

BADJI MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



جامعة باجي مختار - عنابة

كلية العلوم
قسم البيولوجيا

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat d'Etat

Option: Ecologie et Environnement

**Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans
les régions de SKIKDA, ANNABA et EL TARF (Nord-Est algérien)**

Présentée par : BELOUAHEM-ABED Djamila

Devant le Jury:

Président: M. BENYACOUB S. Professeur
Université Badji Mokhtar-Annaba

Directeur de thèse: M. de BELAIR G. Maître de conférences A.
Université Badji Mokhtar-Annaba

Examineurs: M. ALATOU D. Professeur
Université de Constantine

M. MULLER S. D. Maître de conférences
Université Montpellier 2.

- Année 2012

Hommage

Je rends UN hommage fervent à mes parents pour leurs multiples sacrifices.

« Que Dieu ait pitié de leurs âmes »

DEDICACES

Je dédie Ce modeste travail à:

- mes professeurs dans le but de leur exprimer ma reconnaissance pour les multiples conseils qu'ils m'ont prodigués afin que je mène à bien ce travail,
- à toute ma famille ‘’grands, moins grands et petits’’ : Abed, Belouahem, Benazouaou et Hennouni
- à toute l'équipe collaboratrice qui a suivi avec patience, sérieux et abnégation l'élaboration de cette étude, en l'occurrence: Mrs, Gérard de Bélair, Serge D. Muller, Foudil Belouahem et Mohamed Benslama.
- et enfin, à tous les amis (es) qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail et que nous ne pouvons, hélas, pas tous citer.
- à mon amie Fatiha et ses filles Nisserine et mouna.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont permis de mener à bien ce travail. Je remercie tout particulièrement Messieurs les membres du Jury:

- Monsieur le Professeur Slim Benyacoub - Université d'Annaba - d'avoir accepté de présider le Jury ;
- Monsieur Gérard de Bélair, "Maître de conférences A" - Université d'Annaba -, sous l'impulsion de qui, cette thèse a été entreprise et menée à terme. Il a toujours porté un intérêt particulier à mon travail: il a encadré, et suivi de près, avec sa rigueur scientifique, toutes les étapes de cette étude. Ses conseils ainsi que sa gentillesse m'ont encouragée pour poursuivre la réalisation de ce projet de recherche; je ne m'arrêtera jamais de le remercier vivement pour sa contribution et sa patience.
- Monsieur le Professeur Djamel Alatou - Université de Constantine - d'avoir accepté d'être membre du Jury; je le remercie infiniment pour sa gentillesse et sa considération.
- Monsieur Serge D. Muller "Maître de conférences" de l'Université de Montpellier 2 d'avoir accepté d'être membre du Jury et d'avoir bien voulu m'intégrer parmi l'équipe du projet de recherche Egide-CMEP Tassili (PHC 09mdu186), et de m'avoir accueillie très chaleureusement au laboratoire de paléo palynologie ; Je lui exprime ma reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il a apportée notamment dans l'analyse des données.
- Monsieur Mohamed Benslama, "Maître de conférences A" - Université d'Annaba – d'avoir accepté d'être membre du Jury et pour son aide, ses multiples conseils, son dévouement et l'accueil très chaleureux qu'il m'a toujours réservé dans le laboratoire de biologie végétale et environnement. Je lui exprime toute ma gratitude.

Je tiens à remercier particulièrement Monsieur Belouahem Foudil "Attaché de recherche" I.N.R.F dont l'aide a été considérable dans la réalisation de la thèse par la traduction des articles rédigés en anglais ainsi que par sa participation dans les travaux de terrain et de rédaction et ses multiples encouragements.

Je remercie également tous les amis (es) du laboratoire de paléo-palynologie (I.S.E-M) de l'Université Montpellier 2 notamment Serge, Sophie et Inguebord pour leur accueil, leurs encouragements et leur sympathie.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à Messieurs Houili Bachir et Beghit Abbas (Conservation des forêts d'El Tarf) pour nous avoir guidés sur le terrain.

- J'exprime ma reconnaissance à toute l'équipe de la station de recherche I.N.R.F d'El Kala-Oum Theboul pour sa sollicitude. Mes remerciements sont adressés particulièrement à M. Mazouzi Fethi pour l'aide qu'il a apportée lors de nos déplacements, entre autres, les sorties sur le terrain.
- Mes remerciements sont adressés également aux employés de l'administration de l'INRF (Alger et El Kala) qui ont participé indirectement à la réalisation de ce travail.
- J'exprime ma gratitude à tout le personnel de la post graduation de l'Université d'Annaba.
- Et enfin, je tiens à remercier tous les amis (es) qui m'ont aidée et encouragée dans la réalisation de cette thèse en particulier Salima et son mari à qui j'exprime toute ma gratitude.

SOMMAIRE

Remerciements	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Liste des annexes	

Avant propos.....	12-15
Introduction générale.....	16-19

PREMIERE PARTIE: Présentation des régions d'étude.....20-117

1 - Situation géographique.....	20
2 - Etude des paramètres mésologiques.....	22
2.1 - Historique de la flore terrestre.....	22
2.1.1 - Origine et histoire des aulnaies d'Europe et du bassin méditerranéen.....	22-24
2.1.2 - Dynamique écologique passée dans la région d'El Tarf.....	26
2.2 - Les facteurs abiotiques.....	27
2.2.1 - La géomorphologie.....	27-28
2.2.2 - La géologie.....	29-30
2.2.3 - La pédologie.....	32
2.2.3.1- Les types de sol.....	32
2.2.3.2 - Les sols hydromorphes.....	34
2.2.3.2.1- Classification des sols hydromorphes.....	34
2.2.3.2.2 - Les caractéristiques édaphiques de la tourbe.....	35
A- Définitions.....	35
B - Les conditions d'apparition et de maintien des tourbières.....	36
C - Classification et typologie des tourbières.....	37
2.2.3.2.3 - La pédogenèse dans les sols hydromorphes.....	39
A- Pédogenèse en milieu déficient en oxygène : semi anaérobiose....	39
B- Pédogenèse en milieu fortement réducteur.....	40
2.2.3.2.4 - Les caractéristiques édaphiques des sols hydromorphes dans certains sites étudiés.....	40-70
2.2.3.2.5 - Eléments d'une synthèse phyto-écologique.....	70-72
2.2.4 - Les facteurs climatiques et bioclimatiques.....	73
2.2.4.1- Les précipitations.....	74
2.2.4.2 - Les températures.....	77
2.2.4.3 - L'action éolienne.....	79
2.2.4.4 - L'hygrométrie.....	83
2.2.4.5 - Bioclimatologie.....	85
2.2.4.5.1- Le quotient pluviométrique d'Emberger.....	85-89
2.2.4.5.2- Le diagramme ombrothermique de Gaussen.....	91-98
2.2.4.5.3 - L'évapotranspiration potentielle.....	99
2.2.4.5.4 - Le pédoclimat.....	92
2.2.5 - L'hydrologie.....	103
2.3 - Les facteurs biotiques.....	112
2.3.1- La faune et l'avifaune.....	112-113
2.3.2 - Les facteurs anthropiques.....	114
2.3.2.1- Les défrichements.....	114
2.3.2.2 - Le surpâturage.....	115
2.3.2.3 - Les incendies.....	116

DEUXIEME PARTIE: Matériel et Méthode d'étude.....118-131

1 - Objectifs.....	118
2 - Méthode d'approche utilisée.....	118
2.1- La démarche méthodologique.....	118
2.1.1- La pré étude.....	118
2.1.2 - L'étude proprement dite.....	118
2.2 - Sites étudiés.....	118
2.3 - Choix du type d'échantillonnage.....	121
2.3.1- L'étude des formations végétales.....	121
2.3.2 - Exécution des relevés phytoécologiques.....	122
2.3.3. - Inventaire floristique ou liste botanique.....	122
2.3.4 - Les indications pour chaque espèce.....	122
2.3.5 - Quelques précisions sur l'étude pédologique.....	123
2.3.6 – Les relevés dendrométriques.....	124
3 - Choix des méthodes d'analyse des données.....	124
3.1- L'aide à l'interprétation.....	125
3.2 - Cartes factorielles lignes et cartes factorielles colonnes.....	125
3.3 -Traitement informatique des données.....	125
3.3.1 - Les tableaux floristiques bruts.....	125
3.3.2 - L'ACP (Analyse en composantes principales).....	126
3.3.3 - La co-structure de deux analyses en composantes.....	126
3.3.3.1 - Analyse de co-inertie et test de Monté Carlo.....	127
3.3.3.2 - ACP optimisée Stations/variables; ACP optimisée Stations/flore.....	128
3.3.4 - L'AFC (Analyse factorielle des correspondances).....	128-129

TROISIEME PARTIE: Résultats et discussion.....132-234

1- Etude floristique.....	132
1.1- Etude descriptive de la végétation.....	132
1.1.1- Classifications.....	133
1.1.1.1- Autoécologie de l'aulne glutineux.....	133-142
A - Classification taxonomique.....	133
B – Description.....	133
a) - Répartition géographique.....	133
b) - Morphologie.....	134
C - Caractéristiques biologiques.....	135
D - Exigences écologiques.....	135
E - Habitat.....	136
F – Sylviculture.....	137
1.1.1.2 - Classification des familles par nombre d'espèces.....	143
1.1.1.3 - Classification des espèces par types biologiques.....	143
1.1.1.3.1 - les formes biologiques.....	143
1.1.1.3.2 - Spectres biologiques : Exemple Righia.....	146
1.1.2 - Etude de la formation hygrophile à aulne glutineux.....	148
1.1.2.1. La strate arborescente.....	148
1.1.2.2 - La strate arbustive.....	148
1.1.2.3 - La strate herbacée.....	149
1.1.2.4 - L'effet de lisière : l'écotone et richesse en biodiversité.....	150

1.1.2.5 - Les formations en mosaïques ou en ceintures de végétation autour d'un étang ou au bord d'un plan d'eau.....	150
1.1.2.6 - Les pelouses hygrophiles et prairies marécageuses.....	151-156
1.1.3 - Aperçu phytosociologique.....	157
1.1.3.1- Définitions.....	157-158
1.1.3.2 - Les groupements phytosociologiques.....	159-175
1.1.4 - Aperçu sur la dynamique récente des formations à aulne glutineux.....	176
1.1.4.1 - Définition du dynamisme de la végétation.....	176
1.1.4.2 - Généralités sur le dynamisme de la communauté végétale.....	177
1.1.4.3 - Approche sur la dynamique des formations à aulne glutineux dans la Numidie algérienne.....	178-187
1.1.5 - L'origine biogéographique globale des espèces.....	188-197
1.1.6 - Estimation du degré de rareté des espèces en fonction de leur distribution biogéographique globale.....	198-200
2 - Etude analytique.....	200
2.1- Etude de quelques indices relatifs à la diversité des écosystèmes étudiés.....	201
2.1.1 - Indices de Shannon et de Margalef.....	201-203
2.1.2 - Equitabilité, Régularité ou Eveness.....	204
2.1.3 - Stabilité.....	204
2.1.4 - Structure stationnelle en fonction de l'abondance, de la richesse spécifique, des indices de biodiversité et de l'équitabilité.....	206
2.2 - Etude de la structure des aulnaies par l'utilisation des analyses en composantes principales....	208
2.2.1 - Structure du tableau floristique.....	209
2.2.2 - Structure stationnelle.....	212
2.2.3 - Structure du tableau des variables du milieu.....	215
2.2.4 - Co-inertie des nuages (végétation-variables).....	217
2.2.5 - Test de permutation.....	218
2.2.6 - Co- structure de deux analyses en composantes principales (Co-inertie).....	219-222
2.3 - Discussion.....	223-226
2.4 - Critique et limites de l'analyse en composantes principales.....	227
2.5 - Analyse factorielle de correspondances.....	227-231
2.6 - Discussion.....	232
2.6.1- Composition et structure des aulnaies de Numidie.....	232
2.6.2 - Phytosociologie des aulnaies de Numidie.....	232-233
2.6.3 - Evolution récente, usages actuels et menaces.....	233-234
QUATRIEME PARTIE: Implications en termes de conservation.....	235-236
Conclusion générale et perspectives.....	237-239
Bibliographie.....	240-252
Résumé	
Abstract	
Résumé (Arabe)	
ANNEXES (2 ^{ème} volume)	
PRODUCTION SCIENTIFIQUE (Article scientifique joint aux deux volumes de la thèse: volume1(Mémoire) et volume2 (Annexes).	

Liste des Figures

- Figure 01** : Situation de la zone d'étude.
- Figure 02** : Situation de la Numidie algérienne
- Figure 03** : Etat des connaissances floristiques en Algérie et en Tunisie
- Figure 04** : Situation des régions d'étude par rapport à la Tunisie.
- Figure 05** : Points chauds méditerranéens de biodiversité.
- Figure 06** : Parc National d'EL-Kala
- Figure 07** : Zones humides inscrites sur la liste " RAMSAR" dans la région d'El-Tarf
- Figure 08** : Situation des régions d'étude : Plaines sublittorales de Guerbès – Senhadja (Skikda), Annaba et El-Tarf (Nord – Est algérien)
- Figure 09** : Complexe des zones humides : Guerbès – Senhadja et Annaba - Bouteldja - El-Kala.
- Figure 10** : Diagramme pollinique de la fin du Wurmien et du post glaciaire d'une tourbière du Cantal.
- Figure 11** : Diagramme pollinique d'une tourbière de plaine (environs de Rambouillet)
- Figure 12** : Formations géologiques du Nord-Est algérien
- Figure 13** : Zone de déflation du sable par le vent
- Figure 14** : Profil pédologique de Garaât Sidi -Makhlouf
- Figure 15** : Variation du pH eau et pHKCl dans la Garaât Sidi Makhlouf.
- Figure 16** : Variation des taux de la matière organique et de l'humidité hygroscopique de Garaât Sidi Makhlouf.
- Figure 17** : Variation de la conductivité électrique de Garaât Sidi Makhlouf.
- Figure 18** : Extrait de la Carte pluviométrique de Chaumont et Paquin (1971)
- Figure 19** : Roses des vents de Jijel à El-Kala.
- Figure 20** : Roses des vents saisonnières de Jijel et El-Kala.
- Figure 21** : Climagramme d'Emberger (Long ,1974)
- Figure 22** : Carte bioclimatique des régions d'étude.
- Figure 23** : Diagramme ombrothermique d'Azzaba.
- Figure 24** :de Skikda
- Figure 25** :de Chetaibi
- Figure 26** : d'Annaba Port
- Figure 27** : d'Annaba les salines
- Figure 28** :de Seraidi
- Figure 29** :d'El-Kala
- Figure 30** :de Ben M'hidi
- Figure 31** :de Bouteldja
- Figure 32** :du Cap de garde
- Figure 33** :d'Ain Draham
- Figure 34** :de Tabarka
- Figure 35** : Diagrammes ombrothermiques des stations de Skikda – Annaba et El-Kala comparés avec ceux de Jijel, Bedjaia, Guelma, Constantine et Souk Ahras pour les séries (1913 - 1938) et (1978 - 2004)
- Figure 36** : Carte de Situation des sites d'étude.
- Figure 37** : Aulne glutineux dans son aire de prédilection
- Figure 38** : Ecorce de l'aulne glutineux
- Figure 39** : Bourgeons
- Figure 40** : Feuilles et chatons femelles de l'année en cours
- Figure 41** : Fleurs (Chaton femelle)
- Figure 42** : Chaton femelle de l'année précédente.
- Figure 43** : Graines.
- Figure 44** : Les Cryptophytes
- Figure 45** : Les hélophytes et les hydrophytes
- Figure 46** : Types biologiques de l'aulnaie marécageuse de Righia.
- Figure 47** : Types biologiques de la pelouse de Righia

Figure 48 : Synsystème élaboré par Dierschke (1980) pour les forêts méditerranéennes et sud européennes.

Figure 49 : Synsystème élaboré par Rivas – Martinez (1985) pour les forêts riveraines de la Péninsule ibérique.

Figure 50 : *Sphagnum denticulatum* (Herbier – Source du dix-huitième).

Figure 51 : Les sphaignes, mousses fondatrices des tourbières acides.

Figure 52 : Stades successifs de l'évolution de la végétation dans un marais en voie d'assèchement.

Figure 53 : Spectre biogéographique des espèces inventoriées.

Figure 54 : Carte factorielle de l'ACP stations/indices de biodiversité Axes (1,2)

Figure 55 : ACP espèces/stations (Axes 1,2)

Figure 55 bis: Indication des groupes floristiques

Figure 56 : ACP stations/espèces (Axes 1,2)

Figure 56 bis : Typologie des aulnaies et stations à *Nerium oleander*

Figure 57 : Cercle de corrélations des variables environnementales avec les facteurs de l'ACP

Figure 58 : Carte des relevés de l'ACP du milieu (ACP variables/stations- Axes 1,2)

Figure 59 : Cercle de corrélations des variables environnementales avec les facteurs de l'ACP

Figure 60 : Projection simultanée en analyse de co-inertie (Axes 1,2)

Figure 60 bis : Groupes d'aulnaies formés par l'analyse de la co-inertie

Figure 61 : Plan 1 / 2 de l'analyse factorielle de correspondances (AFC) réalisée sur l'ensemble des 255 relevés et sur 236 espèces.

Figure 62 : Plan 1 / 2 de l'analyse factorielle de correspondances (AFC) réalisée sur les 150 relevés contenant plus de 25% (A) et sur les 234 espèces (B).

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Evolution de la forêt en Europe centrale.

Tableau 02 : Types d'analyses pédologiques réalisées par site et par auteur.

Tableau 03 : Caractéristiques édaphiques des sites de Boumalek, Tonga, Sebaâ, Berrihane et Righia, (Mekadem, 1998).

Tableau 04 : Caractéristiques édaphiques de la tourbière du Tonga (Durand, 1954)

Tableau 05 : Caractéristiques physico-chimiques – tourbière du Tonga (Benslama, 1993).

Tableau 06 : Fractionnement de la matière organique du profil (même auteur)

Tableau 07 : Caractéristiques physico-chimiques du Sol- Tonga (Belouahem – Abed 1993)

Tableaux (8, 9, 10, 11) : Caractéristiques physico-chimiques du Sol de l'aulnaie de Righia (Fetni, 1992)

Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques de la tourbière du lac bleu (Nefar, 1991)

Tableaux (13, 14, 15, 16 et 17) : Caractéristiques physico – chimiques de la tourbière des aulnaies du Melah (Aounallah et Bensouilah, 1991).

Tableau 18 : Caractéristiques physico –chimiques du sol – bassin versant de l'Oubéira (Djellal 1992 – 1993)

Tableau 19 : Caractéristiques Physico – chimiques de la tourbière de Demnet – Errihane (même auteur).

Tableau 20 : Description morphologique de la fraction granulométrique de la tourbière de Demnet Errihane (même auteur).

Tableau 21 : Synthèse générale des caractéristiques physico –chimiques du sol de deux sites Demnet Errihane et Ain Khiair (Allaoua, 1996 - 1997)

Tableau 22 : Résultats analytiques de la tourbière de Bou-Mohacène (Abdelioua, 1995).

Tableau 23 : Résultats chimiques de la tourbière de Bou- Mohacène (Abdelioua, 1995).

Tableau 24 : Caractéristiques chimiques et biochimiques de la séquence de Bourdim (Ibn Cherif, 2006).

Tableau 25 : Caractéristiques physiques de la séquence de Bourdim (Ibn Cherif, 2006).

Tableau 26 : Caractéristiques physico-chimiques de Garaât Sidi Makhoulouf (Abdenouri, 1996).

Tableau 27 : Caractéristiques granulométriques de Graât Sidi Makhoulouf (Abdenouri, 1996).

Tableau 28 : Coordonnées géographiques des stations météorologiques.

Tableau 29 : Comparaison des moyennes pluviométriques annuelles (en mm) entre la série de Seltzer (1913 – 1938) la série (1978 – 2004) (Tir, 2009)

Tableau 30 : Hauteurs de pluie annuelle et nombre de jours de pluie (par an) et torrentielles (mm / 24h) (Moyenne 1913 - 1938)

Tableau 31 : Moyennes mensuelles des températures à Skikda, Azzaba, Annaba et El-Kala.

Tableau 32 : Comparaison des températures extrêmes (m" et M")

Tableau 33: Fréquence des vents (moyennes annuelles)

Tableau 34 : Humidité relative à Skikda (Moyennes annuelles)

Tableau 35 : Humidité relative à Annaba (Moyennes annuelles)

Tableau 36 : Humidité relative à Annaba (Station les salines) (Moyennes mensuelles)

Tableau 37 : Humidité relative à Ben M'hidi

Tableau 38 : Humidité relative à El-Kala (Moyennes annuelles)

Tableau 39 : Humidité relative à El-Kala (Moyennes - mensuelles)

Tableau 40 : Nombre moyen de jours de brouillard au niveau de la station d'Annaba et d'El-Kala

Tableau 41 : Etages bioclimatiques de la Numidie occidentale

Tableau 42 : Etages et sous étages bioclimatiques de l'Est algérien

Tableau 43 : Etages bioclimatiques de la Numidie orientale

Tableau 44 : Bilan hydrique de la station d'El-Kala pour la période (1913 - 1938)

Tableau 45 : Bilan hydrique de la station d'Annaba pour la période (1942 - 1971).

Tableau 46 : Bilan hydrique de la station de Skikda pour la période (1913 - 1938)

Tableau 47 : Variation de la température à 50 cm en dessous du sol (1981 - 1995)

Tableau 48 : Récapitulatif général des effectifs des oiseaux nicheurs et hivernants du Parc National d'El-Kala.

Tableau 49 : Nombre et situation géographique des stations aulne étudiées dans les régions d'El-Tarf, Annaba, Skikda (Guerbès -Senhadja)

Tableau 50 : Canopée et données pédologiques, écologiques et dendrométriques sur *Alnus glutinosa*.

Tableau 51 : Classes des variables par site d'échantillonnage.

Tableau 52 : Perturbations d'origine anthropique

Tableau 53: Distribution du nombre des espèces inventoriées dans des subdivisions biogéographiques.

Tableau 54 : Subdivisions biogéographiques dans la famille des cypéracées.

Tableau 55 : Degré de rareté national (D.R.N) et degré de rareté local (D.R.L) dans les subdivisions biogéographiques eurasiatique et européenne.

Tableau 56 : Taux du degré de rareté dans les principales distributions biogéographiques

Tableau 57: Système racinaire, D.R.N et D.R.L des espèces tropicales et subtropicales et paléo-tropicales.

Tableau 58 : Abondance-Richesse spécifique-Indices de Shannon et de Margalef-Equitabilité pour les 35 stations d'aulne (Relevés floristiques) et 412 espèces.

Tableau 59 : Tableau de covariance (Coefficient de corrélation) de la co-inertie

Tableau 60 : Test de permutation de la co-inertie

Liste des photos

Photo 01 : Aulnaie de Demnet Attaoua (Site Ramsar)

Photo 02 : Impact anthropique dans le site de Demnet attaoua

Photo 03 : Régénération par drageon de l'aulne glutineux

Photo 04 : Régénération sur souche déracinée de l'aulne glutineux (Chabli)

Photo 05 : Régénération par semis et expansion de l'aulne glutineux dans le site de Sebâa

Photo 06 : Infestation des cônes de l'aulne glutineux par un champignon (Taphranicées) dans le site de Boumalek (El Tarf).

Photo 07 : Pâturage

Photo 08 : Tiges et feuilles d'une touffe de sphaigne

Photo 09 : *Sphagnum denticulatum* dans le site d'Aïn Bergougaiïa (El Tarf)

Photo 10 : Aulnaie en dégradation

Photo 11 : *Carex pseudo-cyperus*

Photo 12: *Carex paniculata*

Photo 13: *Carex pendula*

Photo 14 : *Cyperus fuscus*

Liste des Annexes

Annexe 1 : Liste des espèces inventoriées et synonymes (Nomenclature Quézel et Santa 1962-1963)

Annexe 2 : Origine biogéographique, degré de rareté national (D.R.N) et degré de rareté local (D.R.L) des espèces inventoriées (Nomenclature de Quézel et Santa, 1962-1963).

Annexe 3 : Tableau des noms vernaculaires français et des noms algériens locaux

Annexe 4 : Tableau des types biologiques

Annexe 5 : Liste des taxons avec code et nomenclature actualisée (Le Floc'h, 2010)

Annexe 6 : Tableau synthétique des relevés floristiques par site d'échantillonnage (35 relevés cumulés et 412 taxons).

Annexe 7 : Approche syntaxonomique de l'aulnaie de Seraïdi (Annaba)

Annexe 8 : Approche syntaxonomique de l'aulnaie d'Aïn Bergougaiïa (El Tarf)

Annexe 9 : Figure présentant la convergence de séries de l'aulne glutineux dans la dynamique récente

Annexe 10 : Lexique local des zones humides

Avant propos

Le caractère particulier de la végétation des zones humides de la Numidie-Kroumirie (Fig. 1 et 2) ainsi que leur richesse en avifaune, ont attiré très tôt les naturalistes étrangers qui ont contribué à mettre en évidence l'état des connaissances floristiques dans cette contrée.

Cependant, même si l'extrême Nord-Est algérien (Constantinois) fut l'objet des premières explorations botaniques modernes citées ci-dessous, il reste relativement peu exploré et sa flore est assez bien connue comparée à celle de la Kroumirie (bien connue) et celle de l'Algérois et de l'Oranais (très bien connue) (Fig. 3) (Quezel et Bounaga, 1974).

Ainsi, dès la moitié du 18^{ème} siècle, le Pasteur Shaw parcourut l'Algérie et la Tunisie (Fig. 4) et publia ses travaux en 1738 énumérant 632 espèces pour l'Algérie, la Tunisie et l'Arabie.

A la fin du 18^{ème} siècle, les botanistes français René Louis Desfontaines et l'Abbé Poiret explorent entre 1785 et 1787 des parties du littoral oriental de l'Algérie, depuis la Calle (El Kala) jusqu'à Bône (Annaba). L'abbé Poiret publia ses travaux, il dénombra 470 espèces dans son ouvrage intitulé « Voyage en Barbarie ».

Durieu de Maisonneuve (1840-1842) participa également à l'exploration de la région nord-est algérienne et concourut activement à la constitution de l'herbier d'Algérie au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

L'exploration se continua dès 1853 par Cosson accompagné de Balansa et de H. de la Perraudière, ils explorèrent ensemble les environs de Philippeville (Skikda).

En 1861, Cosson parcourut avec Letourneux et Kradik les environs d'Annaba, le lac Fetzara, Collo et les forêts de l'Akfadou. On lui doit la connaissance de la plupart des espèces aquatiques ou marécageuses de ces régions, les plus riches en eaux stagnantes.

En 1883, Cosson étendit ses recherches en Kroumirie et publia en 1885 les résultats de ce voyage ; il fait connaître en particulier la flore des collections d'eau ou des stations humides qu'il a rencontrées et il cite entre autres les curieuses stations à *Sphagnum* de Djebel Bir (Cosson, 1885).

A. Letourneux, collaborateur de Cosson, de 1851 à 1862 herborisa dans la plaine des Senhadja où son compagnon H. de la Perraudière devait hélas trouver la mort.

Par ailleurs, Balansa herborisa en Algérie de 1847 à 1867. Par la suite, de nombreux auteurs ont poursuivi successivement les explorations : Lefranc qui a parcouru la région de la Calle entre 1859 et 1861, où il retrouva la plupart des plantes citées par ses prédécesseurs.

D'autres scientifiques ont participé activement à la synthèse de diverses explorations et confection d'herbiers, c'est le cas de Battandier et Trabut connus par leur flore analytique et synoptique publiée en 1901.

Des listes d'espèces végétales caractérisant la région ont été inventoriées dans les sites visités par Gauthier-lièvre en 1925, par Faurel en 1951 et par Durand en 1952. Néanmoins, c'est sans doute à René Maire que revient le mérite. Il réalisa en effet les plus importantes synthèses sur "la flore de l'Afrique du Nord (1952-1977)" et contribua fortement à l'étude de la phytogéographie par la réalisation de "la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie publiée en 1926".

Plus tard, d'autres études contribuèrent au progrès de la connaissance botanique, nous citons particulièrement Quezel et Santa (1962-1963) ayant publié la flore d'Algérie et des régions désertiques, puis l'effort a été poursuivi dans le cadre d'autres études telles que celles de Thomas 1975, Morgan 1982, de Bélair et Bencheikh-Lehocine 1987, Stevenson et al. 1988, de Bélair 1990 et Beloued (1998)...

On relève aussi l'existence d'un certain nombre de travaux scientifiques embrassant diverses autres disciplines (géomorphologie, géologie, hydrogéologie, climatologie et paléopalynologie) menée dans le Nord-Est algérien par : (Joleaud 1912, Joleaud 1936, Durand 1954, Seltzer 1946, Chaumont et Paquin 1963 et 1971, Marre 1992, et récemment par Samraoui 1992 ; Benyakoub, Samraoui et de Belair 1994,

Benslama 2010...) dans le but de décrire et de recenser les ressources naturelles considérables de la Numidie algérienne et d'étudier la dynamique passée de la végétation dans cette région. Egalement, on n'oublie pas de rappeler que des recherches botaniques ont été effectués à l'INA (Institut National d'Agronomie d'El Harrach, actuelle ENSA : Ecole Nationale des sciences agronomiques) pendant plusieurs années avec l'assistance de feu Beloued Abdelkader, dont l'aide a été très précieuse aussi bien pour les étudiants que pour les enseignants, dans la détermination et la reconnaissance des espèces. Ces recherches se poursuivent à ce jour par de nombreux travaux dans cette dite école ainsi qu'à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba où des recherches étalées sur plus d'une vingtaine d'années (1990-2010) ont pris forme sous l'égide du L.R.Z.H (Laboratoire de recherche sur les zones humides) pour l'étude de la riche biodiversité de ces écosystèmes humides. Ces travaux ont fait l'objet de nombreux mémoires, thèses de 3^o Cycle et Doctorats effectués au sein de ces institutions universitaires.

Par ailleurs, dans le cadre du programme de l'Institut National de la Recherche Forestière, nous nous sommes intéressés à cette étude au vu des dangers pesant sur les formations forestières humides et particulièrement sur les aulnaies glutineuses et les tourbières. Les résultats préliminaires de ces travaux de recherche ont été valorisés par deux publications : (Belouahem-Abed et al. 2009 et Belouahem-Abed et al. 2011) portant sur la biodiversité floristique et la vulnérabilité de ces écosystèmes reliques, uniques et remarquables dans le bassin méditerranéen afin de contribuer à leur conservation et leur protection. Les résultats obtenus ont été complétés et discutés pour être présentés dans ce document scientifique ainsi présenté.

Nous signalons enfin que ces travaux de recherche portant sur l'étude écologique des aulnaies glutineuses ont suscité un intérêt particulier à l'échelle nationale et internationale. Cette étude a ainsi bénéficié de financements dans le cadre du Projet National de Recherche : 1998-2002 (PNR2 63/08/98), en collaboration entre l'Institut National de Recherches forestières (INRF) et le Centre de Recherches Scientifiques et Techniques des Régions Arides (CRSTRA), dans le cadre du contrat-programme Eglise-CMEP Tassili (PHC 09mdu786) (Université de Montpellier II en collaboration avec l' Université de Annaba) et dans le cadre d'un programme algéro-tunisien (Projet Conjoint de recherche Tunisie/Algérie, 03-1102).



Figure 1 : Zone d'étude

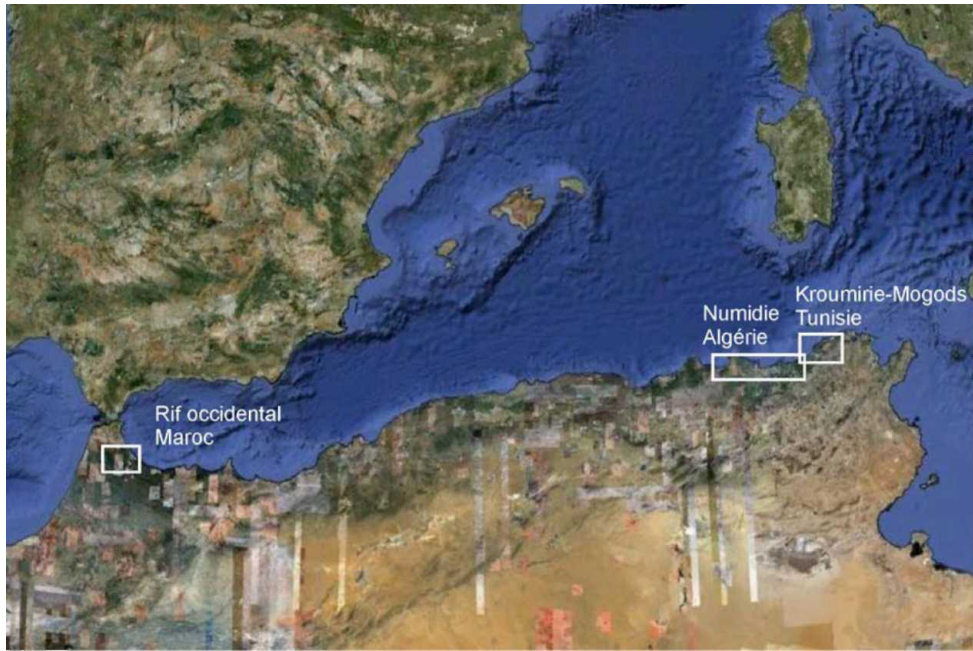


Figure 2 : Situation de la Numidie algérienne. S. D. Muller (2010) (Université Montpellier II).

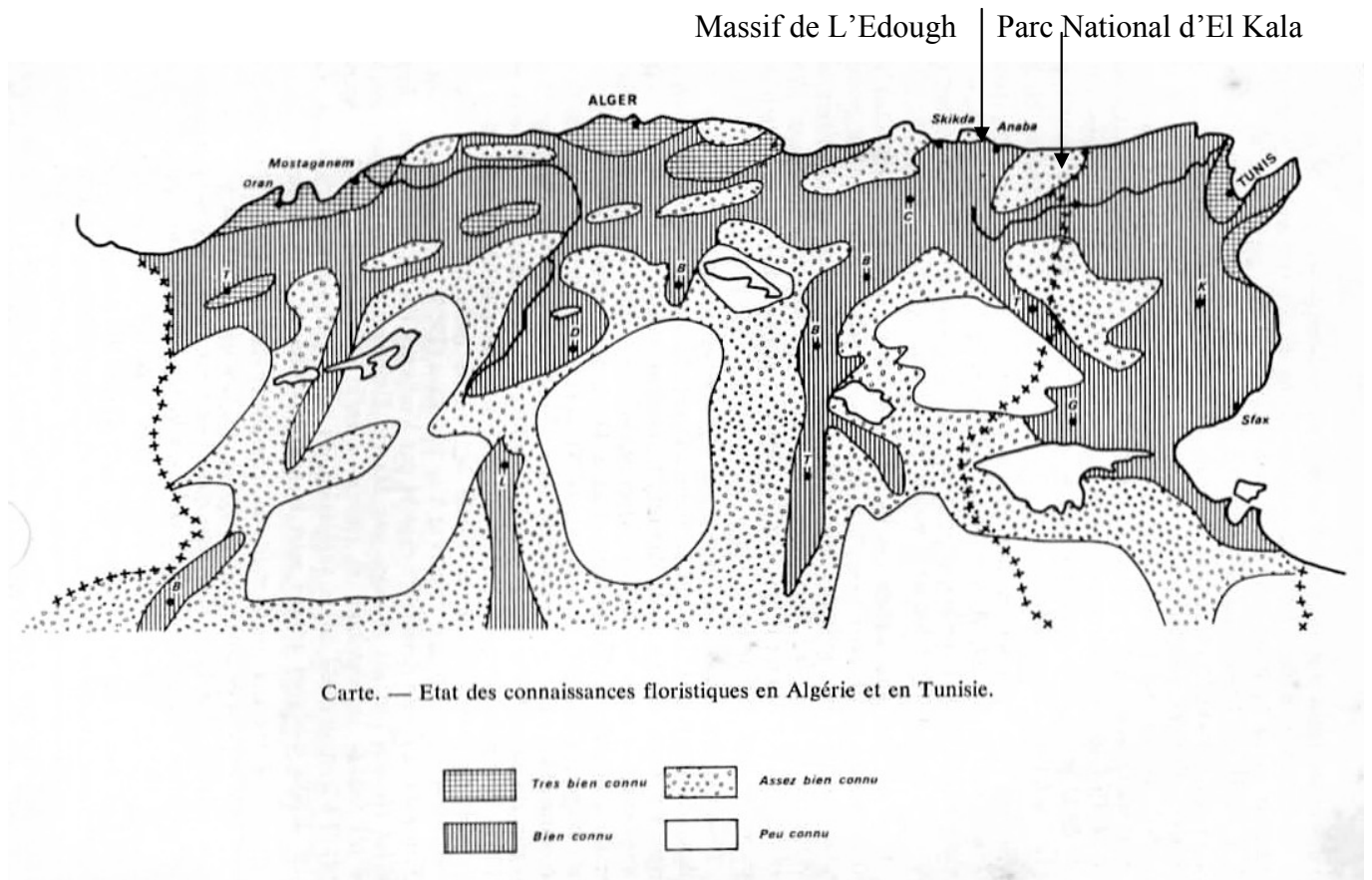


Figure 3 : Etat des connaissances floristiques en Algérie et en Tunisie (Quezel et Bounaga, 1974).



