheuléen ont été trouvés à divers niveaux à 3 ou 4 m. au-dessous du sommet des carrières, ce qui a conduit à rapporter l'ensemble du tuf au Chelléo-Acheuléen. Il paraît avoir été recouvert par les alluvions, puis dégagé au moment du recouvrement moustiérien ; une pointe moustiérienne a, en effet, été trouvée sur le mamelon de tuf (1). Il est contemporain de celui de Saint-Pierre-lès-Elbeuf.

Le tuf de Presles, dit aussi de Perle se présente sous la forme d'un placage massif, aminci vers son origine supérieure, et recouvrant à peu près tout l'espace vertical compris entre la meulière et le Calcaire grossier (2) ; la source qui l'a déposé est encore représentée par une émergence au-dessus de sa masse. Les Mollusques y sont nombreux, surtout *Cyclostoma elegans*, *Hyalina cellaria*, *Helix hortensis*, *H. nemoralis*. On y a rencontré aussi des restes de *Cerous elaphus*, *Sus scrofa*, *Castor fiber*.

La flore variée et bien conservée comprend notamment *Marchantia polymorpha*, *Carex riparia*, *Salix cinerea*, *Corylus avellana*, *Juglans regia*, *Evonymus europaeus*, *Acer campestre*, *Clematis vitalba*. Le Figuier y est signalé, mais d'après deux empreintes en mauvais état et douteuses. Bleicher et Fliche ont synchronisé ce tuf avec celui de la Celle-sous-Moret. Cependant, le cachet moins ancien de la faune de Mollusques, l'absence de formes éteintes telles que *Helix Chouqueti*, et celle d'espèces émigrées plaident en faveur d'un âge plus récent.

A Seraincourt près de Meulan, le tuf est à la base argilo-sableux tendre avec *Zua lubrica*, *Hyalina faba*, *Vertigo pygmaea*, nombreuses *Limnaea*, *Succinea*, *Bithinia tentaculata* et empreintes de Roseaux. Il paraît s'être formé dans un petit étang dû à une source incrustante (3). Au-dessus vient une couche grise à *Cyclostoma elegans* et *Helix nemoralis*. Cette formation ne semble pas très ancienne.

Le tuf de Chavenay (4) a été déposé par une source du contact Lutétien-Sparnacien qui se voit encore au-dessus de lui. Un niveau à Végétaux est localisé en une couche de 0 m. 20 à 0 m. 40 d'épaisseur, située vers le sommet de la formation. Il contient des feuilles de *Salix cinerea*, *S. capraea*, *Ainus glutinosa*, *Populus alba*, *Corylus avellana* (avec fruits et chatons), des tiges de *Clematis vitalba* et d'*Heracleum spondylium*, flore qui se rapproche beaucoup de celle de Perles.

(1) F. et A. DE MORTILLET. Musée préhistorique, 1881, pl. XIV, fig. 80.

(2) G. BLEICHER et FLICHE. Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France. B. S. G. F. (3), XVII, p. 566-602, 1889.

(3) E. DE BOURY. Les Tufs quaternaires de Seraincourt (Seine-et-Oise). *Ibid.* (3), IX, p. 211-213, 1881.

(4) L. LUTAUD, J. GANDILLOT et R. ARRARD. Sur l'existence d'un tuf quaternaire à Végétaux à Chavenay (S.-et-O.). C. R. som. S. G. F., p. 136-138, 1925.

Des Mollusques se trouvent dans la couche à Végétaux, mais également au-dessus et au-dessous ; les plus répandus sont *Cyclostoma elegans*, *Helix nemoralis*, *H. obvolvata*, *H. rotundata*, *Hyalina nitens*, *Caecilianella acicula*, *Pupilla muscorum*. Toutes ces formes vivent encore dans la contrée, et de même que la flore qui dénote une forêt marécageuse, indiquent un dépôt très récent, datant probablement du Quaternaire supérieur ; il est vrai que l'on ne peut observer que la partie supérieure de la formation tufacée, et il n'est pas exclu que sa base ait commencé à se constituer dès le Quaternaire moyen.

## CHAPITRE XI

### L'ORLÉANAIS

Ancienne grande province de la France, l'Orléanais couvrait un territoire aujourd'hui constitué par le département de Loir-et-Cher, celui du Loiret moins sa partie SE, celui d'Eure-et-Loir moins son NW (Thimerais, Petit-Perche et Perche-Gouet) auxquels il convient d'ajouter la partie de Seine-et-Oise située au S d'Étampes. Il comprend donc l'Orléanais proprement dit, la Beauce ou pays Chartrain, le Gâtinais, le Blésois, le Dunois, le Vendômois et la Sologne. Le Perche-Gouet y est souvent rattaché, mais il paraît plus normal de l'en séparer.

L'Orléanais est, au point de vue géologique, essentiellement constitué par des formations continentales du Miocène inférieur recouvrant un soubassement de Crétacé supérieur. Cependant, dans la vallée du Loing, le Sparnacien détritique et les calcaires lacustres de l'Éocène et de l'Oligocène supérieurs, s'avancent jusqu'au delà de Montargis et se retrouvent autour de Briare, tout au moins en ce qui concerne les premiers.

Les terrains crétacés du substratum affleurent à l'W développés notamment aux environs de Maintenon, Chartres, Châteaudun, Vendôme, Blois, en un secteur bordier de la zone où se fait le passage de la craie blanche à la craie de Villedieu, aux abords de l'axe du Merlerault, ou vers ses approches.

Abstraction faite du Sparnacien et des calcaires lacustres nummulitiques, ce sont les formations continentales du Miocène inférieur qui, géologiquement parlant, constituent l'Orléanais. Elles comprennent deux groupes distincts : au N de la Loire le calcaire lacustre aquitainien, recouvert vers le S par des sables burdigaliens fluviatiles, est l'assise très uniforme qui s'étend sous toute la Beauce ; au S du fleuve, les sables et argiles de la Sologne, également très monotones, couvrent une grande étendue boisée et marécageuse qui s'oppose vivement par ses caractères à la fertilité de la Beauce ; ils représentent une nappe d'épanchement descendue du Massif Central et probablement entraînée par un fleuve très large.

Les dépôts quaternaires comprennent principalement les alluvions de la Loire. Les alluvions anciennes sont entre Gien et Orléans à l'état de placages assez étendus, surtout sur la rive droite et sur la rive gauche elles s'étendent largement au S du Loiret. Les alluvions modernes très développées, s'étalent entre Ouzouer et Orléans en une plaine récente de plusieurs kilomètres de largeur.

#### TERRAINS CRÉTACÉS

Les assises crétacées des départements d'Eure-et-Loir et du Loir-et-Cher, qui s'étendent sur de grands espaces entre l'Eure et la Loire, si elles se trouvent politiquement dans l'Orléanais, dépendent géologi-

quement du Perche, du Maine et de la Touraine ; il en a été parlé dans les chapitres antérieurs et il suffira de donner quelques précisions s'appliquant plus spécialement à la région étudiée où la craie ne se voit d'ailleurs que dans les vallées et vallons, étant presque toujours recouvertes par de l'argile à silex et par du limon des plateaux.

**CÉNOMANIEN.** — Les sables du Perche qui forment le sommet de l'étage se voient autour de Pontgouin et de Belhomert ; ils sont grossiers, gris, jaunes ou rougeâtres, à stratification oblique et renferment *Exogyra columba minor* ; ils sont accompagnés de quelques bancs de grès ferrugineux. Ces mêmes sables apparaissent dans la boutonnière de Fontaine-Raoul, où à la ferme de Graulay-sous-Bouffry ils surmontent un grès calcaire glauconieux à *O. columba minor*, *Pecten laminosus* et Mollusques divers.

**TURONIEN.** — Presque toujours masquée par l'argile à silex, la craie turonienne de la vallée de l'Avre et des environs de Senonches, épaisse de 70 m. comprend de bas en haut : 1° craie tendre verdâtre, marneuse à *Holaster subglobosus* et *Inoceramus labiatus* ; 2° craie grise à très rares silex avec *Terebratulina rigida* (= *T. gracilis* auct.) ; 3° craie blanche tendre, légèrement marneuse avec quelques silex noirs, à *Rhynchonella Cuvieri*, *Spondylus spinosus*, *Neithea quinquecostata*.

Autour de Fontaine-Raoul, le Turonien renferme des silex à Spongiaires, *R. Cuvieri*, et *I. labiatus*. Sous Vendôme où il se trouve à faible profondeur, il forme des bancs à *Pachydiscus peramplus*.

Plus au S, où il prend le faciès craie tuffeau de la Touraine, il est constitué par le tuffeau de Bourré, plus ou moins micacé à *Pachydiscus peramplus* et *Prionotropis papalis* (Ligérien supérieur), surmonté par une craie à Serpules et à Bryozoaires, sableuse et glauconieuse à Montrichard et à Mosne (Angoumien) qui devient argilo-sableuse vers Amboise. Cette assise supérieure de la craie tuffeau est caractérisée par *Acanthoceras Deveri* et *Sphenodiscus Requieri* ; elle débute par un lit à *Exogyra columba-gigas*. L'ensemble du Turonien atteint 80 m. d'épaisseur.

**CONIACIEN.** — La craie à *Echinocorys carinatus* et *Micraster cor testudinarium* (= *M. decipiens*), ou craie de Chartres, épaisse de 70 m. est légèrement jaunâtre, assez dure, avec silex très volumineux généralement jaunes, stratifiés dans la masse, très pauvre en fossiles ; elle a été autrefois exploitée comme pierre de taille et a servi à construire la cathédrale de Chartres.

Dans le Blésois, le Coniacien est représenté par une craie noduleuse à silex, et par la craie plus ou moins sableuse de Cangey à *Barroisiceras Habersfelleri* ; vers le S (Saint-Aignan, etc.), il passe à des sables à Bryozoaires.

On attribue souvent au Coniacien la craie noduleuse qui s'observe sur les deux rives de la Loire entre Gien et Châtillon et à Coullons ; elle est blanche, presque dépourvue de fossiles et ne contient que peu de silex.

**SANTONIEN.** — Dans la vallée de l'Eure, entre Dreux et Maintenon, une craie à silex gris souvent zonés, assez volumineux, à *Micraster intermedius* et une craie très tendre subordonnée, chargée de Bryozoaires, exploitée pour amendement (Nonancourt, Tréon, etc.) supportent une craie blanche à silex noirs branchus, renfermant *Micraster cor anguinum*, *Ostrea Peroni*, *Alectryonia frons*, *Vulsella turonensis* (1).

G. F. Dollfus (2) a signalé dans les tranchées du chemin de fer de Vendôme à Blois, une craie blanche avec lits de silex, blonds ou noirs, à *Terebratula carnea*, *Rhynchonella subplicata*, *R. petrocoriensis*, *Hemiaster prunella*, *Cyphosoma radiatum*, qui paraît se situer vers la limite du Coniacien et du Santonien.

(1) G. F. DOLLFUS. Légende de la feuille de Chartres au 80.000<sup>e</sup>. Réimpression, 1938.

(2) Feuille de Beaugency, 1892.



Dans le Blésois, G. Denizot (1) rapporte au Santonien la craie de Monteaux qui contient latéralement un horizon à *Marsupites*, celles de Romorantin et de Roland près de Pontlevoy à *Spondylus truncatus*, qui peuvent, soit être superposées, soit se remplacer latéralement et qui contiennent *Rhynchonella vesperilio*. La craie blanche à silex à *Micraster cor anguinum* appartient également à ce niveau ; de Grossouvre qui y signalait *Micraster irregularis* la considérait comme constituant la base du Campanien.

Nous avons indiqué antérieurement (p. 214) que des formes méridionales telles que *Orthopsis miliaris* s'avançaient jusqu'aux abords de Chartres, et que le passage à la craie de Villedieu s'amorçait près de Châteaudun. A Vendôme, le changement de faciès s'accentue, la craie devient jaunâtre, sableuse, avec nombreux Bryozoaires ; cependant des espèces telles que *Ostrea proboscidea*, *O. auricularis*, *Cidaris subvesiculosa*, fréquentes en Touraine, restent encore assez rares.

CAMPANIEN. — Dans la vallée de l'Obton, notamment à Thionville, et dans celle de la Drouette à Épernon, par l'intermédiaire d'une craie à *Echinocorys vulgaris* avec silex rosés arrondis, le Santonien passe au Campanien représenté par une craie renfermant quelques *Actinocamax quadratus*.

Le Sénonien du Blésois, épais de 70 à 80 m. ne paraît plus guère comporter de Campanien, celui-ci étant à peu près entièrement décalcifié et transformé en argile à silex contenant auprès de Blois des fossiles siliceux tels que *Ananchytes ovatus* et *Alectryonia frons*.