Figure 4 : Situation des régions d'étude par rapport à la Tunisie - Echelle : 1/ 200.000

Introduction générale

Le Nord-Est algérien ou Numidie recèle en son sein un important et vaste éco-complexe de zones humides. On estime l'étendue de cet ensemble de territoire humide à plus de 2000Ha. L'inventaire des tourbières réalisé par la SO.NA.RE.M en 1979 mettant en valeur 1400Ha de tourbe en Algérie, fait état de 900Ha dans la partie nord-est algérienne, dont une superficie de 700Ha se trouve dans le complexe d'El Tarf. Tandis que l'étude récente d'Abdenouri (1996) indique que le complexe humide de Guerbès-Senhadja occupe environ 400Ha.

L'axe principal de ce travail de recherche est orienté vers une étude phyto-écologique d'un réseau de sites humides occupés par des ripisylves et des aulnaies marécageuses pratiquement inexplorées sinon rarement exploitées. Ces dernières prennent une place considérable dans la Numidie de par leur richesse en diversité biologique.

On sait que la Numidie algérienne fait partie d'un point chaud de biodiversité, récemment reconnu au sein de l'ensemble méditerranéen (Véla et Benhouhou 2007) (Fig. 5). Elle constitue en effet un carrefour biogéographique majeur, réunissant des éléments floristiques eurosibériens, méditerranéens et subtropicaux (Arènes 1951, Brau-Blanquet 1953, Géhu et al. 1993, de Bélair 2005). Cette richesse spécifique a depuis longtemps été remarquée dans les complexes humides des plaines littorales des régions d'El Tarf-Annaba-Skikda (Guerbès-Senhadja) (Cosson 1885, Maire 1926, Gauthier-lièvre 1931, de Bélair et Bencheikh-Lehocine 1987, Samraoui et de Bélair 1997, de Bélair 2005), qui abritent très probablement les communautés hydrophiles et hygrophiles les plus riches d'Afrique du Nord.

L'intérêt biologique majeur de ces régions a suscité la création du Parc National d'El Kala (érigé en réserve de la Biosphère par l'Unesco en 1990) (Fig. 6) qui englobe environ un quart du complexe humide d'Annaba-El Kala, ainsi que l'élection de plusieurs sites Ramsar : (Tonga, Oubeira, tourbière du lac noir, les aulnaies de Ain Khia, la lagune du lac Melah, le lac Bleu) (Fig. 7) et récemment, l'ensemble du complexe de Guerbès-Senhadja entre autres le site de Demnet attaoua (Photo 1). Toutefois, en dépit de ces mesures de protection, le déclin des zones humides se poursuit dans ces vastes éco-complexes et s'étend à l'intérieur même des limites du PNEK (de Bélair et Samraoui 1994).

Parmi la grande diversité de ces zones humides du Nord-Est algérien, les aulnaies à *Alnus glutinosa* représentent un écosystème d'affinité septentrionale extrêmement original à l'échelle de l'Afrique du Nord (Junca 1954, Bensettiti 1992, Géhu et al. 1994). Ces formations, bien que présentes dans le Nord du Maroc (Fennane et al. 1999, Valdès et al. 2002) et le Nord-Ouest de la Tunisie (Nègre 1952, Pottier-Alapetite 1979-1981), ne sont nulle part aussi étendues en Afrique du Nord que dans les complexes humides d'Annaba-El Kala et de Guerbès-Senhadja. Leur abondance régionale est régie par des conditions géomorphologiques et climatiques particulières (Morgan 1982), et notamment par des substrats argilo-sableux favorables à la formation de sols hydromorphes (Benslama 1993) et un climat de type méditerranéen humide à subhumide à variantes tempérée et chaude.

En dépit de leur importance conservatoire, écologique et biogéographique, les aulnaies numidiennes n'ont été à ce jour que très peu étudiées (Bensettiti et Lacoste 1999, Géhu et al. 1994) et ne font l'objet que de très rares mesures de protection, essentiellement liées à la présence d'oiseaux d'eau et à la localisation de certaines d'entre elles dans les limites du Parc National d'El Kala. Nombre d'entre elles subissent des défrichements illégaux, des incendies volontaires, des pollutions d'origines diverses et des assèchements consécutifs aux pompages excessifs réalisés dans les nappes phréatiques, et les cultures développées à leurs marges ne cessent de les rogner peu à peu. L'ampleur de ces dégradations et leur influence sur la structure, la composition et la pérennité de ces formations exceptionnelles n'a encore fait l'objet d'aucune évaluation. Le travail présenté vise à combler en partie cette lacune, et s'attache à :

- 1- caractériser l'état actuel de ces formations hygrophiles emblématiques de la Numidie,
- 2- évaluer leur biodiversité floristique

- 3- définir la typologie stationnelle (structure spatiale)
- 4- évaluer l'ampleur et la nature des menaces les concernant
- 5- et proposer sur ces bases des mesures de conservation et de protection.

Pour cela, des relevés de végétation ont été réalisés entre 1996 et 2010 dans 35 aulnaies réparties dans les complexes d'Annaba-El Kala et de Guerbès-Senhadja. Ces données doivent notamment permettre d'inventorier les espèces végétales caractérisant les formations étudiées (aulnaies et pelouses/prairies marécageuses résultant de leur dégradation) et d'identifier les stations les plus vulnérables.

La démarche suivie nous permet de présenter ce travail en quatre parties :

- la première partie sera réservée à la présentation des régions d'étude, leur situation géographique et l'étude des paramètres mésologiques, où on donnera un aperçu général sur l'historique de la flore terrestre, puis on abordera successivement les facteurs abiotiques et biotiques.
- la deuxième partie sera consacrée à la présentation de la méthode d'approche utilisée et la démarche méthodologique pour la réalisation de l'expérimentation et l'analyse des données.
- dans la troisième partie, on présentera d'abord une étude floristique descriptive approfondie se basant sur plusieurs types de classification, on s'intéressera ensuite, aux méthodes analytiques qui permettront l'étude de la structure et le fonctionnement des formations hygrophiles à aulne glutineux en fonction d'un certain nombre de facteurs du milieu.
- la quatrième partie sera réservée à la proposition d'un certain nombre d'actions à prendre pour préserver notamment la biodiversité des aulnaies dans la Numidie et, contribuer à protéger et conserver l'ensemble des milieux humides et espèces remarquables pour les futures générations.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale et des perspectives.

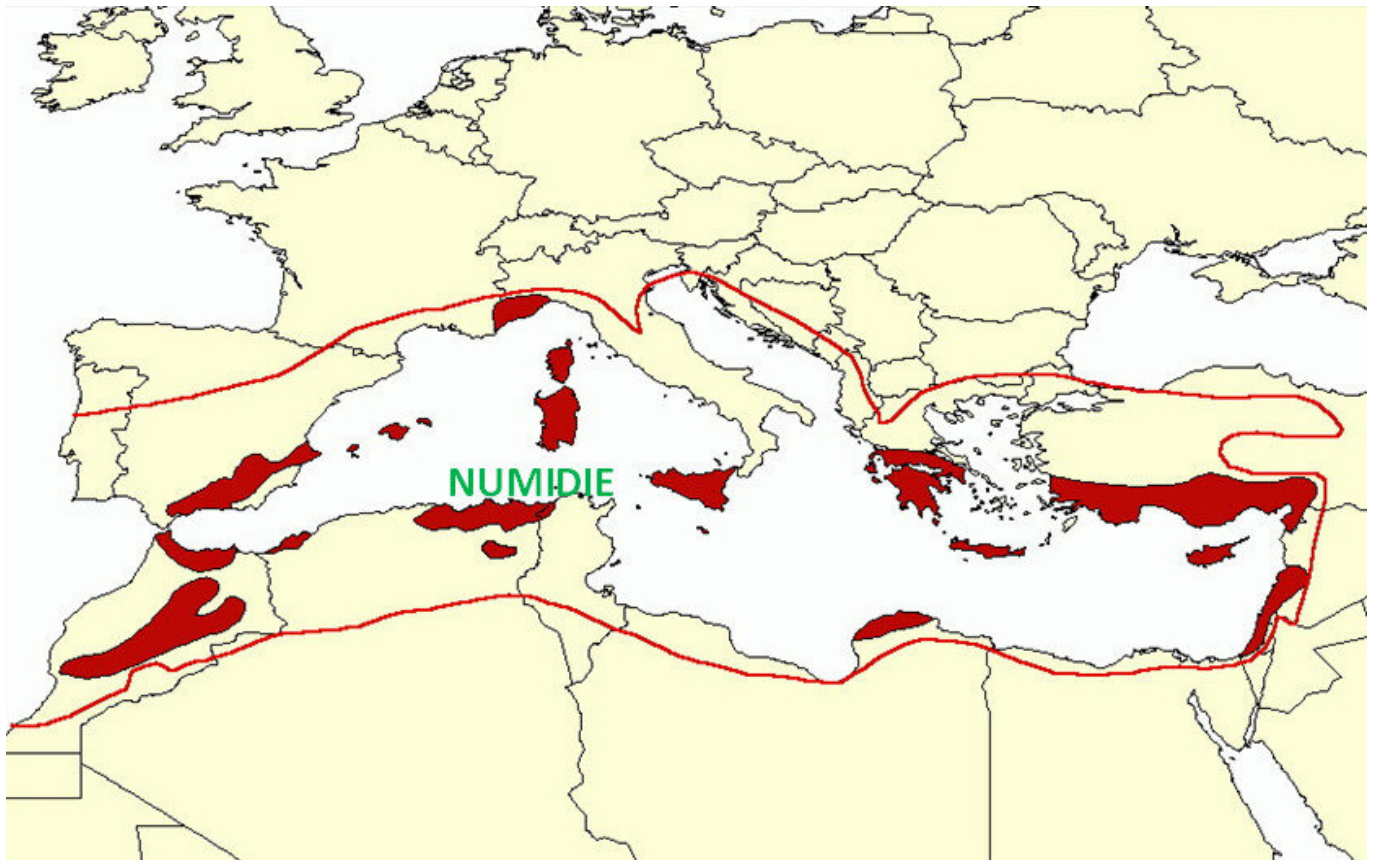


Figure 5 : Points chauds méditerranéens de biodiversité



Figure 6 : Parc National d'El Kala. Echelle : 1/500.000



Figure 7 : zones humides inscrites sur la liste ‘ RAMSAR ’ dans la région d'El Tarf

Source : PNEK et CENEAP (2010)



Photo 1 : Demnet Attaoua classé sur la liste Ramsar (2002)
(Site situé dans le complexe humide de Guerbès Senhadja)
de Bélair (2008).

PREMIERE PARTIE : Présentation des régions d'étude

1- Situation géographique

Le complexe des zones humides de Guerbès-Senhadja (Numidie occidentale) vaste territoire faisant partie de la Numidie (Maire 1926, Quezel et Santa 1962-1963, Marre 1992) s'étend entre les latitudes 36° 43' et 37°N et les longitudes 7° 13' et 7° 30' E, dans la partie nord orientale de l'Algérie à proximité du massif de l'Edough (Fig. 8). Ce complexe des zones humides de Guerbès-Senhadja est presque symétriquement situé par rapport au massif de l'Edough et ce vis-à-vis des régions d'Annaba-Bouteldja-El Kala localisées dans l'extrême Nord/Est du pays (Numidie Orientale).

En effet, le Djebel Edough sépare véritablement en tant que barrière géologiquement métamorphique deux zones humides écologiquement comparables : l'une située à l'Ouest de l'Edough c'est-à-dire celle de Guerbès-Senhadja et l'autre positionnée à l'Est de l'Edough, il s'agit de la région Annaba-Bouteldja-El Kala (Marre, 1992) (Fig. 9).

La région de Guerbès – Senhadja couvre une superficie de 20600ha (Samraoui et de Bélair 1997) quant à la région tellienne prolongeant le complexe humide de Guerbès- Senhadja et faisant partie de la zone d'étude (régions de Annaba et El Tarf), elle est située entre les latitudes 36 ° 43' et 37° N et les longitudes 07° 20' E et 8° 40'E et se positionne de la manière suivante :

- à l'Ouest, la Wilaya d'Annaba qui s'étend sur 1411, 98 Km²
- à l'extrême Nord-Est, la Wilaya d'El-Tarf qui occupe une plus grande superficie évaluée à 3055,48 Km².

- D'une part la région d'Annaba est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest par la Wilaya de Skikda, au Sud par celle de Guelma et à l'Est par la Wilaya d'El-Tarf (El Kala). C'est ainsi que la région d'Annaba est caractérisée non seulement par sa vaste plaine agricole (située dans la plaine de la Seybouse) mais également par une seule région montagneuse celle du massif de l'Edough (altitude 1008 m) qui se dresse à l'Ouest de la ville d'Annaba.

- D'autre part pour ce qui est de la région d'El Tarf, elle est limitée au Nord par un cordon dunaire bordant la mer méditerranée, à l'Est par l'extrémité du versant Nord des monts de la Medjerda, au Sud-Est par la Wilaya de Souk Ahras, au Sud Ouest par la Wilaya d'Annaba. Cette région est considérée comme la plus importante d'un point de vue écologique, compte tenu de sa situation géographique, de son climat, de ses lacs et l'importance de son parc naturel régional (78000 ha) (Marre, 1992).

La région d'Annaba et d'El-Kala (5000 Km² environ) : il s'agit de la plaine sublittorale d'Annaba en liaison avec celle de Ben M'hidi et de la série des petites plaines où on distingue d'Est en Ouest : les plaines d'El Frin, d'Ain El Assel, d'El Tarf, de Bouteldja et du lac des oiseaux. Cette région comporte aussi les parties basses des zones collinéennes périphériques.



Figure 8 : Situation des régions d'étude : Plaines sublittorales de Guerbès-Senhadja (SKIKDA), ANNABA et EL TAREF (Nord-Est algérien) Echelle : 1/500.000

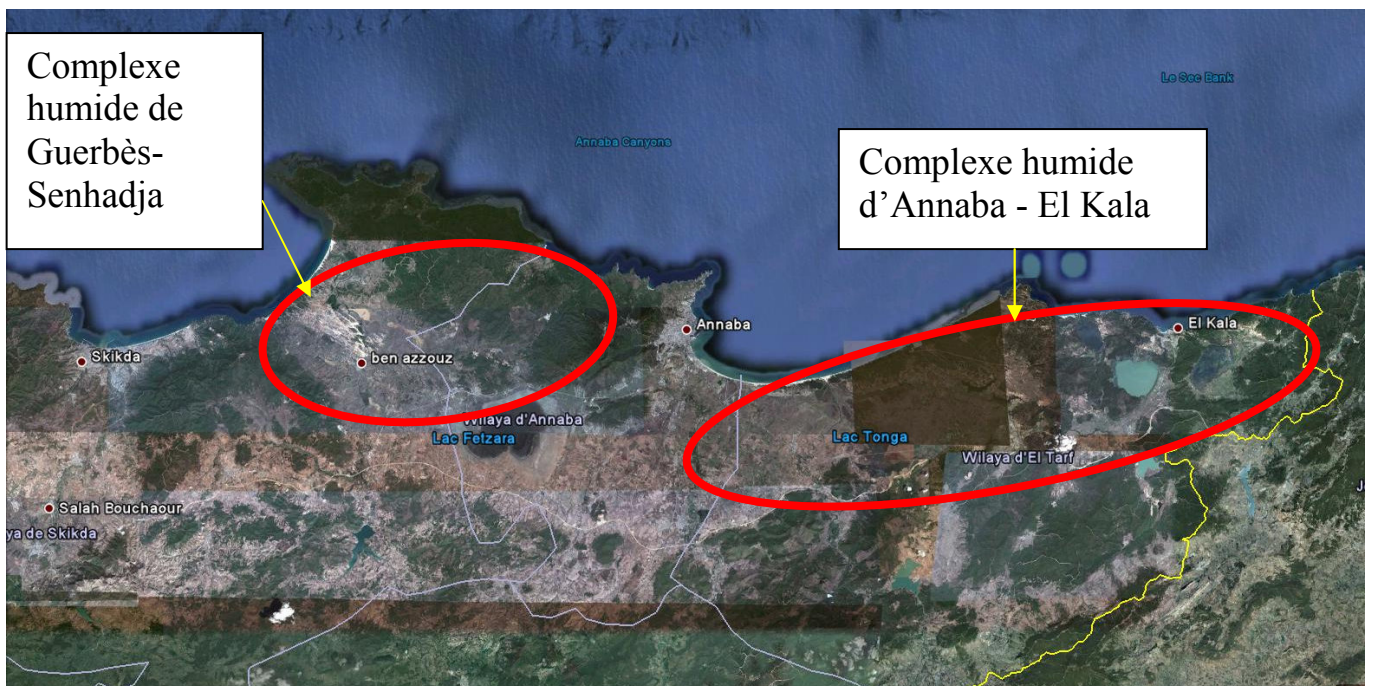


Figure 9 : Complexe des zones humides : Guerbès–Senhadja et Annaba-Bouteldja-El Kala.

2 - Etude des paramètres mésologiques

Toutes les composantes du milieu, biotiques et abiotiques, doivent être placées par l'écologiste dans une perspective temporelle, tenant compte d'abord de la durée de leur action sur l'organisme et permettant ensuite d'apprécier leur influence sur l'espèce dont il fait partie, sans oublier les éventuelles variations subies par les facteurs mésologiques dans le passé (Encyclopédie Universalis).

Nous présentons donc dans le premier chapitre un aperçu sur l'historique des aulnaies car « l'état actuel d'une communauté reflète son histoire. Et en prenant en compte l'aspect historique dans l'explication d'une association (assemblage d'espèces) on fait entrer en ligne de compte, pour expliquer les événements et structures actuelles, les événements antérieurs » (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

2.1 - Historique de la flore terrestre :

2.1.1 - Origine et histoire des aulnaies d'Europe et du bassin méditerranéen

Durant l'Eocène supérieur (-70 à -40 millions d'années) les terres arctiques (Alaska, Groenland, Islande, Spitzberg) ont livré une flore dont l'élément dominant est le *Sequoia langsdorfi*, associé à diverses espèces des genres *Fagus*, *Ulmus*, *Carpinus* ; *Alnus*, *Castanea*, *Juglans*, *Vitis*, *Ailantus*, *Magnolia*, *Liriodendrom*, *Liquidambar*, *Taxodium*, *Ginkgo*... ; cette flore suggère un climat chaud comparable à celui de l'Europe méridionale actuelle ou de l'Asie orientale (Furon, 1972).

Egalement, les flores éocènes connues depuis l'Oural jusqu'au Japon septentrional à travers toute l'Asie centrale, montraient un climat tempéré chaud, avec *Fagus*, *Ulmus*, *Platanus*, *Acer*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Populus*, *Liquidambar* et *Juglans*. Il s'y ajoute parfois *Sequoia* et *Metasequoia*.

On trouve cette flore jusqu'en Asie septentrionale, dans l'Anadyr (Kuprianova, 1960). Ainsi, selon Furon (1972) l'Eocène supérieur apparaît au Japon plus chaud (avec *Ficus* et *Cinnamomum*) et tempéré chaud à Hokkaïdo avec *Alnus*, *Corylus* et *Platanus*.

Par la suite, durant l'Oligocène et surtout pendant le Stampien la forêt d'Armissan située à 7 ou à 8 Km à l'Est de Narbonne (AUDE) présentait sur marnes des peupliers, des saules, des aulnes et un ensemble très varié d'espèces arborescentes : *Betula*, *Juglans*, *Quercus*, *Castanea*, *Ulmus*, *Celtis*, *Ostrya*, *Populus*, *Pinus*, *Podocarpus*, *Cedrus*, *Callitris*, *Thniopsis* ainsi qu'un ensemble très diversifié dont la juxtaposition singulière des espèces qui le composent semble être le cachet d'alors : *Aralia*, *Oreopanax*, *Sapindus*, *Celastrus*, des légumineuses arborescentes (*Dalbergia*, *Calpurnia*, *Cassia*, *Acacia*), des arbustes (*Mahonias*, Epines vinettes, andromedes, Myrtes, Houx (*Ilex aquifolium*), *Rhus*, *Coriaria*, *Rhamnus*, *Myrsine*) et des plantes grimpantes ou volubiles (*Smilax*, *Ficus*, *Hedera*).

Par contre, l'absence à peu près complète des graminées et des Cypéracées aquatiques, la rareté des Typhacées et des prêles demeurent un fait singulier et inexplicable (leur apparition serait récente et relèverait du Quaternaire).

Durant la période précédemment décrite, au Nord et à l'Ouest de Manosque (Provence) une formation d'origine lacustre comprenant des gypses et des amas de lignite correspondant à d'anciennes tourbières marécageuses serait envahie par une végétation ripicole où dominent les monocotylédones aquatiques (Cypéracées, Rubaniers, Massettes) au sein desquels l'aulne est rare (Guyot, 1969).

En Afrique du Nord durant l'Oligocène (Stampien) une végétation de type tropical dominerait ; il s'agit de palmiers, camphriers, Jujubiers, fougères et le climat y était méditerranéen chaud (La Mer méditerranée était une mer fermée) (Furon 1972). L'aulne n'y a pas été décrit sinon rare, comme en Provence alors que les légumineuses dominaient depuis l'Eocène moyen (Lutétien).

En passant à l'ère Quaternaire l'ensemble africain a pu être classé parallèlement à l'ensemble européen mais c'est surtout la période dite villafranchien-Kaguerien (1^{er} pluvial : 400 000 à 700 000 ans environ) que les botanistes ont surtout retenu car la végétation du Sahara est intéressante à considérer.

En Afrique septentrionale, le climat chaud et humide des temps quaternaires est propice à l'épanouissement de la végétation. Cette dernière fait suite à celle du Tertiaire et a été surtout étudiée par

les paléo-palynologues. La végétation méditerranéenne (Cèdres, Cyprès, etc.) s'est étendue très loin vers le sud (Pons, 1969), elle est accompagnée d'éléments "tropicaux" (*Podocarpus*, Mimosées) et d'éléments balkano, irano-caucasiens (Taxacées, Bétulacées (aulnes), platanes, tilleuls) (Van campo et al. 1966 in Furon 1972).

Au villafranchien, Van campo et al. (1966) indiquait au Hoggar une forêt mixte, sous nébulosité importante, du type de la forêt iranienne du Mazandéran, sur les bords de la Caspienne. Il y a des formes ligneuses "méditerranéennes" et des formes "Irano-caucasiennes" (*Zelkova*, *Ulmus*, *Platanus*, *Alnus*, *Taxus*, *Tilia* etc..).

Par la suite et ce, durant le 2^{ème} pluvial dit Kamasien (Mindel) (-500 000 à - 300 000 ans environ) Van Campo (1967) signale dans le Hoggar, près de Tamanrasset, à 1430 mètres d'altitude des éléments tropicaux (*Rodocarpus*), subtropicaux de plaines (Mimosées, Euphorbiacées, Myrtacées etc...) méditerranéens (*Pinus*, *Quercus*, *Pistacia*) et eurasiatiques tempérés (*Platanus*, *Alnus*, *Juglans*, *Tilia* etc...). Et, c'est ainsi que la période précédemment décrite a été précisée par Van campo (1967), comme étant l'inter pluvial Kamasien -Kanjerien (= Mindel-Riss).

Toutefois, l'ère quaternaire a été marquée par une instabilité climatique décrite depuis longtemps dans les régions tempérées où l'on a reconnu quatre glaciations alternant avec des périodes interglaciaires (Lemée 1978).

Ces variations climatiques caractérisées par des oscillations de longue durée et de large amplitude échelonnées sur deux millions d'années, ont provoqué des bouleversements profonds dans la répartition des espèces et l'évolution des écosystèmes.

En nous basant sur l'évolution de la végétation au Quaternaire récent dans les zones tempérées il y a lieu de retenir que la dernière glaciation, dite WÜRMIENNE, s'est étendue sur une durée d'environ 10000 ans et a montré une succession d'épisodes moins froids ou interstades et des stades plus rigoureux.

Pour ce qui est de la végétation quelques peuplements d'arbres les plus résistants, bouleaux et pins, se maintenaient dans les stations plus favorables, mais la forêt tempérée était reléguée aux abords de la région méditerranéenne actuelle.

Des diagrammes polliniques (Fig. 10 et 11) montrent cette situation à la fin du WÜRM (phases I à III) où l'on voit l'intercalation d'un épisode de réchauffement (Interstade d'Alleröd) ancien de 11000 à 12000 ans qui a permis l'installation temporaire dans toute l'Europe moyenne d'une forêt boréale de pins et de bouleaux (Lemée, 1978).

Après la dernière offensive du froid, a commencé voici 10000 ans le réchauffement post-glaciaire avec la réinstallation de la forêt de pins et de bouleaux où le noisetier, l'orme et le chêne prennent pied (phases IV et V). Puis vint une extension remarquable et générale du noisetier (phase VI) vieille de 8000 ans devant lequel régressèrent les pins et les bouleaux, essences strictement héliophiles; très rapidement et sous l'effet probable d'une augmentation de l'humidité, la "chênaie mixte", forêt de chêne, ormes, tilleuls et aulnes élimina à son tour les peuplements arbustifs de noisetiers (Phase VII). Cette Chênaie s'est élevée en montagne de 300 à 400 mètres au-dessus de sa limite actuelle; en même temps, on a trouvé les restes de différentes espèces au Nord de leurs limites septentrionales actuelles : tel a été le cas du noisetier et de la châtaigne d'eau (*Trapa natans*) en Scandinavie et en Finlande, du chêne vert dont la limite en France occidentale est actuellement marquée par la Loire et dont on a retrouvé le pollen jusqu'en Haute-Normandie, de la vigne sauvage (*Vitis vinifera* subsp. *silvestris*) etc...

Ces observations permettent de conclure à une température supérieure d'environ 2°C à la température actuelle (Lemée 1978).

Puis, vers 5000 ans avant nos jours, l'évolution de la végétation, jusqu'alors assez semblable dans les plaines et basses montagnes d'Europe moyenne, devint divergente. Dans les montagnes (Fig. 10) s'établit un nouvel étage de végétation avec le hêtre et le sapin (phase VIII) auquel s'ajoute, à plus haute

altitude, des Alpes à la Forêt Noire et aux monts de Bohême, un étage d'épicéas, sans doute favorisé par le début de refroidissement.

En revanche, quand on examine l'histoire post-glaciaire des essences forestières par les séquences polliniques établies dans divers sédiments quaternaires (tourbes, sols, craies, lacustres, etc.) on constate que la présence de l'aulne glutineux a été beaucoup plus importante par le passé.

Il montre en effet un optimum caractéristique en Europe occidentale pendant la période dite "Atlantique" (5500 à 2500 ans avant J.C) quand le climat était plus chaud (de 2 à 3°C en moyenne) et plus humide qu'aujourd'hui (Munaut, 1967). Cette abondance de l'aulne à la période Atlantique évoque "l'aisance" relative de l'aulne, dans les régions méridionales siliceuses (Pyrénées, Corse, Cévennes, Maures, Estérel) : l'aulne caractérise l'association riveraine linéaire de fond de vallon, mais remonte aussi souvent le long des pentes adjacentes en peuplement atypique et appauvri (Lhote 1985).

Il est fort vraisemblable que l'optimum thermique de la région atlantique ait favorisé le comportement dans les régions médio-européennes comme aussi peut être les accrues en lisière (et clairières) de chênaies acidophiles (Quercion) (Lhote 1985).

A titre de rappel et en complément, un groupe de scientifiques tchèques composé de M. Poruba, J. Pokorný, O. Rabštejn et R. Hrabák publiait en 1980 (Tab.1) un bref rappel historique du comportement de l'aulne où ils avançaient qu'au début du Néolithique (de - 7000 ans à - 4500 ans) est intervenue la période dite Atlantique durant laquelle la forêt mixte de chênes a prédominé et fit reculer le noisetier et le pin; en montagne, le sapin et l'épicéa étaient les espèces dominantes.

Au début de la période atlantique, le climat était chaud et humide, puis il devint peu à peu plus sec et plus frais, ce qui a permis l'apparition du hêtre et l'extension du sapin et de l'épicéa. Le pin fut alors repoussé vers les lieux secs et sablonneux tandis que l'aulne et le noisetier évoluèrent sur des sols humides.

D'une manière générale, durant les périodes atlantique et subatlantique, l'aulne s'est comporté comme une espèce secondaire accompagnant les espèces principales qui étaient représentées par le hêtre, le sapin et l'épicéa.

Par la suite, la période sub-boréale (- 4500 ans à - 2800 ans) a été marquée par une extension des hêtraies, du noisetier, du sapin, de l'épicéa, de l'orme, du frêne et du charme, les aulnaies deviennent abondantes alors qu'une régression remarquable du chêne et du tilleul a été relevée.

Du début des temps historiques à nos jours, s'étend la période subatlantique (- 2800 ans à nos jours) pendant laquelle dominant le hêtre, le sapin, l'épicéa et, dans les régions chaudes, le chêne, le bouleau, le tremble, le noisetier, alors qu'en région humide, l'aulne domine principalement.

Pautou et Descamps (1980) ont relevé que « les aulnaies marécageuses riveraines sont toujours des groupements reliques et sont en général liées à un habitat hygrophile dont il ne se crée pas de nouvelles stations sous nos climats actuels ».

Nous relèverons que depuis l'ère historique, la présence de l'homme qui ne s'était manifestée que très discrètement auparavant par des défrichements locaux et l'apparition sporadique de pollen des plantes cultivées (céréales), prairiales (graminées, plantains,...) et rudérales (Rumex, orties, chénopodiacées, bleuets etc.) se généralise par une régression de la forêt, une augmentation des essences colonisatrices de surfaces déboisées (Pins et bétulacées), l'introduction d'essences exotiques, la multiplication du pollen d'espèces, cultivées et rudérales. Ces dernières sont généralement liées à des sols à forte teneur organique et bien aérés dans lesquels la nitrification est intense et conduit à une forte teneur en nitrates (Duchaufour, 1977).

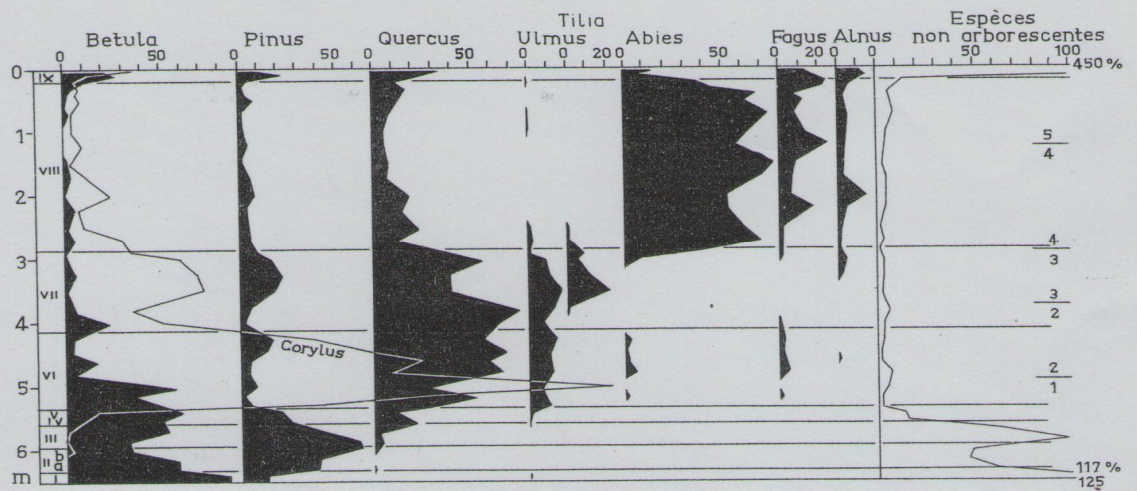


FIG. 10 — Diagramme pollinique de la fin du Würmien et du post-glaciaire d'une tourbière du Cantal (alt. 1 250 m). Le pollen du noisetier et des espèces non arborescentes est dénombré en % de l'ensemble des pollens d'arbres. I, toundra inférieure; II, interstade de réchauffement dit « d'Alleröd », à pins et bouleaux; III, toundra supérieure; IV-V, début du réchauffement post-glaciaire avec bouleaux, pins, accroissement du chêne et du noisetier; VI, phase du chêne et du noisetier; VII, chênaie mixte; VIII, phase de hêtraie-sapinière; IX, phase historique de déboisement (d'après LEMÉE).

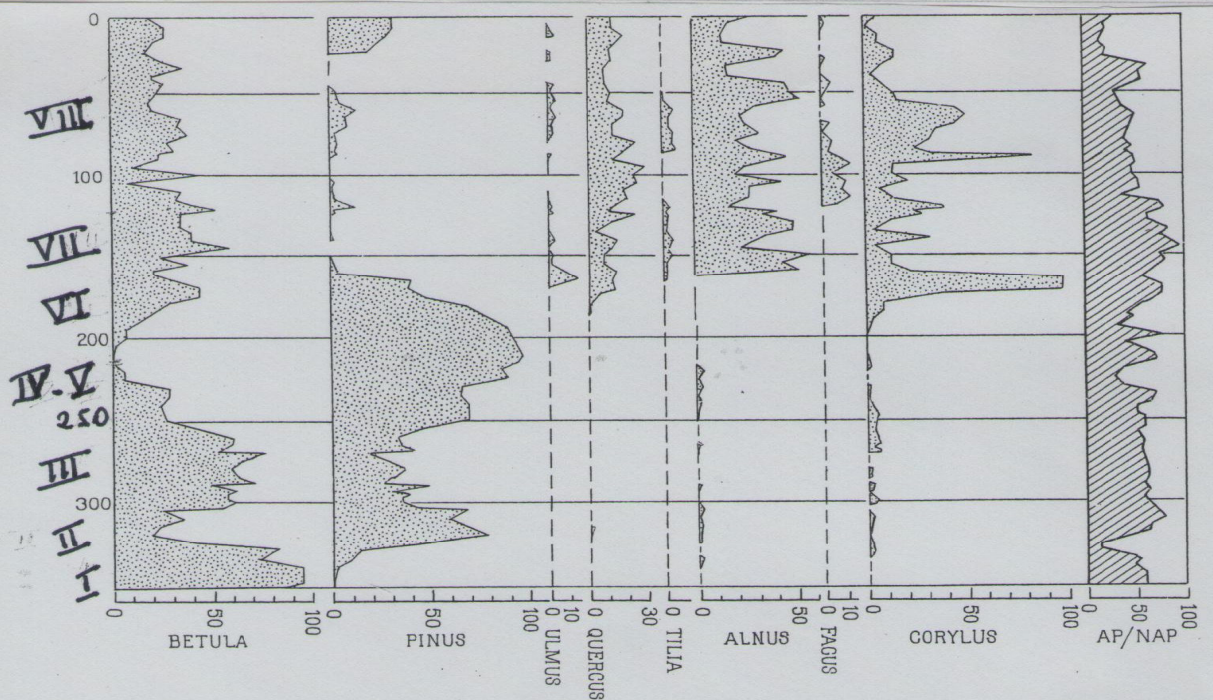


FIG. 11 — Diagramme pollinique d'une tourbière de plaine (environs de Rambouillet). Le pollen du noisetier est dénombré en % de l'ensemble des pollens des arbres. AP/NAP : proportion des pollens d'arbres en % de l'ensemble des pollens. I (350-340 cm), toundra inférieure; II (340-300 cm), interstade d'Alleröd; III (300-245 cm), toundra supérieure; IV-V (245-210 cm), début du post-glaciaire avec pineraie; VI (210-170 cm), poussée du noisetier; VII (170-125 cm), chênaie mixte (chêne + orme + tilleul) et aulne; VIII (125-0 cm), extension du hêtre et du charme (d'après JALUT).

Tableau 1 : Evolution de la forêt en Europe centrale

Période	Espèces principales	Espèces secondaires accompagnant les espèces principales
Sub-atlantique - 2800 ans à nos jours	Tout d'abord Sapin et Hêtre Ces derniers siècles : Epicea et Pin	Dans les régions chaudes : Chêne, Bouleau, Tremble, Noisetier ; En région humide : Aulne .
Sub-boréale - 4500 ans à – 2800 ans	Hêtre Sapin Epicea	Aulnes abondants , régression du Chêne et du Tilleul, extension des hêtraies, Orme, Frêne, Charme
Atlantique - 7000 ans à – 4500 ans	Hêtre Sapin Epicea	Aulne , noisetier ; Sur les sols sablonneux : Pin
Boréale - 8500 ans à -7000 ans	Pin Noisetier	Chêne, Orme, Frêne ; En montagne : Epicea.
Pré-boréale - 10 000 ans	Pin Bouleau	Tremble, Saule ; En région chaude : Noisetier et chêne

Source : Poruba et al. (1980)

2.1.2 - Dynamique écologique passée dans la région d'El Tarf

Alors que le rôle des refuges glaciaires joué par les péninsules nord méditerranéennes a été abondamment discuté, celui de l'Afrique du Nord : île méditerranéenne coincée entre le désert et la mer demeure presque inconnu faute d'un jeu suffisant d'informations paléogéographiques.

L'étude récente de Benslama et al. (2010) portant sur deux enregistrements paléoécologiques prélevés dans le Nord-Est algérien (région d'El Tarf) représente une contribution inédite à l'histoire nord-africaine de la végétation. L'étude propose de reconstituer les dynamiques écologiques passées de la région et d'évaluer les impacts respectifs des activités humaines et du climat des quinze (15) derniers millénaires. Ces travaux abordent également la place de la signification biogéographique d'espèces ligneuses clés comme *Cedrus* ou encore *Myrtus*, dont le maintien est mis en péril par la pression anthropique croissante et le changement climatique.

En se basant sur les dynamiques végétales retracées dans les diagrammes polliniques, l'étude date l'existence de l'aulne glutineux de 16000 ans avant nos jours dans la Garaât El Ouez et d'environ 5000 ans dans le marais de Bourdim.

En effet, l'étude d'une séquence tourbeuse provenant du marais de Bourdim (Ibncherif, 2006) en vue de retracer l'histoire de la végétation et du paléoenvironnement de la région, a révélé, grâce aux assemblages polliniques une histoire récente, dominée par l'aulnaie mêlée d'une saulaie sur le plan local. Au niveau de la végétation régionale, la dominance d'*Erica arborea* témoigne de l'existence d'une subéraie dégradée.

Des occurrences polliniques de taxa d'affinité médio-européenne, absents ou très rares en Afrique du Nord, ont été observées, il s'agit d'*Abies*, *Corylus* et *Betula*. Ces taxons ont été aussi rencontrés dans d'autres séquences anté-Holocène d'Afrique du Nord (Ibncherif, 2006).

En fait, il est intéressant de noter que l'aulnaie de Bourdim est un petit site de la région d'El Tarf datant de l'époque romaine (2000ans) avec des changements datant de 400ans dûs à une détérioration du milieu causée par l'homme pendant cette époque. C'est une petite tourbière à *Erica scoparia* qui s'est transformée en aulnaie et c'est pratiquement la même physionomie que celle de Sidi Freïtis situé dans le complexe humide de Guerbès-Senhadja. (S. Muller, Comm. Verb. 26/11/2010).

2.2 - Les facteurs abiotiques

En Ecologie, les facteurs abiotiques représentent l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème influençant une biocénose donnée. C'est l'action du non-vivant sur le vivant. Opposables aux facteurs biotiques, ils constituent une partie des facteurs écologiques de cet écosystème.

Dans cette étude, nous aborderons succinctement : la géomorphologie, la géologie, les facteurs édaphiques, climatiques et bioclimatiques.

2.2.1 - La géomorphologie

Les zones humides de la région de Guerbès-Senhadja sont à la confluence de deux vallées. La première est drainée par l'Oued El Kebir et orientée Nord-Sud et la seconde orientée Est-Ouest et drainée par les oueds El Kebir, Magroun et El Aneb, tributaires de l'Oued El Kebir Ouest.

Un ensemble de garaât (étangs et marais) et un oued côtier (oued Dissia), orienté Sud-Est/Nord-Ouest, suppose que l'Oued El Kébir se jetterait dans la mer à travers l'Oued Dissia ou dans d'autres dépressions vers le Nord. Cette hypothèse est établie à partir de la direction générale (Est-Ouest) de l'Oued alimentant aujourd'hui l'Oued El Kébir sur sa berge (Marre, 1992).

Durant la dernière période du Quaternaire, c'est en raison des vents dominants Nord-Ouest, qu'une dune de 8000 ha s'est installée. La morphologie de cette dernière (forme triangulaire et orientation Nord-Ouest/Sud-Est de la dune sont imposées par ces vents). Sa base (altitude moyenne 40 à 70 m) est située au niveau de Benazzouz à la confluence de l'Oued Maboun et l'Oued El Kebir. L'effet des vents ralentit l'avancée de la mer vers le continent et les dépôts sont abondants sur la côte et très réduits à l'intérieur du pays. Cette dune au niveau de son côté Sud-Ouest a créé une série de mares probablement par le remplissage de l'ancien lit de l'Oued el Kebir et a repoussé l'Oued El Kebir sur son côté Nord/Ouest à travers le Nord élevé jusqu'au fond du djebel el Foul.

La difficulté de l'écoulement de cet oued a favorisé l'extension de la plaine alluviale et a été accentuée de plus par la pente modérée jusqu'à la mer.

L'écoulement du débit à partir de ces dunes est estimée à 800 l/s par Khammar (1981) et le ralentissement du drainage a conduit à la formation de plusieurs aulnaies et lacs dunaires comme Demnat attaoua, Khellalba, le lac de Sidi Freïtis et le remarquable lac Marsadelle qui rappellent les garaât et les marais qui s'étendent du Cap Roux jusqu'à l'embouchure de l'Oued Seybouse.

Ainsi la plupart des zones humides étudiées ici, exception faite pour quelques unes d'entre elles, sont localisées le long de deux directions (Sud-Ouest et Nord-Est) du triangle formé par la dune; la plaine alluviale de l'oued El Kébir, les lacs et les mares sont apparus lors de la formation de deux séries de dépressions entre les dunes et les montagnes, au Sud-Ouest et au Nord-Ouest (Samraoui et de Belair, 1997).

Plus à l'Est le massif de l'Edough (1008m d'altitude) qui a une position en saillant dans la mer Méditerranée qu'il domine par un versant raide est nettement isolé de la chaîne tellienne (au sens strict) par un large croissant de plaines, long de 110 Km et large de 15 Km qu'occupent la forêt de Guerbès, le lac Fetzara, la plaine d'Annaba jusqu'à la région de Bouteldja (Marre 1992). C'est une succession de paysages variés, car on y trouve des dunes sableuses dans le Guerbès, des espaces marécageux (lac Fetzara, dépression de la garaât el M'khada, lac Mellah, lac Oubeira, Garaât Tonga), des petits reliefs (c'est-à-dire un milieu de "haute montagne" où les lignes de crêtes dépassent 1000m, et un milieu de

‘‘basse montagne’’ où les altitudes restent inférieures à 700 m), et des plaines fertiles (plaine d’Annaba, plaine de Bouteldja jusqu’à El-Kala).

Selon Marre (1992) l’analyse géomorphologique de l’arrière pays d’El-Kala a permis de montrer une évolution régulière avec différenciation du relief. Il précise qu’au Quaternaire ancien cette partie du Tell montrait de grands plans qui descendaient depuis les sommets qui suivent aujourd’hui la frontière algéro-tunisienne. Ces formes tronquaient les sommets et donnaient un paysage monotone. En poursuivant il affirme : « c’est au Quaternaire moyen que les creusements se réalisent et donnent un relief plus diversifié avec apparition de bassins intra-montagnards (la Cheffia, Ain Kerma ...) et de la dépression du lac Tonga ». Ces creusements ne sont probablement pas étrangers au rejeu des accidents tectoniques en distension et de direction SW-NE qui limitent souvent ces bassins.

Au Quaternaire récent et à l’Holocène la différenciation du relief s’est poursuivie en fonction des divers bassins. Mais la tectonique semble avoir joué un rôle dans la surrection du massif du Cap Rosa et la subsidence des marais de la M’khada.

Selon de Bélair (comm. orale 2002) la tectonique a également influé sur l’enfoncement des plaines sous le poids des alluvions des oueds (Oueds El Kébir et Bounamoussa). Ceci entraîne un réajustement du réseau hydrographique avec convergence de tous les oueds vers le marais après capture de l’oued Bougous par l’Oued El Kébir.

Tout en approuvant les affirmations de Marre (1987), de Bélair (1990) précise en remontant au Tertiaire et tout en poursuivant au Quaternaire par les propos suivants : « aux grands mouvements du Tertiaire (phase alpine) sont à rattacher les mouvements majeurs responsables des alignements N.E. Au Quaternaire des mouvements transverses, selon des directions variables, ont mis en place une série de dômes et de cuvettes; cette néo-tectonique s’est prolongée jusqu’à la période actuelle ».

Enfin, on peut admettre avec de Bélair (1990) que le relief différentiel et la tectonique récente de la région septentrionale de la Wilaya d’El Tarf ont perturbé l’évolution du réseau hydrographique décomposé en plusieurs unités.

Le réseau de l’Oued El Kébir est particulièrement significatif de la dynamique hydromorphologique locale :

- Il se décompose en éléments transversaux (pente générale) et longitudinaux (influences des structures), et peu de véritables terrasses : (différenciations climatiques peu marquées, déformations tectoniques récentes).

- Phénomènes de captures-déversements attestant qu’il s’agit d’un ‘‘réseau en formation’’ et la Messida se déversant tantôt vers le lac Oubeira, tantôt vers l’Oued El Kébir.

- Et, la tectonique récente avec cuvettes de subsidence (particulièrement dans la plaine de la Mafragh) fait que dans les plaines, nous sommes en présence d’un système de recouvrement : couches superficielles les plus récentes et non d’emboîtement : terrasses les plus basses et les plus récentes.

Enfin, selon de Bélair (1990), l’extrémité orientale du Tell (c’est-à-dire l’arrière pays d’El Kala et le marais de la M’Khada) présente un relief qui se décompose en fait en une juxtaposition de dépressions dont le fond de certaines d’entre elles est occupée par des formations lacustres et palustres, ainsi que de hautes collines aux formes variées : dômes, escarpements, alignement de crêtes, généralement couvertes par une végétation dense.

En conclusion, nous abondons avec de Bélair (1990) citant Marre (1987) qui affirmait : « malgré cette complexité morphologique, cette région (extrémité orientale du Tell) présente un caractère d’unité régionale ».

Dans une vue d’ensemble générale nous retiendrons que l’arrière pays d’Annaba et d’El Kala n’a pas connu également une néotectonique. De plus, les plaines d’Annaba, du Fetzara et du Guerbès ont eu un jeu tectonique négatif et jouent toujours en subsidence.

Cette néotectonique négative a eu pour effet de :

- donner à ces régions une altitude modeste toujours inférieure à 100 mètres.
- créer de larges plaines, dans lesquelles des dépôts fins sont venus s'accumuler derrière de gros cordons dunaires. Ce phénomène est responsable de la formation de marécages, d'étangs, de lacs qui caractérisent ces paysages.
- de ne pas avoir provoqué une importante érosion et, de ce fait, c'est la nappe du grès numidien qui affleure presque partout.

2.2.2 - La géologie

Constituant la bordure Sud-Ouest de la plaine du Guerbès, le djebel Safia proprement dit est une ligne de crêtes culminant à 330 m et de direction NW-SE.

Stratigraphiquement le djebel Safia est constitué de séries telliennes jurassiques et crétacées avec des calcaires massifs. Il s'agit d'une structure anticlinale de direction NW-SE. Le sommet de ce djebel est un mont constitué par les calcaires du Lias et du Jurassique.

Plus au Nord, la région de Dem El Bégrat est construite dans des flyschs massyliens peu métamorphisés qui avaient été primitivement assimilés à la série du djebel Safia (Vila, 1980).

Enfin le Djebel Fedj el Foul est composé de grès numidiens qui se terminent en crête au-dessus de la plaine du Guerbès. Quant à cette dernière, seuls les dépôts quaternaires affleurent au Nord, dans la plaine des Senhadja. Au Sud, le massif de Boumaiza-Berrahal est le prolongement du socle de l'Edough que Vila (1980) considère comme étant un massif cristallin externe et véritable substratum des séries telliennes du djebel Safia.

Le contact entre le djebel Safia et la plaine se fait par un accident tectonique de direction NW-SE qui recoupe toutes les séries telliennes, massyliennes et numidiennes.

Le massif de l'Edough-Cap de fer se termine brutalement au dessus de la plaine des Senhadja. Du SE au NW, on retrouve successivement le massif cristallin de l'Edough, les grès numidiens et les flyschs maurétaniens, les roches dures des grands versants rectilignes et abrupts au pied desquels coule l'oued El Kébir.

En revanche, les flyschs sont creusés par un golfe dans lequel est aujourd'hui concentrée la garaâ M'hamed que draine l'Oued Enfech.

C'est dans cette région que se sont conservées des marnes bleues pliocènes qui colmatent le fond de la vallée. Elles disparaissent avec un net pendage sous les sédiments quaternaires de la plaine du Guerbès.

Ainsi donc, au Pliocène le massif de l'Edough-Cap de fer existait déjà avec des vallées bien creusées. La plaine du Guerbès était occupée par une mer.

Les formes des versants taillées dans les roches dures permettent de penser que le contact Plaine du Guerbès-Massif de l'Edough-Cap de Fer correspond à une faille. La déformation des marnes pliocènes témoigne du jeu récent de cet accident.

La plaine des Senhadja apparaît donc comme un fossé tectonique entre les massifs de l'Edough et du Safia. Ce fossé est né dès la fin du Tertiaire. Au Pliocène la mer est venue l'envahir. Le jeu en subsidence s'est prolongé jusqu'après le Pliocène qui est déformé.

La zone d'Annaba-El Tarf (Fig. 12) présente d'Ouest en Est les formations générales suivantes : selon Joleaud (1936) durant l'Eocène il y a eu formation de gneiss, schistes, micaschistes et cipolins des massifs de bordure des régions étudiées (Annaba et El Hadjar) ;

- grès et argiles de Numidie des massifs de bordure (à Drean, Zerizer, Ben M'hidi, Bouteldja, El-Kala), des collines et leurs piémonts (Eocène et Oligocène).

Les grès de Numidie subordonnés aux argiles forment le flysch de Numidie (Joleaud, 1912).

- Régosols des dunes remontant au Quaternaire (Joleaud, 1936).

- Alluvions et colluvions sur le pourtour et à l'intérieur des cuvettes et des terrasses formées durant le Pléistocène moyen et récent (Joleaud, 1936).
- Limons argilo-sablonneux et argileux des bas-fonds marécageux ou lacustres d'âge Rharbien (Néolithique actuel) (de Bélair 1990).
- Marnes formées durant l'Oligocène à proximité de la frontière algéro-tunisienne (Joleaud 1936).
- Le massif de l'Edough qui est constitué par des roches métamorphiques (des lentilles de cipolins intercalées dans le gneiss et les micaschistes) et des pointements réduits de roches granitiques (Joleaud, 1936).

Les roches acides métamorphiques ont tendance à développer des sols acides (arènes gneissiques ou granitiques) notamment sous l'effet d'une pluviométrie abondante et des températures relativement élevées.

Dans la série des micaschistes s'installent des sols plus équilibrés d'un point de vue minéralo-organique (Semadi, 1989).

Plus à l'Est, le long de la côte, un vaste complexe dunaire isole les plaines d'Annaba et d'El-Tarf de la mer Méditerranée.

Ce complexe dunaire s'étend de la partie Est de la baie d'Annaba jusqu'au pied du djebel Segleb en s'enfonçant parfois sur une largeur allant parfois jusqu'à 24 Km à l'intérieur du continent. Et quand on se déplace d'Annaba vers l'extrême Nord-Est de l'Algérie, on remarque qu'à partir d'une extension superficielle vers l'Ouest, le cordon dunaire se développe largement à l'Ouest et à l'Est de la Mafragh, puis il culmine jusqu'à plus de 120 m au Sud-Ouest du Cap Rosa et reprend plus à l'Est entre la mer et les lacs Mellah et Oubeira, puis il se réduit au Sud-Ouest d'El-Kala pour se heurter aux formations gréseuses qui culminent à 329 m (Djebel Koursi) et 346 m (Kourdia Fegaia).

Sa position NW-SE est sans doute liée à la direction des vents dominants (Joleaud 1936 ; Thomas 1975). de Belair 1990) relève la présence de trois types de dunes :

- parmi les dunes récentes, on distingue la dune à sable mobile blanc et la dune à sable gris en voie de fixation.
- le troisième type de dunes correspond aux dunes anciennes à sable fixe rose.

Ces masses de sable sont des dunes du Quaternaire récent.

Derrière le cordon dunaire et en avant des montagnes, il existe une zone marécageuse où se déversent les eaux des oueds (Joleaud 1936 ; de Bélair 1990). Les dunes présentent, à leur base un niveau à nappe aquifère alimenté par les crues des oueds et le débordement des garaâs (lacs). Les nappes affleurent dans les dépressions interdunaires et dans les zones de déflation du sable par le vent. (Thomas, 1975 ; Aouadi, 1989). (Fig. 13).

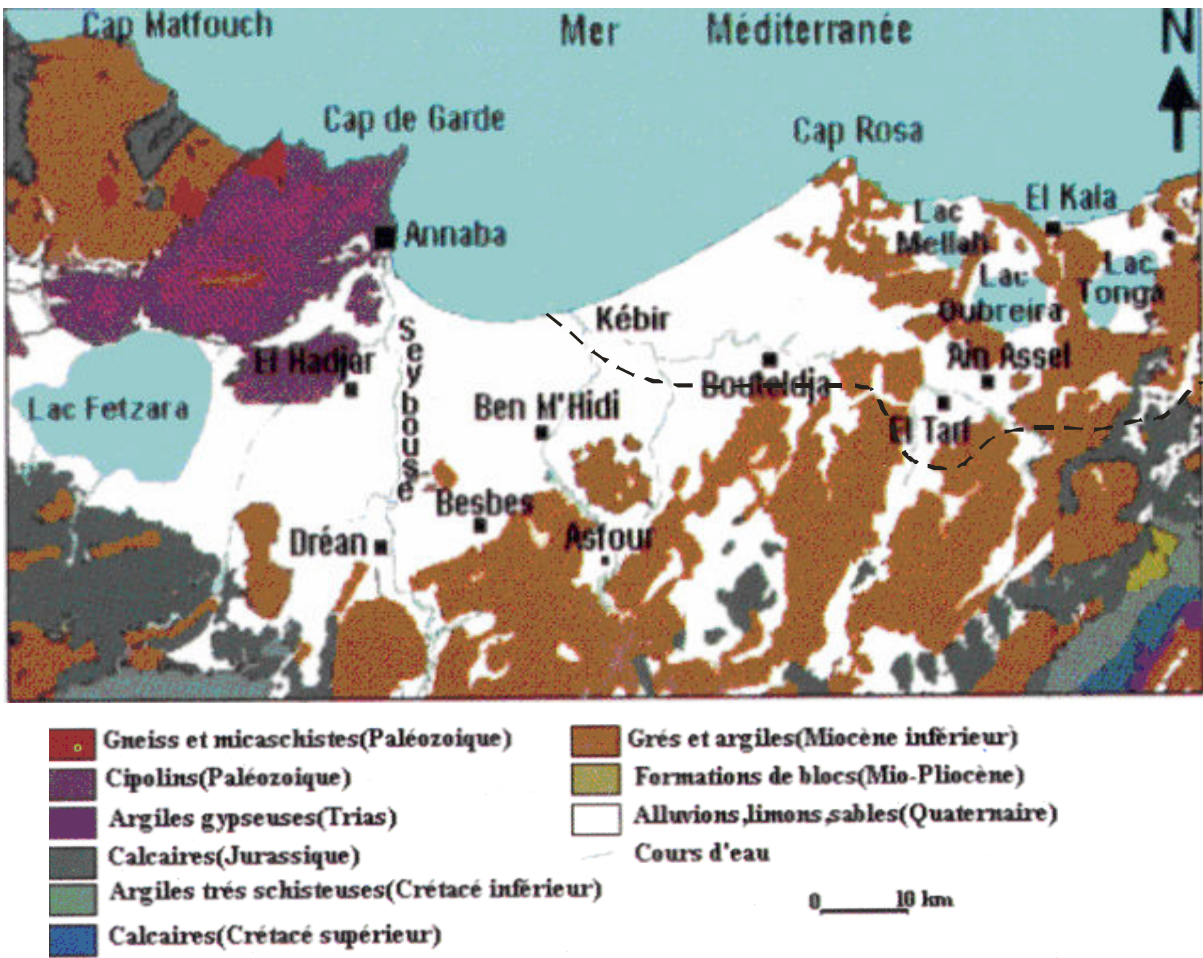


Figure 12 : Formations géologiques du Nord Est algérien (Vila, 1980)

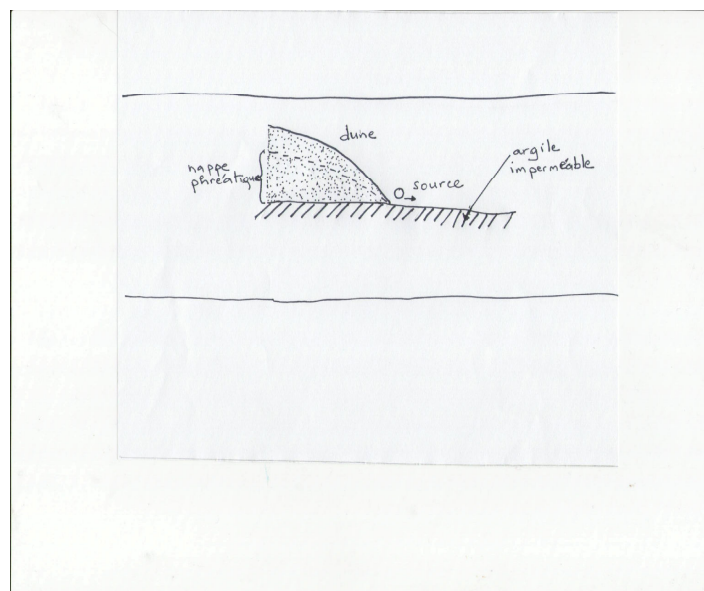


Figure 13 : Zone de déflation du sable par le vent (Thomas, 1975)

2.2.3 - La pédologie

Le sol constitue une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. Il présente le point de rencontre entre le monde minéral et le monde du vivant. Il constitue en fait, le siège d'interactions physico-chimiques dont les produits finaux sont les sels minéraux qui sont vitaux pour la biocénose.

Le sol est plus ou moins développé suivant la nature de la roche mère, la topographie du lieu et les caractères du climat : parmi ces derniers "l'eau" joue un rôle prédominant (Duchaufour, 1977).

En général, sous un climat donné, la végétation reflète, en grande partie, les propriétés du sol qui la conditionnent et réciproquement le végétal influence, de manière importante, l'évolution du sol et donc oriente la pédogénèse, par le biais de l'humification qui joue un rôle intermédiaire entre le sol et la flore. Ce qui s'exprime par la trilogie : végétation / humus / sol (Duchaufour et Toutain, 1985). Par conséquent, toute modification naturelle ou artificielle du couvert végétal d'un écosystème implique la transformation de l'humus ensuite celle du sol.

L'évolution successive ou simultanée du sol et de la flore vers un climax présente un intérêt non négligeable, dans la mise en évidence de la relation sol / végétation et les interactions qu'ils exercent l'un sur l'autre. Il est donc évident, qu'il est impossible de comprendre le fonctionnement des écosystèmes humides étudiés sans faire appel à l'étude du sol.

2.2.3.1 - Les types de sols

D'une manière générale, les régions prospectées n'ont pas bénéficié d'une étude complète des sols et les travaux les plus connus sont ceux de Durand (1954) qui définit deux groupes de sols :

- **des sols zonaux (ou ectodynamomorphes)** : ce sont des sols complètement développés, qui dépendent surtout des facteurs externes. Leur distribution est en relation avec les zones climatiques (Demelon, 1966). Leur tendance évolutive est le lessivage, se sont **les podzols** parmi lesquels on distingue :
 - ❖ Les sols oxyhumiques
 - ❖ Les sols insaturés acides
 - ❖ Les sols insaturés
 - ❖ Les sols décalcifiés
- **Les sols azonaux (ou endodynamomorphes)** : ces sols sont incomplètement développés, et ils présentent un rapport direct avec la roche-mère (Demelon, 1966). Mais, selon Durand (1954), leur évolution est liée au degré de saturation en eau, l'absence de l'oxygène ou l'intensité de l'activité biologique (conditions stationnelles). Ces sols dépendent selon l'auteur d'un facteur autre que le climat, ce sont :
 - ❖ Les sols de marécage
 - ❖ Les sols des prairies marécageuses
 - ❖ Les sols tourbeux non inondés
 - ❖ Les solods
 - ❖ Les sols alluviaux
 - ❖ Les sols dunaires

Une autre étude affinée par la S.E.T.HY.CO (Société d'Etudes Techniques et Hydrauliques de Constantine) en 1983, mais seulement pour les rives des lacs et les estuaires des deux oueds (d'Annaba à Azzaba) (Aouadi 1989 ; Benslama, 1993) classe les sols de la région en trois groupes :

- Les sols peu évolués sur les cotes gréseuses et les dunes (régosol, lithosol).
- Les mollisols qui évoluent en fonction de la couverture végétale. Ces sols occupent les dépressions et les plaines argileuses ou argilo-sableuses.
- Les sols des dépressions humides dont l'évolution est conditionnée par le degré de saturation en eau, l'absence d'oxygène (la faible activité biologique) et l'apport considérable de débris. Ce sont

les sols tourbeux, les sols hydromorphes humifères et les sols à gley et à pseudo-gley (Benslama 1993).

Toutes les références bibliographiques consultées signalent que l'aulne glutineux peuple les bords des eaux en plaine ou en montagne et se développe sur des sols organiques ou **tourbières** (Maire 1926 ; Gauthier-lièvre 1931; Joleaud 1936 ; Durand 1954 ; Duchaufour 1965, 1970, 1977, 1984 ; Thomas 1975; Ozenda 1982 ; Toubal-Boumâaza 1986 ; de Bélair 1990 ; Djellal 1992-1993 ; Benslama 1993, 2001, 2006, 2010 ; Ben Tiba 1995...).

Joleaud (1936) indique que «les sols des marécages ou garâas de la petite plaine de Bône (Annaba) sont constitués par des limons noirâtres sur 30 centimètres à un mètre d'épaisseur, dont l'imperméabilité est liée à un sous-sol formé d'argiles de Numidie ». L'auteur (ibid) a observé également un fait unique en Algérie, en certains points au voisinage immédiat de la Calle (El Kala) : c'est «l'existence de **pseudo-tourbières à sphaignes** » considérées en transition vers des tourbières mésotrophes à pH relativement acide à neutre (Gehu et al. 1994).

Aussi, l'étude de Thomas (1975) sur "l'écologie et le dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala", indique que «l'aulne glutineux recherche des sols gorgés d'eau toute l'année, mais non inondée de manière permanente et que les zones dites "nechas" avec leur faible pente, leur approvisionnement d'eau permanente par les nappes phréatiques des dunes voisines, à sous-sol argileux sont donc le domaine d' *Alnus glutinosa* ».

Selon Aouadi (1989) : «les argiles du flysch numidien (de nature imperméable) favorisent le maintien d'une hydromorphie partielle alimentée par une pluviosité appréciable (600-1200mm par an) ».

L'étude de Nefar (1991) portant sur les tourbières du lac bleu, fait ressortir un type de sol assez rare et particulier en Algérie que sont les Histosols.

Ces observations sont confirmées par Djellal (1992-1993) dans l'étude cartographique des sols du bassin versant du lac Oubeira où il a déterminé six types de sols. Il s'agit selon la classification américaine des ordres suivants : Mollisols, Entisols, Inceptisols, Alfisols, Vertisols et Rock out crops. Néanmoins, les sols les plus répandus dans la zone d'étude sont les Entisols formés sur un substratum argilo-gréseux (ce sont des sols très peu évolués dépourvus d'horizons de diagnostic caractérisés) ; en second lieu, on cite les sols les plus évolués qui sont les Alfisols et les Mollisols. Il ressort pour ce dernier type de sol, que la végétation offre une quantité de matière organique importante qui reste localisée dans les horizons de surface. Cette teneur en matière organique donne la couleur foncée aussi aux Vertisols qui sont des sols argileux à dominance d'argiles gonflantes dont les proportions sont comprises entre 35 et 40% (CPCS, 1967).

Par ailleurs, les aulnaies se développent sur les surfaces d'atterrissement des oueds ou dans la zone de contact dune-lac. Et à ce niveau, il est remarquable que l'humidité ne soit entretenue sur des pentes presque nulle, que grâce à l'émergence d'innombrables sources, qui jaillissent au pied des dunes. En général, dans cet écosystème se développe l'association *Alneto-Fraxinetum*.

Quant aux travaux de Benslama (1993), ils dressent l'inventaire des sols du bassin versant du lac Tonga en décrivant d'une façon fondamentale l'influence de la roche mère, du climat et surtout de la végétation sur l'évolution de ses sols. Cet inventaire a permis l'identification de quatre ordres : Alfisols (sols à horizon argillique, altération réduite), Histosols (sols hydromorphes organiques), Inceptisols (sols peu évolués) et Mollisols (sols à horizon mollique).

Aussi, l'étude pédologique d'Ibn Cherif (2006) du marais de Bourdim confirme l'existence des types de sols suivants, il s'agit :

- des sols peu évolués ou régosols sur matériaux friables ;
- des sols lessivés ou Alfisols, développés sur substrat géologique argileux sableux ;
- des sols hydromorphes peu humifères, sols hydromorphes à gley et sols hydromorphes tourbeux.

Néanmoins, malgré la particularité, l'importance et la vulnérabilité de ces sols, les études scientifiques basées sur leurs caractéristiques physico-chimiques (Cf. Chapitre 2.2.2.3.4), ne permettent pas encore de connaître profondément leur dynamique et leurs interactions avec la végétation. En effet, les résultats des travaux pédologiques réalisés sont partiels et ne sont pas généralisés à toutes les stations d'aulnes étudiées ce qui empêche leur classement à l'échelle internationale.

2.2.3.2 - Les sols hydromorphes

L'étude de ces sols revêt une importance particulière car le profil pédologique intègre l'action conjuguée du substratum géologique, de la nappe d'eau et de la végétation (Buttler, 1987).

Dans les aulnaies, le sol est de nature particulièrement tourbeuse. Ces types de sol sont très riches en matière organique. Cette dernière intervient, selon Maignien (1980), sur de nombreuses propriétés édaphiques comme la couleur, la structure, la consistance etc...et s'interprète souvent en termes de fertilité et d'aménagement.

Les sols hydromorphes sont caractérisés par des phénomènes de ségrégation locale du fer réduit à l'état ferreux ; ceci est lié à une présence plus ou moins permanente d'une nappe et par la suite une saturation des pores sous l'action de l'eau, ce qui provoque un déficit prolongé en oxygène.

Ainsi, l'anoxie joue un rôle fondamental dans la formation des tourbières, ce qui inhibe totalement l'activité minéralisatrice des décomposeurs de la matière organique fraîche, de telle sorte que celle-ci s'accumule sous forme de débris au lieu d'être transformée en éléments minéraux et composés humiques (Duchaufour 1977).

Outre l'anoxie, intervient le facteur Calcium dont la présence fait subir aux débris une humification et donne un matériau marron, amorphe, neutre (Grandvoinet et al. 1987 et 1988).

Du point de vue température des tourbes, la présence d'une nappe phréatique à une faible profondeur joue un rôle modérateur (Visset, 1986).

Selon Buttler (1987), les fluctuations de la température dans l'horizon humique ont une importance biologique considérable sur le processus de l'humification et sur la porosité.

Il est à savoir également, que les régimes thermique et hydrique du sol sont en effet, d'après Lemée (1978), d'une grande importance écologique, car ils exercent un contrôle sur l'activité des micro-organismes et celle de la pédofaune, mais aussi sur la croissance et l'activité physiologique des racines. Ils dépendent à la fois du bilan d'énergie du système sol-atmosphère du couvert végétal et des caractéristiques propres du sol comme la réflectivité de la surface, les constituants solides et la porosité.

2. 2.3.2.1 - Classification des sols hydromorphes

L'étude des sols hydromorphes a permis de comprendre selon Duchaufour (1977) leur mode de fonctionnement ainsi que les grands traits de la pédogénèse dans ces milieux réducteurs. Le processus d'oxydo-réduction est marqué, et l'engorgement quasi-permanent provoque un déficit en oxygène (O₂) et oriente la pédogénèse vers l'hydromorphie aboutissant à la définition de plusieurs types de sols à humus brut :

1. Hydromorphie temporaire en surface : sols peu humifères, oxydo-réduction partielle du fer réduit en taches rouilles et concrétions : **PSEUDO-GLEY**

2. Hydromorphie superficielle subpermanente : sols humifères, réduction et élimination du fer réduit dans l'horizon A2, dépourvu de concrétions : **STAGNOGLEY**

3. Hydromorphie profonde et permanente : Horizon G caractérisé par la réduction complète du fer (décoloré ou gris-verdâtre) : **GLEY**

4. Hydromorphie totale, permanente : **TOURBES** (neutres ou acides).

Dans les milieux acides, la dégradation de la matière organique est bloquée aboutissant à l'accumulation des débris organiques et formation d'un humus hydromorphe de type **Anmoor** ou de **tourbe** (Duchaufour, 1984).

A la différence de la tourbe qui est constituée de matière organique à l'état pur, l'anmoor est un mélange intime d'argile et de matière organique transformée et humifiée dont le taux ne dépasse pas 30% (le complexe argilo-humique est bien formé). La structure est compacte, plastique, collante. L'anmoor caractérise les sols à **gley** dont la nappe phréatique subit de fortes oscillations saisonnières. Il s'assèche donc périodiquement.

Pour simplifier, la classification française des sols : CPCS : "Commission de Pédologie et de Cartographie des sols" (1967) distingue deux groupes sachant que les sols hydromorphes organiques se caractérisent par (une matière organique de type tourbe et une hydromorphie totale et permanente entraînant des conditions d'anaérobiose) :

1° Les sols hydromorphes moyennement organiques sont caractérisés par une hydromorphie totale mais temporaire en surface. Les deux sous-groupes retenus sont des **sols humiques à gley**, les uns à **anmoor acide**, les autres **salés**.

2° Les sols hydromorphes minéraux ou peu humifères comprennent les sous-groupes suivants : les sols à **gley profonds**, les sols à **gley peu profonds** et des sols à **pseudo-gley**.

Concernant les sols podzolisés, on distingue aussi deux groupes selon CPCS (1967) :

1° Les sols podzolisés non ou peu hydromorphes : sol ocre podzolique, sol podzolique, podzol.

2° Les sols podzolisés hydromorphes qui sont scindés en deux sous-groupes qui sont les suivants :

* **Podzols hydromorphes tempérés** : ce sont les podzols humiques et/ ou les podzols à alios. Dans ce cas, selon Duchaufour (1977), dans les horizons à dominance de sables fins, particulièrement dans un horizon de profondeur (exemple H2), les grains de quartz sont translucides et débarassés de tous revêtement. Ils provoquent un concrétionnement en masse et un durcissement de l'ensemble de l'horizon appelé alors alios (structure monomorphe).

* **Podzols hydromorphes tropicaux** : ce sont les podzols de nappe.

Les sols hydromorphes des régions d'étude sont des tourbières spécifiques aux régions côtières se développant dans des milieux siliceux riches en matière organique (Benslama, 2006 comm. verb.) ; la nature de cette tourbe n'a donc pas fait l'objet d'une étude comparative et d'une classification sur la base des données internationales.