Dans la vallée du Loing, au S de Nemours, la craie jaunie et durcie, ravinée par le poudingue, et renfermant de rares *Echinocorys vulgaris* et *Terebratula carnea* est peut être campanienne à sa partie supérieure.

*Argile à silex.* — Formation d'origine éluviale, résultant de l'altération sur place de la Craie, l'argile à silex qui peut atteindre 25 m. d'épaisseur dans le Blésois, où les fossiles silicifiés montrent qu'elle ne procède que de la destruction de la craie sénonienne, et 35 à 40 m. dans la région de Senonches où l'altération a également atteint le Turonien, surmonte la craie sénonienne ou turonienne, qu'elle masque à peu près partout sous son manteau continu. De par son mode de formation, le contact est très irrégulier, l'argile pénétrant souvent en poches ou en cheminées dans la craie sous-jacente. Les silex qui n'ont pas subi de transport sont entiers et non roulés. On trouvera dans les chapitres précédents (p. 312) des précisions sur la genèse et la constitution de cette formation qui dans l'Orléanais crétacé recouvre de très grandes étendues.

Aux environs de Senonches, où elle atteint son épaisseur maximum l'argile à silex est sèche, avec silex et amas confus disposés en niveaux superposés correspondant ainsi que le montrent les fossiles silicifiés, aux diverses assises détruites du Turonien et du Sénonien. Autour d'Auneau, Gallardon, Épernon, elle s'interpose entre l'argile plastique sparnacienne et la craie. Au sommet, et sur les pentes, elle passe au limon à silex.

Plus au S, aux environs de Cloyes, l'argile est verte ou grise à la base et rubéfiée au sommet, avec silex noirâtres à patine blanche. En se dirigeant vers Blois, l'argile à silex correspond à des niveaux de moins en moins anciens du Sénonien, l'altération n'atteignant que la partie supérieure du Santonien, épargnant même peut-être en certains points

(1) Légende de la feuille de Blois, 2<sup>e</sup> éd., 1940.

la base du Campanien ; le faciès le plus habituel dans le Blésois est une argile maigre, grise ou rubéfiée avec silex entiers. D'après G. Denizot, la formation de sa partie essentielle paraît liée aux surfaces topographiques de l'Éocène, tardivement recouvertes par les lacs oligocènes.

Vers l'E, au delà de la région tertiaire, l'argile à silex est très puissante à la lisière du Berry et du Nivernais, où elle peut atteindre une épaisseur de 40 à 50 m., et surmonte des terrains de plus en plus anciens pour recouvrir le Cénomaniens dans le Sancerrois.

D'après les fossiles silicifiés que l'on y rencontre, *Echinocorys vulgaris*, *Micraster cor anguinum*, *Pecten*, qui se trouvent depuis Gien jusqu'au delà de Sury-ès-Bois, elle paraît résulter exclusivement de la destruction du Sénonien et surtout du Santonien, ce qui pour Denizot est l'indice d'une transgression emschérienne.

Bien que le faciès le plus ordinaire soit comme dans le Loir-et-Cher et l'Eure-et-Loir une argile maigre, grise ou rubéfiée, on trouve par places des argiles pures blanches, exploitées à Gien et à Autry pour faïencerie, et des argiles sableuses chargées de grains de quartz pouvant passer à un véritable sable. Parfois les silex sont cimentés par des imprégnations siliceuses ou ferrugineuses et constituent après déblaiement des parties meubles, des blocs de poudingue qu'il est souvent difficile de distinguer des poudingues éocènes. G. Denizot (1) pense d'ailleurs qu'il se peut qu'une partie des sables et des argiles aient été mis en place par une sédimentation éocène, ce qui est rendu plausible par le fait que la craie ayant très sensiblement la même composition que dans l'Orléanais occidental, son altération aurait dû donner des argiles de même nature, maigres et sèches, sans lits sableux subordonnés.

#### TERRAINS TERTIAIRES

Si l'on excepte l'avancée du Stampien (2) et celle de la pointe de transgression de la mer des faluns au delà de Blois, qui n'ébrèche que très légèrement l'Orléanais, l'histoire de la région après l'exondation post-campanienne, est uniquement continentale. Les dépôts qui se sont formés après cette émergence sont lacustres, fluviaux ou subaériens.

La craie a dû commencer à s'altérer dès le retrait de la mer, et la formation de l'argile à silex s'est poursuivie partout jusqu'à ce que des sédiments éocènes et oligocènes soient venus la soustraire aux agents atmosphériques et météoriques. Bien qu'il soit possible que cette argile éluviale ait, tout au moins, en certains points, continué à se former en dehors des affleurements, c'est dans l'Orléanais occidental non recouvert après le Crétacé que la destruction *per descensum* de la craie s'est poursuivie sur une grande échelle.

(1) G. DENIZOT. Légende de la feuille de Gien au 80.000<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> éd., 1940.

(2) D'après un renseignement inédit de G. Lecointre, un grès stampien à *Archiacina armorica* et empreintes de Mollusques, parmi lesquels *Bayania semidecussata* et *Cerithium trochleare*, a été rencontré dans un forage à Darvoy, au S de la Loire, à une douzaine de kilomètres à l'ESE d'Orléans.

Le Sparnacien qui affleure sur la bordure du Hurepoix, à la limite du Thimerais et de la Haute-Beauce, dépend de l'argile plastique et constitue le prolongement de celui de l'Île-de-France. Les grès ladères s'y rattachent. Dans la vallée du Loing, le poudingue de Nemours se suit jusque dans la Puisaye.

Le Lutétien est représenté par le calcaire lacustre de Morancez, les marnes farineuses d'Ouzouer et par quelques petits lambeaux.

Des calcaires lacustres plus développés, rapportés au Bartonien supérieur sont ceux de Château-Landon et de Briare. Le calcaire d'Étampes et son prolongement vers le S, le calcaire du Gâtinais, que l'on peut suivre au delà de Montargis représentent l'Oligocène supérieur.

Mais la plus grande étendue lacustre, au moins en ce qui concerne l'affleurement, est couverte par le calcaire de l'Orléanais aquitainien qui forme le sous-sol des plaines de la Beauce. Vers le S, ce calcaire qui plonge vers le SE, disparaît sous une épaisse couverture argilo-sableuse burdigalienne, qui supporte la Forêt d'Orléans et la Sologne ; il réapparaît vers Pontlevoy, Thenay, Selles-sur-Cher.

Des sables à Mastodontes de Giez et de Beaugency, des sables granitiques et certains cailloutis de l'Orléanais paraissent devoir être considérés comme faisant partie du groupe falunien qui gravite autour des faluns marins du Blésois.

Les assises tertiaires de l'Orléanais ont fait l'objet de la part de G. Denizot (1) d'un travail d'ensemble, parfois confus, mais très documenté, dans lequel aucun détail, si minime soit-il, ne paraît avoir été omis.

### Éocène

Les formations éocènes ne jouent qu'un rôle accessoire dans la constitution de l'Orléanais, affleurant, soit en bordure du Hurepoix et se rattachant alors à l'Île-de-France, soit dans la vallée du Loing. On observe aussi quelques lambeaux isolés sur la région crétacée. Elles comprennent principalement des poudingues, sables et argiles sparnaciens et des calcaires lacustres lutétiens et bartoniens.

Des sables, argiles et cailloutis à chailles qui s'étendent d'une manière plus ou moins continue de la Gâtine tourangelle jusqu'au S de Valençay, se relie à la formation sidérolithique, en rapport avec les calcaires lacustres bartoniens et sannoisiens.

**SPARNACIEN.** — En bordure du Hurepoix, l'argile plastique, blanche, grise, jaune rouge ou panachée, épaisse en moyenne de 2 à 6 m., est accompagnée à sa partie supérieure par un sable granitique grossier grisâtre, surmonté parfois d'un banc très dur d'un grès siliceux correspondant à l'arkose de Breuillet, et chargé en fer titané. A Maintenon, on trouve à la base des sables de Fontainebleau des blocs remaniés de ce grès.

Le terrain à ladères du pays chartrain, formation argilo-sableuse, avec grès et même poudingues se situe au-dessous du calcaire lutétien de Morancez et n'a laissé que des vestiges épars qui se rencontrent d'une part jusque près

(1) G. DENIZOT. Les formations continentales de la région orléanaise. Vendôme, 1927.

d'Évreux, d'autre part jusque vers Châteaudun, Vendôme et la forêt de Marchenoir. Il paraît représenter incontestablement le Sparnacien de l'Île-de-France.

Le *poudingue de Nemours* formation détritique fluviale de la zone sparnacienne périphérique, entraînée du S vers le N, est surtout bien développé dans la vallée du Loing, de la Puisaye jusqu'à Nemours ; ses caractères ont été indiqués dans le chapitre précédent.

Des poudingues épars sur l'argile à silex du Loir-et-Cher, et qui passent quelquefois au conglomérat siliceux ont été considérés par Denizot comme pouvant, après remaniement et adjonction d'argiles, constituer une assise sparnacienne ou à peu près.

Le même auteur indique aussi que dans la région de Gien-Briare, avant le dépôt du calcaire lacustre ludien, des faciès participant tantôt du régime fluviale, tantôt du régime subaérien, ont pris place au cours de l'Éocène inférieur. Ils résultent de la destruction au cours d'une phase continentale, d'une importante épaisseur de craie, du remaniement des silex en provenant avec localement apport sur une surface aplanie d'éléments originaires du Massif Central.

Le *poudingue de Gien* résulte de la silicification irrégulière d'une assise caillouteuse primitivement continue ; il forme, soit des lambeaux assez importants, inférieurs aux autres terrains tertiaires de la vallée de la Loire, soit des masses ou blocs isolés dont quelques-uns sont tombés dans le lit du fleuve. Le *grès de Coullons* en est un faciès local renfermant des éléments granitiques, zircon, tourmaline, titane ; il est lié à des sables, souvent argileux et se rattacherait par des témoins à l'assise de Breuillet, l'ensemble de ces formations paraissant dû à un grand fleuve se jetant dans la lagune sparnacienne.

LUTÉTIEN. — Le Calcaire grossier lacustre, dur, blanchâtre ou jaunâtre, forme au S de Chartres (Morancez, Ver-les-Chartres) un lambeau exploité pour moellons ou pierre à chaux. La faune, très semblable à celle de Saint-Parres comprend d'après Denizot (1) *Paludina novigentiensis*, *P. Orbignyi*, *Helix Edwardsi*, *H. Chertieri*, *H. Berthelini*, *Planorbis pseudoammonius*, *P. Chertieri*, *Limnaea Michelini*, *Succinea paliolum*, *Glandina Naudoti*, *Stalioa Deschiensi*.

Entre le calcaire lacustre et la craie, on trouve d'abord les sables et grès ladères, puis l'argile à silex. Pour G. F. Dollfus (2), il s'agirait d'un lambeau isolé de son gisement principal par le ravinement de la transgression stam-pienne ; il est plus probable qu'il y avait une série de lacs isolés, dont celui de Morancez. Vers le S, entre Vovelles et Vovettes, le calcaire lacustre s'associe à des marnes farineuses et grumeleuses, occupant une dépression, la bordure du lac étant marquée par des talus de craie et entamant un anticlinal. Les marnes farineuses se suivent sur le pourtour de celui-ci, dans une série de fonds de vallons ; elles renferment de nombreux éclats de silex à patine noire, et au S de Rosay sont couronnées d'un lambeau calcaire à *Paludina novigentiensis*.

Plus au S, les marnes farineuses calcaires d'Ouzouer-le-Marché, blanches ou jaunes, concrétionnées, qui paraissent entourer un pointement d'argile à silex, sont de même faciès que celles de Voves liées au calcaire farineux qui prolonge celui de Morancez.

Cette assise épaisse de 12 à 15 m. en certains points, et dont on observe d'autres lambeaux avec *Planorbis*, *Paludines* et mêmes restes de Vertébrés, probablement de *Lophiodon* (Gault-Saint-Denis), plonge fortement et se poursuit sous la Beauce où elle a été atteinte par des forages.

Un affleurement de calcaire lacustre à *Paludina Orbignyi* et *Planorbis pseudoammonius* (représenté comme à Morancez par la var. *Leymeriei*) a été

(1) *Loc. cit.*, p. 84.

(2) G. F. DOLLFUS. Révision de la feuille de Chartres. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XII, n° 85, p. 2-8, 1902.

signalé à Darvault (1), localité du N de Nemours plus connue pour ses gisements oligocènes (voir p. 361).

Nous avons déjà dit au sujet du calcaire de Provins, qu'il n'y a aucune raison pour attribuer ces formations lacustres au Lutétien supérieur, et qu'elles peuvent tout aussi bien représenter, soit la totalité de l'étage, soit sa partie inférieure, l'établissement des lacs paraissant sans rapport avec la régression marine.