2.2.3.2.2 – Les caractéristiques édaphiques de la tourbe

A - Définitions

La tourbe est un matériau formé par l'accumulation, en conditions hydromorphes anoxiques de matière organique plus ou moins décomposée (Gobat et al. 2003). D'aspect spongieux, compressible, et de couleur allant du brun jaunâtre au noir elle peut contenir selon Quinty et Rochefort (2003) :

- une teneur élevée en Carbone (60%),
- de l'ordre de 65 à 90% d'eau en poids,
- 15 à 30% de cellulose,
- 20 à 30% d'hémicellulose,
- 10 à 40% de lignine
- et 2 à 15% de protéine

Prévot (1974) définit deux types d'humus en fonction de leur formation aérobie et anaérobie :

- ❖ Humus de formation aérobie (mull calcique, mull forestier, moder et mor).
- ❖ Humus de formation anaérobie :
- **Tourbe calcique mésotrophe et eutrophe** : formée dans les tourbières infra-aquatiques à hypnacées où croissent les cypéracées, les roseaux (phragmites) et l'aulne : pH neutre et le rapport

C/N (Carbone sur Azote) < 30 ; le milieu est riche en Calcium ; les tourbières eutrophes sont fortement minéralisées. Les tourbières mésotrophes sont intermédiaires entre les eutrophes et les oligotrophes.

- **Tourbe acide (oligotrophe) :** pauvres en éléments minéraux. Formée dans les tourbières supra-aquatiques ou tourbières hautes à sphaignes. Les tourbes acides sont désaturées en base (pH = 4 à 5) (Duchaufour, 1984).
- **Anmoor :** Humus des sols hydromorphes dont la nappe d'eau diminue en été, il renferme l'anmoor oligotrophe (pauvre en cations) et l'anmoor calcique mésotrophe (riches en cations).

Prévot (1974) indique que l'alternance de séchage du sol à l'air et à la réhumidification stimule fortement l'humification. Plus le rapport C/N est bas et plus la vitesse de minéralisation est grande. Un rapport C/N > 25 traduit une minéralisation lente. Un rapport C/N < 25 traduit une minéralisation rapide. Un rapport C/N égal à 10 reflète une vitesse maximale de la minéralisation.

Plusieurs études ont mis en évidence la relation sol-végétation dans ces milieux (en Suisse : Gobat 1984, 1985, 1986 ; au Canada Levesque et al. 1980 et 1987 ; Diné et Levesque 1989 ; et en France Duchaufour 1989...), ce qui a engendré la classification des tourbières en fonction de différents critères selon les recherches des auteurs.

Duchaufour (1989) a publié un article sur la pédologie et les groupes écologiques dans lequel il mentionne le rôle du type d'humus et du pH dans la distribution des espèces végétales : les conditions de nutrition des espèces expliquent leur distribution ; ces conditions de nutrition ne dépendent pas seulement du pH mais elles sont en relation étroite avec les propriétés de la matière organique qui définissent le type d'humus. Toujours selon le même auteur, le pH ne permet pas de caractériser les types d'humus que de manière très incomplète et imprécise. Ainsi, les humus biologiquement actifs bien incorporés à décomposition rapide de la litière, à structure grumuleuse (Mull) jouent un rôle très important dans la correction des effets nocifs du pH. Par conséquent, l'humus intègre l'ensemble des propriétés du profil et oriente la pédogénèse. L'auteur en mettant en évidence la corrélation étroite existante entre le type d'humus de tel ou tel groupe écologique à exigences bien déterminées, distingue :

- les espèces du Mor (acidophiles strictes)
- les espèces du Moder (acidophiles)
- les espèces du Mull mésotrophe (mésacidophiles)
- espèces du Mull eutrophe (neutrophiles exigeantes)
- les espèces du Mull carbonaté (neutrophiles peu exigeantes)
- les espèces de tourbes ou anmoor tourbeux exemples : *Alnus glutinosa*, espèce hygrophile qui supporte une absence totale d'oxygène même en été. Il existe également des espèces dites "hydrotolérantes" comme *Rhamnus frangula* qui résiste à une insuffisance d'oxygène manifestée temporairement en hiver et au printemps.

B – Les conditions d'apparition et de maintien des tourbières

Une tourbière est un type de zone humide colonisée par la végétation, dont les conditions écologiques particulières ont permis la formation d'un sol constitué d'un dépôt de tourbe. Le sol est saturé en permanence en eau stagnante ou très peu mobile, limitant la disponibilité de l'oxygène nécessaire au métabolisme des micro-organismes (bactéries et champignons), responsables du recyclage de la matière organique. Dans ces conditions asphyxiantes, la litière végétale ne se minéralise que très lentement. Elle s'accumule progressivement, formant un dépôt de matière organique mal ou non décomposée : la tourbe.

Celle-ci contient au moins 20% de carbone ("la tourbière peut être un puits de carbone") et peut s'accumuler sur plusieurs mètres d'épaisseur au rythme moyen de 0,2 à 1mm par an (SOeS Environnement 2010).

Ainsi, les conditions d'apparition et de maintien des tourbières sont les suivantes :

- **Le bilan hydrique** doit être nul ou positif, de sorte que le milieu soit presque constamment inondé ou gorgé d'eau. Cette abondance en eau peut être due à divers facteurs :

- le relief, qui doit permettre d'une manière ou d'une autre une stagnation de l'eau.
- Une pluviométrie importante supérieure à l'évapotranspiration.
- Un sous-sol rocheux, argileux et quelquefois sableux relativement imperméable limitant les pertes d'eau par infiltration.

- **le climat**

- En zone tempérée, la température doit être faible, ce qui ralentit encore le processus de décomposition de la matière organique morte.
- En zone tropicale, ce sont les précipitations, qui compensent l'importante évapotranspiration.

- **Les facteurs qui maintiennent le milieu tourbeux**

- Une flore particulière, qui peut parfois sur des pentes « tourbières de pentes » freiner ou stocker l'eau (sphaignes sur sols acides ou acidifiés, les roseaux étant plus caractéristiques des zones alcalines).
- L'acidité naturelle (fréquente en zone tropicale) ou auto-entretenu (par exemple par les sphaignes) est un facteur qui ralentit la décomposition de la lignine et des plantes dans le cas des tourbières acides. Dans ce cas, les tourbières sont souvent liées aussi à une pauvreté trophique du sol notamment en azote et en phosphore.

C – Classification et typologie des tourbières

Il existe de nombreux types de tourbières, selon leur latitude, altitude, région biogéographique, géologie, écologie, etc.

La classification des tourbières est encore en discussion dans la communauté scientifique. Il est parfois difficile de faire la distinction entre deux types, ou de « classer une tourbière » dans une catégorie, d'autant qu'il existe des complexes tourbeux composés de deux ou de plusieurs types de tourbières.

Le classement peut s'effectuer selon plusieurs critères :

- l'activité : une tourbière est dite « active » quand la turfigénèse (production de tourbe) y existe.
- Le pH : on oppose les tourbières acides (ou acidiphiles) aux tourbières basiques (ou alcalines).

A l'échelle des valeurs du pH caractérisant les tourbières s'étendant de pH=3 (acide) à pH=8 (alcalin) avec une frontière biologique se situant autour de pH =5,5, on distingue :

- Les tourbières acides à sphaigne, de pH inférieur à 4
- Les tourbières alcalines à Carex, de pH supérieur à 6.
- Le mode d'alimentation en eau
 - Tourbière **soligène** : ce sont les tourbières de pentes et de sources, elles naissent à la faveur d'un écoulement lent et continu le long d'une faible pente et sont alimentées par les eaux de ruissellement ou directement par une source adjacente ;
 - Tourbière **topogène** (Rhéotrophe) : cette catégorie de tourbières est située en fond de vallon ou dans une cuvette ou dépression quelconque. Elles sont alimentées par le ruissellement des eaux de pluie ou par la nappe phréatique affleurante.
 - Tourbière **limnogène** : ce type de tourbière se développe à partir des berges d'un lac (ou autre pièce d'eau), en colonisant progressivement la surface en eau jusqu'à complètement la recouvrir par atterrissement progressif.
 - Tourbière **fluviogène** (telmatogène) : située à proximité d'un fleuve ou un grand cours d'eau, ce type de tourbière est alimenté en eau par la nappe d'eau souterraine

et/ou ponctuellement par les crues du cours d'eau voisin, qui apportent à la fois une nouvelle quantité d'eau et des alluvions.

- Tourbière **thalassogène** : qui naît au contact entre des eaux douces et des eaux marines (nappes dunaires et tourbières de transgression marine).
- **Tourbière condensarogène** : issue de la condensation atmosphérique notamment dans certains éboulis rocheux d'altitude (Alpes).

- Des cas intermédiaires de tourbières existent exemple le type qualifié de ‘**soli-topogène**’

- Egalement on distingue deux types d'alimentation en eau de la tourbière quelque soit leur mode de genèse :
 - Une tourbière dite **minérotrophe** (*fen* en anglais) : elle est alimentée par les eaux de ruissellement et par la nappe souterraine en majorité, et donc alimentée en substances minérales dans des proportions variables, en provenance du sous-sol minéral. Aussi, les tourbières minérotrophes sont très variées : acides à alcalines, oligotrophes à eutrophes. On les nomme ‘**bas marais, tourbières basses ou tourbières plates**’ car leur surface est généralement très proche de celle de leur nappe d'alimentation qui ne s'abaisse pas à plus de 50cm (Delcourt, 1983).
 - Une tourbière dite **ombrotrophe** (*bog* en anglais) : elle est alimentée en eau uniquement par les précipitations atmosphériques (Climats très pluvieux). Déconnectée de la nappe phréatique, la tourbière s'assèche progressivement, et le sol et l'eau que l'on y trouve sont souvent plus acides et plus pauvres en éléments minéraux nutritifs que les tourbières minérotrophes. Ce sont des tourbières oligotrophes, elles sont toujours acides, dominées par les sphaignes et appelées **hauts marais, tourbières hautes ou tourbières bombées** en raison de la forme en dôme généralement prise par leur surface (Delcourt, 1983).

D'autre part, il arrive souvent que les deux modes d'alimentation minérotrophique et ombrotrophique coexistent sur une même tourbière qualifiée alors de tourbière mixte. Des faciès intermédiaires de ces tourbières peuvent se développer sur un même site (notamment concernant ses caractéristiques chimiques : (pH, minéralisation) et, par conséquence de sa végétation que l'on nomme tourbières de transition.

- Autres classifications des tourbes :

Sachant que la tourbe se développe en général dans un milieu presque constamment gorgé d'eau, sous un climat frais et humide, conditions très défavorables à la décomposition de la matière organique, chacune des classifications suivantes distingue schématiquement trois types de tourbe suivant le degré de décomposition des végétaux :

1)- (Kivinen, 1971 in Menut, 1974) énumère les types de tourbe suivants :

- **la tourbe blonde (tourbe fibrique)** : formée par des sphaignes, gorgée d'eau, structure fibrique, acide, riche en carbone organique ;
- **la tourbe brune (tourbe mésique)** ;
- **la tourbe noire (tourbe saprique)** : formée par des joncs et laïches, moins gorgée d'eau car plus dense, structure mésique à saprique, pH moins acide que les deux précédentes, plus minéralisée.

2)- **Classification américaine (Soil Taxonomy)**

La classification américaine ou Soil Taxonomy utilise les caractères morphologiques basés sur la proportion des fibres et reconnaît trois types de fibres : (Duchaufour 1977).

- **Tourbe fibrist** : tourbe peu évoluée ; les 2/3 de la masse sont constituée de fibres.
- **Tourbe liniste ou hemist** : 1/3 à 2/3 de la masse sont formée de fibres.
- **Tourbe saprist** ou tourbe évoluée et humifiée, appelée aussi **Muck**, contient moins de 1/3 de fibres.

3)- Classification canadienne

Le système canadien de classification des sols organiques est basé aussi sur les caractères morphologiques, physiques et chimiques des couches tourbeuses identifiées dans le profil.

Deux critères sont utilisés pour définir les classes de tourbe (Levesque et al. 1980) :

a)- Test de fibre frottée

- Tourbe fibrique (fibrist) : Taux supérieur à 40% de fibres > 200 µm (en poids sec).
- Tourbe mesique (hemist) : Taux compris entre 10% et 40% de fibres.
- Tourbe humique (saprist) : Taux inférieur à 10%

L'analyse granulométrique est un des moyens classiques d'étude des sols. Elle permet de définir la texture qui conditionne à son tour en partie les propriétés physico-chimiques du milieu.

Pour les histosols, son intérêt est capital. Ainsi, l'analyse granulométrique des sols organiques et particulièrement des horizons histiques définis selon (Levesque et al. 1980 et Baize et Girard, 1990) ou (S.S.S.A : Soil Science Society of American 1974) est de grande importance pour leur classification.

b)- L'indice de pyrophosphate de Sodium

Le pyrophosphate de Sodium ($\text{Na}_4 \text{P}_2 \text{O}_7$) permet d'extraire facilement les produits de dégradation des tourbes (acides fulviques 'AF' et acides humiques 'AH'). L'indice 'pyro' permet d'affiner la classification des tourbes. Les limites proposées par (Levesque, Diné et Marcoux, 1980) sont les suivantes :

- indice 'pyro' < 15 : Fibrique.
- indice 'pyro' entre 15 et 30 : Mésique.
- indice 'pyro' > 30 : Humique.

Cet indice indique donc le degré d'humification de la tourbe (Kaila, 1956).

- Gobat et Portal (1986) en Suisse utilisent d'autres indices :

1)- Un indice bas (1-10) caractérise une tourbe peu évoluée chimiquement

2)- Un indice haut (> 50) caractérise une tourbe chimiquement très décomposée.

3)- et l'indice de régénéralité (R.E.G)

Le rapport entre le taux de fibres et l'indice 'pyro' est un excellent indicateur reflétant le potentiel de régénéralité de chaque type de tourbe (Gobat et al. 1986). L'indice R.E.G varie de 0 (pas de fibres) à 30 ou plus (tourbe régénéralité bien développée, intacte)

Taux de fibres %

R.E.G = -----

Indice pyrophosphate

Cet indice permet de définir trois catégories de tourbe :

- Indice entre 0 et 1 : Milieux à tourbe non régénéralité
- Indice 1-10 : Milieux à tourbe régénéralité (perturbations douces).
- Indice 10-30 ou plus : Milieux à tourbe régénéralité (milieux intacts).

2.2.3.2.3- La pédogénèse dans les sols hydromorphes

L'étude de la pédogénèse dans les sols hydromorphes est très complexe. On distingue deux cas (Duchaufour, 1970) :

A - Pédogénèse en milieu déficient en oxygène : semi-anaérobie

Il s'agit soit d'hydromorphie temporaire (par les eaux stagnantes) soit d'une imbibition par l'eau de certains éléments spongieux (hydromor et hydromoder), ce qui entrave la circulation de l'air et provoque une baisse rapide de l'oxygène tant gazeux que dissous.

Si le milieu est en outre très acide, l'activité biologique minéralisatrice devient faible, les composés organiques solubles ont tendance à s'accumuler dans les horizons humifères ; en même temps, le fer est

réduit au moins partiellement : les conditions sont optimales pour la complexation et la mobilisation du fer qui est susceptible de migrer dans le profil (Podzols ; pseudogley acide).

B - Pédogénèse en milieu fortement réducteur

Il s'agit de l'hydromorphie provoquée par les eaux stagnantes formant des nappes permanentes susceptibles de s'échauffer. Il s'installe alors une anaérobiose accentuée et presque constante ; quelque soit la saison, l'activité microbiologique est insuffisante pour décomposer la matière organique fraîche insoluble qui s'accumule. Les composés organiques solubles s'accumulent dans l'humus en période hivernale, ce qui abaisse progressivement le potentiel d'oxydo-réduction ; et en été la fermentation méthanique fait disparaître au moins partiellement les composés solubles : ces processus caractérisent la formation des tourbes ou des anmoors ; dans ces milieux très réducteurs, les sulfates étant réduits en sulfures de fer noirâtres (gley noirs).

2.2.3.2.4 - Les caractéristiques édaphiques des sols hydromorphes dans certains sites étudiés.

L'étude des caractéristiques édaphiques de ces sols ne donne lieu jusqu'ici qu'à des publications fragmentaires (mémoires de fin d'études : ingéniorat et magister). Beaucoup d'efforts ont été consentis, mais des recherches cohérentes devraient normalement donner des résultats plus complets pour pouvoir étudier l'évolution des sols hydromorphes en Algérie en relation avec la dynamique des communautés végétales.

En général, la génèse et l'évolution des sols sont en relation avec les conditions du milieu. Concernant les sols sableux, Thomas (1975) indique que la topographie semble conditionner l'action des autres facteurs qui sont les suivants : l'intervention de l'homme et de ses animaux, la nature du sous-sol, la nature de la couverture végétale ainsi que le facteur hydrique.

Par ailleurs, comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs facteurs ont une action simultanée sur l'évolution des sols hydromorphes. Ainsi, dans les dépressions humides, l'évolution des sols est conditionnée par le degré de saturation en eau, l'absence d'oxygène et la faible activité biologique dans une zone d'accumulation de débris, qui entretient une végétation dense et variée orientant l'évolution de ces sols, sous l'action de la matière organique ou par l'inondation prolongée.

En effet, à titre d'exemple : l'eutrophisation croissante des eaux d'un étang et la stabilisation de son niveau jouent un rôle important dans son mécanisme évolutif. La végétation palustre, dans des conditions écologiques (humidité et lumière) particulièrement favorables devient hautement productive. Et en s'accumulant, la litière réhausse le sol par rapport au niveau phréatique et contribue à sa maturation (enrichissement en matières organiques). Ainsi, le processus s'accompagne d'une modification progressive de la flore jusqu'à un stade évolutif ultime marqué par une forêt riveraine composée de frêne (*Fraxinus angustifolia*), orme (*Ulmus campestris*), peupliers (*Populus* spp...) (Buttler 1983).

La dominance d'*Alnus glutinosa* ainsi que d'autres espèces telles que *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*, *Carex punctata* et *Carex pseudo-cyperus* indique différents stades d'une importante eutrophisation déclenchée par l'action des pesticides et des engrais utilisés en agriculture (Rieley et Page, 1987).

Buttler (1983) indique que : « la plupart des forêts riveraines naturelles consistent en des fourrés broussailleux ou en jeunes futaies encore impénétrables. Et Bien que la forêt représente le stade final du processus de vieillissement de la zone riveraine et qu'elle occupe les sols les plus "évolués", on ne peut pas encore parler d'association climax (Association qui correspond aux potentialités du sol en équilibre avec le climat régional). La présence simultanée d'arbres à exigences écologiques différentes (spécialement en ce qui concerne l'humidité du sol) prouve que la végétation est en pleine évolution » (voir ci-dessous le chapitre intitulé : "Aperçu sur la dynamique des formations à aulne glutineux").

Dans le chapitre suivant, nous présentons une ébauche des caractéristiques physico-chimiques par communauté végétale dans un certain nombre de sites afin de les relier à la dynamique des formations à aulne glutineux car les conditions physico-chimiques et l'assèchement jouent un rôle fondamental dans l'évolution des tourbes.

Ces conditions physico-chimiques déterminent en effet l'évolution de la matière organique, alors que l'assèchement conditionne le développement des types d'humus : maintien de l'état tourbeux de l'humus (nappe permanente) ou au contraire sa dégradation donnant d'autres types de ce matériau tels que l'anmoor et l'hydromor (hydromorphie temporaire).

Le processus de dégradation de la tourbe est complexe, il comprend plusieurs stades : les constituants de base des végétaux, la cellulose et la lignine, sont décomposés en molécules plus petites (AF : acides fulviques) dans un premier temps. Ensuite ces molécules se lient entre elles pour former d'autres composés organiques (AH : acides humiques).

L'abondance de ces molécules (AF+AH) permet de définir l'état de dégradation de la tourbe ; plus celle-ci est avancée et plus les AF et les AH sont abondants (Dinel et Levesque, 1976). Aussi l'état de décomposition d'une tourbe est-il constaté par la diminution du taux de fibres et une augmentation de l'indice au pyrophosphate. L'un et l'autre traduisent respectivement une dégradation physique et une décomposition chimique plus avancée de la tourbe (Nefar 1991).

- Nous avons vu aussi, précédemment, que le rapport C/N atteint des valeurs d'autant plus basses que la matière organique est profondément transformée. La valeur de ce rapport dépend entre autres de la teneur en azote des feuilles qui constituent la matière organique fraîche qui retourne au sol (liée étroitement à la végétation). Parmi les propriétés de cette matière fraîche, deux paraissent jouer un rôle essentiel (Duchaufour, 1970) : la teneur en azote et la teneur en matière hydrosoluble (plus elle est élevée, plus elle favorise la vie microbienne). Ainsi, on distingue des espèces dites "améliorantes" dont les feuilles sont caractérisées par un rapport C/N bas : elles donnent une litière se décomposant activement, par opposition aux espèces dont les feuilles (ou d'une façon générale les débris organiques formés) sont pauvres en azote (C/N élevé) qui sont dites acidifiantes et ont tendance à former un moder ou un mor ; Les Ericacées ralentissent l'activité biologique, les graminées au contraire favorisent la formation de mull (Duchaufour, 1970). Par ailleurs (Wittich, 1961 in Duchaufour, 1970) classe ainsi les espèces forestières ayant crû dans une même station :

Espèces améliorantes : Aulne – Robinier : C/N=16 (fixateurs d'azote) ; Orme – Frêne : C/N= 24

Les résineux sont en général des espèces plus acidifiantes que les feuillus, exemple pour le pin sylvestre : C/N= 65 ; pour le chêne, la valeur de C/N= 40 : humus moins défavorable par rapport à celui du hêtre dont le rapport C/N= 45.

Un autre paramètre aussi important que le précédent, est déterminé dans le cadre de l'étude des caractéristiques chimiques du sol : il s'agit de «la capacité d'échange cationique» qui dépend impérativement des colloïdes argileux et organiques, essentiellement électro-négatifs fixant surtout des cations. La quantité de bases qui peuvent ainsi être fixées temporairement est exprimée en milliéquivalents, c'est-à-dire en millièmes de mole d'hydrogène susceptibles d'être remplacés par une base, pour 100g de terre, et on la représente par « T ».

Dans les sols très lessivés (podzols), l'entraînement en profondeur appauvrit cette capacité et par suite la teneur de ces sols en sels minéraux. A un instant donné une partie de la quantité d'échange totale « T » est ainsi saturée par des cations métalliques échangeables : on exprime ce taux de saturation « S » en pourcentage de « T ».

Remarques

Le nombre très élevé des sites d'échantillonnage prospectés dans le cadre de cette étude (35) nous a contraints à utiliser les résultats pédologiques présentés dans des mémoires d'ingénieur et de Magister pour l'étude d'un certain nombre de profils réalisés dans les sites cités ci-dessous dans le tableau 2.

Dans ce tableau, nous donnons des indications sur les caractéristiques physico-chimiques qui ont été le plus souvent analysées dans le cadre de ces mémoires de fin d'études.

Nous joignons aussi un profil que nous avons étudié en 1986 dans le cadre de nos travaux de Magister. Ce dernier est situé sur les bordures asséchées de la formation 'aulnaie-frênaie en contact avec *Acacia cyanophylla* (espèce introduite)' (Belouahem-Abed, 1993).

Egalement, pour l'étude des caractéristiques physico-chimiques du sol de Bourdim, nous présentons un tableau sur les analyses pratiquées récemment, sur les différents niveaux de la séquence de Bourdim ayant permis de suivre leur évolution en fonction de la profondeur (Ibncherif, 2006).

Enfin, nous étudierons à la fin de ce chapitre le site de Sidi Makhlouf (Haïf, 2009) (situé dans le complexe humide de Guerbès Senhadja) pour lequel nous disposons de données pédologiques plus complètes par rapport aux autres sites étudiés dans ce même complexe.

Nous pensons néanmoins, qu'il aurait fallu étudier la dynamique des formations à aulne glutineux en parallèle avec l'étude pédologique au niveau de chacun des trente cinq sites pris en considération, pour pouvoir analyser les liaisons strictes et directes entre les différents types de tourbes et les groupements végétaux qui s'y installent. Ceci aurait été fastidieux non seulement à cause de la surface très étendue du terrain d'exploration et du manque de moyens (logistique et autres : réactifs...) mais aussi, à cause du nombre assez élevé des sites d'échantillonnage. Ce qui aurait supposé, à notre sens, l'étude de 3 x 35 profils au minimum :

- 1- un profil à l'intérieur de chaque station d'aulne étudiée
- 2- un profil en bordure de l'aulnaie (écotone)
- 3- et au moins un profil dans l'aulnaie dégradée.

Tableau 2 : Types d'analyses pédologiques réalisées par site et par auteur.

Type d'analyse	Site	Auteurs (Année)
A) Caractéristiques physico-chimiques du profil		
1° la granulométrie	Lac bleu	Nefar (1991)
2° la détermination du pH (par les deux méthodes : eau et KCl).	Lac Melah- Boumalek Righia	Aounallah et Bensouilah (1991) Fetni (1992)
3° Détermination de la Matière organique	Bassin versant du lac Oubeira	Djellal (1992-1993)
4° le Carbone	Bassin versant du lac Tonga	Mekadem (1998)
5° l'azote total	-	Durand (1954)
6° Détermination des cations échangeables : (Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺ , Na ⁺) et de la capacité d'échange cationique.	-	Benslama (1993)
7° Détermination des taux de fibres.	-	Belouahem-Abed (1993)
Granulométrie des tourbes		
>2000µm		
2000-200µm		
200-50 µm		
<50µm		
8° Pertes au feu et taux de cendre.	Complexe humide de Sidi Makhlouf	Abdenouri (1996)
9° taux d'humidité	Complexe humide de Guerbes-Senhadjia	Haif Adel (2009)
B) Fractionnement de la matière organique	Demnet-Errihane, Ain khiar Righia-Boumohacène-Tonga	Allaoua (1996-1997) Abdelioua (1995)
Détermination de la matière organique libre par le taux du carbone	Marais de Bourdim	Khaled Khodja (1998)
Détermination des :	-	Ibncherif (2006)
-Acides fulviques (libres)		
- Acides fulviques (pyrophosphate)		
- Acides fulviques (NaOH)		
-Acides humiques (NaOH)		
-Acides humiques (pyrophosphate)		
-Humine		
- Détermination des cations libres :(Fe ⁺⁺ ; Fe ⁺⁺⁺ et Al ⁺⁺⁺)		
		Données de Benslama (1993). (Aulnaie du Tonga). Données de Djellal (1992-1993). (Tourbière de Demnet-errihane)

Nous abordons en premier l'étude des caractéristiques édaphiques des formations à aulne glutineux dans le bassin versant du Tonga et d'autres stations (Boumalek, Sebâa, Berrihane et Righia) prospectées par Mekadem (1998) puis nous poursuivrons successivement la présentation des caractéristiques physico-chimiques du sol en indiquant au fur et à mesure les noms des stations pour lesquelles nous disposons de données pédologiques en signalant à chaque fois l'auteur responsable de ces travaux.

Tableau 3 : Caractéristiques édaphiques des sites de Boumalek, Tonga, Sebâa, Berrihane et Righia par communauté végétale (Mekadem 1998)

Comm. veg.	Aulnaie - Frênaie	Aulnaie - Pin	Aulnaie	Aulnaie - Frênaie	Aulnaie - Saussaie	Aulnaie - Saussaie	Aulnaie
Sites	Boumalek	Tonga	Sebâa 1	Sebâa 2	Berrihane 1	Berrihane 2	Righia
pH (H ₂ O)	5,7	4,61	5,88	5,4	5,17	4,45	4,45
pH (KCl)	6,1	4,93	5,71	4,97	4,12	4	4
Taux de Mat. Org.	86,5	73,3	59,3	75,4	77,1	71,3	79,9
Types de sol	Sol plus ou moins sec, friable, tourbeux sur substrat sableux situé sur les rives du lac Melah.	Sol forestier plus ou moins sec riche en débris organiques sur substrat sableux alluvionnaire.	Sol hydromorphe gorgé d'eau de couleur sombre tourbeux sur substrat sableux	Sol inondé, l'eau affleure de couleur noire, riche en matières organiques tourbeux, sur substrat sableux	sol très humide de couleur noire, tourbeux sur substrat sableux alluvionnaire	sol inondé de couleur noire, tourbeux, l'eau affleure sur substrat sableux	sol hydro-Morphe Gorgé d'eau de couleur sombre, Tourbe compacte Très Organique sur substrat alluvionnaire.

Le tableau 3 (Mekadem 1998) décrit un horizon superficiel très riche en matière organique pour tous les sites et pour toutes les formations végétales : (Aulnaie, Aulnaie-saussaie, Aulnaie-frênaie) avec un taux moindre pour l'aulnaie en contact avec le pin dans le site du Tonga.

Le pH (eau) est compris entre 4,45 et 5,88. Le pH (KCl) s'échelonne entre 4 et 6,1.

Ce facteur pédologique est nettement acide dans les formations végétales suivantes : l'aulne en contact avec le pin maritime en bordure asséchée dans le site du Tonga, l'aulnaie-saussaie de Berrihane et l'aulnaie de Righia. Il est acide à moyennement acide dans l'aulnaie de Sebâa et dans l'aulnaie-frênaie du même site et de celui de Boumalek.

On remarque en général, selon cette étude (Mekadem, 1998) que les caractéristiques édaphiques sont variables d'une communauté végétale à l'autre, néanmoins on remarque que toutes les formations végétales se développent sur un sol tourbeux sauf la station (à aulne en contact avec le pin) dont le sol est plus ou moins sec mais riche en matière organique avec un taux égal à 73,3%.

- Bassin versant duTonga :

**Caractéristiques édaphiques de la tourbière du Tonga
(Durand, 1954)**

Tableau 4

Communauté végétale:	Aulnaie			Type de sol
Horizons (cm)	0--7	7--60	60--105	sol hydromorphe à gley
Sable grossiers (%)	-	-	1	
Sable fins (%)	-	-	21	
Limons (%)	-	19	22	
Argile (%)	-	81	56	
Matière organique	298,25	15,05	41,19	
pH	5,7	6,8	6,6	

Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimiques du sol- Tourbière du Tonga (Benslama, 1993)

Communauté végétale	Aulnaie-Frênaie			Type de sol
Horizons (cm)	0--15	15--50	> 50	Caratéristiques d'une tourbe développée sur des alluvions ou des dépôts récents du lac.
Sables grossiers (%)	36,13	35,34	34,19	Classification U.S.D.A : Fluvaquatic, Medifibrist, Thermic sandy.
Sables fins (%)	27,71	25,95	30,66	
Limons grossiers (%)	15,51	15,47	18,45	
Limons fins (%)	12,3	13,08	10,26	
Argile (%)	8,32	10,14	6,43	
Matière organique	26,47	17,08	8,87	
C (Carbone organique)(%)	15,39	9,93	5,15	
Azote total (N %)	0,7	0,58	0,58	
C/N	21,72	17,68	15,87	
pH (H2O)	4,6	4,4	5,2	
Ca (meq/100g) x	12,96	2,21	0,69	
Mg (meq/100g) x	4,38	1,87	0,56	
K (meq/100g) x	1,51	0,95	0,45	
Na (meq/100g) x	0,01	0,01	0,01	
S (meq/100g) (1)	18,86	5,04	1,71	
T (meq/100g) (2)	46	28	19	
S/T	41	18	9	
Fe : éléments libres	0,48	0,56	1,43	
Al : éléments libres	0,08	0,1	1,8	
Taux de fibres (%)	56,73	58,44	42,12	
Indice pyro phosphate	12,21	10,84	16,39	
Profondeur de la nappe phréatique			55cm	
(x) : cations échangeables				
(1): somme des cations échangeables				
(2): cations totaux				

Tableau 6 : Fractionnement de la matière organique du profil (Benslama 1993)

Fractionnement de la matière organique			
Horizon (cm)	0--15	15--50	>50
Carbone total (%)	15,39	9,93	5,15
M.O.L (% de C)	87,71	86,56	84,18
A F libre	0,24	0,33	1,41
A F pyro	0,28	0,56	1,58
A F NaOH	0,31	1,21	2,12
AH pyro	0,41	0,38	0,51
AH NaOH	0,21	0,53	0,67
Humine	0,89	1,33	2,5
Taux d'extraction	1,45	3,01	6,29
AF/AH	1,33	2,3	4,33
AF+AH/ Humine	1,62	2,26	2,51

Le tableau 4 montre un profil effectué dans une zone temporairement inondée couverte d'*Alnus glutinosa* dans le site du Tonga. C'est un sol argileux dépourvu de sable en surface tout au moins. (Durand, 1954 in Thomas 1975).

Le tableau 5 présente les caractéristiques d'une tourbe développée sur des alluvions ou des dépôts récents du lac Tonga dans la formation aulnaie- frênaie.

Le sol est presque organique sur 50cm de profondeur avec une contamination sableuse notamment en profondeur. Le taux de saturation S/T est moyen en surface (41%) devient bas (9%) en dessous traduisant une activité forte le long du profil.

Le fer est moyennement présent dans la partie tourbeuse, augmente considérablement dans l'horizon sableux.

La teneur en Aluminium augmente 10 fois plus à partir de l'horizon tourbeux jusqu'à l'horizon sableux.

L'évaluation du taux de fibre montre que ce profil est une tourbe peu perturbée sur les 50cm de surface avec une faible évolution chimique alors qu'en profondeur, le taux de fibre diminue et l'indice pyrophosphate de sodium augmente ; ce qui montre une évolution chimique de la matière organique dans l'horizon sableux.

Le fractionnement de la matière organique (Tab. 6) montre la dominance de la fraction légère, plus de 84% le long du profil, donc une fraction soluble très peu représentée qui se caractérise par la dominance des acides fulviques sur les acides humiques, donc une faible polymérisation d'une part et la dominance de la forme extractible sur l'humine traduisant une faible condensation de la matière humifiée d'autre part (Benslama, 1993).

Tableau 7 : Caractéristiques physico-chimiques du sol – Tonga (Belouahem-Abed 1993)

Comm.Vég.	Acacia mélanonoxydon en contact avec l'aulnaie – Frênaie					
Horizons	Aoo (L)	H1	H2	H3	H4	H. d'acc. d'argile
Sab.grossiers%	-	39,66	76,36	57,16	11,03	28,12
Sab.fins (%)	-	17,91	14,09	12,24	13,29	2,06
Lim.grossiers%	-	17,53	5,54	9,8	8,14	5,56
Lim. Fins (%)	-	17,6	2,7	12,8	76,3	17,45
Argile (%)	litière	0,45	1	1	1,45	9,4
Mat.org (%)	18,55	3,24	0,72	2,17	7,24	21,72
Carb. org. (%)	10,7	1,88	0,42	1,26	4,2	12,6
Azote total (%)	0,54	0,12	0,035	0,21	0,29	0,55
Ph (H2O)	4,4	6,4	7	5,2	6,2	4,3
C/N	19,8	15,66	12	6	14,48	22,9
Calcaire actif	0,625	0	0	0	0,375	0

Le Tab.7 décrit un sol forestier plus ou moins sec développé sur substrat sablonneux-alluvionnaire. Le profil a été creusé sous *Acacia cyanophylla* (espèce introduite) en contact avec l'aulnaie-frênaie (formation autochtone) du lac Tonga le 29 juillet 1986.

Ce profil est caractérisé par une transition nette entre les différents horizons due à l'abaissement de la nappe phréatique et à la minéralisation rapide de la matière organique et sa migration vers l'horizon de profondeur. La valeur de C/N diminue de Aoo à H3 puis augmente en profondeur dans les horizons H4 et l'horizon d'accumulation des argiles (minéralisation plus lente). Ce paramètre indique que l'activité biologique est plus intense dans l'horizon H3 ; il reflète une vitesse maximale de la minéralisation de la matière organique dans cet horizon.

Le pH est variable : il est très acide dans l'horizon superficiel (litière) et l'horizon d'accumulation de l'argile ; il est acide à moyennement acide respectivement dans les horizons H3, H1 et H4 et il est neutre dans l'horizon H2. Selon Benslama (1993), en profondeur, l'action de la roche mère est déterminante notamment par l'abondance des oxyhydroxydes de fer et d'aluminium qui acidifient le milieu et favorise la formation d'un humus stable à l'abri de l'influence du climat et des variations du pH.