Le calcaire lacustre d'Ambréville et celui de Brunelle à fossiles douteux (*Planorbis* cf. *pseudoammonius*, *P. paciensis*, *Hydrobia nitens*, etc.) sont attribués au Lutétien par Denizot ; ils prolongeraient donc vers l'amont dans la vallée du Loing celui de Darvault.

**BARTONNIEN.** — Le calcaire de Château-Landon placé autrefois dans le Sannoisien par H. Douvillé, et le calcaire de Briare qui est du même âge sont considérés par G. Denizot comme correspondant au calcaire de Champigny, c'est-à-dire au Bartonien supérieur (Wemmélien ou Ludien), de même que le calcaire lacustre du Berry.

Le calcaire de Château-Landon compact, gris, à petits flets quartzeux, exploité sous le nom de « pierre de Souppes » a notamment été utilisé pour la construction de l'Arc de Triomphe et de la basilique de Montmartre. Il se présente en banc réguliers avec tubulures vermiculées, de 20 à 40 cm. d'épaisseur, sur une hauteur totale de 10 à 25 m. Les fossiles, mal conservés sont rapportés à *Planorbis landunensis*, *Limnaea briarensis*, *L. Durandi*.

Cette formation qui paraît assez localisée, n'atteignant pas Girolles vers le S, a généralement été considérée comme un faciès latéral des argiles vertes ou du calcaire de Brie. Mais, Denizot a indiqué que vers le N, on pouvait en quelques points à Episy par exemple, observer le passage latéral à un massif comportant des calcaires à *Planorbis goniobasis*, *P. ambiguus*, *Limnaea longiscata* et des assises pulvérulentes et grumeleuses plus ou moins concrétionnées, ensemble se situant au-dessous des argiles vertes sannoisiennes. D'autre part, le calcaire inférieur de Sorques à *Planorbis landunensis*, *Limnaea fusiformis* et *L. longiscata*, supporte une argile verte coupée de marnes blanches à *Nystia Duchasteli* et *Bithinia Monthiersi*, niveau sannoisien qui surmonte donc des calcaires correspondant à celui de Château-Landon. Il faut toutefois noter qu'au S de Nemours, des marnes blanchâtres, grumeleuses, ayant les caractères d'un dépôt chimique, et ressemblant à celles qui sont liées au groupe du calcaire de Champigny, se trouvent immédiatement au-dessous du niveau du calcaire de Château-Landon. D'ailleurs, Denizot admet que la partie supérieure de celui-ci puisse être contemporaine du calcaire de Brie.

Le calcaire de Briare qui constitue un lambeau de 12 à 15 km. de diamètre est limité à l'W par des failles et à l'E, direction dans laquelle il se relève, par une troncature de la surface topographique. Il comprend des bancs épais d'un calcaire dur à cassure esquilleuse, généralement blanchâtre mais parfois gris foncé, souvent pénétré de tubulures vermiculées. Depuis Douvillé son synchronisme avec le calcaire de Château-Landon est admis par tous les auteurs. Il en contient les fossiles (*Planorbis landunensis*, *Limnaea Durandi*) et a de plus livré des restes de Crocodiles, de Tortues et d'un Mammifère qui serait un *Lophiodon*, détermination d'ailleurs douteuse.

Des sables, argiles et cailloutis à chailles, très développés dans la région de Montargis sur la rive droite du Loing et se poursuivant vers la Puisaye et constitués par des éléments de moins en moins volumineux lorsqu'on se dirige du S vers le N, ont été pendant très longtemps confondus avec le Sparnacien, dont il est d'ailleurs le plus souvent très difficile de les distinguer. G. Denizot a établi leur superposition au

(1) P. JODOT. Un affleurement de calcaire lacustre lutétien à Darvault (Seine-et-Marne). *C. R. som. S. G. F.*, p. 66-67, 1935.

calcaire lacustre d'Ambréville près de Ferrières, considéré comme lutétien, et admis qu'ils s'étaient déposés pendant l'Éocène supérieur et surtout pendant la première partie du Bartonien. A Montargis, cette formation comprend des sables plus ou moins argileux. Cette assise détritique supporte le calcaire de Château-Landon, mais on ne la trouve pas sous le calcaire de Briare, à l'E duquel elle est très étendue.

Dans l'Orléanais occidental, d'autres formations à chailles, argiles, sables et cailloutis, qui paraissent dans leur ensemble un peu plus récents que les précédents, sont attribués par Denizot au *Sidérolithique*, qui se développe très largement vers le S où il est lié à des calcaires lacustres correspondant, ou paraissant correspondre, soit à celui de Champigny, soit à celui de Brie.

Ces dépôts à chailles, bien représentés autour de Valençay, surtout vers le SE, revêtent d'une forte couverture caillouteuse les surfaces de 135-145 m., et se trouvent également en position culminante vers la Grande-Brosse. On les observe aussi suivant une bande orientée SENW qui passe à Montrichard et se poursuit par Amboise jusqu'au delà de Château-Renault. Dans le Vendômois, il devient d'ailleurs difficile d'établir la séparation avec les remaniements miocènes. Le dépôt est constitué principalement par des argiles blanches et des poudingues siliceux parfois très durs à galets de chailles jurassiques très roulées pouvant atteindre 20 cm. avec épaisse croûte noire ou jaune, de quartz souvent laiteux, de silex crétacés. Les galets ou les blocs sont, en général, emballés, soit dans du sable, soit dans une argile sableuse rouge brique ; du minerai de fer pisolitique s'associe aux éléments précédents.

Le calcaire lacustre du Riot, près de Valençay, à *Planorbis landunensis*, *Limnaea longiscata*, *L. fusiformis* et variétés dont *L. Durandi*, est supérieur aux dépôts à chailles ; il doit être synchronisé avec le lacustre du Berry, de Château-Landon et de Briare.

### Oligocène

Les marnes vertes sannoisiennes, qui, ainsi que nous l'avons vu ont leur extension limitée vers le SW par le relèvement du Hurepoix et son prolongement, n'affleurent pas vers le S au delà de Grez-sur-Loing. On les a rencontrées par forages jusque dans la région de Malesherbes-Obsonville où elles déterminent un niveau aquifère abondant à la base du calcaire de Brie qui a très sensiblement la même extension.

Dans la partie de l'Orléanais limitrophe du Berry et de la Touraine, G. Denizot s'est efforcé de distinguer des calcaires lacustres sannoisiens ; cette conception part probablement de l'idée juste, que puisqu'il existe dans la région des calcaires lutétiens, bartoniens, stampiens-chattiens, aquitaniens, il n'y a pas de raison pour admettre la disparition totale des lacs pendant l'Oligocène inférieur, ni la suppression complète par ravinement des sédiments qui ont pu s'y déposer. Il reconnaît la grande difficulté, de par l'analogie des faciès et le mauvais état de conservation des fossiles, qui consiste à les séparer des assises

rapportées au niveau du calcaire de Champigny et notamment du calcaire du Berry.

Les mers stampiennes ont, d'après les contours de M<sup>lle</sup> H. Alimen, assez fortement écorné le N de l'Orléanais d'une manière d'ailleurs un peu différente, suivant qu'il s'agit du Stampien inférieur ou du Stampien supérieur ; elles paraissent en réalité s'être avancées plus loin vers le S, tout au moins au Stampien inférieur. Les sables et grès de Fontainebleau, en ce qui concerne la région qui nous intéresse, sont recouverts par des formations continentales plus récentes et ont été reconnus par sondages (1). Dans la vallée du Loing, ils affleurent cependant, dépassant de très peu Château-Landon où ils sont représentés par un lit de calcaire grossier arénifère, épais seulement de 0 m. 30, qui surmonte le calcaire lacustre et renferme à l'état d'empreintes des Mollusques parmi lesquels *Ostrea cyathula*, *Cytherea incrassata*, *Natica crassatina*, *Cerithium Weinkauffi*, *Potamides plicatus*, *P. Lamarcki* (2), faune qui paraît se placer à la limite des deux horizons du Stampien.

L'Oligocène continental est représenté par le calcaire d'Étampes ou calcaire de Beauce inférieur qui a une très grande extension, dépassant Orléans vers le S ; son secteur d'affleurement principal est compris entre la Juine et le Loing, s'avancant au SE au delà de Montargis jusqu'à la hauteur de Châtillon-Coligny. Vers l'W, le calcaire de Beauce disparaît sous les calcaires aquitaniens, et au N il passe latéralement aux meulières de Montmorency ou meulières de Beauce. Il convient de ne pas confondre cette formation avec le calcaire de Beauce supérieur qui le surmonte et qui est constitué par le calcaire lacustre de l'Orléanais, ou calcaire de Pithiviers, qui est aquitaniens et renferme une faune très différente.

**SANNOISIEN.** — D'après G. Denizot (3), les calcaires de la Chappe, Poulinc, Berger, Auzouer et les vestiges gréseux de la Chaume, tous gisements situés dans la partie sudoccidentale de l'Orléanais, sont à placer dans le Sannoisien Ils renferment *Hydrobia epiedensis*, *Bithinia Monthiersi*, *Nystia Duchasteli*, *N. plicata*, *Limnaea Morini*, *Planorbis cf. landunensis*, *P. depressus*, *P. lens*. Cette faune apparaît comme distincte de celle des calcaires de Château-Landon et du Berry. Cependant, il faut rappeler que dans celui-ci on a signalé *Nystia Duchasteli*.

**STAMPIEN-CHATTIEN.** — Les meulières de Montmorency, et leur équivalent latéral le calcaire d'Étampes sont maintenant généralement considérés comme représentant l'étage Chattien. Nous avons dit (p. 362) que ce synchronisme pouvait être discuté, et qu'il était possible que ces formations soient du Stampien continental. Le Chattien n'est d'ailleurs pas admis par tous les auteurs et Denizot, dans une note antérieurement citée conteste son existence (4). En divers points, on observe une intrication des sables stampiens supérieurs d'Ormoï à *Cardita Bazini* et *Potamides Lamarcki* et du calcaire de Beauce, sous forme de récurrences des sables marins dans les marnes lacustres. Un certain nombre d'auteurs ont, il est vrai, admis que les sables d'Ormoï sont chattiens, et s'il en était ainsi, les faits observés se réduiraient à des alternances marines et laguno-lacustres d'un même étage.

(1) Le plus méridional est celui de Darvoï à l'ESE d'Orléans. Voir note (2), p. 376.

(2) H. ALIMEN. *Loc. cit.*, p. 132-133.

(3) *Loc. cit.*, p. 134-140.

(4) Note 1, p. 356.

Mais, nous avons vu que la faune d'Ormoï était un résidu de celle de Pierrefitte et qu'elle ne pouvait être retranchée du Stampien, le calcaire d'Étampes seul pouvant être considéré comme éventuellement chattien.

Dans le Gâtinais, entre Nemours et Montargis, les faciès marins et lacustres sont intimement associés, l'ensemble ne sortant pas du cadre stampien ; on peut tout au plus concéder que la partie supérieure du calcaire lacustre oligocène est peut-être plus élevée. Il est assez difficile de suivre G. Denizot à travers ses changements d'opinion ; dans sa plus récente note sur le sujet (1940), il place le calcaire d'Étampes dans le Stampien et considère comme étage terminal de l'Oligocène, l'Aquitainien à la base duquel correspondrait le Chattien qui serait donc inexistant. De plus, il applique la dénomination de calcaire de Beauce inférieur, non plus au calcaire d'Étampes, mais aux marnes de la vallée de la Voise et de la Neuville, qui lui sont supérieures. Il ne parle plus de Firmilien en ce qui concerne le calcaire d'Étampes.

Pour nous, ce calcaire, ainsi que celui de la Ferté-Alais qui en constitue la base, et le calcaire du Gâtinais qui correspond aux deux niveaux précédents, forment le calcaire de Beauce inférieur, pour sa plus grande partie stampien, et peut-être chattien au sommet, s'il est prouvé que cet étage n'est pas un mythe. Le faciès lacustre s'étant probablement manifesté en Beauce plutôt qu'autour et au N d'Étampes, il serait alors possible que les meulière de Montmorency équivalent principalement à cette partie supérieure présumée chattienne.

Le calcaire d'Étampes, typique à la côte Saint-Martin (voir p. 363), est blanchâtre ou jaunâtre, assez dur, en bancs peu réguliers ; à la base, il comporte des lits marneux qui se relient souvent par des alternances aux sables stampiens supérieurs (Ormoï, Châlo-Saint-Marc, etc.) ; vers le sommet il est souvent silicifié et même meulièrement. La faune de Mollusques revue par G. Denizot est constituée 1° par des espèces fluvio-lacustres telles que *Hydrobia Sandbergeri*, *Bithinella Brongniarti*, *Stenothyra perminuta*, *Limnaea cornea*, *L. fabulum*, *L. inflata*, *Planorbis Prevosti*, *P. cornu*, *Ancylus depressus* ; 2° par des formes terrestres parmi lesquelles *Cyclostoma antiquum*, *Glandina inflata*, *Helix* aff. *Ramondi*, *H. Munieri*, *H. Dometi*, *H. lepida*, *Pupa lineolata*, *P. quadriganata*, *P. microhelix*, *P. Defrancei*, *Cionella lubricella*.

Ce sont surtout les bancs inférieurs et les marnes qui alternent avec les récurrences marines ou submarines à *Potamides Lamarcki* et *Hydrobia Dubuissoni*, qui sont fossilifères. C'est aussi dans le niveau inférieur qu'à la Ferté-Alais (type du Firmilien de Dollfus), a été rencontrée une faune de Mammifères (*Anthracotheium magnum*, *Acerotherium briostatense*, *Entelodon*), placée autrefois par Dollfus dans l'horizon de Saint-Gérard-le-Puy, mais qui est en réalité beaucoup plus archaïque.

Le calcaire d'Étampes, bien développé dans la Haute-Beauce et le Gâtinais français, où il est activement exploité, y a une épaisseur de 15 à 45 m. Dans le Gâtinais orléanais, il est représenté par le calcaire du Gâtinais qui englobe l'horizon inférieur de la Ferté-Alais et l'horizon supérieur d'Étampes.

### Miocène

La délimitation entre l'Oligocène et le Miocène a donné lieu à des discussions qui n'ont pas leur raison d'être, et qui ne se seraient pas produites si l'on avait simplement appliqué la règle formelle qui veut que les divisions stratigraphiques soient exclusivement établies sur les formations marines. L'Aquitainien typique du Bordelais renferme une faune entièrement renouvelée, où ne persistent qu'un nombre infime de formes oligocènes, alors qu'apparaissent des groupes entiers de Mollusques qui montent jusque dans le Tortonien. Cet Aquitainien marque de la manière la plus incontestable le début du Miocène.



La survivance de formes oligocènes dans la faune de Vertébrés de l'Aquitainien ne peut surprendre, elle est naturelle et normale dans des points non atteints par la transgression marine, où les conditions écologiques ne se sont pas modifiées assez rapidement pour faire disparaître brusquement tous les éléments anciens. Une fois de plus, nous rappellerons que les coupures établies d'après les formations marines ne coïncident jamais avec celle qu'indiqueraient les formations continentales qui suivent avec un certain retard. La mer transgressive amène d'un seul coup des conditions nouvelles, tandis que les changements sont beaucoup plus lents à se produire sur les continents.

Il semble donc impossible de ramener avec Denizot dans l'Oligocène, le calcaire de Beauce supérieur considéré comme aquitainien, et ceci est confirmé par une faune de Mollusques continentaux tout à fait différente de celle du calcaire de Beauce inférieur ou calcaire d'Étampes. Ces organismes évoluant très lentement ce renouvellement de la faune ne pourrait s'expliquer dans le cadre d'un même groupe d'étages.

Le Miocène inférieur de l'Orléanais comprend ainsi que nous l'avons dit plus haut deux formations très étendues, le calcaire de l'Orléanais aquitainien au N, les sables de l'Orléanais, les sables et argiles de la Sologne burdigaliens au S.

Outre les lambeaux de faluns marins dépendant du golfe étroit de Bretagne-Anjou-Touraine, qui a un peu dépassé Blois vers l'E, le Miocène moyen comprend des cailloutis pré-ligériens et les sables de Giez à *Mastodon*.

Au Miocène supérieur, on peut avec doute rapporter tout au moins une partie des graviers qui s'étalent au N de la Loire en aval de Blois.

**AQUITAINIEN.** — Le calcaire de Beauce supérieur qui occupe de très grandes étendues dans l'Orléanais débute par un niveau inférieur plus ou moins marneux, ou niveau de Voise et de la Neuville de Denizot, qui le parallélise avec l'horizon de Gannat, au-dessus duquel vient le calcaire de l'Orléanais proprement dit ou calcaire de Pithiviers qui, pour le même auteur correspondrait à l'horizon de Saint-Gérand-le-Puy.

*L'assise de la Neuville et de Voise* constitue sur la surface structurale des calcaires oligocènes inclinée vers le SW, la base et la côte du Gâtinais que l'on observe à l'W du Loing ; elle est très nette autour de Malesherbes. Elle comprend des marnes verdâtres ou rousses, plus ou moins argileuses, épaisses de 5 à 8 m., supportant 7 à 9 m. de bancs calcaires blanchâtres ou gris associés à des marnes semblables. Les fossiles sont peu abondants *Hydrobia ventrosa*, *Limnaea pachygaster*, *L. urceolata*, *Planorbis cornu*, *Helix Noueli*, etc. (butte de Bardilly, Encherville, Voise).

Le calcaire de l'Orléanais ou calcaire de Pithiviers, largement exploité autour de cette ville (type du *Péduérien* de Denizot) pour construction et empierrement, est une masse, épaisse de 20 à 45 m., de calcaire normalement gris ou bleuâtre, mais le plus souvent altéré en blanchâtre ou jaunâtre, fendillé, silicifié, avec filonnets de calcite. Il est parfois fétide vers la base, avec bancs oolithiques, pisolithiques ou bréchiiformes. La formation, désignée souvent sous le nom de calcaire à *Helix* constitue le sous-sol de la plus grande partie de la Beauce ; elle est caractérisée par *Limnaea pachygaster*, *Planorbis declivis*, *Helix aurelianensis*, les principales autres espèces étant *Hydrobia ventrosa*, *Stalioa lemani*, *Valvata Deshayesi*, *Limnaea cornea*,

*L. urceolata*, *L. Brardi*, *Planorbis similis*, *Glandina inflata*, *Helix Moroguesi*, *H. Noueli*, *H. Tristani*, *H. euglypha*, *Pupa DeFrancei*.

Dans la vallée de la Juine, le calcaire à *Helix* de l'Orléonais surmonte directement le calcaire d'Étampes meulériisé à sa partie supérieure, mais en général on trouve à la base une assise plus ou moins marneuse correspondant à celle de la Haute-Beauce et du Gâtinais français dite de Voise et de la Neuville : marno-calcaire de Saint-Marc aux environs d'Orléans, mollasse du Gâtinais dans le Gâtinais orléonais.

La mollasse du Gâtinais proprement dite est argilo-sableuse, avec quelques bancs marneux et calcaires, et ne renferme guère que *Helix aurelianensis* ; cependant de Grossouvre (1) a rencontré des débris de Vertébrés dans les sables dépendant de cette mollasse et des restes de *Rhinoceros* dans un banc calcaire subordonné. Vers l'E, la mollasse s'épaissit aux dépens du calcaire à *Helix*, dont il semble bien qu'elle soit en partie un faciès latéral. Ainsi que l'a rappelé P. Lemoine, elle représente alors un ensablement du lac dans lequel s'est déposé le calcaire de l'Orléonais, au voisinage de l'arrivée d'un cours d'eau descendant du Massif Central.

Le calcaire de l'Orléonais disparaît vers le S sous les sables burdigaliens, mais il réapparaît vers la vallée du Cher à Pontlevoy, Thenay, Selles-sur-Cher. En ce dernier point, des marnes roses, tendres, qui surmontent un marno-calcaire à silex, ont fourni une intéressante faune de Mammifères : *Rhinoceros tagicus*, *Tapirus intermedius*, *Palaeocheirus typus*, *Amphitragulus Pomeli*, *Dremotherium Feignouxii*, *Amphicyon lemanensis* (2) qui caractérise l'Aquitainien tout à fait supérieur, horizon de Saint-Gérand-le-Puy.

Dans la Petite-Beauce, l'assise de Pithiviers est un calcaire jaunâtre ou grisâtre, en bancs réguliers, cassants, avec rares *Limnaea pachygaster*, *Helix aurelianensis*, *H. Moroguesi*, qui à Blois où il surmonte directement la craie, a livré quelques débris de Mammifères. Dans le centre de la Petite-Beauce, l'Aquitainien terminal est un calcaire sombre bicolore à *Helix Tristani* très abondant (Villebarou, Pray, etc.).

La marne de Gien, visible également à Poilly, blanche et azoïque, paraissant conservée dans une zone affaissée est isolée des formations lacustres précédentes ; les puits ont montré que son substratum est un calcaire dur, gris, fistuleux, ressemblant au calcaire de Pithiviers. G. Denizot l'a rapporté à celui-ci dans son mémoire de 1927, ce qui plaçait la marne blanche tout à fait au sommet de l'Aquitainien. Ultérieurement, dans la légende de la feuille de Gien, le calcaire gris qui renfermerait *Limnaea* gr. *pachygaster* et *Planorbis* cf. *landunensis* est placé au niveau du calcaire de Brie, et la marne de Gien sus-jacente dans le Stampien. Il est évidemment très difficile de se faire une opinion, mais il ne semble pas que le calcaire de Brie soit représenté dans la région, et des déterminations très douteuses paraissent insuffisantes pour modifier la première attribution ; jusqu'à plus ample informé, il paraît préférable de laisser la marne blanche dans l'Aquitainien supérieur, au-dessus du niveau du calcaire de l'Orléonais proprement dit.

**BURDIGALIEN.** — Des formations classiques constituent le Burdigalien ; ce sont les sables de l'Orléonais et les sables du Blésois, respectivement surmontés par les marnes de l'Orléonais et les marnes du Blésois. Le calcaire de Montabuzard est un faciès latéral de la partie supérieure des marnes.

Les sables et argiles de la Sologne, supérieures aux sables de l'Orléonais et du Blésois, et inférieurs aux faluns vindoboniens sont généralement rapportés au Burdigalien supérieur, mais certains auteurs les considèrent comme helvétien, sans d'ailleurs pouvoir donner de preuve en faveur de cette attribution.

Les sables de l'Orléonais, d'origine fluviale ont été déposés par un grand fleuve descendant du Massif Central ; ils ravinent le calcaire lacustre à *Helix* dont ils ont ensuite comblé les dépressions et poches en une surface topogra-

(1) A. DE GROSSOUVRE. Feuille de Bourges au 320<sup>e</sup>. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XX, n<sup>o</sup> 126, p. 38-46, 1910 (voir feuille d'Orléans, p. 43).

(2) H.-G. STEBLIN. *Loc. cit.*, 1909.

phique à peu près unie ; il en résulte que leur épaisseur varie beaucoup. Ils sont blancs, gris ou jaunâtres, souvent rouillés, à stratification oblique ou entre-croisée, toujours plus ou moins calcaires, avec cailloux disséminés. Ils sont assez bien calibrés, demi-grossiers, de grain uniforme. Les éléments granitiques, nombreux dans les *sables du Blésois* qui représentent la formation au S de la Loire, diminuent vers le N et disparaissent vers l'W où, dans le Blésois on trouve en abondance des grains quartzeux provenant du Crétacé et surtout du Cénomaniens.

Les ossements de Mammifères sont fréquents dans cette assise, les principaux gisements étant Artenay, Chevilly, Boulay, Ingré dans l'Orléanais, Suèvres, Cheverny, Chitenay dans le Blésois. Vers la base, notamment à Chitenay, on trouve surtout *Rhinoceros tagicus*, *Cainotherium* sp., *Brachyodus onoides*, *Procerolulus*, *Stenofiber*. Les principales autres formes, en général plus fréquentes vers le sommet sont *Rhinoceros (Brachypotherium) aurelianensis*, *Anchiterium aurelianense*, *Palaeochoerus aurelianensis*, *Dorcatherium crassum*, *Palaeomyz Garsonnini*, *Amphitragulus aurelianensis*, *Stenofiber Depereti*, *Mastodon angustidens*, *M. turicensis*, *Dinotherium Cuvieri*, *Palaeogale Cervaisi*.

Des restes de Crocodiles et de Tortues (*Testudo noviacensis*) sont fréquents dans l'Orléanais, tandis qu'à Suèvres on rencontre des Oiseaux (*Anser Bru-*

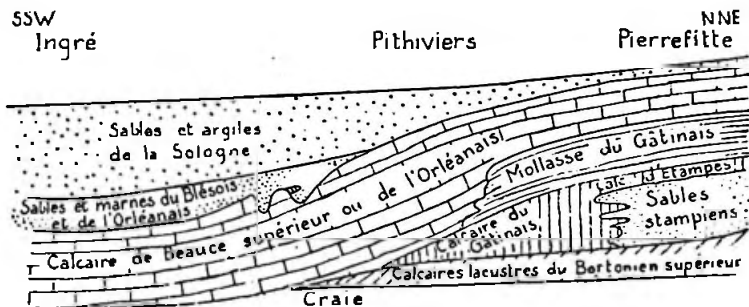


Fig. 33. — Schéma des faciès de l'Orléanais (en partie d'après G. DENIZOT).