L'étude des différentes fractions de la matière organique des sols du Bassin versant du lac Tonga (Benslama, 1993), et de leurs corrélations avec les caractéristiques biophysico-chimiques fait ressortir la présence des processus pédogénétiques liés à la brunification et à un début de podzolisation.

Mise à part ces processus, l'évolution des sols du bassin versant du lac Tonga est liée à la roche mère et au climat (Horizon argillique) et surtout à la matière organique et sa dynamique (Mollisols-Histosols).

Caractéristiques physico-chimiques du sol-Righia au niveau de 7 stations (Tableaux 8, 9, 10,11)

(Fetni, 1992)

Tableau 8 : Caractéristiques physico-chimiques du sol-Righia au niveau de 7 stations

Communauté végétale	Aulnaie		Aulnaie-Frênaie	
Site: Righia	Station n°1		Station N°2	
Horizons(cm)	0-30	>30	0- 8	8 à 35
Ph	7,6	7,37	7,68	7,01
M.O	38,4	47,05	43,32	41,62
Taux de cendre	36,26	42,57	56,58	54,07
C.E.C (meq/100)	117,19	125,53	99,15	100
H% (Hygrométrie)	25,3	10,4	2,93	4,3
C/N	10,3	8,94	12,1	8,45
C%	19,2	23,5	21,7	20,8
N%	1,9	2,6	1,8	2,5
Ind.pyro.	34	40	26	15
Granulométrie des tourbes (µm)				
>2000	19,51	43,66	3,31	24,58
200-2000	6,63	0,59	0,52	17,11
50-200	1,03	1,75	1,009	0,82
<50	72,28	54	95,16	57,49
Taux de fibres>200	26,14	44,66	3,83	41,69
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	0,76	1,11	0,14	2,77
Profondeur de la nappe phréatique.		30cm		à partir de 35cm.
Type de sol, Classification pour les deux premières stations selon:				Gley oxydé humifère mollic, gleysol Typic halplaquoll
Duchaufour 1976	Gley oxydé humifère			
F.A.O	mollic, gleysol			
U.S.A	Typic halplaquoll			

Tableau 9 : Righia: Station N°3

Communauté végétale	Aulnaie		
Site: Righia	Station N°3		
Horizons(cm)	0- 8	8 à 20	>20
Ph	4,98	6,36	4,78
M.O	40,14	40,56	23,89
Taux de cendre	54,78	54,32	69,84
C.E.C (meq/100)	81,64	76,41	98,67
H% (Hygrométrie)	5,08	5,12	6,26
C/N	9,83	19,6	5,79
C%	20,1	20,3	11,9
N%	2,1	1,6	2,1
Ind.pyro.	22	10	18
Granulométrie des tourbes (µm)			
>2000	41,04	48,99	1,48
200-2000	1,52	0,95	3,41
50-200	1,009	0,82	2,42
<50	56,16	49,94	92,69
Taux de fibres>200	42,56	49,94	4,89
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	1,93	4,99	0,27
Type de sol concernant la station N° 3, Classification selon :			
Duchaufour 1976	Gley podzolique humifère		
F.A.O	Distric histosol		
U.S.A	histic humaquest		

Tableau 10 : Caractéristiques physicochimiques du sol-Righia -Station N° 4 et 5

Communauté végétale	Aulnaie			
Site: Righia	Station N°4		Station N°5	
Horizons (cm)	0-32	>32	0-22	22-35
Ph	6,44	Sable	5,4	5,29
M.O	28,65	blanc	47,14	57,84
Taux de cendre	65,49		29,35	33,8
C.E.C (meq/100)	119,5		91,5	101,11
H% (Hygrométrie)	5,86		23,5	7,28
C/N	6,42		23,5	9,9
C%	14,3		10	28,9
N%	2,9		24	2,9
Ind.pyro.	28,5		6	7
Granulométrie des tourbes(µm)				
>2000	50,47		8,73	23,63
200-2000	18,36		81,54	12,09
50-200	17,35		2,56	12,34
<50	13,82		6,47	51,94
Taux de fibres>200	68,83		98,27	35,72
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	2,41		16,37	5,1
Profondeur de la nappe phréat.	à partir de 10 cm.			
Types de sol, Classification selon:				
Duchaufour 1976	Tourbe eutrophe évoluée		Tourbe acide évoluée	
F.A.O	Eutric histosol		Distric histosol	
U.S.A	Typic medi-hemist		Luvi-hemist	

Tableau 11 : Caractéristiques physico-chimiques- stations 6 et 7.

Communauté végétale	Aulnaie			
Site: Righia	Station N°6		Station N°7	
Horizons(cm)	0-30	30-70	0-120	>120
Ph	5,99	6,4	4,12	4,98
M.O	41,79	48,84	62,03	23,37
Taux de cendre	53,87	47,96	14,35	61,77
C.E.C (meq/100)	107,15	77,47	146,75	132,13
H% (Hygrométrie)	4,34	3,2	23,3	14,9
C/N	11,5	13,9	7,48	3,38
C%	20,9	24,4	31,2	11,7
N%	1,8	1,6	4,2	3,5
Ind.pyro.	11	12	24	26
Granulométrie des tourbes (µm)				
>2000	0	0,77	44,25	53,96
200-2000	27,42	43,65	24,29	0,89
50-200	29,34	3,45	29,91	2,8
<50	43,24	52,13	1,55	42,26
Taux de fibres>200µm	27,42	44,42	68,54	54,94
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	2,49	3,7	2,85	2,11
Profondeur de la nappe phréat.	70cm		120cm	
Type de sol, Classification selon:				
Duchaufour 1976	Gley podzolique évoluant vers une tourbe acide		Tourbe acide évoluée	
F.A.O	Distric histosol		District histosol	
U.S.A	histic humaquest		Luvi-hemist	

« La nechâa Righia fait partie de l'ensemble des marécages qui sont des limons noirâtres largement développés dans les bas fonds inondés du Sud-Ouest, du Sud et Sud-Est de la feuille de Bouteldja entre les monts de la Cheffia et le massif des dunes littorales ainsi qu'à la bordure orientale du lac Oubeira jusqu'à près du lac Tonga et au sud du lac Melah... » (Joleaud, 1936).

Fetni (1992) regroupe les stations étudiées en deux ensembles selon un transect NW. S.E choisi dans le cadre de l'étude physico-chimique des sols réalisée dans 7 stations tourbeuses à aulne glutineux. Cette étude classe les stations selon la répartition spatiale suivante : Station 1, Station 2, Station 3, Station 4, Station 5, Station 6, Station 7 avec l'interprétation de l'étroite liaison qui existe entre les profils pédologiques :

« La description morphologique fait ressortir cette liaison notamment la profondeur de la nappe car elle est proche de la surface (30cm) à la partie sud de la nechâa alors qu'à la partie Nord, cette nappe descend à plus de 120cm (Station 7). Ceci est dû à une légère inclinaison vers le Sud et la présence des oueds (lahmer et l'Bheim).

Les analyses chimiques (pH – Taux de fibres – Indice pyrophosphate – rapport C/N) montrent qu'il existe une relation étroite entre les différents paramètres. L'examen du transect SW-NE fait ressortir deux ensembles selon l'auteur :

1- l'ensemble 1 : représenté par les stations 1 et 2 (Tab. 8) qui ont un pH neutro-alcalin. Un taux de matière organique relativement stable dans le profil. Cette matière organique est plus dégradée en surface qu'en profondeur. Ces deux stations sont situées à l'entrée sud de la nechâa entre la plaine argileuse de Bouteldja et la dépression de la nechâa. De part cette localisation, ces deux stations sont sous l'influence des variations de la nappe et des débordements de l'Oued El Kebir.

2- l'ensemble 2 : représenté par les stations 3, 4, 5, 6, 7 (Tab. 9, 10,11) reliées entre elles par plusieurs paramètres. Selon la topographie, ces stations sont ordonnées comme suit selon cette étude : Station 5 – Station 6 – Station 4 – Station 7 – Station 3. La station 3 est la plus basse.

Le pH est légèrement acide dans les stations 4 et 6, acide dans la station 5, très acide dans les stations 7 et 3.

Le taux de la matière organique est stable dans l'ensemble du profil ; cette dernière est plus dégradée en surface qu'en profondeur. Ces 5 stations sont situées à l'intérieur de la nechâa dans la dépression.

On constate une fluctuation de la nappe qui va en décroissant selon la topographie et la valeur du pH variant de l'intérieur vers l'extérieur en favorisant l'accumulation et la conservation de la matière organique.

Cette progression est influencée par la nappe dunaire qui draine les eaux du côté Sud-Est de la nechâa et aussi l'existence de l'Oued l'Bheim passant dans le côté Sud-Est de la nechâa qui alimente cette nappe » (Fetni, 1992).

Tableau 12 : Lac bleu (Nefar, 1991)

Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques-Tourbière du lac bleu

Communauté végétale	Aulnaie-sausaie			Type de sol
	0-20	20-40	40-80	
Horizons(cm)				histosol
Ph	4,75	4,8	4,85	
H% (Hygrométrie)	3,98	3,02	4,42	
C%	26,44	23	14,76	
Perte au feu %	60	31	28	
Ind.pyro. (%)	40,5	45,7	55,3	
Granulométrie des tourbes (µm)				
>2000	0	0,41	0,28	
>200	35,85	34,53	33	
50-200	16,85	16,5	13,15	
<50	36,9	39,04	36,5	
Taux de fibres (>200)	35,85	34,98	33,28	
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	0,88	0,76	0,6	
Triangle granulométrique org.	FaMFma	FaMFma	FaMFmaMFa	
Profondeur de la nappe phréat.		35 à 40cm		
* FaMFma : attribution des échantillons à la classification internationale (Résultats du triangle granulométrique).	Matériel de nature Mésique Fibrique à dominance de particules moyennes (50-200µm) de qualité mixte (micro-agrégats et micro-restes), et des particules fines (0-50µm), formées de micro-agrégats.			

“La diminution du taux de carbone (Tab. 12) en fonction de la profondeur peut être liée à une évolution de la matière organique, notamment une humification. En effet, la forte acidité du milieu témoigne de l’existence d’une humification légèrement plus grande dans l’horizon de profondeur.

Les valeurs données par la méthode de la perte au feu nous renseignent sur la forte diminution du taux de la matière organique en profondeur, ceci peut être expliqué par la minéralisation de la matière organique ou bien sa transformation en acides fulviques et humiques.

Le milieu saturé en eau dénote que la minéralisation reste néanmoins faible à cause de l’anaérobiose.

La nature humique de la tourbe déterminée par les valeurs de l’indice « I.P > 30 » est un témoin parfait de la dégradation de la matière organique.

En granulométrie, la dominance des fractions inférieures à 50 µm (0,05mm) corrobore parfaitement les résultats précédemment obtenus, c’est-à-dire l’état de décomposition assez prononcé de la tourbe.

La valeur du « REG », indique clairement la non régénéralité de la tourbe étant donné qu’elle est inférieure à « 1 »” (Nefar, 1991).

Tableaux 13, 14, 15, 16,17 : Bassin versant du lac Melah (Aounallah et Bensouilah 1991).

Tableau 13 Caractéristiques physico-chimiques du sol des aulnaies du lac Melah- station n°1

Communauté végétale	<i>Alnus glutinosa</i> et <i>Nerium oleander</i>			Type de sol
	0-20	20-40	40-50	
Horizons (cm)				Sol acide à tourbe fibrique
pH eau	6,8	6,4	6,2	
pH KCl	5,8	5,6	5,2	
M.O %	12,26	3,47	3,17	
Perte au feu %	1,35	2,516	1,036	
H% (Hygrométrie)	-	-	-	
C%	7,13	2,02	1,845	
Ind.pyro %	31,1	15,4	21,7	
Granulométrie des tourbes (µm)				
>2000	1,0275	0,9295	0,0305	
200-2000	88,767	88,4965	95,596	
50-200	3,4265	1,678	1,0515	
<50	6,709	8,796	3,222	
Taux de fibres>200 µm	89,69	89,426	92,6265	
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	2,88	5,8	4,26	
Triangle granulométrique org.	Fma*	Fma*	Fma*	
Profondeur de la nappe phréat.			50cm	Date: 18 mars 1991.

Tableau 14 Caractéristiques physico-chimiques du sol des aulnaies du lac Melah station N°2

Communauté végétale	<i>Q.coccifera</i> en contact avec <i>A.glutinosa</i>			Type de sol
	0--12	12--20	20--40	
Horizons (cm)				Sol à tourbe mesique - fibrique (hemist)
Sables grossiers (%)	-	-	7,69	
Sables fins (%)	-	-	5,72	
Limons grossiers (%)	-	-	21,97	
Limons fins (%)	-	-	16,43	
Argile (%)	-	-	48,25	
pH eau	7,3	6,6	6,7	
pH KCl	6,1	5,8	5,3	
Matière organique (%)	48,96	26	23,27	
Perte au feu (%)	9,35	4,782	3,734	
H% (Hygrométrie)	87,62	31,16	31,46	
Taux de Carbone (%)	28,47	15,12	13,53	
Indice pyrophosphate (%)	26,4	54,8	81,2	
Granulométrie des tourbes(µm)				
>2000	7,707	0,422	-	
200-2000	22,1535	54,5105	-	
50-200	8,8065	8,3079	-	
<50	68,333	36,6596	-	
Taux de fibres>200µm	29,8605	24,59	-	
Triangle granulométrique organique	MFma*	MFm*	-	
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	1,13	0,44	-	
Profondeur de la nappe phréat..			40cm	Date: 15 mai 1991.

Tableau 15 : Caractéristiques physico-chimiques du sol des aulnaies du lac Melah- (Station N°3)

Communauté végétale	Faciès à <i>Alnetum</i>			Type de sol	
	0-20	20-60	60-95		
Horizons (cm)				Sol à tourbe hemist.	
pH eau	6,9	7,3	6,1		
pH KCl	6,3	6,6	6		
M.O	6,34	7,49	3,8		
Perte au feu %	13,362	3,616	3,75		
H% (Hygrométrie)	54,86	64,97	34,19		
C%	3,69	4,36	2,21		
Ind.pyro. %	36,2	20,4	17,6		
Granulométrie des tourbes (µm)					
>2000	3,795	0,985	0,183		
200-2000	31,456	82,244	79,104		
50-200	7,7545	1,8295	1,6515		
<50	57,1045	14,8415	18,9565		
Taux de fibres >200 µm	32,21	23,229	79,292		
Triangle granulométrique organique	MFm*	MSm*	MFma*		
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	0,88	1,13	4,5		
Profondeur de la nappe phréat.ique	Nappe affleurante				Date: 18 mai 1991

Tableau 16 : Caractéristiques physico-chimiques du sol des aulnaies du lac Melah (Station N°4).

Communauté végétale	<i>Alnus glutinosa</i> + <i>Athyrium filix femina</i>	Type de sol
Horizon (0-20cm)	Cg	Sol très humide de couleur noire. Sol à tourbe fibrique
Ph (eau)	7,1	
Ph (KCl)	5,5	
Mat. Org. (%)	27,81	
Pertes au feu (%)	2,84	
Hygrométrie (%)	50,42	
Carbone organique (%)	16,17	
Indice pyrophosphate (%)	28,4	
Granulométrie des tourbes (µm)		
>2000µm	0,383	
200-2000µm	76,399	
50-200µm	1,087	
<50µm	21,031	
Taux de fibres > 200µm	76,47	
Triangle granulométrique org.	Mfma*	
R.E.G (taux de fibres/ind.pyro)	2,69	
Profondeur de la nappe phréat.	Nappe affleurante – 15 mai 1991.	

Tableau 17 Caractéristiques physico-chimiques du sol des aulnaies du lac Melah-station n°5

Communauté végétale	<i>Quercus cocifera+Quercus suber</i> en bordure de la garâa			Type de sol
	Horizons (cm)	0-20	20-40	
pH eau	6,3	7,0	6,5	Sol à tourbe humique mesique-fibrique (indice pyro)
pH KCl	5,3	5,4	5,4	
M.O %	9,04	66,63	70,12	
Perte au feu %	5,324	1,936	0,338	Sol à tourbe fibrique (Taux de fibres)
H% (Hygrométrie)	59,61	38,33	40,06	
C%	5,26	38,74	40,77	
Ind.pyro. %	36,0	24,6	13,7	
Granulométrie des tourbes (µm)				
>2000	0,2015	0,072	0,078	
200-2000	63,761	72,321	93,347	
50-200	1,964	1,959	1,964	
<50	33,9335	25,548	4,492	
Taux de fibres	63, 80	72,33	93,36	
R.E.G Taux de fibres/ind.pyro.	1,91	2,94	6,81	
Triangle granulométrique organique	MFma*	MFma*	FMa*	
Profondeur de la nappe phréat.ique			50cm	Date: 18 mars 1991.

Aounallah et Bensouilah (1991) ont interprété les résultats figurants sur les tableaux (13, 14, 15, 16, 17) comme suit :

▪ Le pH

Le tableau 13 indique que la première station est caractérisée par un pH eau légèrement acide, ceci est peut être dû à la dégradation de la matière organique alors que les stations 2, 3, 4 et 5 ont un pH presque neutre (Tab. 14, 15, 16, 17), ceci est probablement dû à la remontée de la nappe phréatique ou à la proximité des dites stations par rapport au lac Mellah ainsi que le rôle du Calcium dans la régulation du pH.

Le pHKCl est acide pour toutes les stations allant de (5,2 à 5.8) sauf pour la station 3 où il est légèrement acide.

▪ L'humidité hygroscopique

Ce paramètre montre des valeurs élevées dans toutes les stations. La station N°3 présente un sol beaucoup plus humide que dans les autres stations. Ceci est probablement dû à la remontée de la nappe phréatique au niveau de cette station ou à la proximité du lac Melah.

▪ Le carbone

Station N°1 : Diminution du Carbone de la profondeur 20 à 40cm puis une stabilisation de 40 à 50cm.

Station N°2 : Diminution importante du Carbone de 10 à 20cm puis de 20 à 40cm.

Station N°3 : Stabilisation du carbone tout le long du profil.

Station N°4 : Représenté par un seul horizon, le carbone reste important le long du profil.

Station N°5 : augmentation importante du carbone tout le long du profil.

▪ Les pertes au feu

Station N°1 : Augmentation des pertes au feu dans les horizons " 20 à 40cm" puis une diminution de 40 à 50cm.

Station N°2 : Diminution des pertes au feu de 12 à 20cm puis de 20 à 40cm.

Station N°3 : Diminution importante de 20 à 60cm puis une stabilisation des pertes au feu de 60 à 95cm.

Station N°4 : Les pertes au feu sont moins importantes par rapport aux autres stations.

Station N°5 : Diminution importante des pertes au feu tout le long du profil.

- Le potentiel de régénéralité

Le potentiel de régénéralité de la station N°1 est le plus élevé (Rive Est du lac Melah), celui de la station N°4 et N°5 est élevé (Rive Est), celui de la station N°3 (Rive Ouest) est faible et enfin le potentiel de la régénéralité de la station N°2 (Rive Ouest) est très faible (voir tableaux ci-dessus).

Ce paramètre permet de classer la tourbe de la station N°1 à perturbations douces dans les 3 horizons du profil. De même pour l'horizon 1 de la station N°2-, par contre la tourbe de l'horizon (2-2) et celle de l'horizon (3-1) sont considérées comme non régénéralables. La tourbe des deux autres horizons de la station N°3 et celle de la station N°4 sont considérées comme étant des tourbes à perturbations douces.

- Le taux de fibres

En général, le taux de fibres pour toutes les stations augmente en profondeur, ceci est peut être dû à une accumulation de la tourbe en profondeur.

- L'indice au pyrophosphate :

Cet indice augmente en profondeur dans la station N°2 et atteint 81,2%, on est amené à dire qu'au niveau de cette station, la tourbe est extrêmement décomposée. Par contre dans les stations N°1, 3, 4 et 5, ce paramètre est beaucoup plus important en surface.

Donc, selon Aounalah et Bensouilah (1991), il existe une liaison directe entre les trois paramètres :
" Taux de fibres – indice au pyrophosphate – potentiel de régénéralité".

Les résultats obtenus ont permis de classer les échantillons dans les trois grands domaines de la tourbe : Fibrique – Mésique – Humique. Cette classification physique de la tourbe se base sur le triangle granulométrique organique (Gobat et al. 1991). On obtient ainsi plusieurs cas de figures selon la décomposition physique des fibres (tableaux 13, 14, 15, 16, 17) :

* **F.m.a** : matériel fibrique ("F" : fibrist) à dominance de particules moyennes ("m" : matériel mixte) et de particules fines ("a" : micro-agrégats)

***M.F.m.a** : matériel mésique fibrique : "M.F" (hemist) à dominance de particules moyennes (matériel mixte) et de particules fines (micro-agrégats).

***M.F.m** : matériel mésique fibrique : (hemist) à dominance de particules moyennes (matériel mixte)

***M.S.m** : matériel mésique saprique "M.S" (hemist) à dominance de particules moyennes (matériel mixte)

Ceci permet aussi de dégager la nature de la perturbation de la tourbe (douce ou dure) selon les stations.

Tableau 18 Bassin versant du lac Oubeira (Djellal, 1992-1993)

Tableau 18 : Caractéristiques physico-chimiques du sol - Bassin versant du lac Oubeira

Communauté végétale	Aulnaie		Type de sol Classification selon: 1° U.S.D.A : aquic Xérofluvent ther- mic fine loamy non acid.	
	0-40 (A)	40-60 (Cg)		
Horizons (cm)			Granulomé- trie	
Sables grossiers (%)	43,01	47,9		
Sables fins (%)	16,63	13,93		
Limons grossiers (%)	8,82	4,82		
Limons fins (%)	10,33	7,53		
Argile (%)	21,21	25,82		
Matière organique%	3,8	2,11		Caractères biochimiques
C (Carbone organique) (%)	2,21	1,23		
N (Azote total) %	0,14	0,084		
C/N	15,78	14,64		
pH (H2O)	5,9	5,67	Complexe adsorbant	
pH (KCl)	4,94	5,1		
Ca ⁺⁺ (meq/100g) x	4,87	2,93		
Mg ⁺⁺ (meq/100g) x	1,69	0,56		
K +(meq/100g) x	1,22	2,18		
Na+ (meq/100g) x	1,6	1,74		
S (meq/100g) (1)	8,38	6,41		
T(meq/100g) (2)	15,21	13,39		
S/T	55,09	47,87	2° C.P.C.S (1967) : Sol peu évolué non climatique d'apport alluvial hydromorphe	
Profondeur de la nappe phréatique		Remontée à partir de 60 cm	Date : 30 avril 1993	
(x) : cations échangeables (1): somme des cations échangeables (2): cations totaux				

Le Tab.18 (Djellal 1992-1993) présente les résultats physico-chimiques du sol (granulométrie, caractères biochimiques et complexe adsorbant) d'une aulnaie située dans le bassin versant du lac Oubeira.

Les sols de cette unité sont caractérisés par une faible profondeur (60cm) où la présence de la nappe constitue la contrainte majeure en développant des caractères de **pseudogley**. Le taux de la matière organique est élevé dans les deux horizons, résultat d'un léger excédant (Djellal 1992-1993).

Le rapport C/N qui est stable, témoigne d'un taux de minéralisation moyen.

Le pH est légèrement plus acide en profondeur, alors que le pH (KCl) suit une voie contraire, ceci peut s'expliquer par la concentration de sels minéraux en surface suite à la remontée de la nappe.

La texture du sol est équilibrée à tendance argilo-sableuse avec une augmentation de 4,61% en argile vers la profondeur.

L'analyse chimique révèle une capacité d'échange moyenne (14,6 meq /100g de terre) avec un faible taux de saturation en bases, du fait de la désorption des cations fixés et leur remplacement par H⁺ et Al⁺⁺⁺.

Dans le tableau suivant (Tab.19) Djellal (1992-1993) étudie la tourbière de Demnet errihane en se basant beaucoup plus sur les systèmes canadien (Commission canadienne de pédologie, 1978) et américain (Soil, Taxonomy, 1975) de classification des sols organiques au niveau de l'ordre et du grand groupe, qui reposent sur les propriétés physiques, chimiques et morphologiques des couches de matériaux tourbeux.

L'auteur a abouti aux conclusions suivantes :

1)- Distribution granulométrique :

On remarque pour l'horizon H1 que le pourcentage en poids des fractions suit une régression linéaire : de la fraction la plus fine (<50 µm), jusqu'à la fraction la plus grossière (> 2000 µm). Il faut noter aussi que les pourcentages en poids des fractions intermédiaires de l'horizon H1 sont nettement homogènes alors que pour l'horizon sous-jacent H2, on constate une hétérogénéité. Pour ce dernier horizon la fraction fine est nettement plus importante (69% poids sec).

Sans trop rentrer dans les détails décrits dans cette étude, nous indiquons seulement que d'une manière générale, pour les deux horizons, les pourcentages en poids des fractions fines dominent en dépassant les 60% au détriment des fractions grossières qui n'atteignent pas les 4%.

2)- Rapport C/N et teneur en matière organique :

La teneur en matière organique suit la même allure que le rapport C/N sur toute la profondeur du profil. Mais on note que le rapport C/N est nettement faible dans l'horizon superficiel H1 avec un rapport de 8,24, tandis que pour l'horizon sous-jacent H2 le rapport est de 13,08 ; cette différence s'explique par la présence d'une nappe qui est à moins de 30cm et qui confère à l'horizon sous-jacent H2 des conditions d'anaérobiose persistantes qui bloquent ou retardent l'activité biologique donnant ainsi un humus de type **hydromor**.

3)- Variations du pourcentage de fibres, de l'indice au pyrophosphate de sodium et du pourcentage de cendres :

En examinant le contenu en fibres et l'indice pyro, deux mesures indirectes du degré de décomposition de la tourbe, on voit que les valeurs varient d'une manière inversement proportionnelle.

On constate parallèlement que l'indice pyro est élevé sur toute la profondeur du profil, s'échelonnant de 21 à 23, témoignant ainsi d'une présence marquée de substances humifiées au niveau du matériau tourbeux, ce qui prouve un état de décomposition avancé de ce dernier.

En ce qui concerne le taux de cendre, on observe une variabilité proportionnelle avec le contenu de fibres. Par contre, pour les deux horizons, l'augmentation du taux de cendres engendre une diminution de l'indice au pyrophosphate. Ceci est parfaitement logique, dans la mesure où le pourcentage de cendres suit la même augmentation que le pourcentage de fibres.

4)- Le pourcentage de fibres et l'indice de régénéralité

Les résultats obtenus mettent en évidence l'augmentation de l'indice REG et du contenu des fibres avec la profondeur du profil.

Par ailleurs, compte tenu, du $REG < 1$ (Gobat et al. 1986) : (indicateur d'un milieu à tourbe non régénéral à perturbation accentuée), on peut prédire que la tourbe de Demnet errihane se trouve dans un milieu où les possibilités de régénéralion sont minimales (Tab. 19 et Tab. 20) (Djellal 1992-1993).

Tableau 19 : Caractéristiques physico-chimiques de la tourbière de Demnet Errihane (Djellal, 1992-1993)

Communauté végétale	Aulnaie-frênaie-sausnaie		Analyses biochimiques	Type de sol Classification selon:
Horizons (cm)	0-20	20-30		
Ph eau	5,37	5,4		1° U.S.D.A : Sapric Terric Medi hemist thermic
M.O%	25,95	28,51		
% de cendres	11,57	15,58		
H% (Hygrométrie)	61,28	63,5		
C/N	8,24	13,08		
C%	15	16,48		
N%	1,82	1,26		
Ind.pyro. %	23	21		
Granulométrie des tourbes (µm)			Analyses physiques	
>2000	2,37	1,32		
200-2000	15,09	21,3		
50-200	17,85	8,46		
<50	64,69	69		
Taux de fibres>200µm	17,46	22,62		
R.E.G:Taux de fibres/ind.pyro.	0,83	0,98		
Triangle granulométrique org.	M.S.a	M.F.a		
Classification internationale des échantillons.	Matériel mésique saprique à dominance de particules fines	Matériel mésique fibrique à dominance des particules fines		
Relation taux de fibre-indice pyro (classification)	mesique	mesique		
Profondeur de la nappe phréat.	Niveau de la nappe à moins de 30cm.		30 avril 1993.	

Tableau 20 : Description morphologique de la fraction granulométrique de la tourbière de Demnet Errihane (Djellal 1992-1993).

Horizons (cm)	>2000µm	2000 à 200µm	200 à 50µm	< 50µm
0-20 (H1)	radicelles, brindilles, racines, tiges Fragmentées.	quelques Radicelles, Gaines, filaments de fibres	matériel non reconnaissable. Etat de décomposition très avancé	Pas d'observation
20-30 (H2)	brindilles gaines, racines avec présence d'importantes radicelles.	filaments de fibres très importants, quelques radicelles, nombreuses gaines	matériel non reconnaissable état d'humification avancé	Pas d'observation

- **Demnet Errihane et Ain Khiair (Tableau 21)** (Allaoua 1996-1997)

Dans sa contribution à l'étude du sol du complexe humide de l'Algérie nord-orientale, Allaoua (1996-1997) a comparé les résultats physico-chimiques de sept profils choisis dans le site de Demnet Errihane avec ceux de quatre autres profils choisis dans le site de Ain Khiair. Nous présentons ci-dessous le tab. 21 donnant une synthèse générale et une comparaison des résultats auxquels a abouti cette étude.

Comme pour les résultats ci-dessus présentés, il ressort de l'étude édaphique de ces deux dépressions, une grande diversité morphologique, liée aux conditions stationnelles à savoir le couvert végétal, la nature de la roche mère, et surtout les variations du niveau de la nappe qui oriente leurs différenciations et leur évolution.

- les stations de Ain Khiair et Demnet Errihane présentent une végétation très dense, ce qui explique leur grande richesse en matière organique (Tab. 21), généralement non décomposée en surface, elle se dégrade plus ou moins en fonction de la profondeur.

- L'action combinée de la nappe et du taux élevé en matière organique définit une tourbière au centre de la dépression Ain Khiair (> 90%), et des sols hydromorphes-humifères avec différents degrés d'évolution à Demnet Errihane.

- Les résultats analytiques font apparaître une grande similitude des caractères physico-chimiques des stations de Demnet Errihane et le centre de la dépression d'Ain Khiair où on note une texture limono-sableuse et une acidité qui augmente avec la profondeur.

**Tableau 21 : Synthèse générale des caractéristiques physico-chimiques du sol de deux sites :
Demnet Errihane et Ain Khiar (Allaoua 1996-1997).**

	Demnet Errihane	Ain Khiar
Couvert végétal	<i>Alnus glutinosa, Salix alba, Rubus ulmifolius, Fraxinus angustifolia, Smilax aspera, Laurus nobilis, Vitis vinifera, Cladium mariscus</i>	<i>Alnus glutinosa, Carex remota, Salix pedicellata, Pistacia lentiscus, Quercus faginea, Olea europea, Calicotum villosa, Erica arborea.</i>
Morphologie de surface	<ul style="list-style-type: none"> -Une grande richesse en matière organique généralement non décomposée en surface, commence à se décomposer avec la profondeur. -Une texture limono-sableuse -la nappe est atteinte à 30 ou 60cm. 	<ul style="list-style-type: none"> -Matière organique non dégradée en surface et plus ou moins dégradée en profondeur. - la texture limono-sableuse domine. -Le niveau de la nappe est de 40cm, tandis que pour la tourbière, il est atteint à plus de 80cm.
Caractéristiques analytiques	<ul style="list-style-type: none"> . Le taux de la matière organique varie : <ul style="list-style-type: none"> - en surface de 19.74 à 91.86% - en profondeur de 2.79 à 41.32% . Le taux de fibre varie : <ul style="list-style-type: none"> - en surface : de 6.8 à 25.76% - en profondeur de 4.45 à 24.43% . L'indice pyrophosphate : <ul style="list-style-type: none"> - en surface : de 6.3 à 83.3 - en profondeur de 14.5 à 144.3 . L'acidité <ul style="list-style-type: none"> - en surface : légèrement acide - en profondeur : acide 	<ul style="list-style-type: none"> . En surface, la tourbière (station N°1) a un taux de matière organique de 90.04%, un taux de fibre de 96.26, un indice pyrophosphate de 16.9 et un pH = 4.54. Alors qu'en profondeur, le taux de la matière organique est de 64.37%, le taux de fibre =77.89, l'indice pyrophosphate=37.7 et le pH très acide =3.78. Pour les 3 autres stations étudiées : <ul style="list-style-type: none"> - le taux de la matière organique varie : <ul style="list-style-type: none"> - en surface : de 8.92 à 11.08% - en profondeur, elle ne dépasse pas 5.49%. Le pH est légèrement acide à neutre. (5.03<pH<6.30).
Synthèse et type d'évolution	L'évolution des sols est sous l'influence de la matière organique, du degré de perturbations exercé par les autres facteurs (homme, incendie) et le mouvement de la nappe.	Dans la dépression, l'évolution est fonction de l'apport en matière organique et de la vitesse de décomposition. Sur les bordures l'influence de l'incendie a fait ressortir le rôle de la roche mère.
Classe	Sol hydromorphe-humifère peu évolué.	Au centre de la dépression une tourbe fibreuse régénérable à perturbation douce.

- Boumohacène :

Pour tous les profils étudiés par Abdelioua (1995), la formation végétale qui occupe le sol est l'aulnaie. Mais la composition du cortège floristique se présente sous différents faciès :

- Pour le profil appelé **BM1 (Boumohacène 1)** par l'auteur, le faciès est composé des espèces dominantes suivantes : *Alnus glutinosa*, *Vitis vinifera*, *Polygonum salicifolium*, *Smilax aspera*.
- Profil **BM2 (Boumohacène 2)** : *Alnus glutinosa*, *Iris pseudo-acorus*.
- Profil **BM3 (Boumohacène 3)** : *Alnus glutinosa*, *Iris pseudo-acorus*, *Vitis vinifera*
- Profil **BM5 (Boumohacène 5)** : *Alnus glutinosa*, *Vitis vinifera*
- Profil **BM' (Boumohacène')** : *Alnus glutinosa*, *Vitis vinifera*

Tableau 22 : Résultats analytiques - Tourbière de Boumohacène

Profil	Horizon (cm)	H %	Taux de fibre%	Perte au feu %	REG.	Classe texturale	Texture				
							A	LF	LG	SF	SG
BM1	0-40	11,76	72,15	51,04	1,62	Fibreux	-	-	-	-	-
BM2 H1	0-30	2,08	-	8,51	-	Sableux	6,74	15,62	15,90	23,90	32,2
BM2 H2	30-70	1,20	79,54	5,87	2,81	Fibreux	-	-	-	-	-
BM3 H1	0-25	1,60	-	12,45	-	Sableux	31,9	3,84	16,48	16,48	38,80
BM3 H2	25-60	1,18	83,53	10,5	8,68	Fibreux	-	-	-	-	-
BM5 H1	0-30	4	86,73	13,25	3,23	Fibreux	-	-	-	-	-
BM5 H2	30-60	3	-	10,73	-	Limoneux	4,14	46,78	23,84	0,74	1,30
BM'	0-30	7,53	80	20,72	5,51	Fibreux	-	-	-	-	-

Tableau 23 : Résultats chimiques- Tourbière de Boumohacène

Profil	Horizon (cm)	pH eau	pH KCl	Ind. pyro	C%	M.O%	C.E.C Meq/100 "T"	"S"			S/T x 100
								Na+	K+	Mg++	
BM1	0-40	5,46	4,70	44,32	14,27	28,54	185	1	0,8	16	9,62
BM2 H1	0-30	6,01	5,25	-	2,46	4,92	120	1,2	0,75	21	19,12
BM2 H2	30-70	5,95	4,56	28,22	9,92	9,84	155	1,4	0,9	19	13,74
BM3 H1	0-25	5,77	4,90	-	8,61	17,22	112	0,9	0,65	18,50	17,90
BM3 H2	25-60	5,53	4,78	9,62	2,46	4,92	147	1,1	1,0	22	16,62
BM5 H1	0-30	5,62	4,63	26,85	10,09	20,18	161	1,2	1,1	19	13,23
BM5 H2	30-60	6,42	5,62	-	10,09	20,18	90	2,1	1,4	16	21,66
BM'	0-30	5,24	4,38	14,5	3,44	6,88	199	1,2	0,9	17	10,05

Les résultats analytiques des travaux pédologiques menées par Abdelioua (1995) montrent que :

- l'humidité du sol diminue dans les horizons de surface des profils BM2, BM3, BM5 situés dans la partie centrale de la station alors que les profils situés à l'extrémité enregistrent une valeur beaucoup plus importante notamment à l'Est.