*meli*, *Ardea aurelianensis*), des Reptiles et des Poissons.

Les Mollusques proviennent surtout d'une lentille marneuse de Suèvres : *Unio flabellatus*, *Neritina marmorea*, *Hydrobia helicella* var. *blesensis*, *Melania aquitana*, *Melanopsis Kleini*, *Limnaea pachygaster*, *Planorbis declivis*, *Ancylus Bourgeoisii*, etc. (1).

Les *marnes de l'Orléanais et du Blésois*, blanchâtres, noduleuses, avec argile verte en traînées, surtout vers la base, séparent dans le Blésois les sables de l'Orléanais de ceux de la Sologne. Les fossiles y sont rares et en mauvais état (*Unio*, *Melania*, *Helix*) ; elles renferment parfois des Mammifères ne paraissant pas différer de ceux des sables sous-jacents.

Le *calcaire de Montabuzard*, commune d'Ingré a acquis la célébrité à la suite des vives discussions dont il a été l'objet et qui ont été rappelées en détail par Denizot (2). Considéré par Dollfus et Mayet comme inférieur aux sables de l'Orléanais, par Stehlin et Douvillé, comme supérieur à ceux-ci, il représente en réalité d'après Denizot une lentille calcaire vers le haut des marnes de l'Orléanais, lentille plaquée contre un flot de calcaire de Beauce, sur la surface ravinée duquel s'appuie le gisement de Mammifères. La faune justifie la conclusion de Denizot qui est celle d'auteurs anciens tels que

(1) G. DENIZOT. *Loc. cit.*, p. 402-410.

(2) Id. *Ibid.*, p. 303-324. Au centre de la figure 33, ce calcaire est représenté en hachures obliques contre le calcaire de Beauce supérieur.

Defay et de Fourcy ; elle comprend entre autres *Rhinoceros* sp., *Anchiterium aurelianense*, *Listriodon Lockharti*, *Dorcatherium crassum*, *Lagopys verus* et des *Mastodon* voisins de *angustidens* et de *turicensis*. On y trouve aussi quelques Mollusques : *Helix Tristani* var. *Bourgeoisii*, *H. involuta*, *Achatina*, *Planorbis*, *Ancylus Bourgeoisii*.

Les sables et argiles de la Sologne qui, sur une grande étendue (forêt d'Orléans, Sologne), constituent un sous-sol imperméable et infertile recouvert de forêts, d'étangs et de marécages, ont été étudiés en détail par G. Denizot qui, dans les légendes des feuilles au 80.000<sup>e</sup> de Blois et de Gien a très bien résumé leur composition. Sur une épaisseur pouvant atteindre 80 m., ils comprennent des sables purs, des sables argileux et des argiles souvent bigarrées, en proportions variées et répartis d'une manière très inégale. Le classement souvent très imparfait des éléments distingue la formation des alluvions ; cependant, une stratification nette, horizontale ou légèrement oblique peut le plus souvent être observée.

Cette assise, qui si l'on peut ainsi dire est très uniforme dans sa variabilité, a comme faciès essentiel, le sable de la Sologne proprement dit, grisâtre ou bleuâtre, à éléments de quartz et de feldspath, surtout d'orthose, mal roulés et mal classés, accompagnés de zircon, rutile, andalousite, staurotide, disthène, tourmaline. Les argiles associées sont de couleurs variées, tantôt pures, tantôt avec grains de quartz non triés. Les quartz sont de toutes dimensions, jusqu'à 2 cm. et de toutes formes, laiteux ou hyalins. Les feldspaths ayant parfois 1 cm. ont conservé leurs formes cristallines, les arêtes étant plus ou moins émoussées. Les principales roches sont des granites, des rhyolites du Morvan, des grès provenant probablement du Trias. Le calcaire fait défaut.

Dès 1816, d'Omalius d'Halloy, reconnaissait dans les sables et argiles de la Sologne des terrains d'atterrissement dus à des cours d'eau descendant des montagnes d'Auvergne. Dollfus en 1900 les a considérés comme déposés par un grand fleuve venant du Massif Central et se jetant dans un golfe vers le centre de la Manche actuelle, et a rattaché à cette formation les lambeaux de sables granitiques (*sables de Lozère*) des environs de Paris et de la Basse-Seine (voir p. 363).

Pour Denizot, il s'agit d'un dépôt d'origine non pas fluviatile, mais subfluvial. Seul, en effet, un écoulement lent de boues sur une surface large et peu inclinée permet d'expliquer l'association inégale des faciès, leur défaut de classement, le peu d'usure des éléments de provenance lointaine. La masse boueuse viendrait du pied des hauteurs granitiques du Massif Central et n'aurait en cours de route entraîné que très peu d'éléments nouveaux.

Au S et au SE, les sables et argiles de la Sologne surmontent l'argile à silice. Ailleurs, leur substratum est formé par les sables de l'Orléanais, les marnes du Blésois ou le calcaire de Beauce. H. Douvillé aurait observé près de Soings leur antériorité aux faluns vindoboniens, et par ailleurs, M. Boule a signalé qu'ils ne renfermaient pas d'éléments empruntés au volcanisme miocène d'Auvergne. Il paraît rationnel de les attribuer au Burdigalien supérieur.

Vers le sommet, les sables passent à un dépôt caillouteux et graveleux, bien stratifié, avec quartz et silice, le sable renfermant encore des cristaux de feldspaths altérés ; ce dépôt terminal est développé notamment autour de Lamotte-Beuvron, Vileny, Dhuison et Mont.

Les sables d'Herbault, quartzo-feldspathiques seraient une extension vers Vendôme un peu postérieure à la masse des sables de la Sologne, et annonçant le régime hydrographique falunien.

**VINDOBONIEN.** — Les faluns du Blésois, formation marine très littorale de faciès pontilévien sont conservés en lambeaux parfois étendus au S de la Loire, autour de Contres, à Thenay et à Pontlevoy (type du faciès), et au N du fleuve à la Mossuère près Onzain, à Villebarou, et à la Chapelle-Saint-Martin, point le plus avancé vers l'E. Ils ont été étudiés antérieurement avec ceux de la Touraine (p. 221). Ils sont transgressifs sur l'argile à silice, le

calcaire de Beauce parfois perforé, les sables du Blésois ou ceux de la Sologne. A Contres ils atteignent une épaisseur de 20 mètres.

Le sable de Giez à *Rhinoceros* sp., *Mastodon angustidens*, *Dinotherium Cuvieri*, paraît correspondre au falun coquillier de la Mossuère. Les sables graveleux de Beaugency-Avaray qui ont autrefois livré *Rhinoceros cf. turonensis*, *R. brachypus*, *Listriodon Lockharti*, *Dorcotherium crassum*, *D. guntianum*, *Steneofiber* sp., *Mastodon angustidens*, *Dinotherium Cuvieri*, *Amphicyon giganteus*, liste due à Stehlin, paraissent un peu plus récents, synchroniques d'après Denizot de la première pénétration des galets de roches nivernaises vers la Touraine.

Les cailloutis pré-ligériens, ainsi nommés par Denizot (1) pour « caractériser à la fois leur antériorité aux alluvions et leur conformité au régime ligérien », ont une composition variée qui les distingue des graviers terminaux de la Sologne. Ils sont dans le parc de Chambord à l'état de lambeaux avec chailles calloviennes à *Dysaster ellipticus*, et se relie vers l'E à des vestiges plus importants à partir de la Ferté-Saint-Aubin ; ils surmontent les sables de la Sologne.

Vers l'amont, dans la vallée de la Loire, les sables de Châtillon à faciès solonais, mais à éléments plus variés, quartz, chailles jurassiques, silex

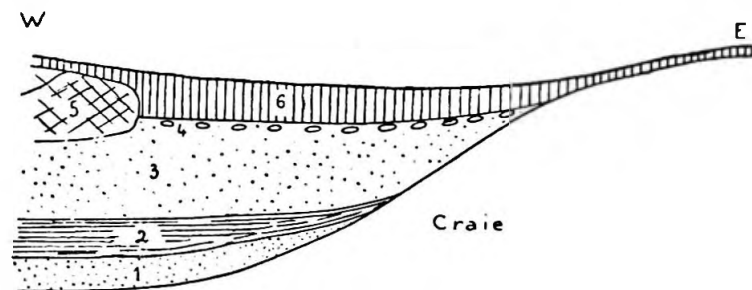


Fig. 34. — Schéma des faciès du Burdigalien et du Vindobonien dans le Blésois.

1, sables du Blésois ; 2, marnes du Blésois ; 3, sables et argiles de la Sologne ; 4, cailloutis culminants ; 5, faluns vindoboniens ; 6, faluns vindoboniens ; 1, 4 Burdigalien.

crétacés, à l'exclusion de roches volcaniques d'Auvergne, se rattachent à cette formation, qui d'après Denizot débouchait au S de Blois dans l'axe du golfe des faluns, paraissant en être l'alimentation fluviale.

Elle a d'ailleurs pu continuer à s'amasser après le retrait de la mer. Pour cet auteur, elle correspond aux faluns de Contres et de l'Anjou considérés comme s'étant prolongés jusqu'au Miocène supérieur.

Des graviers étalés en aval de Blois au N de la Loire, avec quartz variés et silex crétacés, recouvrant les sables de Giez et le falun de la Mossuère, sont attribués par Denizot à une phase tardive du Miocène. Ils sont probablement contemporains de graviers qui remaniant des chailles du poulingue éocène, apparaissent à Contres en liaison avec la partie supérieure des faluns vindoboniens, ce qui les place en effet vers le haut du Miocène.

### Pliocène

Le Pliocène authentiquement daté n'est représenté dans l'Orléanais que par les sables de Saint-Prest près de Chartres. On lui attribue souvent dans la vallée de la Loire les lambeaux d'une terrasse de 60 m. conservés à l'amont de Gien, et la base graveleuse de certains limons

(1) *Loc. cit.*, p. 434, 453-464.

qui, vers l'aval prennent le caractère d'une alluvion. Des cailloutis et lambeaux élevés, dans quelques vallées, paraissent également en rapport avec un très ancien stade des cours d'eau.

Dans le Thimerais, des sables quartzeux résultant du remaniement d'assises antérieures sont considérés comme pliocènes par G. F. Dollfus.

*Les sables de Saint-Prest*, très grossiers, avec petits galets se trouvent à 30 m. au-dessus du niveau de l'Eure, altitude très faible pour du Pliocène ; ils ont été étudiés par Laugel, Laville (1), Depéret (2) qui les a pris pour type du SAINT-PRESTIEN. Leur faune est constituée par *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Equus stenonis*, *Cervus verticornis*, *Trogontherium Cuvieri*, *Conodontes Boisvilleti*. On y a même signalé des silex taillés, mais cette indication paraît comme erronée.

Les sables de 60 m. au-dessus de la Loire entre Briare et Gien avec peu de galets, et grains caractéristiques des alluvions du fleuve, correspondent peut-être à un cours préquaternaire. A l'aval, dans la région de Blois, il en est peut-être de même de la base de certains limons, qui devient graveleuse vers la vallée, mais ne renferme cependant pas d'éléments ligériens essentiels tels que des grains de basalte. Ceux-ci font également défaut dans les cailloutis élevés de la vallée de la Sauldre autour de Vailly et dans les lambeaux sableux culminants de Saint-Florent et de Brinon-sur-Sauldre.

Il faut d'ailleurs noter que, suivant les points, il est souvent très difficile de séparer les formations présumées pliocènes, des cailloutis miocènes, ou de les distinguer des terrasses quaternaires.

Les sables du Thimerais, quartzeux, blancs, jaunes ou rougeâtres, assez ténus, forment des amas ou des bandes, tantôt sur le bord des crêtes, tantôt dans le fond des vallées sèches, surmontant souvent l'argile à silex. Ils sont dépourvus d'argile et d'éléments granitiques ; on les exploite en divers points (Théry, Saint-Sauveur, Laons, Brézolles, etc.).

Pour G. F. Dollfus, ils proviennent pour leur plus grande partie du remaniement des sables de Fontainebleau et peuvent être considérés comme pliocènes.

#### FORMATIONS QUATERNAIRES

Les dépôts quaternaires de l'Orléanais comprennent les alluvions des cours d'eau et les limons.

Les alluvions sont très développées dans la vallée de la Loire où G. Denizot a distingué des alluvions anciennes, des alluvions récentes et des alluvions modernes ou actuelles. Les cours d'eau secondaires ont également laissé des formations alluviales, en général assez médiocrement développées.

Les limons qui sont peu développés sur les calcaires du Gâtinais et de Beauce oligocène et aquitainien ainsi que sur les sables de l'Orléanais

(1) A. LAVILLE. Les graviers quaternaires de Saint-Prest. *Feuille Jeunes Natur.* (4), XXXIV, p. 79-80, 1904. — Coupe de la carrière de Saint-Prest. Silex taillés. *Bull. et Mém. Soc. Anthropologie de Paris*, II, p. 285-294, 1901.

(2) CH. DEPÉRET. L'évolution des Mammifères tertiaires. Importance des migrations. Époque pliocène. *C. R. Ac. Sc.*, t. 148, p. 140-144, 1909.

et de la Sologne, sont au contraire constants et épais sur les plateaux d'argile à silex de la région crétacée, notamment dans le Thimerais.

*Alluvions anciennes.* — Les alluvions de la vallée de la Loire, qu'elles soient anciennes, récentes ou modernes, ont la même composition, les premières étant seulement plus caillouteuses. Elles sont essentiellement constituées par des éléments lointains auxquels s'ajoutent des éléments locaux qui varient suivant les secteurs.

Les éléments lointains plus ou moins roulés proviennent, soit des roches granitiques du Massif Central hercynien, soit des roches volcaniques tertiaires d'Auvergne. Les premiers sont des grains de quartz hyalin qui entrent à peu près pour les deux tiers dans la composition des sables de Loire, des feldspaths souvent rosés et des minéraux accessoires tels que le fer titané, l'augite, la hornblende, le grenat, l'andalousite, la staurotide, le corindon, l'andalousite, le zircon, la tourmaline, le sphène. Les roches volcaniques qui comptent pour 6 à 7 p. cent. environ dans la constitution des alluvions, sont des andésites, des trachytes et surtout des basaltes, auxquels s'associent des minéraux résultant de leur désagrégation comme le fer titané et l'olivine; ces éléments du volcanisme miocène sont spécifiquement ligériens. Le mica qui peut avoir l'une ou l'autre origine se concentre principalement dans les sables les moins grossiers.

Les cailloutis, abondants surtout dans les alluvions anciennes sont formés par du quartz laiteux, des fragments de roches cristallines variées où dominent les granites d'Auvergne et les rhyolites du Morvan, en général bien roulés. Il s'y ajoute des grains et galets locaux, silex crétacés, grès et poudingues éocènes, calcaires et silex lacustres; les galets de ces débris sédimentaires, qui n'ont subi qu'un faible transport, disparaissent à peu de distance à l'aval de leur point d'origine; ils sont très peu roulés et ne présentent que des facettes polies sur une partie seulement de leur surface, leurs arêtes restant vives.

Les alluvions de la Loire sont d'un blond assez soutenu qui leur est donné par l'abondance des éléments de couleur foncée que sont les grains de minéraux accessoires.

Des galets bien roulés, très arrondis, de chailles jurassiques, silex crétacés, quartz laiteux, proviennent du remaniement de cailloutis tertiaires.

Les alluvions anciennes de la Loire sont disposées en terrasses étudiées par E. Chaput et G. Denizot, dans des travaux antérieurement cités (1). D'après ce dernier auteur, les altitudes relatives des terrasses décroissent vers l'amont, d'autant plus qu'elles sont plus élevées; ce fait très sensible à l'aval s'observe jusque dans l'Orléanais. Il distingue dans les alluvions anciennes quatre niveaux qui sont :

1<sup>o</sup> niveau supérieur de 40-42 m. au-dessus de l'étiage, développé sur la rive droite entre Onzain et Chouzy, à l'amont de Gien et au-dessus de Briare; 2<sup>o</sup> niveau moyen de 28-35 m., entre Onzain et Chouzy où il comprend 10 à 12 m. de graviers, et de 30 m. entre Orléans et Gien (terrasse de Saint-Brisson);

(1) Voir référence notes (2) et (3), p. 151.

3° bas niveau, très développé sur les deux rives, atteignant 20-22 m. à Vineuil, 21 m. à Châteauneuf, 17 m. au-dessus du Loiret résurgence de la Loire à Olivet, 17-18 m. autour de Gien ;

4° très bas niveau, de 12 m., en petites terrasses autour de Blois et en face de Mer, de 10 m. de Saint-Cyr à Sully, de 6-7 m. plus en amont vers Gien.

Les alluvions du domaine ligérien n'ont pas fourni de faune, mais des silex chelléens ont été trouvés à Châteauneuf à la base de sables descendant à 6 m. de la Loire ; dans la même région, des instruments moustériens ont été recueillis dans le niveau de 17-18 mètres.

Les alluvions anciennes du Cher ont une composition très voisine de celles de la Loire, mais les éléments volcaniques tertiaires y font défaut.

Les alluvions anciennes sont relativement bien représentées dans les vallées du Loing, du Fusain, du Nan, de la Rollande, de la Juine. *Elephas primigenius* a été rencontré dans les placages graveleux dépendant de la vallée de la Conie. Dans la vallée de l'Eure, où elles s'élèvent jusqu'à 25-30 m. au-dessus de l'étiage, elles ont fourni *E. primigenius* à Chartres, et en divers points des silex chelléens et moustériens. Ces alluvions de cours d'eau secondaires sont composées d'éléments locaux, sables et grès cénomaniens, silex crétacés, débris meuliers, sables granitiques remaniés.

*Alluvions récentes.* — Ces sédiments, distingués par Denizot des alluvions modernes, forment de part et d'autre de la Loire, les Vals sujets aux inondations, soit le lit majeur du fleuve sous les limons de crues. Elles représentent un remblaiement de 10 à 12 m. correspondant à la phase essentielle du Flandrien. Elles se voient surtout dans les berges où elles s'élèvent à 2 ou 3 m. au-dessus de l'étiage, mais dans la partie élargie de la vallée, entre Orléans et Ouzouer, où la plaine alluviale atteint plusieurs kilomètres de largeur, elles forment des buttes allongées, séparées par des sillons, qui s'élèvent à 5 ou 6 m. au-dessus du fleuve. Les limons s'accumulent dans ces chenaux lors des crues.

Leur base, très caillouteuse peut descendre à 5 ou 6 m. sous l'étiage ; leur partie supérieure est un sable peu grossier, complètement différent des bases de terrasses anciennes qui sont parfois conservées à la même altitude sur les rives.

*Alluvions modernes.* — Ces alluvions qui occupent le lit mineur de la Loire ont la même composition que les alluvions anciennes et récentes, mais avec moins de cailloutis, les sables prédominant de beaucoup.

Les limons de crue, brunâtres, sont micacés et sablonneux ; ils recouvrent les alluvions récentes, sauf sur les buttes des vals qui sont au-dessus des inondations moyennes.

Les alluvions du Cher sont semblables à celles de la Loire, mais sans éléments volcaniques. Celles de la Sauldre, très sableuses, empruntent leurs grains aux sables crétacés et burdigaliens.

Dans la vallée du Loing, les alluvions actuelles sont surtout limoneuses ; elles deviennent tourbeuses dans les vallons plats du Gâtinais



et de la Beauce (Juine et Chalouette, marécages du Fusain), de même que dans la vallée de l'Essones, à l'aval de Malesherbes,

Ces alluvions se trouvent aussi, sableuses et limoneuses, dans la vallée du Loir et dans celles des petits cours d'eau : Conie, Aigre, Cosson, etc.

Les fonds tourbeux se retrouvent dans la haute vallée de la Voise. Dans la vallée de l'Eure, les alluvions modernes sont médiocrement développées et surtout limoneuses.

On peut rapprocher des alluvions modernes des formations éoliennes constituées par des buttes de sables légers, et qui proviennent, soit du remaniement des sables de la Sologne (Ménétréol-sur-Saule), soit de celui des sables alluviaux, comme dans le méandre délaissé de Châteauneuf, où ils recouvrent de la tourbe, et à Saint-Benoît.

*Limons des plateaux.* — Dans la région crétacée de l'Orléanais occidental, les limons sont bien développés sur les plateaux d'argile à silex, notamment dans le Thimerais et le Dunois ; épais de 2 à 6 m., ils sont toujours décalcifiés au sommet et transformés en ergeron exploité pour briqueterie. Ils passent souvent à l'argile à silex par l'intermédiaire du bief. Ailleurs leur base est caillouteuse, parfois agglutinée par des infiltrations ferrugineuses (minerai de fer de Senonches).

Sur les sables de Fontainebleau, les limons font presque complètement défaut. Sur les calcaires lacustres oligocènes et aquitaniens de la Beauce et du Gâtinais, ils sont assez étendus mais leur épaisseur est réduite, de 0 m. 40 à 2 m. ; ils manquent d'ailleurs en beaucoup de points. A leur base on trouve un cailloutis provenant du remaniement du substratum ; près de Blois, cette partie inférieure graveleuse renferme un mélange de Polypiers et Bryozoaires silicifiés de la craie et de grains miocènes. Ailleurs, les sables miocènes remaniés sont abondants.

Ces limons le plus souvent argilo-sableux et décalcifiés à leur partie supérieure, ce qui les rend propres à la céramique et à la briqueterie, deviennent parfois très sableux. Aux environs de Montargis, des remaniements sableux aux dépens des sables à chailles et de la mollasse du Gâtinais, doivent être distingués des limons proprement dits ; ils n'ont subi qu'un très faible transport, ou se sont formés sur place.

En Sologne, les limons font complètement défaut, et les sables et argiles caractéristiques ne supportent pas de couverture plus récente.

Les différents limons ont été mis en place à des époques diverses du Quaternaire ; ils correspondent dans leur ensemble aux alluvions anciennes. D'après un renseignement reproduit dans la légende de la feuille de Fontainebleau, leur base graveleuse aurait près de Nemours, fourni des silex moustériens, ce qui situe assez haut dans la série l'assise sus-jacente. Il se peut qu'ailleurs la formation des limons se soit amorcée dès le Pliocène supérieur.

## TABLE DES FIGURES ET DES CARTES

1. Le contact entre le Bassin de Paris et le Massif armoricain dans la région de Falaise, montrant les pointements de terrains anciens au travers du Jurassique et les lambeaux jurassiques sur les terrains anciens.....	19
2. Les horsts de Saint-Saulge et de Decize.....	23
3. Carte géologique simplifiée du Bassin de Paris.....	24
4. Le détroit Morvano-Vosgien et ses pointements de roches anciennes.....	29
5. Coupe schématisée du Massif armoricain aux Vosges.....	35
6. Coupe schématisée de l'axe de l'Artois au Massif Central.....	37
7. Schéma des faciès du Bathonien de Lorraine.....	61
8. Les calcaires de Creûle et leurs équivalents latéraux.....	67
9. Les faciès valanginiens et hauteriviens de l'Yonne à la Haute-Marne.....	99
10. Extension schématique des étages du Crétacé inférieur du Berry aux Ardennes.....	101
11. Schéma du passage des faciès argileux de l'Albien aux faciès sableux.....	105
12. Schéma du passage des faciès marno-sableux du Cénomaniens aux faciès crayeux.....	107
13. Schéma de la constitution de l'Aaleno-Bajocien en Auxois et en Lorraine.....	125
14. Extension stratigraphique du calcaire à entroques, du Berry au Morvan.....	127
15. Les affleurements du Callovien et de l'Oxfordien dans le Bassin de l'Armançon (d'après la Carte géologique au 80.000 <sup>e</sup> ).....	131
16. Coupes schématiques comparatives de l'Albien et du Cénomaniens à Saint-Florentin et en Puisaye.....	141
17. Schéma des formations post-crétacées en Puisaye.....	145
18. Les lambeaux de Sédrolithique et de calcaire du Berry du S du Nivernais et leurs relations avec les failles (d'après la Carte géologique au 80.000 <sup>e</sup> ).....	149
19. Schéma des changements de faciès du Lusitanien de la Loire à la Creuse.....	167
20. Schéma montrant les cuestas et témoins crétacés de part et d'autre du détroit du Poitou.....	191
21. Schéma des changements de faciès du Toarciens dans le SW et l'W du Bassin de Paris.....	233
22. Schéma du passage des faciès arénacés du Cénomaniens aux faciès crayeux.....	247
23. Résumé schématique des assises du Crétacé de la Touraine et du Maine.....	251
24. La faille de la Seine et le relèvement du Portlandien en face de Rouen.....	277
25. Les lambeaux cénomaniens à Orbitolines du Cotentin.....	283
26. Schéma du passage de l'argile à silex au bief et aux formations de pentes solifluées.....	287
27. Schéma des changements de faciès du Turonien de la Normandie aux Ardennes.....	303