- le taux de fibres : Deux cas de figure ont été distingués :

1. Un horizon tourbeux en surface avec un taux de fibre dépassant les 70% alors qu'il repose sur un horizon sableux.
2. Un horizon tourbeux de profondeur, surmonté d'un horizon minérale à texture sableuse, ces horizons de profondeur ont une teneur en fibre de 80% en moyenne.

- Les pertes au feu

Les profils situés à l'extrémité de la nechâa, ont un taux très élevé notamment à l'Est (BM1) : 51% alors que dans le milieu ce taux est en moyenne de 10%.

- La matière organique

En se basant sur les résultats du tableau 23, nous pouvons dire que la matière organique dans ces milieux est très importante : elle passe de 4% dans les horizons BM2 H1 et BM3 H2 à 28,5% dans le profil BM1.

- L'indice au pyrophosphate et la capacité d'échange cationique

Les valeurs de ces deux paramètres peuvent nous donner des indications sur le rôle de la matière organique dans l'évolution du sol et la nature des argiles.

L'indice 'pyro' est plus important au niveau de BM1 où sa valeur peut atteindre 44% (Horizon humide) et reste proche de 15% pour le reste des horizons sauf BM3 H2.

La capacité d'échange cationique (CEC) est très élevée dans l'ensemble des horizons et dépasse la valeur 100 sauf pour le profil BM5 (dernier horizon).

- Le degré de saturation

Dans l'ensemble de ces profils, le taux de saturation est inférieur à 30% et les bases échangeables sont dominés par le magnésium et en deuxième lieu le sodium sauf dans le profil de BM5 H2 situé à la limite de la plaine de la Mafragh où ce taux de saturation dépasse 50% avec la dominance du sodium.

- **Caractéristiques morpho-analytiques de la carotte de Bourdim (Ibn Cherif 2006).**

Tableau 24 : Caractéristiques chimiques et biochimiques de la séquence de Bourdim.

Carotte	Epaisseur en cm	Caractères chimiques et biochimiques						
		H%	Id. pyro.	Tx cd.	pH	C.org. %	N %	C / N
S								
T								
R	0-30	80.5	15.3	55.9	5.6	25.58	0.79	32.38
A	30-52	84.4	19.4	52.2	5.2	27.72	0.81	34.22
T	52-60	86.3	18.4	70.7	5.0	16.99	0.44	38.61
I	60-86	85.6	20.1	41.2	4.9	34.10	0.92	37.06
G	86-160	87.2	19.0	84.3	4.1	9.10	0.22	41.36
R	160-180	82.4	13.2	85.2	4.3	8.54	0.23	37.13
A	180-260	60.5	13.3	55.1	5.5	26.04	0.80	32.55
P	260-360	65.3	15.9	44.9	5.4	31.96	0.87	36.73
H	360-440	68.1	16.4	46.1	5.1	31.26	0.87	35.93
I	440-520	70.2	15.6	42.2	4.9	33.52	0.91	36.83
E	520-540	72.8		59.7	4.6	03.37	0.04	84.25

..... à suivre

Tableau 24 (suite)

Carotte	Epaisseur en cm	Caractères chimiques						
		T	Ca %	Mg %	Na %	K %	S	S/T
S T R A T I G R A P H I E	0-30	89	9.6	3.6	0.02	1.5	14.72	16.54
	30-52	94	9.1	3.8	0.02	1.9	14.82	15.76
	52-60	102	8.7	3.9	0.01	1.7	14.31	14.03
	60-86	96	7.6	4.1	0.03	1.3	13.03	13.58
	86-160	76	7.2	3.9	0.05	1.2	12.35	16.25
	160-180	82	6.8	3.8	0.05	1.2	11.85	14.45
	180-260	90	8.2	2.2	0.02	1.8	12.32	13.68
	260-360	87	7.6	2.8	0.01	2.1	12.51	14.38
	360-440	102	7.5	3.6	0.01	2.0	13.11	12.85
	440-520	109	7.1	4.6	0.01	1.6	13.31	12.21
520-540	10	0.6	0.1	0.00	0.00	0.7	7.00	

Les analyses physico-chimiques pratiquées sur les différents niveaux de la séquence de Bourdim par Ibncherif (2006) ont permis de suivre leur évolution en fonction de la profondeur.

1)- Les caractéristiques chimiques :

- l'humidité : les sédiments prélevés présentent une saturation presque totale en surface, qui diminue avec la profondeur, mais reste comprise entre 60% et 70% (Tab. 24).

Cette situation suggère l'existence d'une nappe perchée ayant pour base le niveau (180-260cm) divisant ainsi la carotte en deux sous ensembles (Ibncherif, 2006).

- Le carbone organique : le carbone organique dose entre 20%-30% dans les couches de surface sans montrer une évolution nette, pour chuter à 9.10 dans le niveau (180-260cm), et à partir de cette profondeur la teneur en carbone augmente pour doser 30% et reste presque stable jusqu'à la base dans la couche sableuse où il ne représente que 3% (Tab.24). L'évolution du carbone organique suit l'évolution de l'humidité et définit deux ensembles.
- L'azote : les valeurs de l'azote sont faibles et montrent une fluctuation le long du profil avec une légère stabilité dans les couches argileuses profondes.
- Le rapport C/N : Cet indice indique les pertes en azote durant les phases de l'humification. Il est élevé dans l'ensemble du profil sédimentaire, typique d'une **tourbe eutrophe peu évoluée** (Buttler et Gobat, 1991).
- Le complexe adsorbant : ce paramètre est caractérisé par la capacité totale d'échange (T), et par le taux de saturation. Les analyses du sédiment présente une bonne capacité d'échange (> à 90 méq/100g) (Tab. 24-suite) sauf à la base au niveau de l'accumulation sableuse. Le taux de saturation reste faible (<20%) dans l'ensemble des niveaux donc seul 1/5 des sites est occupé par

une base échangeable, le reste est probablement occupé par des protons H⁺ responsables d'acidité. (Ibncherif, 2006).

- L'évolution des bases échangeables : l'évolution des bases échangeables montre la dominance du Calcium et du Magnésium, deux éléments provenant essentiellement des roches ou de la minéralisation de la matière organique. On note également l'absence presque totale du Sodium.
- Le pH : les valeurs du pH vont dans le même sens du raisonnement selon l'auteur, car le pH est en général très bas (< 5) (Tab. 24) sauf dans les couches superficielles.
- L'indice au pyrophosphate : la caractérisation biochimique de ce sédiment a été évaluée par la mesure de cet indice. Selon Kaila (1956), l'indice au pyrophosphate est un indicateur du degré d'humification de la tourbe. Les résultats obtenus par Ibncherif (2006) montre que la tourbe est fibrique à légèrement mésique.

2)- Les caractéristiques physiques

La caractérisation physique des sédiments du site de Bourdim (Ibncherif, 2006) (Tab. 25) montre une accumulation d'éléments très fins (texture argilo-limoneuse), le long du profil sauf à la base où la texture devient sableuse. Les débris organiques sont bien conservés et gardent une texture fibrique où le taux de fibre dépasse 45% (Tab. 25) (Ibncherif, 2006).

Tableau 25 : Caractéristiques physiques de la séquence de Bourdim.

Carotte	Epaisseur (cm)	Granulométrie minérale					Granulométrie des tourbes (µm).					
		Arg.	Lf	Lg	Sf	Sg	>2000	>500	>200	>50	<50	TT
S												
T	0-30	16.2	24.4	28.2	22.4	8.8	16.2	18.6	20.5	33	21.7	45.3
R	30-52	17.8	26.5	26.8	24.6	4.3	14.7	20.3	24.2	16.4	24.2	59.4
A	52-60	46.5	28.7	25.6	25.3	3.9	8.8	24.5	25.3	13.9	27.5	58.4
T	60-86	15.3	28.2	24.1	26.2	6.2	6.7	26.2	27.2	12.6	27.3	60.1
I	86-160	13.6	29.3	22.6	27.4	7.1	4.3	26.8	27.9	12.5	28.5	59.0
G	160-180	12.8	28.9	21.4	28.3	8.6	2.8	28.7	29.3	11.5	27.7	60.8
R	180-260	12.2	24.5	18.4	21.4	23.5	14.1	12.6	16.6	29.4	27.3	43.3
A	260-360	13.7	26.3	16.7	21.9	21.4	16.2	15.5	19.2	20.6	28.5	50.9
P	360-440	10.5	26.6	22.2	22.5	18.2	18.7	17.2	20.5	15.3	28.3	56.4
H	440-520	9.8	25.9	24.5	23.2	16.6	13.5	20.8	21.3	14.3	30.1	55.6
I	520-540	6.7	23.1	16.1	23.8	30.3						
E												

D'une manière générale, la caractérisation physico-chimique du sondage de Bourdim révèle la présence d'une accumulation de matière organique peu transformée sur une profondeur de 520cm, définissant **une tourbe oligotrophe peu évoluée à texture fibrique**.

La conservation de cette tourbe (Ibncherif, 2006) est assurée par une sédimentation très importante de matériaux fins (argiles et limons) et une saturation quasi-permanente du sol (existence d'une nappe perchée).

Dans le site de Bourdim, le couvert végétal très riche, généralement dense et diversifié où domine l'aulne glutineux, apporte au sol une quantité importante de débris végétaux de toutes natures (feuilles, rameaux, fruits etc.). En arrivant sur un sol gorgé d'eau, ces débris organiques subissent une légère transformation physico-chimique puis s'accumule à la surface de ce sol favorisant la formation d'un humus brut de type tourbe.

L'existence des formations tourbeuses, sous les conditions actuelles de notre climat (en particulier dans le marais de Bourdim), suggère que leur formation est antécédente à l'actuelle. (Cf. Chap. Historique).

- **Le complexe humide de Guerbès - Senhadja**

Dans le complexe humide de Guerbès Senhadja, nous choisissons **le site de Sidi Makhlouf** pour lequel nous disposons de données pédologiques plus complètes par rapport aux autres sites étudiés dans ce même complexe :

1) - Les travaux de Abdenouri (1996) ont porté sur l'étude des caractéristiques physico-chimiques de la tourbe de cinq stations situées dans le site de Sidi Makhlouf : trois ont été choisies dans différents faciès à aulne glutineux (Stations 1, 2, 5) et deux autres dans la prairie humide en contact avec l'aulnaie (3, 4).

Il serait fastidieux de reprendre l'ensemble des tableaux pour cette étude comme on l'a fait ci-dessus ; nous nous limiterons particulièrement à la présentation de l'interprétation des résultats. Néanmoins, nous précisons que l'auteur a réparti les cinq stations étudiées selon un transect spatial bien déterminé (S2, S1, S5, S3, S4) suivant les résultats analytiques obtenus. Cette étude a abouti aux conclusions suivantes :

- l'évolution de la matière organique varie en fonction des stations. Elle est d'une grande accumulation dans trois stations (S2, S3 et S4), ce qui est dû probablement à une phase d'accumulation de ce matériau organique qui ne subit pas de dégradation minérale. Par contre pour la station (S1), l'accumulation se fait en profondeur à cause du phénomène de la migration par drainage. Cette matière organique peut présenter des valeurs assez faibles dans la station (S5).

- Concernant la variation du pH en fonction de la profondeur, les 5 stations sont rassemblées en trois groupes par Abdenouri (1996) :

1)- Le groupe 1 : représenté par le groupe de stations où le pH est acide (S1).

2)- Le groupe 2 : représenté par les stations présentant un pH moyennement acide (S5)

3)- Le groupe 3 : représenté par les stations présentant un pH proche de la neutralité (S2, S3 et S4)

- Concernant les variations du taux de cendre en fonction de la profondeur, les stations (S2, S3, S4) ont un taux de cendre qui augmente avec la profondeur alors que (S1) a un taux de cendre élevé en surface et diminue légèrement en profondeur, ceci est en relation directe avec la texture sableuse de ces milieux. La station (S5) présente une teneur en cendre très élevée en surface ce qui confirme sa composition assez importante en sable.

En conclusion, l'auteur classe la tourbe de chaque station selon le taux de fibres et l'indice pyrophosphate ce qui permet de connaître également si elles sont régénérables ou non.

- Dans les stations (**S1, S2**) : la tourbe est fibrique à perturbations douces.

- Dans la station (**S3**) : tourbe **eutrophe** dans laquelle la richesse en azote et en bases échangeables (surtout en Calcium) est beaucoup plus élevée. L'auteur classe cette tourbe comme fibrique par

l'estimation du taux de fibres pour les deux horizons étudiés. En se basant sur l'indice pyrophosphate, cette tourbe est classée comme humique. L'indice de régénéralité indique qu'elle est à perturbations douces.

- Dans l'ensemble du profil de la station (S4), la tourbe est classée comme fibrique à perturbation douce par l'utilisation des deux paramètres (taux de fibre et indice pyro).

- Dans la station (S5) : Le taux de fibre indique une tourbe fibrique, l'indice pyrophosphate indique une tourbe humique et les valeurs du R.E.G montrent que la tourbe est non régénéral.

2) – les travaux de Haif (2009)

Plus récente, cette étude présente une fiche descriptive pour chacun des sites étudiés dans le complexe humide de Guerbès – Senhadja. Nous empruntons à l'auteur la fiche descriptive de Garaât Sidi Makhoulf que nous présentons ci-dessous.

Un autre paramètre est pris en considération dans cette étude, il s'agit de la conductivité électrique mesurée à l'aide d'un conductimètre dans une suspension sol/eau au rapport 1/5. Cet appareil sert à mesurer la conductivité exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$ (microstemens par centimètre) ou en ppm (partie par million = mg/l). On évalue ainsi la dureté de l'eau seulement dans les eaux où les carbonates de (Calcium et de Magnesium) sont majoritaires. Dans le cas des eaux douces, cette approximation ne saurait être valable. En effet, durant le processus d'adoucissement le Sodium se substitue aux carbonates.

Par ailleurs, nous compléterons ce chapitre par la présentation des caractéristiques générales des sols du complexe humide de Guerbès-Senhadja interprété par Haif (2009).

I - Fiche descriptive de Garaât Sidi Makhoulf :

Station : Garaât Sidi Makhoulf

Date : 05/04/2009

Position géographique : 36°53' 9'' N, 7°18' 25'' E.

La géologie : dune côtière.

La géomorphologie : dépression intradunaire.

La végétation : aulnaie et saussaie.

Le climat : ciel couvert.

A - Description du profil de Garaât Sidi Makhoulf :

0 - 12 cm : couleur brune, texture sableuse, structure particulière, présence de résidus et humus, poreux, effervescence à l'HCl nulle.

12 - 16 cm : couleur jaune rougeâtre, texture sableuse, structure particulière, très poreux, très pauvre en matière organique, effervescence à l'HCl nulle,

16 - 40 cm : couleur brune grisâtre, texture sableuse, structure particulière, très pauvre en matière organique, très poreux, pas de réaction à l'HCl.



Figure 14 : Profil de Garaât Sidi Makhoulf

B - Résultats analytiques:

Tableau 26 : Caractéristiques physico- chimiques de Garaât Sidi Makhlouf

Station	Couche (cm)	pH _{eau}	pH _{Kcl}	CE $\mu\text{s}/\text{cm}$	Humidité %	M.O %	Porosité %
Sidi Makhlouf	0 à 12	6,12	6,55	28,4	0,4	2,8	poreux
	12 à 16	6,49	6,15	13,6	0,4	0,8	poreux
	16 à 40	6,17	6,16	11	0,2	1	poreux

Les résultats analytiques obtenus montrent que le pH est légèrement acide et que les valeurs de pH_{Kcl} de la totalité des couches évoluent dans le même sens que le pH_{eau}. (Tab. 26, Fig. 15).

Cette situation nous permet de dire que le complexe absorbant est suffisamment saturé, et qu'il existe un certain équilibre entre l'acidité actuelle et l'acidité potentielle.

Le sol de cette Garaât est moyennement pourvu en matière organique dans la 1^{ère} couche, mais pauvre dans les couches profondes (Tab. 26, Fig 16).

Le sol est non salin car les valeurs de la conductivité électrique sont très faibles (Tab. 26, Fig 17).

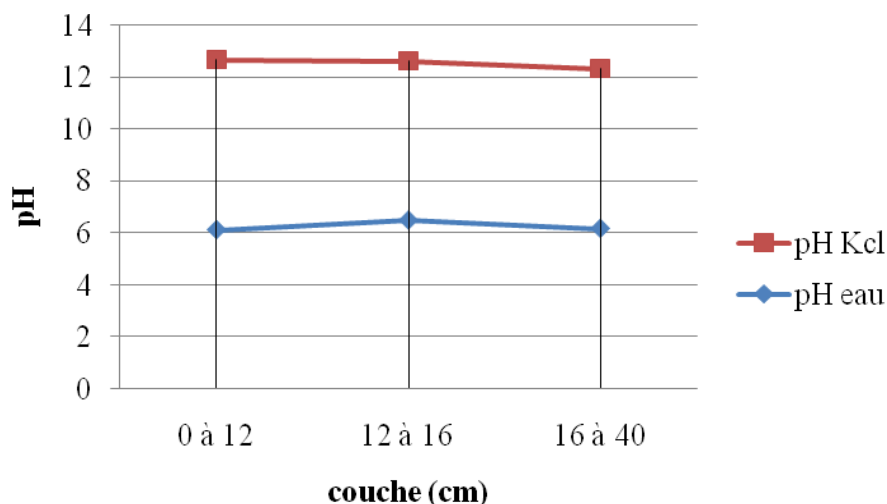


Figure 15 : Variation du pH_{eau} et pH_{Kcl} dans la garaât Sidi Makhlouf.

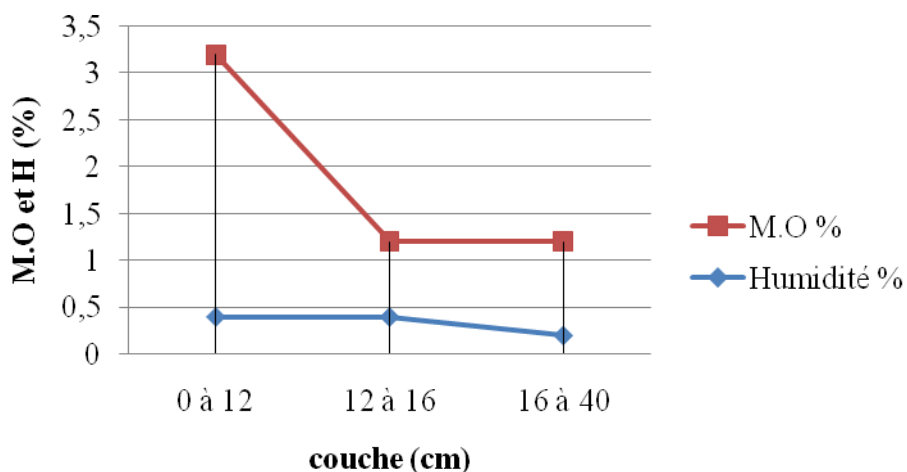


Figure 16 : Variation des taux de la matière organique et de l'humidité hygroscopique de Garaât Sidi Makhlouf.

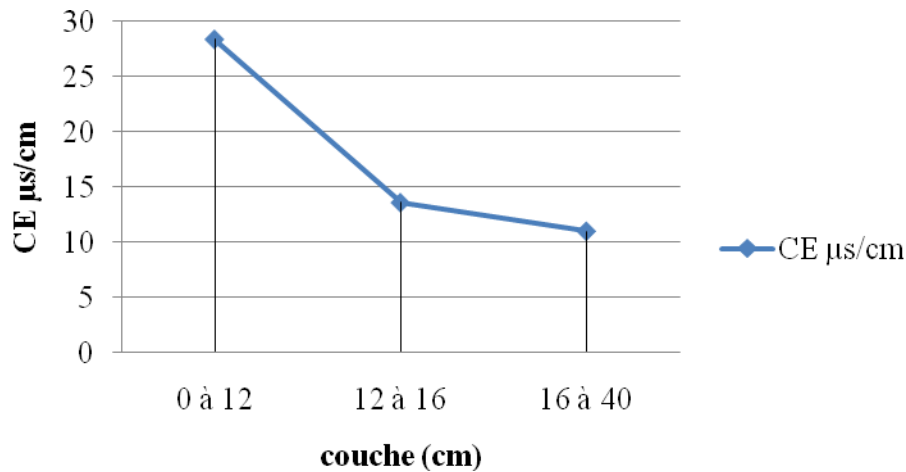


Figure 17 : Variation de la conductivité électrique de Garaât Sidi Makhlouf.

C - Analyse granulométrique

Tableau 27 : Caractéristiques granulométriques de Garaât Sidi Makhlouf

Station	Couche (cm)	Argile (%)	Limons (%)	Sables Fins (%)	Sables grossiers (%)	Type de texture
Garâat Sidi-Makhlouf (Aulnaie-Saulaie)	0 à 12	8	4,5	27,1	52,4	Sableuse
	12 à 16	4	1,3	20	74,7	
	16 à 40	4	2,8	23,5	69,7	

II - Caractéristiques générales des sols du complexe humide de Guerbès-Senhadja

L'inventaire des sols des dépressions humides de Guerbès-Senhadja a permis de mettre en évidence trois types de sols qui diffèrent par la couleur et par le degré de saturation en eau et surtout par la texture. C'est ainsi que Haif (2009) a observé des sols à texture sableuse dans les dépressions dunaires, alors que dans les dépressions alluvionnaires la texture est limoneuse tandis que dans les zones de contact avec la plaine argileuse la texture est beaucoup plus influencée par la présence d'un pourcentage relativement élevé en argile.

La lecture des résultats analytiques des sols du complexe Guerbès-Senhadja (Haif, 2009) traduit dans une large mesure la distribution des sols en fonction des facteurs du milieu, notamment l'analyse granulométrique. Ce résultat définit une nette liaison des sols avec leur substrat, car dans les dépressions dunaires, des textures sableuses avec absence presque totale d'argiles ont été obtenues.

La caractérisation physico-chimique de ces sols montre que l'influence du milieu reste déterminante et l'ensemble des paramètres mesuré traduit cette situation.

Ainsi la teneur en matière organique varie d'un profil à l'autre. Les résultats obtenus sur l'ensemble dunaire indiquent qu'elle est un peu faible et se concentre dans les horizons de surface des profils puis diminue brutalement avec la profondeur. Cette disparition rapide de la matière organique dans les sols à texture sableuse est liée à la vitesse de minéralisation de cette dernière, car les conditions sont favorables (bonne aération et bonne activité biologique).

Dans les sols des dépressions à texture limoneuse, la matière organique marque une légère accumulation et une bonne distribution dans les horizons du même profil.

Dans les sols argileux, la matière organique semble s'accumuler en faveur des mauvaises conditions qui règnent dans ces sols (texture argileuse, saturation en eau presque permanente).

La réaction des sols suit également la zonation des sites et nous pouvons constater trois situations :

- des sols à pH acide qui se développent sur substrat sableux et qui sont également pauvre en carbonates de calcium.
- des sols à pH neutre qui se forment dans les dépressions à texture limoneuse relativement riches en matière organique.
- des sols à pH basique qui se développent dans les dépressions argileuses, où une fixation de bases semble être réalisée.

La mesure de la conductivité électrique enregistre de faibles valeurs dans les sols développés sur sable et augmente progressivement avec la texture fine (dans les sols argileux), mais dans l'ensemble, les sols ne présentent aucun risque de salinité.

La porosité du sol exprime les vides qui peuvent être occupé par l'eau et où la présence de l'air signifie l'existence d'un habitat favorable pour la faune et la flore du sol. Ce paramètre évolue en parfaite relation avec la texture du sol et du milieu.

L'évolution de l'humidité hygroscopique dans des sols saturés en eau reflète le rôle que jouent les éléments de la texture dans la capacité de rétention.

D'une manière générale la caractérisation physico-chimique des sols des dépressions humides de Guerbès-Senhadja et d'Annaba – El Kala fait apparaître l'influence de la nature du substrat, le rôle que joue le couvert végétal et la présence d'un plan d'eau ou d'une nappe proche de la surface. Cet ensemble contrôle et oriente les processus pédogénétiques et la vitesse de minéralisation de la matière organique (Haif 2009, Benslama 1993) ce qui nous permet de comprendre le mode de fonctionnement des divers cas de sols hydromorphes dans les régions étudiées.

2.2. 3.2.5 Eléments d'une synthèse phytoécologique.

Dans l'étude pédologique ci-dessus, nous avons présenté l'évaluation des différents paramètres physico- chimiques des sols des sites suivants : Tonga, Righia, Aulnaie du lac bleu, Boumalek-El Melah, Demnet Errihane, Ain Khia, Boumohacène, Bourdim... et Sidi Makhlouf (Complexe humide de Guerbès Senhadja).

Nous avons vu que ces paramètres sont variables d'un site à l'autre, d'un profil à l'autre au niveau d'une même station et évidemment d'un horizon à l'autre au sein d'un même profil.

Les différents paramètres analysés sont étroitement liés aux facteurs stationnelles (roche mère, végétation et nappe phréatique). Et la matière organique joue un grand rôle dans la différenciation et l'évolution du sol. Cependant, l'impact de l'action anthropique a une influence prépondérante par le degrés de perturbations qu'elle exerce sur ces tourbières.

A travers cette étude pédologique, nous pouvons aborder l'ébauche d'une synthèse phytoécologique. En effet, ayant comme but d'établir une liaison stricte et directe entre les différents types de sols et les groupements végétaux qui s'y installent, l'analyse phytoécologique établie dans les différentes études, a permis l'identification de plusieurs faciès à *Alnus glutinosa* en fonction de différents types de sols. Exemples :

1- Alnetum glutinosae

Le milieu est très humide presque marécageux, la texture du sol est argilo-sablonneuse pour certains sites, certaines espèces comme *Callitriche palustris* indique que la nappe est affleurante périodiquement dans de tels milieux.

Ces conditions d'humidité favorisent le développement de nombreuses autres espèces telles que : *Iris pseudo-acorus*, *Polygonum hydropiper*, *Osmunda regalis*, *Carex* spp., *Alternanthera sessilis*, *Solanum dulcamara* etc.

2- Faciès à *Alnus glutinosa* et *Athyrium filix femina*

Dans cette formation forestière, *Alnus glutinosa* s'installe sur des sols marécageux, riches en matière organique, de couleur noire à texture sablonneuse. C'est un milieu tourbeux que caractérise en général un certain nombre d'espèces végétales telles que : *Laurentia bicolor*, *Anagallis crassifolia* et *Fuirena pubescens*.

3- Faciès à *Nerium oleander*

Le milieu se caractérise par un sol de couleur noire devenant de plus en plus claire en fonction de la profondeur, le taux de la matière organique est très faible, la texture est limono-argileuse se transformant en profondeur en une texture argilo-limoneuse (Aounallah et Bensouilah, 1991).

4- Association *Alnetum* pénétrée de l'association *Cocciferetum*

La texture du sol est argilo-sableuse au niveau de l'horizon superficiel devenant argileuse en fonction de la profondeur. Cet horizon superficiel est caractérisé par un sol tourbeux, une richesse en matière organique où le caractère humide à très humide est caractéristique de ce milieu (Aounallah et Bensouilah, 1991).

5- Faciès à *Alnus glutinosa* en contact avec *Quercus suber*

Quercus suber a tendance à s'implanter aux "frontières" des sols de Garâa ou dans les forêts semi-humides. La présence de *Daphne gnidium* est indicatrice d'un microclimat plus ou moins sec exemple : l'aulnaie de Khellalba.

Dans le faciès à *Alnus glutinosa* en contact avec *Quercus suber* étudié par Aounallah et Bensouilah (1991) dans le site de Boumalek, le sol est noir, riche en matière organique, humide, à texture argilo-sablonneuse dans l'horizon superficiel mais devenant argileuse en profondeur.

Egalement, dans la Garâa de Sidi Makhoulf, la lisière de la forêt humide évolue vers la subéraie avec une ceinture de *Pteris aquilina*, *Scrofularia aquatica*, *Rubia peregrina* et *Arum italicum*. Dans la partie nord de l'aulnaie se trouve *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus* et, à une altitude plus élevée sur la dune se développe *Quercus coccifera* (Abdenouri, 1996).

On sait aussi selon Maire (1926) que *l'Alno-Fraxinetum oxycarpae* et *l'Ulmo-Fraxinetum* sont concurrencés par *Quercetum suberis* sur terrain sablonneux dans les endroits relativement secs.

En conclusion, on remarque que la végétation reflète les propriétés du sol qui la conditionne (Duchaufour et Toutain, 1985). En effet, un groupement végétal est tout à la fois le résultat et le siège d'un tissu d'interactions entre les facteurs exogènes et les facteurs endogènes (Feltzines, 1984).

Ainsi, dans le marais de Bourdim « milieu le plus riche du point de vue biodiversité » (de Bélair, comm. verb. 2009), il a été identifié (Ibncherif, 2006) sept groupements végétaux en fonction des types de sols :

- (1) - la subéraie-cocciféraie installée sur sol peu évolué ;
- (2) - la magnocariçaie se développant sur sol hydromorphe tourbeux, les espèces qui constituent cette formation sont classées en espèces hydrotolérantes ; elles supportent donc une absence totale d'oxygène, même en été (Duchaufour, 1989).
- (3) - *Cladium mariscus* est réputé conduire à un phénomène d'atterrissement (Buttler, 1987) ;
- (4) - *Iris pseudoacorus* est l'une des espèces indicatrice d'un sol acide.

En effet, nous avons vu précédemment que l'acidité du sol explique en bonne partie la répartition des espèces ; par exemple (Duchaufour, 1989) :

- l'aulne glutineux préfère un sol acide avoisinant le neutre avec un pH compris entre 6,2 et 6,8 ;
- le frêne est une espèce neutrophile qui se développe dans des milieux acides à neutres ($6,7 < \text{pH} < 7$) ;
- Le pH acide convient aussi au saule, par contre, l'orme et le peuplier blanc préfèrent des sols calcaires avec un pH basique : (l'orme : $7,4 < \text{pH} < 7,9$; et le peuplier blanc : 7,8-8). Ainsi, l'acidité du sol constitue ce qu'on pourrait appeler un **Canevas de base** pour la croissance des groupements (facteur écologique général), mais elle se combine à plusieurs autres facteurs agissant au cas par cas (facteurs écologiques microstationnels) (Gobat, 1984).

(5) - L'aulnaie s'installe à la limite des sols tourbeux et des sols lessivés ;

(6) - La frênaie par contre occupe les sols lessivés, lorsque l'humidité est importante.

Cette frênaie à *Fraxinus angustifolia* forme la forêt ripicole mixte de l'Oued Bourdim où se mêlent Aulne et Orme. On y trouve certaines espèces dominantes telles que *Crataegus oxyacantha*, *Rumex bucephalophorus*, *Alternanthera sessilis*, *Laurus nobilis*, *Polygonum hydropiper*, *Carex vulpina*, *Pteris aquilina*...

(7) - A la transition aulnaie / frênaie, les espèces caractéristiques thermophiles sont indiquées par : *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, auxquels s'associent : *Ranunculus aquatilis*, *Carex remota*, *Mentha rotundifolia* et *Juncus effusus*.

Enfin, l'aulnaie-frênaie se développe surtout sur les terrains meubles à niveau phréatique assez élevé mais surtout sur les alluvions argileuses et argilo-sableuses des plaines (Maire, 1926).

En général, les formations à (aulne, frêne, orme et érable) sont des forêts alluviales.

« Ces habitats sont strictement liés à une dynamique alluviale (nappe d'eau circulante proche de la surface, enrichissement du sol par apport d'alluvions, régime de crues et d'étiage) mais celle-ci peut être forte (grosses rivières) à très faible dans le cas des suintements intra-forestiers (se limitant dans ce cas à une richesse chimique du sol accrue et à une hydromorphie marquée) » (I.D.F/DUREN, 2000).

Aussi, les formations forestières faisant partie des habitats humides de la Numidie ont la particularité d'être soumis à un régime alterné : inondation hivernale / sécheresse estivale partielle ou totale. L'exondation estivale s'exerce en effet de manière différentielle suivant que nous ayons à faire à des oueds ou chaâbas (ravins), à des lacs normalement permanents, à des marais et mares ou à des aulnaies marécageuses ou ripicoles (Samraoui et de Bélair, 1997).

2.2.4 - Les facteurs climatiques et bioclimatiques:

Le climat, en région méditerranéenne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objectifs essentiels de l'écologie méditerranéenne est de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat (Tir, 2008-2009).

Pour étudier les caractéristiques bioclimatiques de la région, nous avons utilisé les données anciennes de Seltzer (1946) que nous avons complétées par des observations plus récentes. Mais malgré tout, comme le font remarquer de Bélair (1990) et Tir (2008-2009) l'ensemble reste assez fragmentaire, cependant, ceci permet d'avoir une idée générale du climat régional.

Plusieurs postes d'observations sont cités dans les références bibliographiques consultées dont la plupart ne publie plus aucune donnée. De plus, pour un certain nombre de stations, plusieurs paramètres font défaut :

Tableau 28 : Coordonnées géographiques des stations météorologiques

Stations	Long. Est	Latit. Nord	Altitude (m)	Durée	Source
Skikda	6° 54'	36°52'	42	1926/1938	Seltzer 1946
Azzaba	7° 7'	36° 44'	93	1913/1938	Seltzer 1946
Edough	7° 40'	36°55'	728	1913/1938	Seltzer 1946
Seraïdi	7° 41'	36°55'	860	1913/1938	Seltzer 1946
Cap de garde	7° 47'	36°58'	161	1913/1938	Seltzer 1946
Annaba-port	7° 46'	36°54'	20	1913/1938	Seltzer 1946
Annaba-Marché	7° 46'	36°54'	35	1913/1937	Seltzer 1946
Annaba les salines	7° 51'	36° 36'	2	1942/1971	de Bélair 1990
Ben M'hidi	7° 54'	36° 46'	7	1926/1976	de Bélair 1990
Bouteldja	8° 13'	36° 41'	20	1943/1978	Benslama 1993
Cap Rosa	8° 14'	36° 57'	119	1913/1938	Seltzer 1946
Lac Tonga	8° 30'	36°53'	2	1945/1962	S.ET.HY.CO
El Kala	8° 27'	36°54'	10	1913/1938	Seltzer 1946
Tabarka	8° 47'	36°38'	12	1900/1980	Selmi 1985
Ain draham	8° 28'	36°35'	739	1900/1980	Selmi 1985

En comparaison avec les données climatiques anciennes, nous avons utilisé les observations plus récentes de la série (1978-2004) (Tir 2008-2009).

Dans ce chapitre, nous aborderons successivement :

- les précipitations
- la température de l'air
- l'action éolienne
- l'hygrométrie
- et une synthèse bioclimatique (Climagramme d'Emberger, Diagramme ombrothermique et Evapotranspiration).

2.2.4.1- Les précipitations

D'une manière générale le climat du Tell oriental est assez instable, c'est-à-dire très variable d'une année à l'autre pour une même station.

Ceci est surtout vrai pour la pluviosité qui est très irrégulière : en fait la hauteur des précipitations varie d'une année à l'autre, et la date de la saison sèche avance ou recule en fonction du retour de la saison pluvieuse.

Selon Marre (1992), le climat actuel de la Numidie algérienne (ou Tell oriental) serait plus sec que celui de l'entre deux guerres : les moyennes pluviométriques sont souvent inférieures de 100 à 200 mm. Par exemple, durant les vingt (20) dernières années, le déficit pluviométrique moyen annuel avoisine même les 300 mm à El-Kala. En effet, l'étude comparative des moyennes pluviométriques annuelles de deux séries : Selzer (1913-1938) et (1978-2004) des travaux de Magistère de Tir (2008-2009) présentée ci-dessous (Tab. 29) confirme ces observations :

Tableau 29 : Comparaison des moyennes pluviométriques annuelles en (mm) entre la série de Seltzer (1913-1938) et la série (1978-2004).

Stations	1913-1938	1978-2004
El Kala	910mm	699mm
Annaba	787mm	683mm
Skikda	830mm	759mm

Source: Tir (2008-2009).

Toutefois, l'examen d'une carte de la répartition des pluies annuelles au Maghreb (Despois et Raynal 1967 in Leutreuch-Belarouci, 1991) montre l'importance des précipitations dans le Tell oriental algérien. Les cartes pluviométriques de l'Algérie au 1/50000 (Gaussen et Bagnouls 1948 ; Chaumont et Paquin 1971) permettent une analyse plus fine et objective (Fig. 18). On peut alors constater que les précipitations sont abondantes et souvent supérieures à 2000 mm sur les sommets, et leur répartition se calque sur le relief avec un versant septentrional (nord) humide et un versant méridional (sud) plus sec : « Il est reconnu en Algérie que la pluviosité est liée à l'orographie ».