TABLE DES FIGURES ET DES CARTES

393

28. Schéma des changements de faciès du Sparnacien .....	337
29. Schéma des assises marines, fluviatiles et continentales du Cuisien .....	341
30. Schéma des horizons et faciès du Cuisien .....	343
31. Coupe schématique des terrains tertiaires de l'Ile-de-France....	351
32. Variations de faciès du Bartonien supérieur et du Sannoisien....	357
33. Schéma des faciès de l'Orléanais (en partie d'après G. DENIZOT).	385
34. Schéma des faciès du Burdigalien et du Vindobonien dans le Blésois .....	387

## TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	5
SUBDIVISIONS EN ÉTAGES DES TERRAINS SECONDAIRES, TERTIAIRES ET QUATERNAIRES .....	8
ORIGINES DES NOMS D'ÉTAGES ET DE SOUS-ÉTAGES.....	10
ZONES à Ammonites du Jurassique.....	12
ZONES à Ammonites du Crétacé.....	13
LIMITES ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU BASSIN DE PARIS.....	15
Le contact avec les massifs anciens, 17. — Les seuils.....	27
Caractères généraux du Bassin de Paris.....	33
CHAPITRE I. — La Lorraine.....	42
TERRAINS TRIASIQUES, 43. — <i>Grès bigarré</i> , 44. — <i>Muschelkalk</i> , 45. — <i>Trias supérieur ou Keuper</i> , 48. — TERRAINS JURASSIQUES, 49. <i>Jurassique inférieur ou Lias</i> , 49. — Rhétien, 51. — Hettan- gien, 52. — Sinémurien, 53. — Lotharingien, 54. — Pliensba- chien, 54. — Domérien, 54. — Toarcien, 55. — Aalenien, 56. — <i>Minerais de fer</i> , 57. — <i>Jurassique moyen</i> , 59. — Bajocien, 59. — Bathonien, 60. — Callovien, 62. — Oxfordien, 63. — JURAS- SIQUE SUPÉRIEUR, 64. — Lusitanien, 65. — Argovien, 65. — Rauracien, 66. — Séquanien, 67. — Kimeridgien, 67. — Portlandien, 68. — <i>Roches éruptives dans le Trias et le Lias</i> , 69. — TERRAINS CRÉTACÉS, 69. — <i>Crétacé inférieur</i> , 70. — Va- langinien, 70. — Hauterivien, 70. — Barrémien, 70. — Aptien, 71. — <i>Crétacé moyen</i> , 71. — TERRAINS TERTIAIRES, 71. — FOR- MATIONS QUATERNAIRES, 72. — Alluvions anciennes, 73. — Limons des plateaux, 75. — Alluvions modernes, 75. — Lignites, 76. — Tufs, 76.	
CHAPITRE II. — La Champagne.....	79
TERRAINS JURASSIQUES, 79. — <i>Jurassique inférieur ou Lias</i> , 80. — Rhétien, 80. — Hettangien, 81. — Sinémurien, 81. — Lotha- ringien, 82. — Pliensbachien, 83. — Domérien, 83. — Toarcien, 84. — Aalenien, 85. — <i>Jurassique moyen</i> , 85. — Bajocien, 86. — Bathonien, 87. — Callovien, 88. — Oxfordien, 91. — <i>Juras- sique supérieur</i> , 92. — Lusitanien, 93. — Argovien, 93. — Rau- racien, 93. — Séquanien, 93. — Kimeridgien, 94. — Portlan- dien, 94. — TERRAINS CRÉTACÉS, 95. — <i>Crétacé inférieur ou Néo- comien</i> , 96. — Valanginien, 97. — Hauterivien, 98. — Barrémien, 99. — Aptien, 100. — <i>Crétacé moyen</i> , 101. — Albien, 102. — Céno- manien, 105. — Turonien, 107. — <i>Crétacé supérieur ou Sénonien</i> , 108. — Coniacien, 110. — Santonien, 110. — Campanien, 110. — <i>Argile à silex</i> , 111. — TERRAINS TERTIAIRES, 111. — Sparnacien, 112. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 113. — Les alluvions, 113. — Les limons, 116. — Minerai de fer remanié, 116.	
CHAPITRE III. — La Bourgogne et le Nivernais.....	117
TERRAINS TRIASIQUES, 118. — TERRAINS JURASSIQUES, 120. — <i>Juras- sique inférieur ou Lias</i> , 120. — Rhétien, 120. — Hettangien, 121.	

— Sinémurien et Lotharingien, 121. — Pliensbachien, 122. — Domérien, 123. — Toarcien, 123. — Aalenien, 124. — *Jurassique moyen*, 124. — Bajocien, 125. — Bathonien, 127. — Callovien, 129. — Oxfordien, 130. — *Jurassique supérieur*, 130. — Lusitanien, 132. — Argovien, 132. — Rauracien, 132. — Séquanien, 134. — Kimeridgien, 136. — Portlandien, 137. — TERRAINS CRÉTACÉS, 138. — *Crétacé inférieur*, 138. — Valanginien, 138. — Hauterivien, 138. — Barrémien, 139. — Aptien, 139. — *Crétacé moyen*, 139. — Albien 140. — Cénomaniien, 142. — Turonien, 142. — *Crétacé supérieur*, 142. — TERRAINS TERTIAIRES, 143. — Formations résiduaire et dépôts subordonnés, 143. — Terrains résiduaire et superficiels sur le Jurassique, 144. — Terrains résiduaire et superficiels sur le Crétacé, 146. — *Sidérolithique et calcaires lacustres*, 148. — Lutétien, 148. — Bartonien, 150. — Aquitanien, 150. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 151. — Alluvions anciennes, 151. — Alluvions modernes, 152. — Limon des plateaux, 153.

CHAPITRE IV. — Le Berry. . . . . 154

TERRAINS TRIASIQUES, 155. — TERRAINS JURASSIQUES, 156. — *Jurassique inférieur ou Lias*, 157. — Rhétien, 157. — Hettangien, 158. — Sinémurien-Lotharingien, 158. — Pliensbachien, 159. — Domérien, 160. — Toarcien, 160. — Aalenien, 161. — *Jurassique moyen*, 161. — Bajocien, 161. — Bathonien, 162. — Callovien, 164. — Oxfordien, 164. — *Jurassique supérieur*, 165. — Lusitanien, 165. — Argovien, 165. — Rauracien, 165. — Séquanien, 166. — Kimeridgien, 166. — Portlandien, 168. — TERRAINS CRÉTACÉS, 168. — *Crétacé inférieur*, 168. — Hauterivien, 168. — Barrémien, 168. — *Crétacé moyen*, 169. — Albien, 169. — Cénomaniien, 170. — Turonien, 170. — *Crétacé supérieur*, 171. — TERRAINS TERTIAIRES, 171. — *Calcaires lacustres*, 171. — Lutétien, 171. — Bartonien, 172. — *Sidérolithique*, 173. — *Sables et argiles de la Sologne. Argiles et sables à cailloux du Bourbonnais*, 175. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 176. — Alluvions anciennes, 176. — Alluvions modernes, 177.

CHAPITRE V. — Le seuil du Poitou et ses abords. . . . . 178

TERRAINS JURASSIQUES, 179. — *Jurassique inférieur ou Lias*, 179. — Rhétien, 179. — Hettangien, 180. — Sinémurien, 180. — Domérien, 180. — Toarcien, 181. — Aalenien, 182. — *Jurassique moyen*, 184. — Bajocien, 184. — Bathonien, 185. — Callovien, 186. — Oxfordien, 187. — *Jurassique supérieur*, 188. — Lusitanien, 188. — Argovien, 188. — Rauracien, 189. — Séquanien, 190. — TERRAINS CRÉTACÉS, 190. — Cénomaniien, 191. — Turonien, 192. — Sénonien, 192. — TERRAINS TERTIAIRES, 193. — Marnes et calcaires lacustres. Argiles à meulière, 193. — Sables et argiles marbrés. Argiles à minerai de fer (*Sidérolithique*), 195. — Faluns miocènes, 196. — Terre rouge à Châtagniers de la Vienne, 197. — Terrain de transport des plateaux, 197. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 198. — Alluvions anciennes, 198. — Alluvions modernes, 199.

CHAPITRE VI. — L'Anjou et la Touraine. . . . . 200

TERRAINS JURASSIQUES, 201. — *Jurassique inférieur ou Lias*, 203. — Hettangien, 203. — Sinémurien, 203. — Lotharingien, 203. — Pliensbachien, 203. — Domérien, 204. — Toarcien, 205. — Aale-

nien, 205. — *Jurassique moyen*, 205. — Bajocien, 206. — Bathonien, 206. — Callovien, 206. — Oxfordien, 207. — *Jurassique supérieur*, 208. — TERRAINS CRÉTACÉS, 209. — *Crétacé moyen*, 210. — Cénomanién, 210. — Turonien, 211. — CRÉTACÉ SUPÉRIEUR OU SÉNONIEN, 213. — Coniacien, 214. — Santonien, 214. — Campanien, 215. — *Argile à silex*, 216. — TERRAINS TERTIAIRES, 217. — *Éocène*, 217. — Sparnacien, 217. — Bartonien inférieur, 217. — Bartonien supérieur, 218. — *Oligocène*, 219. — Sannoisien, 219. — Stampien, 220. — *Miocène*, 220. — Vindobonien, 220. — Faciès Pontilévien, 221. — Faciès Savignéen, 222. — Redonien, 224. — *Pliocène*, 225. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 225. — Alluvions anciennes, 225. — Alluvions modernes, 227.

CHAPITRE VII. — Le Maine et le Perche. . . . . 229

TERRAINS JURASSIQUES, 231. — *Jurassique inférieur ou Lias*, 231. — Domérien, 232. — Toarcien, 232. — Aalenien, 233. — *Jurassique moyen*, 234. — Bajocien, 235. — Bathonien, 235. — Callovien, 238. — Oxfordien, 239. — *Jurassique supérieur*, 240. — Lusitanien, 241. — Argovien, 241. — Rauracien, 242. — Séquanien, 243. — TERRAINS CRÉTACÉS, 243. — Cénomanién, 244. — *Passage des faciès arénacés aux faciès crayeux*, 246. — Turonien, 248. — *Crétacé supérieur ou Sénonien*, 249. — *Argile à silex*, 250. — TERRAINS TERTIAIRES, 252. — Lutétien, 252. — Bartonien, 252. — Pliocène, 253. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 253. — Alluvions anciennes, 253. — Tufs, 255. — Alluvions modernes, 255. — Limon des plateaux, 256.

CHAPITRE VIII. — La Normandie. . . . . 257

TERRAINS TRIASIQUES, 257. — TERRAINS JURASSIQUES, 260. — *Jurassique inférieur ou Lias*, 260. — Hettangien, 260. — Sinémurien-Lotharingien, 261. — Pliensbachien, 261. — Domérien, 261. — Toarcien, 262. — Aalenien, 263. — *Jurassique moyen*, 264. — Bajocien, 265. — Bathonien, 266. — Callovien, 271. — Oxfordien, 271. *Jurassique supérieur*, 273. — Lusitanien, 274. — Argovien, 274. — Rauracien, 274. — Séquanien, 274. — Kimeridgien, 275. — Portlandien, 276. — TERRAINS CRÉTACÉS, 278. — *Crétacé inférieur*, 278. — *Crétacé moyen*, 280. — Albien, 281. — Cénomanién, 282. — Turonien, 283. — *Crétacé supérieur ou Sénonien*, 284. — Coniacien, 285. — Santonien, 285. — Campanien, 285. — Maostrechtien, 286. — *Argile à silex*, 286. — TERRAINS TERTIAIRES, 287. — Thanétien, 288. — Sparnacien, 289. — Cuisien, 290. — Lutétien, 290. — Bartonien, 291. — Sannoisien, 291. — Stampien, 291. — Chattien, 292. — Burdigalien, 292. — Pliocène, 293. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 293. — Le Quaternaire du littoral, 293. — Formations d'estuaires, 294. — Alluvions fluviales, 295. — Dépôts continen-  
taux, 296.

CHAPITRE IX. — La Picardie et l'Artois. . . . . 298

TERRAINS CRÉTACÉS, 300. — *Crétacé moyen*, 300. — Cénomanién, 301. — Turonien, 301. — *Crétacé supérieur ou Sénonien*, 302. — Coniacien, 304. — Santonien, 304. — Accidents magnésiens, 305. — Accidents phosphatés, 306. — Campanien, 306. — Craie blanche à Bélemnites, 306. — Craie phosphatée, 307. — Craie magné-

sienne, 311. — Caractères et épaisseur de la Craie, 311. — *Argile à silex*, 312. — *Les eaux dans la Craie. Les rideaux*, 313. — TERRAINS TERTIAIRES, 315. — Thanétien, 315. — Sparnacien, 316. — Cuisien, 317. — Lutétien, 317. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 318. — Formations littorales, 318. — Formations fluviatiles, 319. — Alluvions anciennes, 319. — Alluvions modernes, 322. — Formations continentales, 323. — Les Limons, 323.