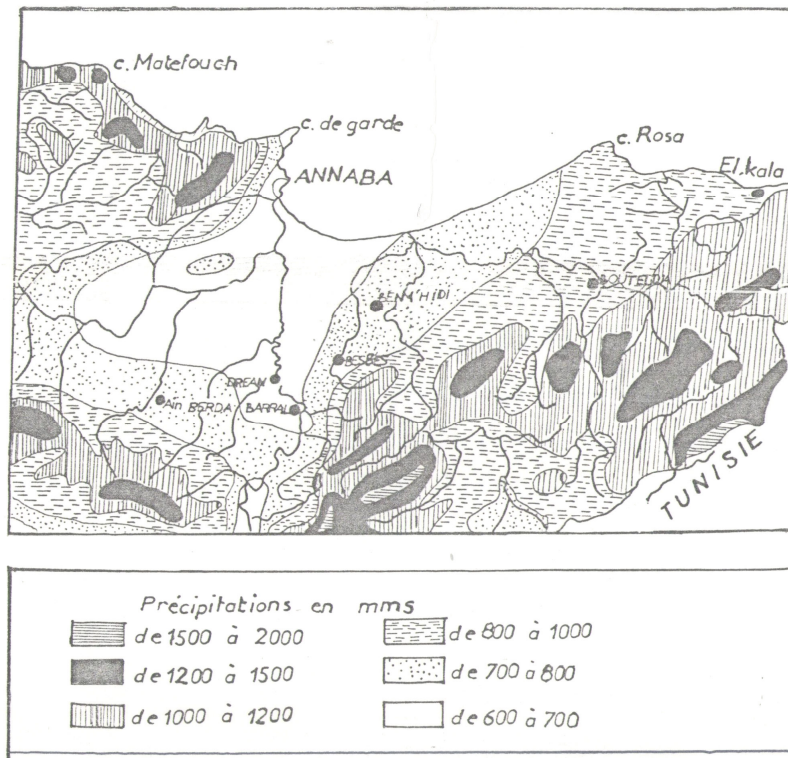


Figure 18 : Extrait de la carte pluviométrique de Chaumont et Paquin (1971).
(Moyennes annuelles (1913-1963))

De plus, on peut observer un pôle d'humidité allant de la Kabylie jusqu'à Collo où le total annuel des pluies est toujours supérieur à 1000 mm, qui s'oppose aux régions orientales relativement moins arrosées (600 à 1000 mm). En effet, selon Marre (1992) en s'inspirant de Seltzer (1946), le Tell oriental algérien et plus spécialement son versant Nord, est très arrosé. Les stations littorales reçoivent des précipitations égales ou proches de 1000 mm par an : Cap Bougaroun 1038 mm, Collo 1002 mm, Skikda 830 mm, Chetaibi 967 mm, Cap de Garde 682 mm, Seraidi 919 mm et Edough 1169 mm, Annaba port 787 mm, Cap Rosa 902 mm, El Kala 600 à 900 mm, 910 mm selon Seltzer (1946) (Tab. 30).

Dès que l'altitude augmente, les précipitations s'accroissent très vite. Deux massifs côtiers sont bien arrosés : la région de Collo où les précipitations sont toujours supérieures à 1000 mm et même 1500 mm au dessus de 500 mètres, et le massif de l'Edough où les pluies avoisinent et même dépassent les 1000 mm (Edough 1169 mm).

Tableau 30 : Hauteurs de pluie annuelle et nombre de jours de pluie (par an) et torrentielles (mm/24h). (Moyenne 1913-1938)

Stations	Moy.an (mm)	Nbre jours pluie / an.	Nombre de pluies torrentielles (mm/24h) Répartition par intensité			
			30-50	50-70	70-100	+ 100
Skikda	830	131	-	-	-	-
Azzaba	744	87	-	-	-	-
Chetaibi	967	89	141	40	15	1
Edough	1169	86	184	54	12	5
Seraidi	919	93	-	-	-	-
Cap de garde	682	96	76	7	3	---
Annaba-port	787	107	96	20	5	3
Annaba-Marché	689	91	-	-	-	-
Annaba les salines	638	106	-	-	-	-
Ben M'hidi	756	101	-	-	-	-
Bouteldja	821	-	-	-	-	-
Cap Rosa	902	93	113	30	5	---
Lac Tonga	978 ; (Ecart entre 1946/47 : 1241mm et 1960/61 : 693.7 mm)					
El Kala	910	115	113	26	3	1

Source : de Bélair (1990) complétée

Cependant on a constaté que la pluviométrie diminue à mesure que l'on s'éloigne du littoral. En effet entre ces massifs, les plaines littorales et les vallées sont moins arrosées et reçoivent entre 700 et 900 mm : Skikda 830 mm, Berrahal 793 mm, Annaba port 787 mm, El-Kala 600 à 900 mm.

Enfin, la chaîne numidique retrouve des pluies abondantes, supérieures à 1000 mm et qui atteignent même les 2000 mm sur les sommets.

Les régions telliennes côtières et sublittorales sont caractérisées par des pluies de printemps-été, représentant de 25 à 30 % du total annuel. Cependant le versant Nord du Tell oriental connaît un très net déficit pluviométrique estival. De ce fait, même les stations très arrosées comme Bougaroun (Skikda) ou Zitouna (El-Tarf) présentent des totaux pluviométriques de juillet et Août inférieurs à 10 mm ou même à 5 mm.

Mais cette sécheresse estivale est tempérée par une humidité relative dépassant parfois les 72% à Skikda, Annaba et à El-Kala (Cf. Chapitre 2.2.4.4).

Le nombre de jours de pluie fluctue entre 86 jours et 115 jours par an : on a relevé 91 jours à Collo, 87 à Azzaba, 115 à El-Kala, 85 à El-Aioun.

Les précipitations présentent la particularité de se déclencher souvent sous forme d'orages violents qui interviennent surtout entre Novembre et Janvier. Ainsi il a été dénombré 197 jours de pluies torrentielles à Chetaibi, 148 au Cap Rosa, 143 à El-Kala. (Tab. 30).

Ces pluies orageuses torrentielles ont la particularité de jouer un grand rôle pédologique d'abord, et géomorphologique par la suite sur un long espace de temps.

Elles favorisent le ruissellement et les mouvements de masse de terre après l'été et se présentent comme des facteurs physiques naturels accentuant la dégradation des sols desséchés (Marre 1992).

Toutefois, de la région de Guerbès-Senhadja à El-Kala, il a été relevé que les ensembles dunaires absorbent l'eau de pluie et sont à peine érodés par les eaux de ruissellement (Thomas, 1975).

L'importance du rôle des eaux d'infiltration est plus grande que celui des eaux de ruissellement.

Quant aux oueds gonflés irrégulièrement par les eaux de pluie, leur action sur la végétation est minimale sauf à Bouteldja où l'oued Mafragh en s'étalant en arrière de la barre dunaire dans la plaine de la Garaât el M'khada couverte de joncs, provoque lors des crues la remontée des nappes phréatiques et l'inondation des bas-fonds inter dunaires.

Le Tell oriental algérien apparaît d'une manière générale comme un milieu humide.

Cependant, la répartition annuelle des précipitations avec la sécheresse estivale de type méditerranéen, rend le climat difficile et pose des problèmes d'eau : pendant l'hiver, végétation et animaux en ont en excès, ainsi les plaines de Skikda, Annaba et El Tarf sont inondées; mais pendant l'été, le déficit est très durement ressenti.

Ce fort contraste saisonnier qui n'est pas toujours compensé par les réserves des nappes phréatiques elles mêmes soumises à un pompage excessif pour les besoins agro-industriels et domestiques apparaît très nettement dans le taux de couverture du sol par la végétation. Ceci s'explique par le rôle du "facteur eau" constituant à la fois un élément indispensable aux développement des êtres vivants, et un milieu de vie pour les organismes aquatiques.

Cette différenciation saisonnière est ainsi responsable d'une grande partie de dynamique actuelle des versants.

2.2.4.2- Les températures :

La température représente un facteur limitant de toute première importance car, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

Les courbes des températures des stations littorales (Skikda, Annaba, El Kala) mais aussi des stations intérieures (Azzaba, Berrahal) montrent toutes, un maximum au mois d'août.

Il y a donc un retard des maxima dans l'année qui indique que l'ensemble du tell oriental est sous influence maritime (Marre 1992).

En effet on aurait dû avoir les maxima durant la dernière semaine du mois de juillet, période du début des grandes chaleurs, mais l'action adoucissante des vents marins retarde l'apparition des maxima jusqu' à la fin du mois d'Août.

Tableau 31 : Moyennes mensuelles des températures à Skikda (1926-1938), Azzaba, Annaba et El Kala (1913-1938) (Seltzer, 1946).

Station	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jun.	Jul.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	An.
Azzaba	9,15	9.85	12.40	15.25	18.25	22.05	25.85	27,20	25,15	21,00	14,55	13,90	17,95
Skikda	10,55	11,05	13,05	14,55	17,65	20,80	23,90	24,75	22,70	19,10	15,05	11,85	17,10
Annaba	11,40	11,90	13,65	15,45	18,40	22,05	24,95	25,40	23,55	20,00	16,25	12,80	17,95
El Kala	12,00	12,55	14,35	16,25	19,15	22,50	25,40	26,10	24,70	20,70	16,75	13,15	18,60

Par conséquent, la variation brusque de la température est relativement faible comme nous l'illustrons sur le tableau des températures (Tab. 31), ceci est dû bien entendu (pour Skikda, Annaba et El

Kala) à l'influence de la mer. Cette influence maritime est évidente en hiver qu'en été puisqu'il n'y a pas de retard sur les minima du mois de janvier (moyenne des minima autour de 10°C à 14°C).

La Numidie orientale et occidentale présentent un versant septentrional aux températures douces et ne connaissant pas de gel (ou accidentellement).

Sur le littoral les températures moyennes annuelles sont comprises entre 18,8°C à Chetaibi ; 17,1°C à Skikda ; 17,9°C à Annaba ; 16,5°C à 18,6°C à El-Kala. Les étés sont en général chauds (26°C à 30°C) et les hivers restent doux (7°C à 10°C)

L'amplitude thermique est donc faible (15°C à 16°C). Les travaux de Tir (2008-2009) évaluent l'amplitude thermique des régions littorales à plus de 19°C pour la série de données (1978-2004).

Sur le littoral le gel est presque inconnu de nos jours ou excessivement rare. Skikda, Chetaibi, et El-Kala n'ont pas connu une seule journée de gel, Azzaba et Annaba ont vu chacune une fois le thermomètre descendre au dessous de 0°C (Marre 1992). Ceci est lié probablement à l'influence des usines industrielles implantées dans les deux dernières régions (Tir, 2009).

Seraïdi situé à environ 900 mètres d'altitude peut connaître des températures négatives de décembre à février. Dans ce site on enregistre une moyenne de 8,6 jours de gelée blanche par an.

En général, le littoral oriental ne connaît pas le gel. Cependant il est fort probable que les sommets de 1000 m et plus connaissent à l'heure actuelle des actions de gélification qui restent limitées.

Selon Thomas (1975) l'homogénéité thermique qui règne sur tout le littoral de la Marsa à El-Kala est remarquable bien que nous ayons relevé quelques légères fluctuations de la température ça et là. Ceci est dû à l'action de la mer dont la température est peu différente de celle de l'air en été et toujours plus élevée que celle de l'air en hiver.

L'amplitude des variations de température est à l'échelle de la journée, comme à l'échelle annuelle moins importante pour l'eau de mer que pour l'air.

Cette influence marine fait écrire à Seltzer (1946) que le maximum absolu des températures est atteint vers le 15 juillet sur le littoral, alors qu'il l'est toujours bien avant à l'intérieur. Ce décalage thermique ainsi que l'humidité due à la proximité de la mer et des lacs, permettent à la végétation du littoral de subsister plus longtemps en été et se traduisent également par un rafraîchissement de l'air ambiant.

L'amplitude thermique outre la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid est sensiblement la même pour toutes les stations côtières. Mais dès que l'on s'éloigne de la côte cette amplitude augmente notablement, la chaleur estivale étant plus forte au fur et à mesure que l'on se dirige vers le sud alors que le froid hivernal est plus intense ; autrement dit, le paramètre "température" est fonction de l'altitude, de la distance à la mer et de la position topographique (Toubal, 1986). Le tableau 32 permet d'en évaluer la variation :

Tableau 32 : Comparaison des températures extrêmes (m'' et M'')

Stations	m''	m	(M+m)/2	M	M''
Azzaba	- 0.2	11.3	17.9	24.6	44.0 (août)
Skikda	+ 0.9	13.2	17.1	21,0	46,7 (août)
Seraïdi	- 4.0	10.7	13.8	16.9	39.0 (août)
Annaba-port	- 0.1	13.9	17.9	22.0	46.0 (août)
Cap de garde	- 0.2	14.2	18.4	22.7	47.2 (juillet)
Annaba les salines	-	12.3	17.5	22.8	-
Ben M'hidi	- 0.8	12.0	18.1	24.1	46.4 (août)
El Kala	+ 0.6	14.6	18.6	22.6	49.4 (août)

$(M+m) / 2$: Température moyenne annuelle en °C

M : Température moyenne de toutes les maximales en °C

m : Température moyenne de toutes les minimales en °C

M'' : Température maximale absolue observée en °C

m'' : Température minimale absolue observée en °C

Ce tableau permet de comparer les températures extrêmes (m'' et M'') et fait ressortir une amplitude thermique élevée par exemple pour Séraïdi où les températures négatives sont plus élevées en altitude. On enregistre six (6) mois de risques de gelée à Séraïdi, 4 mois possibles sur Ben M'hidi (décembre à mars), un mois au Cap de Garde et exceptionnellement à Annaba, aucun sur El Kala (de Bélair, 1990).

2.2.4.3 - L'action éolienne :

Thomas (1975) relevait que : « Depuis le début de l'ère Quaternaire, le relief côtier de l'Est algérien a été modelé par le vent et la pluie en dunes et terrasses. Les vents dominants ont donc été les mêmes (en direction tout au moins) depuis le début de l'ère Quaternaire ».

Par leur fréquence, leur intensité, leur vitesse, leur température, leur degré hygrométrique, les vents exercent sur la végétation forestière de la Numidie une influence considérable.

Il est très difficile de donner la direction générale des vents dans un climat aussi variable et diversifié. Nous dirons seulement qu'en janvier il y a prépondérance des vents du secteur Ouest sur le littoral tellien.

Pendant le mois de juillet, le long de la côte algérienne le régime des vents d'Ouest disparaît et il y a là alternance des vents variables (brises de terre et de mer) excepté dans la région d'El Kala où il y a prépondérance des vents du Nord-Ouest.

Cependant Thomas (1975) notait que de Guerbès à El Kala l'axe des dunes forme un angle de 55 ° avec le méridien, et que l'obtention de la rose des vents réalisée en additionnant les journées pendant lesquelles le vent a soufflé dans une certaine direction à 7 H, 13 H et 18 H nous montrent (Tab. 33, Fig. 19) un mouvement tournant vers le Sud des vents dominants d'Ouest au fur et à mesure que l'on se rapproche de la Tunisie.

La pénétration des vents d'Ouest et Nord-Ouest à l'intérieur des dunes est permise par le relief que ces vents ont sculpté. Les vents d'Ouest s'engouffrent dans la vallée de l'oued El Kébir et dans la vallée de l'oued Zhour où les formations dunaires sont les plus importantes (Thomas, 1975).

Le massif de l'Edough détourne vers le sud les vents d'Ouest aux Guerbès-Senhadja où des dunes s'avancent jusqu' au lac Fetzara à 23 Kms de la côte. Enfin rien ne s'oppose à la pénétration du vent jusqu'à El-Kala.

En comparant la rose des vents, Thomas (1975) constatait que les vents d'Est sont plus importants à partir de Skikda par contre les vents du Nord-Ouest dominant de plus en plus.

Cette dominance est nettement confirmée lorsqu'on compare les roses des vents saisonnières de Bejaia et d'El-Kala, stations éloignées l'une de l'autre de 300 Kms (Fig. 20).

Ces vents sont souvent liés aux pluies d'équinoxes qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'atlantique. A l'opposer, le sirocco qui souffle du Sud-Est principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise avec les températures élevées, les incendies de forêts.

Tableau 33 : Fréquence des vents (moyennes annuelles) en nombre d'observations.

Fréquence du vent Stations	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud-Ouest	Ouest	Nord- Ouest
Cap carbon	19	20	21	11	34	54	94	47
Bejaia	21	60	40	12	7	32	74	56
Cap Bougaroun	4	7	78	17	9	55	116	14
Skikda	45	48	5	38	47	43	15	59
Cap de garde	39	23	19	10	46	10	48	107
El-Kala	19	34	18	20	9	24	21	159

Source : Thomas (1975).

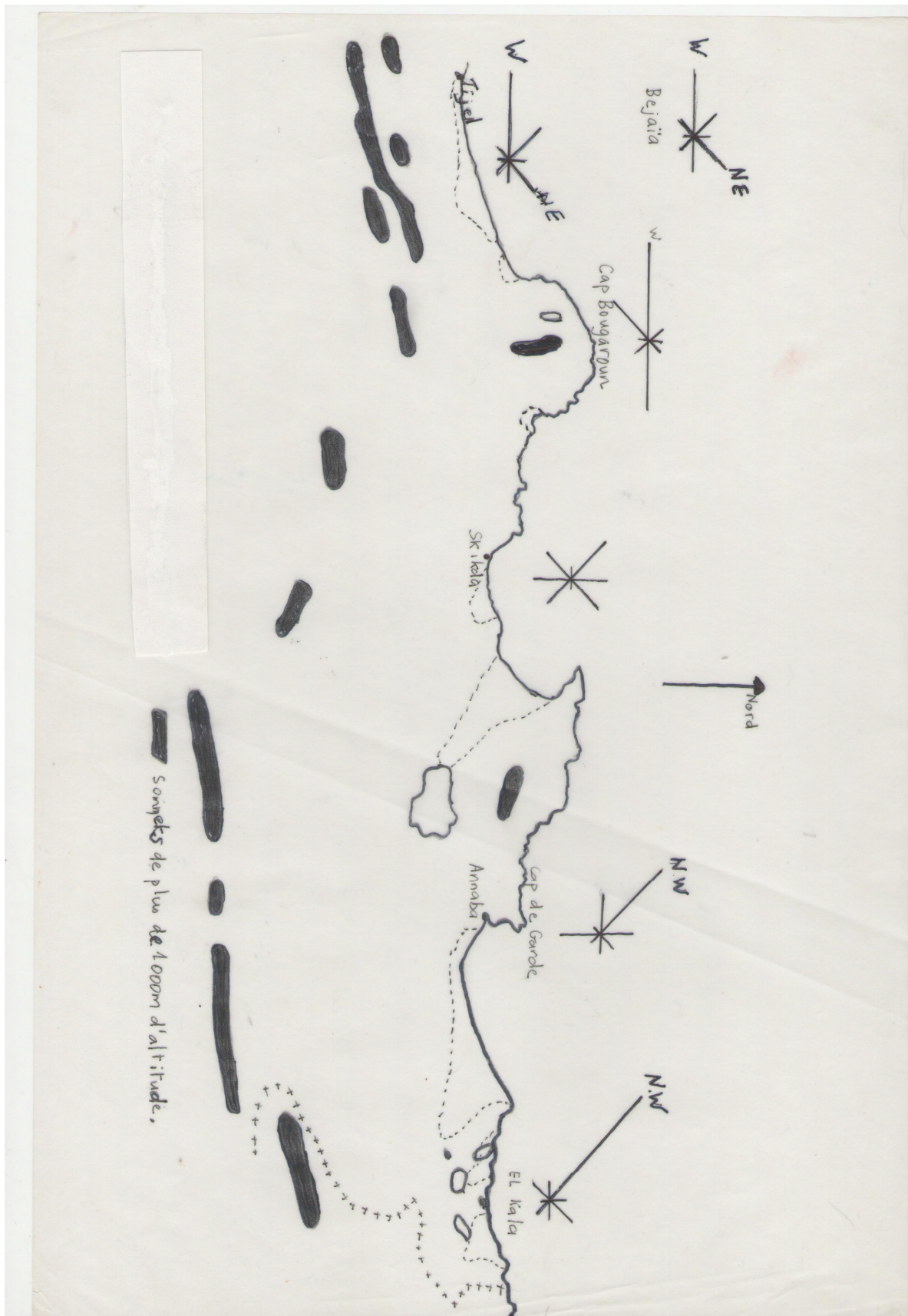


Figure 19 : Roses des vents de Jijel à El Kala (Thomas, 1975).

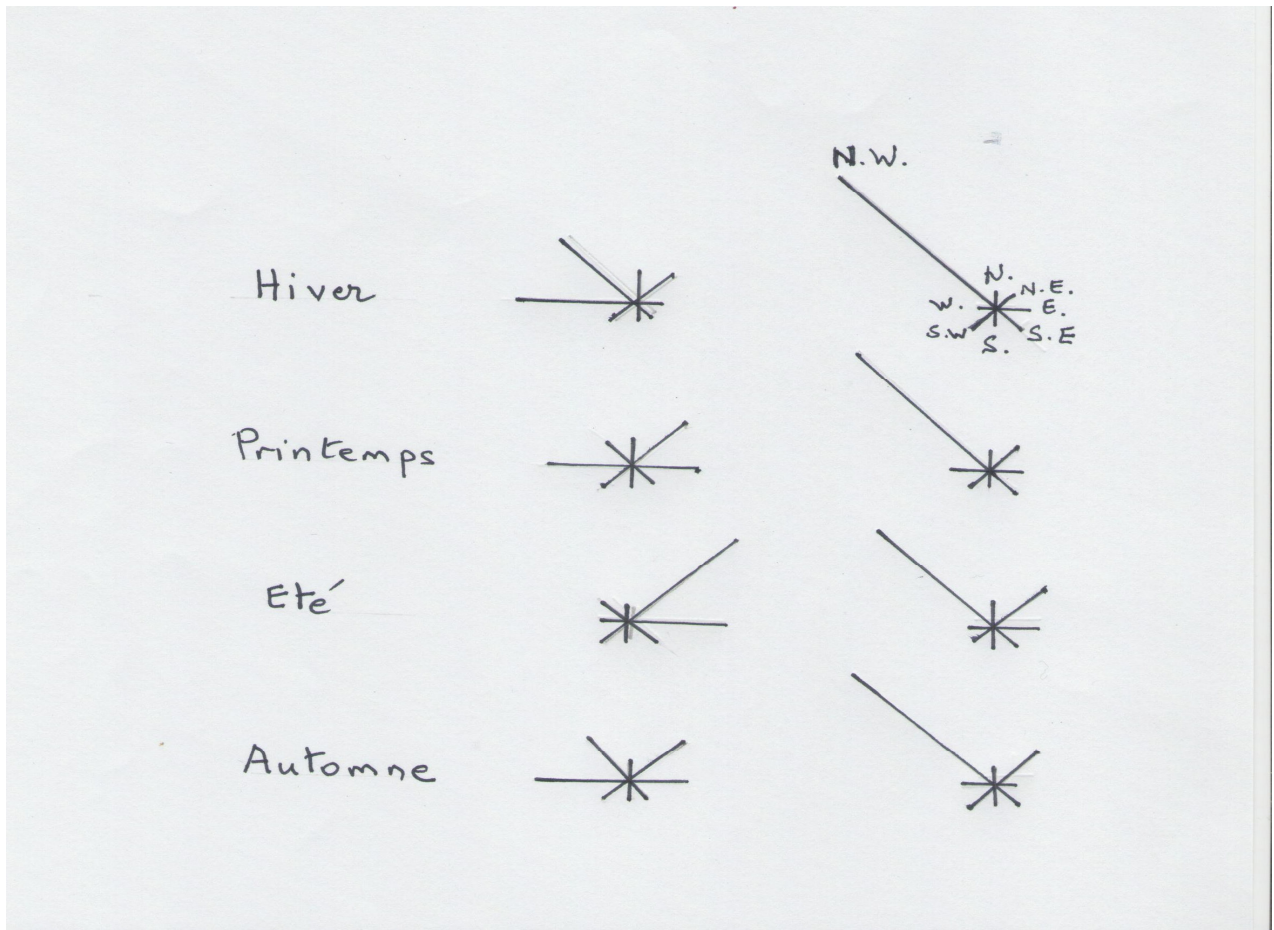


Fig. 20 : Roses des vents saisonnières de Bedjaïa (à gauche) et d'El Kala (à droite) (Thomas, 1975).

Seules les stations de Skikda, du Cap de Garde, de l'aéroport d'Annaba et d'El Kala présentent des statistiques éoliennes totales qu'on complétera par le nombre de jours de sirocco à Chetaïbi, Seraïdi, Annaba, et El Kala.

1)- A Skikda

Selon Marre (1992), les modifications de secteur sont surtout liées à l'heure de la journée. Ainsi, en toute saison, à 7 heures, le vent dominant en hiver est de secteur Sud-Ouest (30% de moyenne annuelle); à 13 heures de secteur Nord (27 %), avec des oscillations soit de secteur Nord-Ouest (22%) soit de secteur Nord-Est (23%) et à 18 heures soit de secteur Nord-Ouest (22%) soit de secteur Sud-Est (26%). Par ailleurs, en milieu de journée, les vents de secteur Nord-Ouest sont plus fréquents en saison froide (27%) en janvier qu'en saison estivale (14% en juillet).

Thomas (1975) relevait de son côté qu'au niveau de la région de Skikda, il y a dominance des vents d'Ouest, Nord-Ouest de l'automne à la fin du printemps qui sont responsables de la formation et de la destruction des dunes littorales.

Par contre au printemps, les mêmes vents deviennent moins puissants alors qu'en été les vents prennent une orientation Nord-Est et Sud-Ouest tout en devenant faibles et rares. Dans le même ordre d'idées, Marre (1992) en se référant à Seltzer (1946), avançait qu'en été l'alternance brise de mer-brise de terre joue probablement un grand rôle, mais en saison froide, ce sont les vents de secteur Nord-Ouest à Nord-Est qui sont dominants.

2)- A Annaba

Le vent est caractérisé généralement par sa fréquence et sa vitesse. Et la valeur de la vitesse moyenne annuelle du vent atteint 3,49 m/s à Annaba avec un maximum au mois de mars (3,93 m/s) et un minimum au mois d'octobre (3,01 m/s).

En général, les vents dominants dans la région d'Annaba prennent surtout la direction Nord. Cependant à 8 heures du matin, le vent dominant est de secteur Sud-Ouest (27%) et sa vitesse varie entre 4m/s et 6m/s, et à 13 heures il se dirige selon la direction Nord (9,6 %) avec des oscillations soit de secteur Nord-Ouest soit de secteur Nord-Est.

3)- A El Kala

Seltzer (1946) précise que la décroissance de la pression barométrique vers la Tunisie donne lieu à une forte prépondérance des vents du Nord-Ouest sans grande variation.

Le maximum de force du vent se produit au cours de l'hiver, et le minimum au cours de l'été, mais les variations observées sont faibles. La valeur moyenne annuelle de la vitesse du vent est de (3,15m/s). Le maximum est de (4,22m/s) mesuré au mois de janvier et le minimum est de (2,22m/s) mesuré au mois de juin.

Dans la région d'El-Kala, le vent le plus fréquent durant les mois de l'année souffle du Nord-Ouest (fréquences annuelles 55 % à 13 heures et 58 % à 18 H). Selon Seltzer (1946), ce sont des vents modérés soufflant du Nord-Ouest durant la période allant de juin à octobre.

Ils peuvent cependant causer des dégâts dans la végétation à proximité de la mer à cause de la charge d'humidité et de sable qu'ils peuvent transporter.

Par la suite, Thomas (1975) abonde dans le même sens en précisant que les vents du Nord-Est sont plus fréquents en été alors que les vents du Nord-Ouest soufflent avec régularité toute l'année mais sont puissants en hiver et modérés en été.

Il confirme la constance des vents dominants du Nord-Ouest tout au long de l'année ce qui explique le grand développement des dunes de l'Est algérien à partir de Guerbès.

Enfin, Thomas (1975) réfute l'hypothèse selon laquelle les vents ont dû souffler avec plus de puissance au début du Quaternaire mais affirma : «la platitude du relief, la sécheresse du climat limitant le développement d'un tapis protecteur végétal sont, à mon avis, importants. Quoi qu'il en soit, le grand développement des dunes de la Numidie orientale a certainement été amplifié par la permanence des vents du Nord-Ouest pendant la saison sèche où la végétation annuelle disparaît et où le sable sec devient particulièrement meuble».

Cependant il est utile de relever que le Sirocco (vent du Sud) se manifeste en juillet et août surtout, mais très peu l'hiver. Ainsi, il souffle en moyenne 14,2 jours par an à El-Kala et est à l'origine d'occasionnels incendies de forêts en été. Toutefois, il serait utile de distinguer le vent originaire du Sahara (sirocco) algérien (Guebli) et celui venant de la Libye (Chergui) soufflant selon une direction Sud-Est moins fréquent mais plus virulent durant la période estivale.

2.2.4.4 - L'hygrométrie :

1) Skikda :

Il est admis que l'humidité relative de l'air décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte et que l'on pénètre à l'intérieur des terres.

Cependant si l'on considère la station météorologique de Skikda, nous ne disposons que des données inhérentes à l'humidité relative moyenne de cette ville durant la période s'étalant de 1913 à 1937 (Seltzer 1946). Ce qui est nettement insuffisant alors que nous ne pouvons qu'émettre le regret que Azzaba et la région de Benazzouz n'aient jamais été étudiées à notre connaissance d'un point de vue hygrométrique (facteur climatique jouant un rôle considérable dans la croissance de la végétation ripicole et marécageuse). Toutefois, nous pouvons par extrapolation estimer une différence de 2 à 3% entre l'hygrométrie relative moyenne annuelle de Skikda estimée à 72% et celle de la région de Benazzouz qui devrait fluctuer entre 69 et 70 %.

Ainsi, en nous reportant à la valeur de l'humidité relative moyenne de la station de Skikda d'après Seltzer (1946), celle-ci est déduite des lectures faites au psychromètre à 7H, 13H et 18H de chaque journée. L'humidité relative est le rapport exprimé en % de la tension de vapeur à la tension maximum

correspondant à la température mesurée au thermomètre sec. Le maximum observé en janvier et le minimum en juillet-août correspondant aux extrêmes des températures (Khammar, 1981).

La variation au cours de l'année est peu significative à l'échelle de la journée, le maximum est atteint à 7H, le minimum à 13H et à 18H l'humidité repart pour se rapprocher du maximum matinal et le dépasser en hiver. Pendant la saison froide, on rencontre les humidités relatives les plus élevées non pas sur le littoral mais en altitude. En saison chaude, on note une décroissance de l'humidité à partir du littoral où elle est sensiblement constante durant toute l'année.

1)- Le tableau 34 montre les variations moyennes mensuelles des valeurs de l'humidité relative à la station de Skikda à 7H, 13H et 18H.

Tableau 34 : Humidité relative, moyenne mensuelle en % de la station de Skikda.

Mois \ Heures	J	F	M	A	M	J ⁿ	J ^t	A	S	O	N	D	Année
7 H	82	80	78	74	75	74	72	73	79	71	71	75	75
13 H	71	68	63	67	67	67	66	67	70	69	68	70	68
18 H	77	77	74	69	71	72	72	74	77	77	78	79	73

2)- Pour ce qui est de la région d'Annaba, l'humidité relative moyenne annuelle de l'air tourne sensiblement autour de 74% (74% pour le cap de garde et 74,6% pour Annaba les salines) : voir tableaux ci-dessous :

Tableau 35 : Humidité relative, moyenne annuelle en % de la station de Annaba

Station Cap de Garde	7H Moyenne			13H Moyenne.			18H Moyenne.			Année
	Mini	An	Maxi	Mini	An	Maxi	Mini	An	Maxi	
	72	74	77	64	67	69	72	76	78	

Pour chaque station et pour chaque heure sont précisées successivement les moyennes du mois le moins humide (mini), la moyenne annuelle (an) et la moyenne du mois le plus humide (Maxi), sauf pour Annaba les salines où il y a été relevé les moyennes mensuelles et la moyenne annuelle de l'humidité relative.

Tableau 36 : Humidité relative moyenne mensuelle en (%) de la station d'Annaba les salines

Mois \ stations	J	F	M	A	M	J ⁿ	J ^t	A	S	O	N	D	Moy/An
Annaba les salines	76,8	76,2	74,5	73,5	74,6	73,5	71,5	73,5	73,6	75	74,5	78,1	74,6

3)-Alors qu'au niveau de la station météorologique de **Ben M'hidi** (Région d'El-Tarf) située à l'intérieur des terres (à 8 Km au Sud de la côte) l'humidité relative moyenne de l'air est plus basse et évolue autour de 69 %. (Tab. 37).

Tableau 37 : Humidité relative au niveau de la station de Ben M'hidi

Station de Ben M'hidi	7H Moyenne			13 H Moyenne.			18 H Moyenne.			Année
	Mini	An	Maxi	Mini	An	Maxi	Mini	An	Maxi	
	65	76	85	47	58	67	64	63	81	

Ce paramètre climatique, dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littoral, atteint ses valeurs les plus fortes au lever et coucher du soleil et, habituellement dans les mois les plus froids (janvier et décembre).

4)- Quant à la station d'El-Kala, l'humidité relative de l'air qui la caractérise est l'une des plus élevées d'Algérie et varie selon les années de 68 à 77 % (Caltecnica, 1973).

Cependant, l'humidité relative moyenne annuelle relevée au niveau de la station météorologique d'El-Kala ces dernières années varie entre 72 et 73,14 %.

Tableau 38 : Humidité relative, moyenne annuelle en % de la station d'El Kala (Seltzer, 1946).

Station El-Kala	7H moyenne			13 H moyenne			18 H moyenne			Année
	Mini	An	Maxi	Mini	An	Max	Mini	An	Max	
	66	72	77	64	68	70	72	76	78	

Pour Caltecnica (1973) l'humidité relative moyenne exprimée en % pour les différents mois de l'année est la suivante à El Kala :

Tableau 39 : Humidité relative moyenne mensuelle en (%) de la station d'El Kala

Mois	J	F	M	A	M	J ⁿ	J ^t	A	S	O	N	D	Moy/An
El-Kala	75	77	75	71	72	72	71	71	71	70	71	74	72,5%

Cette humidité de l'air, élevée même en période estivale, explique que la région comprise entre Ben M'hidi et El-Kala puisse être plongée dans un voile de brume; ce dernier est propice en fin de compte, aux cultures d'été et à la végétation naturelle : véritable "compensation occulte" ou "retombée salubre" pour les végétaux ne bénéficiant d'aucune précipitation durant l'été (de Bélair, 1990).

Le nombre moyen de jours de brouillard pour la station de Annaba avoisine annuellement les 14 jours puisque fluctuant selon les années entre 12 et 16 jours. Il est évalué à 5 jours pour El Kala pour la même période (1913-1938) (Seltzer, 1946) (Tab. 40).

Tableau 40 : Nombre moyen de jours de brouillard au niveau de la station de Annaba et d'El Kala durant une année (Période 1913-1938).

Mois	J	F	M	A	M	J ⁿ	J ^t	A	S	O	N	D	An
Annaba Jours	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	14
El Kala Jours	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	05

2.2.4.5 -La bioclimatologie :

La position vis-à-vis des vents humides du Nord, l'importance du volume montagneux à proximité de la mer et le compartimentage du relief sont à l'origine de milieux aussi variés que nombreux. Ainsi la répartition spatiale par domaines botaniques (ou floristiques) est le résultat de l'évolution historique liée aux migrations à la suite des variations climatiques du Quaternaire.

Elle ne permet pas toujours de distinguer de façon suffisamment précise les rapports étroits qui existent entre la végétation et le milieu.

En appliquant la méthode de Louis Emberger reposant sur la dépendance du milieu et de la végétation (le climat façonne dans chaque pays la végétation avec le matériel floristique existant), on peut grouper les diverses formes du climat méditerranéen en six types : ce sont les étages bioclimatiques saharien, aride, semi-aride, subhumide, humide et de haute montagne (Marre 1992).