CHAPITRE X. — L'Île-de-France. . . . . 324

TERRAINS CRÉTACÉS, 326. — Santonien, 326. — Campanien, 327. — TERRAINS TERTIAIRES, 328. — *Éocène*, 329. — Montien, 329. — Thanétien, 333. — Sparnacien, 336. — Cuisien, 340. — Lutétien, 344. — Bartonien, 349. — Bartonien inférieur, 349. — Bartonien supérieur, 353. — *Oligocène*, 356. — Sannoisien, 356. — Stampien, 358. — Chattien, 361. — *Miocène et Pliocène*, 363. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 364. — Alluvions anciennes, 365. — Alluvions récentes, 368. — Limons et less, 368. — Tufs, 370.

CHAPITRE XI. — L'Orléanais. . . . . 373

TERRAINS CRÉTACÉS, 373. — Cénomaniens, 374. — Turonien, 374. — Coniacien, 374. — Santonien, 374. — Campanien, 375. — *Argile à silex*, 375. — TERRAINS TERTIAIRES, 376. — *Éocène*, 377. — Sparnacien, 377. — Lutétien, 378. — Bartonien, 379. — *Oligocène*, 380. — Sannoisien, 381. — Stampien-Chattien, 381. — *Miocène*, 382. — Aquitaniens, 383. — Burdigalien, 384. — Vindobonien, 386. — *Pliocène*, 387. — FORMATIONS QUATERNAIRES, 388. — Alluvions anciennes, 389. — Alluvions récentes, 390. — Alluvions modernes, 390. — Limon des plateaux, 391.

TABLE DES FIGURES . . . . . 392

Service Commun de la Documentation  
INPL  
Nancy-Brabois

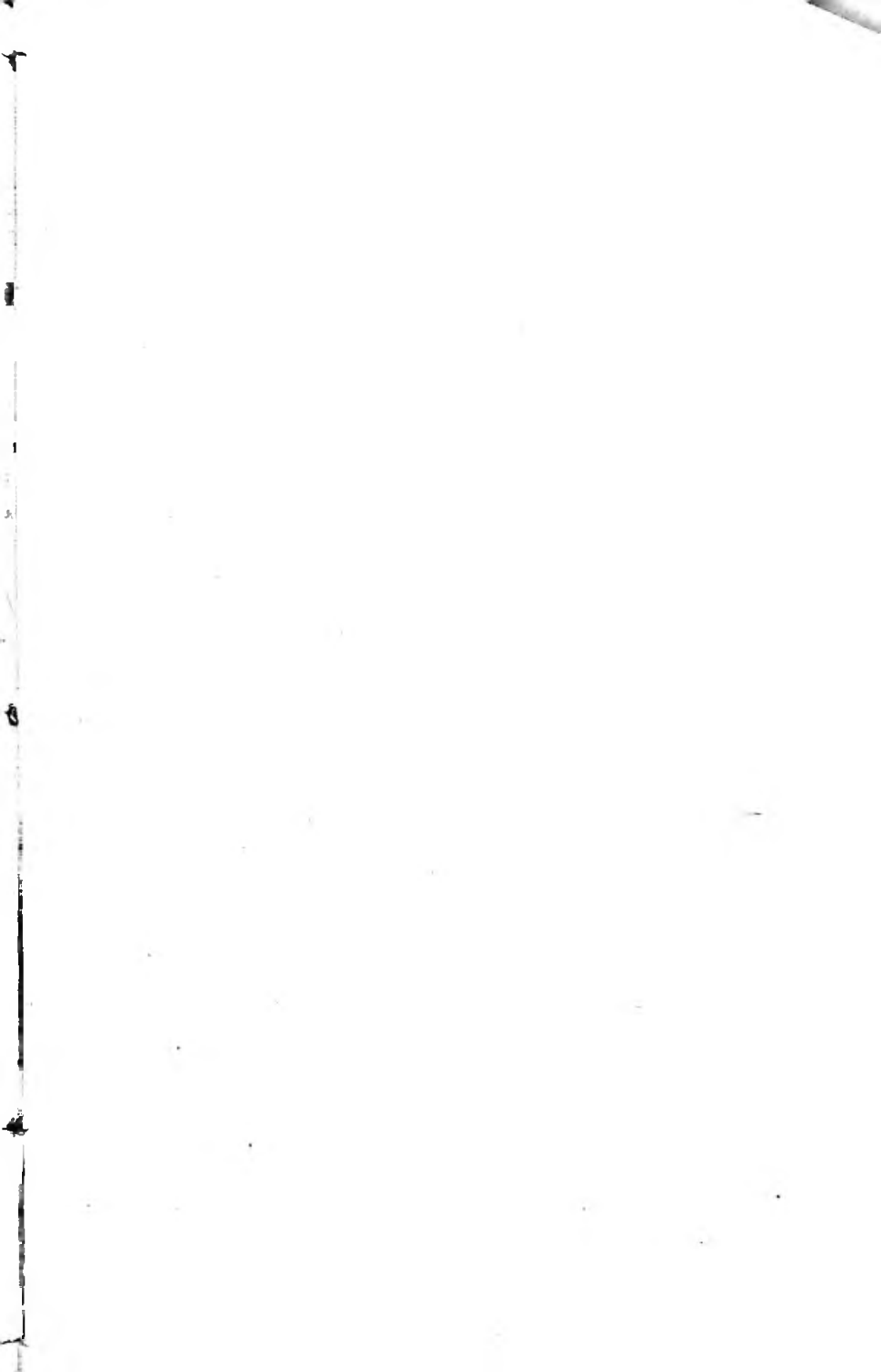
Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher). France. — 26-5-1950.

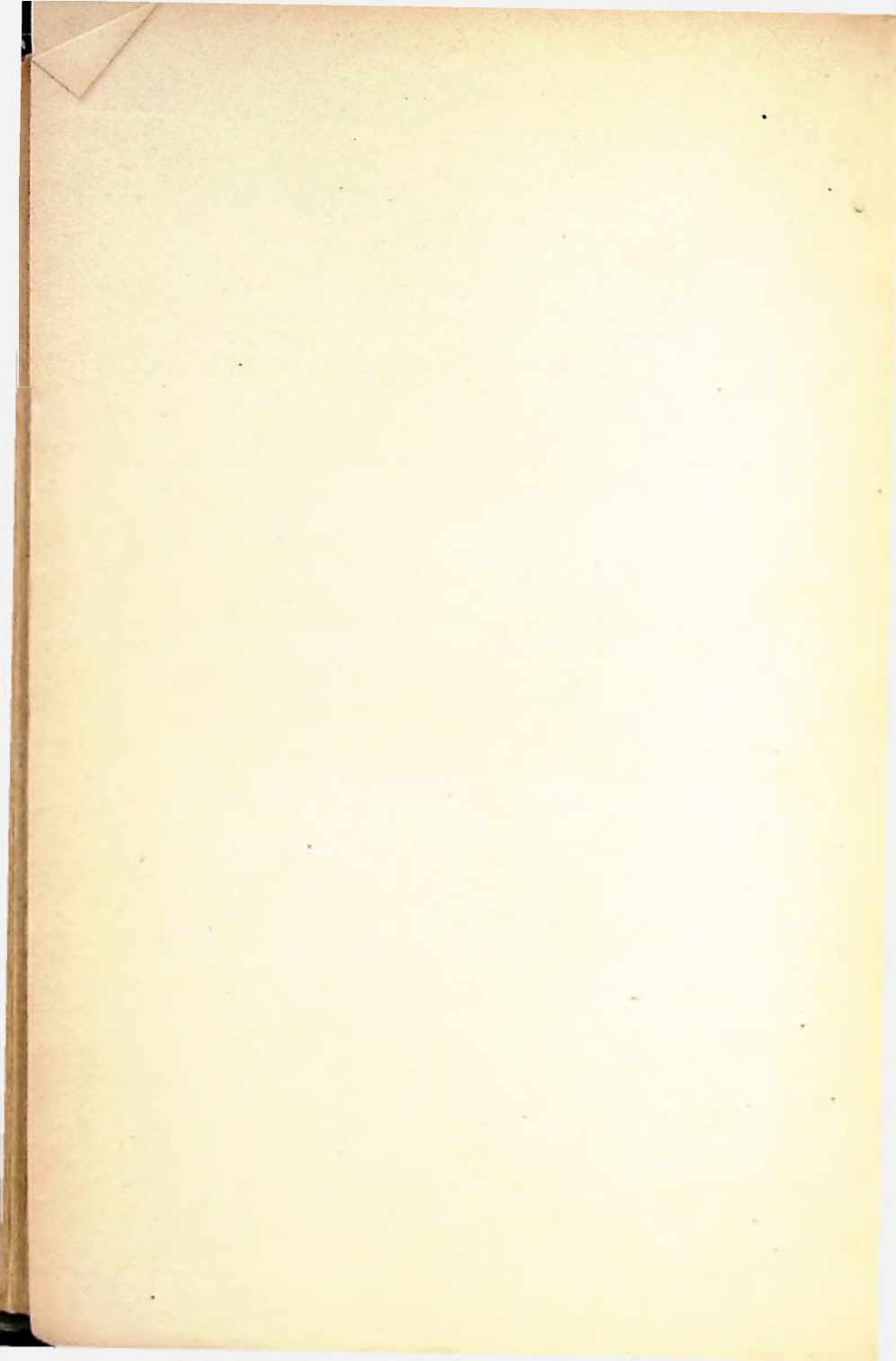
---

*Dépôt légal: 2<sup>e</sup> trimestre 1950*

*N<sup>o</sup> d'impression: 213*









**René Abrard**, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle : *Géologie de la France*. Constitution. Structure et histoire géologique de la France. Le Massif armoricain. Le Massif Central. Les Vosges et la plaine alsacienne. L'Ardenne et le bassin houiller du Nord de la France. Le Boulonnais. Le bassin de Paris. Le bassin aquitainien. La vallée du Rhône et les régions voisines. Les Pyrénées. Le Jura. Les Alpes. La Corse. In-8 de 508 pages, avec 131 croquis ..... 1.500 fr.

**J.-N.-L. Baker**, chargé du cours de géographie historique à l'Université d'Oxford : *Histoire des découvertes géographiques et des explorations*. Le monde méditerranéen. Le Moyen Age. Les Arabes. La route maritime de l'Extrême-Orient. Christophe Colomb et ses successeurs. Les Espagnols dans le Nouveau-Monde. Magellan et le Pacifique jusqu'en 1600. L'Australie et le Pacifique, 1600-1800. L'Asie. L'Afrique. L'Amérique. Les Indes Orientales. L'Océan et les expéditions polaires. In-8, avec 8 cartes. 960 fr.

**Jacques Bourcart**, professeur à la Sorbonne, membre du comité d'océanographie et d'études des côtes de la marine nationale : *Géographie du fond des mers*. Etude du relief des Océans. Le lever du relief sous-marin. Les formes du relief océanique. Le contour des océans. La marge continentale. Le relief des grands océans. Les influences du relief océanique. In-8, avec 107 croquis, cartes et planches ..... 1.200 fr.

**Raymond Furon**, sous-directeur au Muséum national d'Histoire naturelle, professeur de géologie coloniale (O.R.S.O.M.) : *Géologie de l'Afrique*. I. Géologie générale : échelle stratigraphique de l'Afrique et Paléogéographie. II : Géologie régionale des 25 principales régions du continent noir. In-8, avec 34 cartes ..... 1.380 fr.

— *L'érosion du sol*. Origine et évolution des sols. Influence de l'homme sur la dégradation et la disparition des terres arables. L'érosion du sol dans les cinq parties du monde. L'organisation scientifique de la protection du sol. In-8, avec 24 figures et 16 photographies hors texte ..... 500 fr.

**Sir James Jeans**, secrétaire de la Société Royale de Londres, ancien professeur à l'Université de Princeton : *L'Evolution des Sciences physiques*. Histoire des mathématiques, de la physique et de la chimie, des origines à nos jours. Traduction de René Sudre. In-8 ..... 780 fr.

**Fairfield Osborn**, président de la Société Zoologique de New York : *La Planète au pillage*. La détérioration de la terre surpeuplée. Traduction de Maurice Planiol, ancien professeur à l'Université de Téhéran. In-8 480 fr.

**J. Rouch**, directeur du Musée océanographique de Monaco : *Traité d'Océanographie physique*.

Tome I : Sondages. In-8, avec 100 figures ..... 500 fr.

Tome II : L'eau de mer. In-8, avec 150 figures ..... 500 fr.

Tome III : Les mouvements de la mer. In-8, avec 176 figures.. 800 fr.