Après avoir constaté que : " Le climat méditerranéen est caractérisé par des saisons thermiques nettement tranchées et à pluviosité concentrée sur la saison froide de l'année ; la saison chaude est sèche",

Emberger (1932) signala que ce climat comprend de nombreuses variantes. Pour distinguer ces dernières, trois facteurs importants sont à prendre en considération : la température, la pluviosité et l'évaporation. Mais il ne suffit pas de se contenter de valeurs moyennes qui n'ont pas beaucoup de signification pour la végétation; il faut au contraire s'efforcer de saisir les limites moyennes entre lesquelles se déroule la vie végétale (Letreuch–Belarouci 1991).

Dans l'Est algérien, la faiblesse du réseau de stations météorologiques et la grande variété des climats rend l'utilisation de cette méthode indispensable pour définir les différents milieux morphogénétiques (Marre 1992).

D'autre part, pratiquement toutes les stations climatiques peuvent donner des valeurs précises concernant les températures (moyennes et extrêmes) et la pluviosité ; rares ou exceptionnelles sont celles capables de fournir des explications relatives à l'évaporation.

Nous essayerons cependant d'exprimer celle-ci par des données fragmentaires provenant de diverses sources bibliographiques

2.2.4.5.1- Le quotient pluviométrique d'Emberger (1932)

Se basant sur les essais antérieurs, Emberger a mis au point une formule de type **P/T** intégrant ces divers paramètres et qu'il a appelé «Quotient pluviométrique ».

Ce quotient s'écrit ainsi :

$$Q = \frac{PX100}{2 \frac{(M+m)}{2} X (M-m)}$$

P = précipitations annuelles moyennes en mm.

M = maximum annuel moyen de la température, en degrés centigrades.

m = minimum annuel moyen de la température, en degrés centigrades.

La donnée **P** est à compléter éventuellement par la somme des pluies d'été et le nombre de jours de pluie par an.

On remarque que :

M et **m** représentent bien les limites thermiques moyennes entre lesquelles se déroule la vie végétale.

M+m correspond assez bien à la température annuelle moyenne pour la station considérée comme l'ont

2

mis en évidence de nombreux travaux de climatologie.

Quant au facteur **(M-m)**, il est l'expression de l'évaporation, car selon l'auteur : «En général l'évaporation est d'autant plus forte que **(M-m)** est grand.

On peut ajouter que ce même élément **(M-m)** est aussi une expression du caractère plus ou moins océanique ou continental du climat.

En effet, les écarts thermiques (journaliers, mensuels, annuels, extrêmes) sont toujours d'autant plus élevés que le climat est plus continental.

On voit immédiatement qu'un climat est d'autant plus sec et son aridité plus marquée que le coefficient **Q** est peu élevé c'est-à-dire que **P** est faible, **M+m** (Température annuelle moyenne) plus élevée et que

2

M-m, amplitude thermique extrême est plus grande (Boudy, 1948 ; Halimi, 1980).

Par ailleurs, la valeur de **m** est d'une grande signification, car elle signale s'il y a ou non de sérieux risques de gelée. Plus récemment, le quotient pluviométrique d'Emberger a reçu la nouvelle expression

1000 P

Ci-après : $Q = \frac{(M + m)(M - m)}{2}$

$$Q = \frac{(M + m)(M - m)}{2}$$

La différence avec la formule précédente réside en ce que M et m sont exprimés en valeur absolue, c'est-à-dire en degrés centigrades à partir du zéro absolu (-273 degrés par rapport au 0°C habituel).

Ceci a été fait afin de trouver des valeurs de Q identiques pour des températures de m égales mais de signe contraire, comme par exemple, $m = +2^\circ\text{C}$ et $m = -2^\circ\text{C}$

Il en est de même pour bien d'autres valeurs de Q.

Stewart (1969) a repris le quotient pluviométrique d'Emberger et l'a amélioré en vue d'une meilleure application dans les conditions de l'Algérie. La formule d'Emberger améliorée est la suivante :

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Et par la suite nous avons reproduit (Fig. 21) le climagramme dans sa nouvelle application (Long, 1974). Les tableaux 41 et 43 présentés ci-dessous reproduisent ce climadiagramme.

Néanmoins, il est surtout préférable et recommandé absolument de choisir la formule de Stewart qui convient le mieux à l'Algérie.

Et c'est donc sur ces bases, qu'Emberger a défini des « étages » bioclimatiques méditerranéens aujourd'hui devenus classiques et bien mis en évidence un climadiagramme ou climagramme du quotient pluviothermique. Ainsi, en portant, dans un système d'axes orthogonaux les valeurs de m en abscisse et celles de Q en ordonnée, l'auteur trace les courbes d'isoxéricité qui permettent de distinguer les « étages » climatiques (ou zones climatiques) humide, subhumide, aride, semi-aride et désertique ou saharien.

A l'intérieur de ces étages bioclimatiques, Emberger a encore envisagé des subdivisions plus fines selon les valeurs du coefficient Q et les valeurs de m (minimum annuel moyen de la température). Ainsi, la région de Guerbès-Senhadja, selon les facteurs climatiques édités par Seltzer en 1946, se situe respectivement entre les étages bioclimatiques allant du subhumide tempéré à l'humide chaud (Tab. 41)

Tableau 41 : Etages bioclimatiques de la Numidie occidentale

Station	P (mm)	M°C	m°C	Quotient	Etage bioclimatique de végétation
Skikda Seltzer (1946) (1913-1938) Majour et Ouelâa (1990) (1960-1989)	830 722	29,1 -	7,4 -	131,2 -	Subhumide chaud
Chetaibi (1913-1938)	967	31,6	8,6	144,20	Humide chaud
Azzaba Seltzer (1946) (1913-1938) Majour et Ouelâa (1990) (1968-1987) Boulekroud et Zarkout (2001- 2002), période: (1975-1996)	744 614 635,79	36,9 - -	4,6 - -	79 - -	Subhumide tempéré

Plus à l'Est, selon de Bélair (1990) ces étages ou sous étages sont très variés dans la zone géographique s'étendant de la Mafragh à la frontière algéro tunisienne (Tab. 42, 43, Fig. 22) :

- La plaine de la Mafragh et son cordon dunaire correspondant au subhumide chaud (SH4) : sous étage le plus fréquent, les collines méridionales de son bassin versant, au subhumide doux (tempéré) (SH3) et à l'humide doux (tempéré) (H3).

- Le bassin versant du lac Mellah est situé dans le subhumide chaud (SH4) sauf ses collines occidentales réparties dans l'humide doux (tempéré) (H3) et l'humide chaud (H4).

- Le bassin versant du lac Oubeïra est tout entier dans le subhumide chaud (SH4), excepté ses collines orientales situées dans l'humide chaud (H4) et l'humide tempéré (H3).

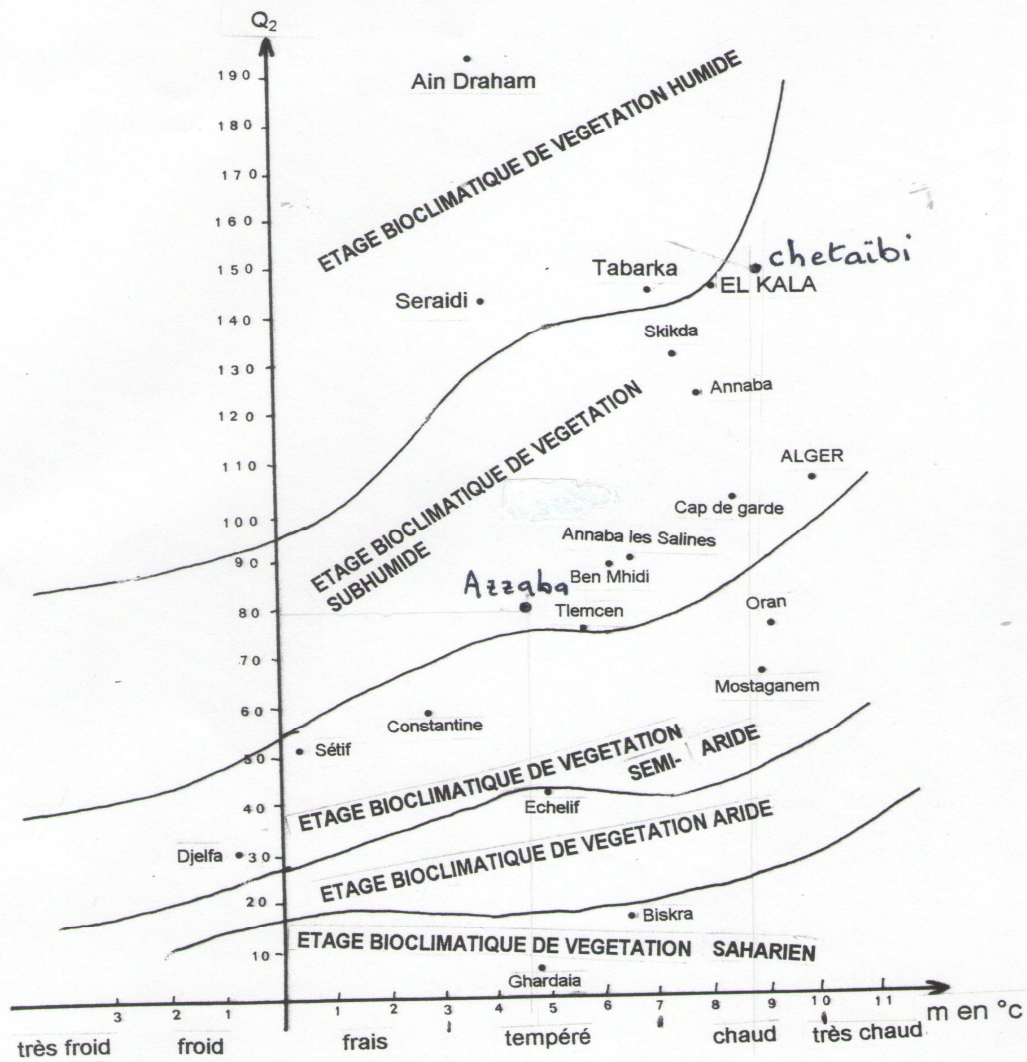
- Le bassin versant du lac Tonga est original de ce point de vue : Il se trouve dans le subhumide tempéré (SH3) au Nord, dans l'humide doux ou humide tempéré (H3) et l'humide chaud (H4) au Nord-Est, dans l'humide tempéré (H4) au Sud et à l'Est ; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeïra.

En outre, deux villes tunisiennes ont été retenues (Tab. 43) :

Tabarca (à proximité d'Oum Theboul) placée par Long (1974) dans l'étage de végétation humide à hiver chaud (H4) ($Q_2 = 146$ et $m=7,2$) et Ain Draham (à proximité d'El Aioun) d'altitude 709 m est située par le même auteur dans l'étage humide à hiver tempéré (H3), ($Q_2 = 194$ et $m = 3,9$) ; c'est l'étage où se situent les collines des confins orientaux de la frontière algéro tunisienne.

Tableau 42 : Etages et sous-étages bioclimatiques de l'Est algérien

m= -3°C	m=0°C	m=3°C	m=7°C	m=10°C
FROID (1)	FRAIS (2)	DOUX (3)	CHAUD (4)	
H1	H2	H3	H4	HUMIDE (H)
SH1	SH2	SH3	SH4	SUBHUMIDE(SH)
S1	S2	S3		SEMI-ARIDE (S)
	S'2			Inférieur
	SA2	SA3		SUBARIDE (SA)
		A3		ARIDE (A)



Climagramme du quotient pluviothermique Q2 d'EMBERGER pour le bioclimat méditerranéen (tiré de LONG G., 1974, complété).

$$Q_2 = \frac{1000P}{M+m} \frac{M-m}{2}$$

P=pluviosité moyenne annuelle.

M=moyenne des T° maximale du mois le plus chaud(°K)

m :moyenne des T° minimales du mois le plus froid(°K).

°C dans climagramme

Figure 21 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger.

Tableau 43 : Etages bioclimatiques de la Numidie orientale

Station	P (mm)	M°C	m°C	Quotient	Etage bioclimatique
Cap de garde Seltzer (1946) (1913-1938)	682	31,2	8,4	102,59	Subhumide chaud
Edough Seraidi (1913-1938)	1169 919	- 26,2	- 3,8	- 140.72	Humide tempéré
Annaba (Port) (1913-1938)	787	29,8	7,9	123,26	Subhumide tempéré
Annaba (Aéroport) les salines (1975-1984)	687,8	30,4	6,9	100,38	
Ben M'hidi (1913-1938)	756	33,4	6,1	94,98	Subhumide tempéré
Bouteldja (1943-1978)	821	32	5,3	105,46	Subhumide tempéré
El-kala (1913-1938)	910	30,4	8,5	142,52	Subhumide chaud
El-kala (1984 -1989) Station météorologique (Thèses de fin d'étude)	705	28,9	9,1	122,12	
- (1971-1997)	825	-	-		
- (1984-1994)	750,3	30,4	9,8		
- (1996 – 2005)	734,043	-	-		
Tabarka Selmi (1900-1980) ~ (Oum Theboul)	1013	31	7,2	146	Humide chaud
Ain Draham Selmi (1900-1980) ~ (El Aïoun)	1553	30,8	3,9	198	Humide tempéré

C'est donc une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques de végétation qui se présente dans les zones d'étude. Ainsi Joleaud (1936) écrivit que le climat de la région d'El Kala présentait une dualité remarquable caractérisée par un climat tropical nord africain juxtaposé et étroitement lié à un climat tempéré européen, le tout représenté par une faune et une flore à la fois européenne et tropicale. Tel est le double caractère biogéographique fort curieux de l'extrême Nord-Est algérien qui aurait conservé lors des brusques fluctuations géoclimatiques des traces relictuelles de végétaux et d'animaux encore relativement présents mais en nombre réduit (de Bélair 1990).

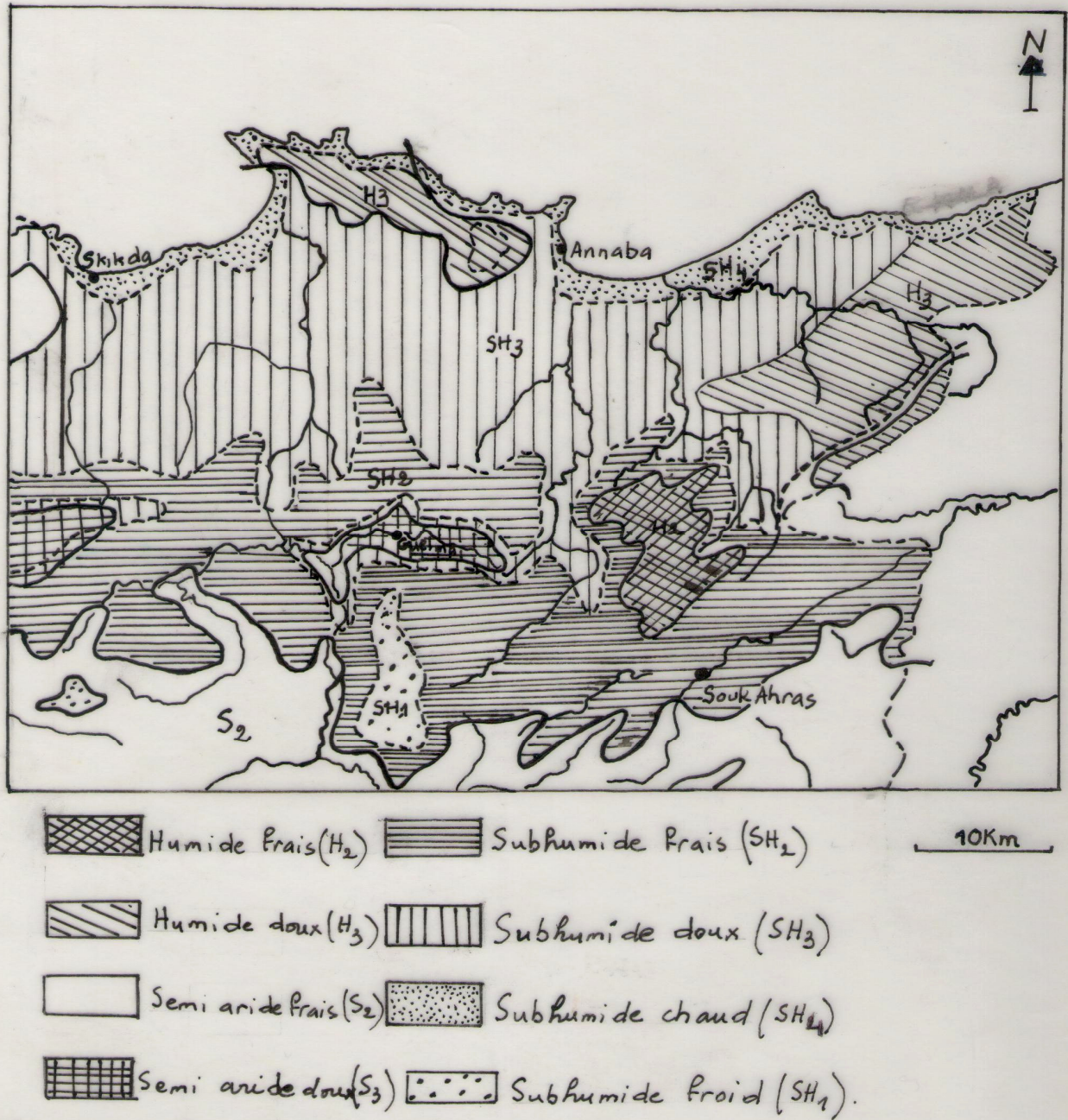


Figure 22 : Carte bioclimatique des régions d'étude- Extrait de la carte bioclimatique de l'Est algérien d'après Cote (1974).

2.2.4.5.2- Le diagramme ombrothermique de Gaussen (1953)

Le diagramme ombrothermique de Gaussen est un graphique climatique qui représente les variations mensuelles, sur une année, des températures et des précipitations. Il est principalement adapté aux climats relativement tempérés et donc aux latitudes moyennes de l'hémisphère Nord. Il fut conçu par le botaniste Henri Gaussen (1953) afin de faire apparaître les périodes ayant une influence favorable ou défavorable sur la végétation en fonction de l'évapotranspiration. L'auteur propose ainsi une représentation graphique de la période de sécheresse en un lieu donné qui permet de définir :

a- La période de sécheresse par la relation $P \leq 2T$ dans laquelle : P (mm) = Moyennes mensuelles des précipitations et T°C = Moyennes mensuelles des températures. Cette période de sécheresse est matérialisée par la zone où la courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations. P étant inférieur ou égal à 2T. Elle est limitée de part et d'autre par deux parties de la saison humide (voir figures 23 à 34).

b- sa durée, délimitée par les points d'intersection des deux courbes.

c- et son intensité, proportionnelle à la surface comprise entre les courbes.

Nous présentons ci-dessous les diagrammes ombrothermiques des stations de : Azzaba (Fig.23), Skikda (Fig.24), Chetaibi (Fig. 25), Annaba Port (Fig. 26), Annaba les salines (Fig. 27), Seraidi (Fig. 28), El Kala (29), Ben m'hidi (Fig. 30), Bouteldja (31), Cap de garde (Fig. 32), ainsi que les deux régions frontalières : Ain Draham située à proximité d'El Aïoun (Fig. 33) et Tabarka à proximité d'Oum Theboul (Fig. 34).

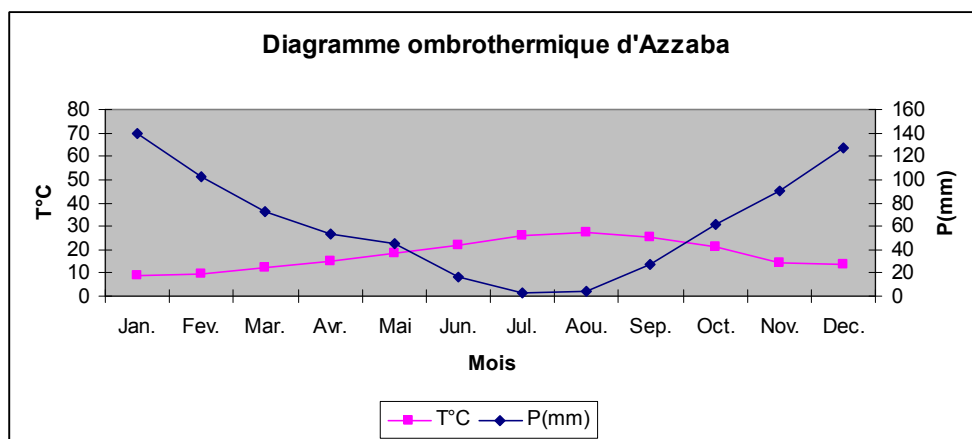


Figure 23: Diagramme ombrothermique d'Azzaba (1913-1938) (Altitude: 96m)

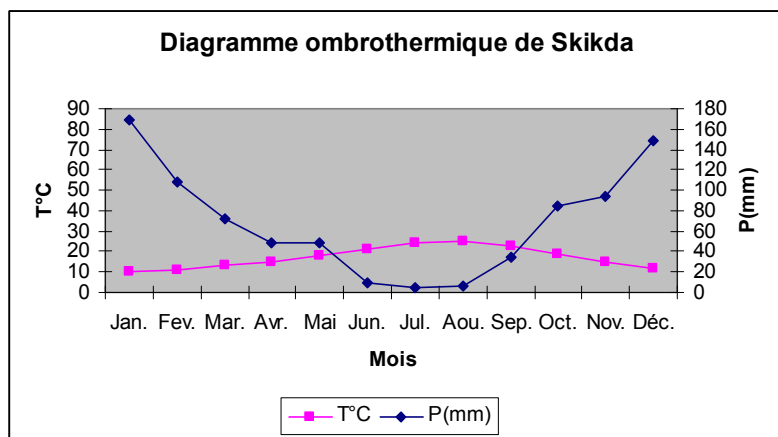


Figure 24 : Diagramme ombrothermique de Skikda (1926-1938) (Altitude 42m)

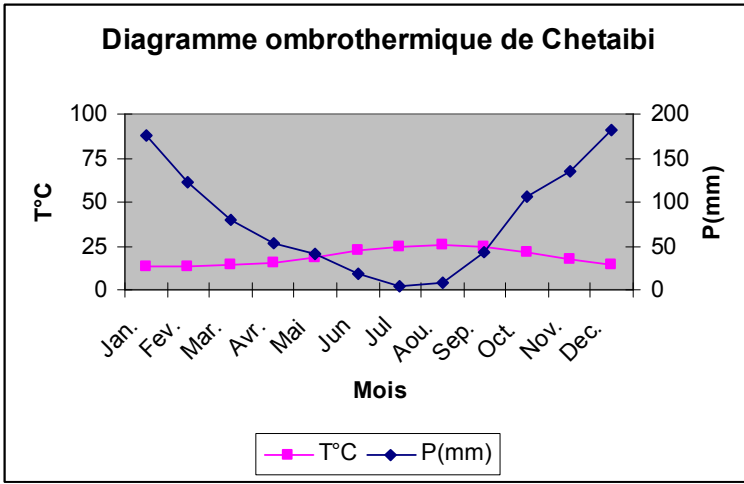


Figure 25 : Diagramme ombrothermique de Chetaibi (1913-1938)-(Altitude : 20m)

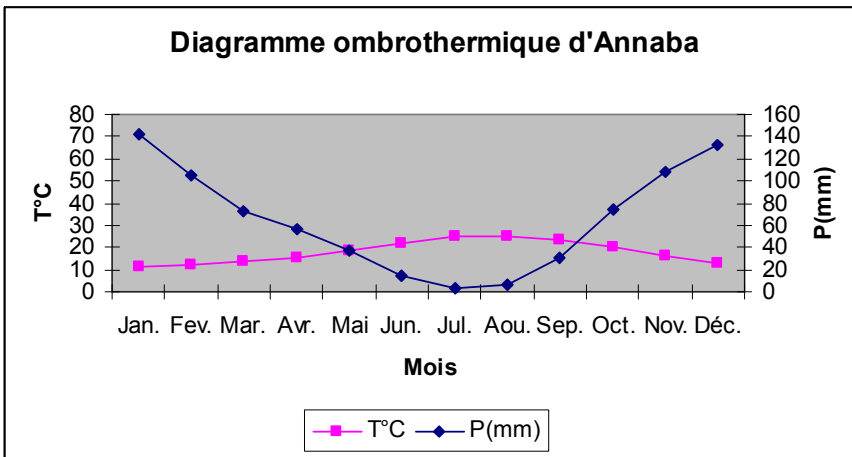


Figure 26: Diagramme ombrothermique d'Annaba Port (1913-1938) (Altitude: 20m)

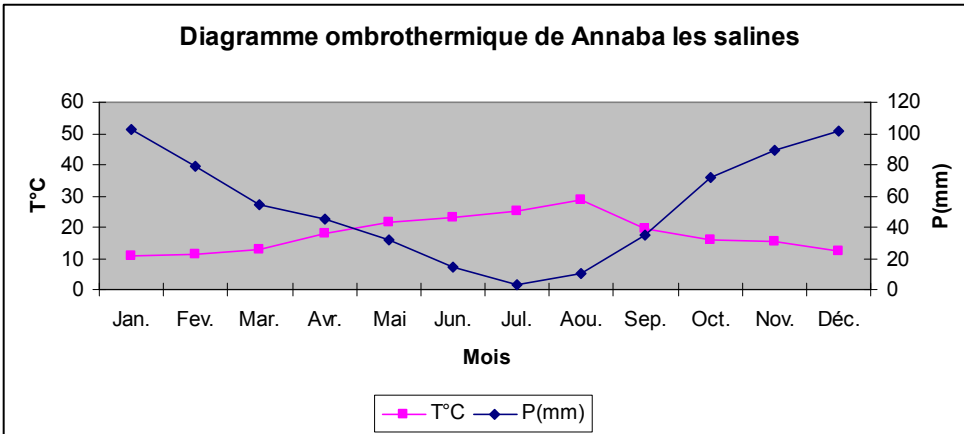


Figure 27: Diagramme ombrothermique d'Annaba les salines (Aéroport) (1942-1971) (Altitude: 2m)

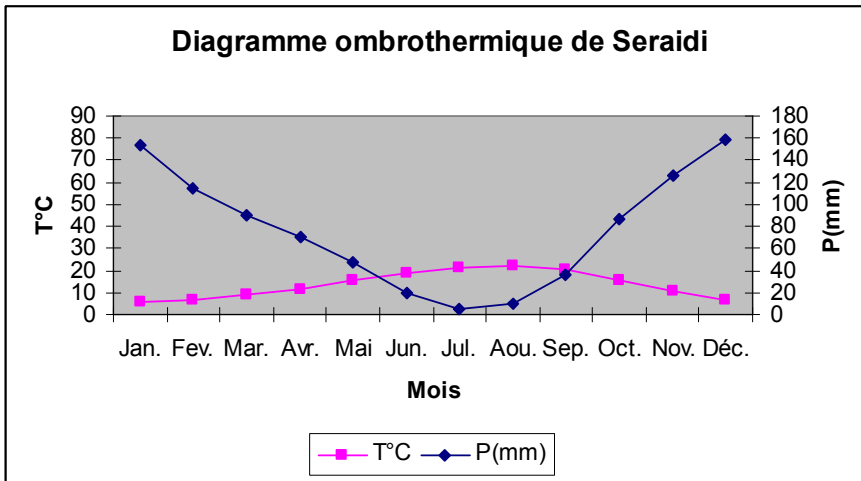


Figure 28 : Diagrame ombrothermique de Seraidi (1913-1938) (Altitude : 860m)

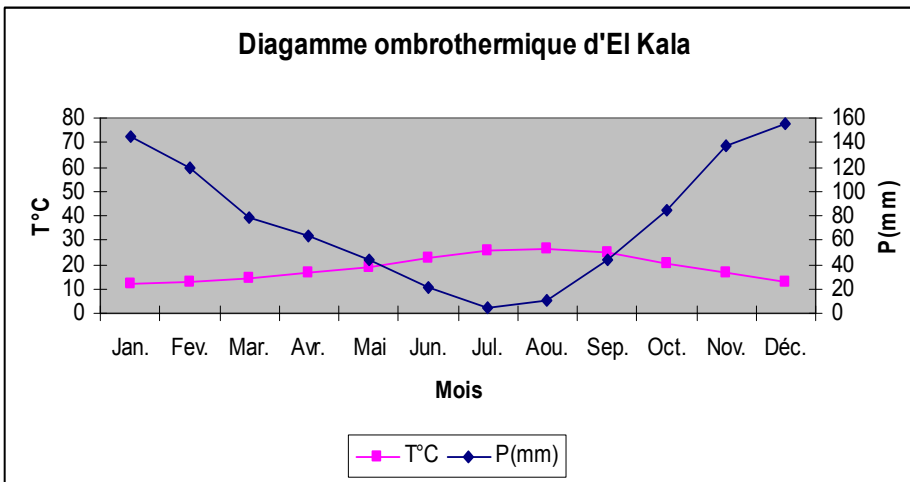


Figure 29 : Diagrame ombrothermique d'El Kala (1913-1938) (Altitude : 10m)

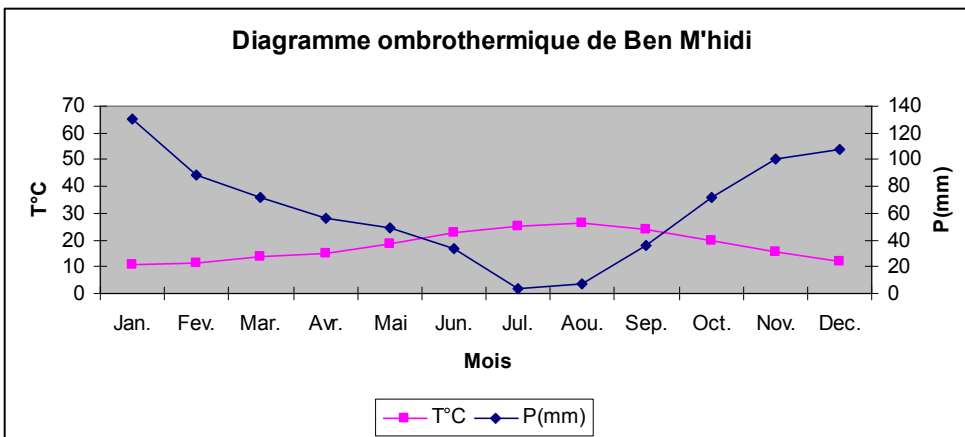


Figure 30 : Diagrame ombrothermique de Ben M'hidi (1913-1938) (Altitude : 7m)

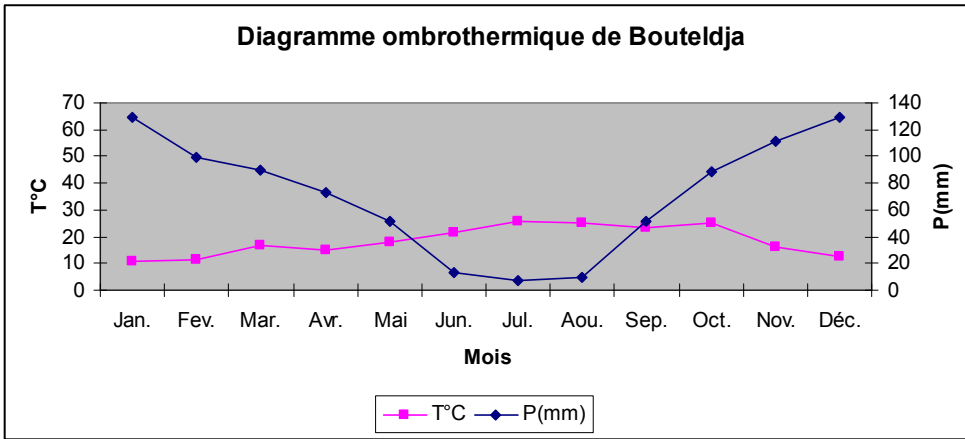


Figure 31: Diagramme ombrothermique de Bouteldja (1943-1978) (Altitude : 20m).

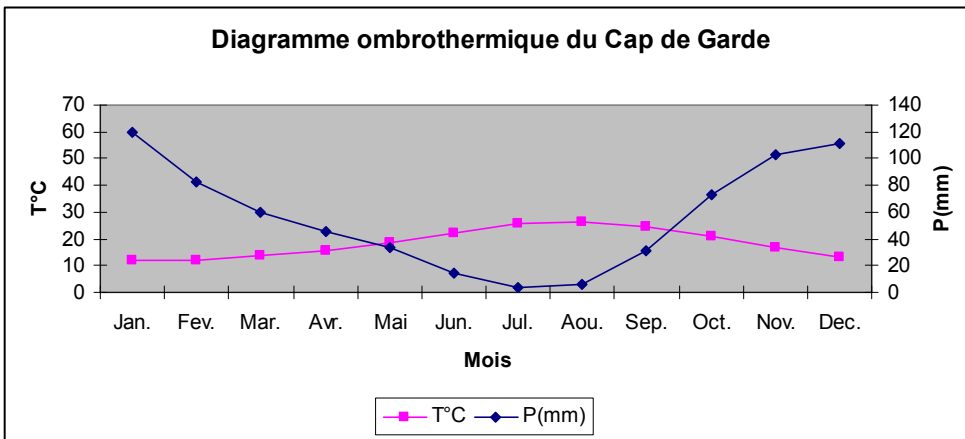


Figure 32 : Diagramme ombrothermique du Cap de Garde (1913-1938) (Altitude : 161m)

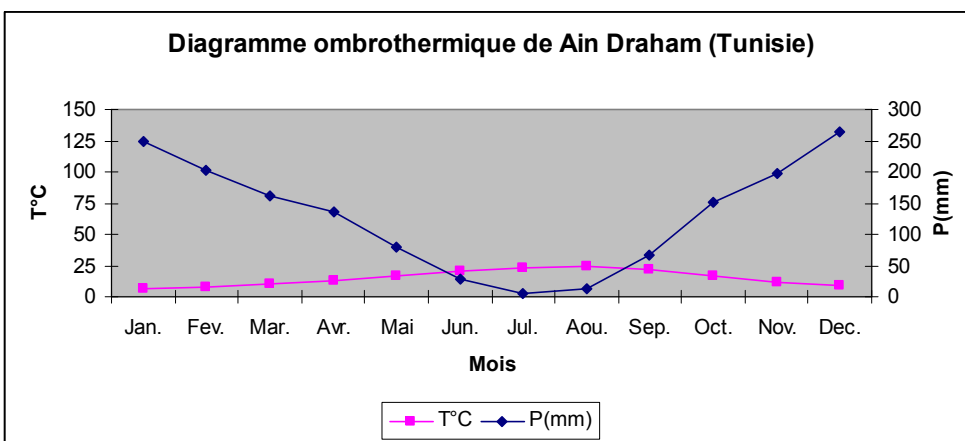


Figure 33 : Diagramme ombrothermique de Ain Draham (Tunisie) à proximité d'El Aïoun (1900-1980) (Altitude : 739m)

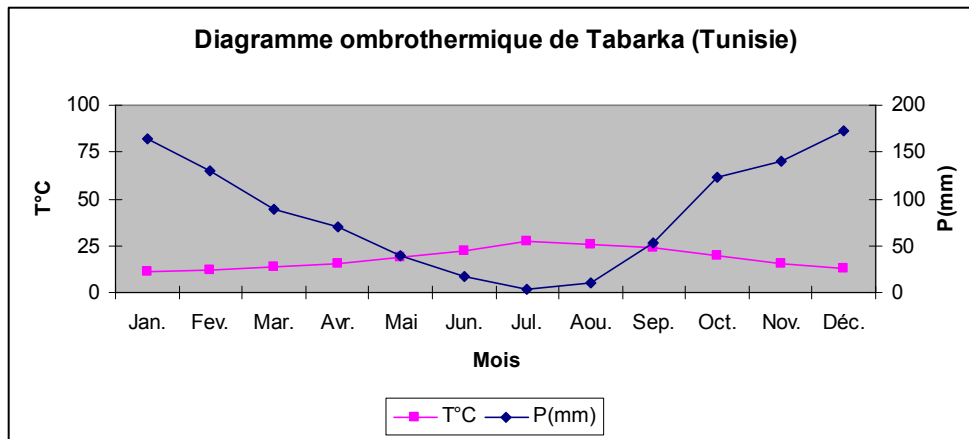


Figure 34 : Diagramme ombrothermique de Tabarka (Tunisie) (1900-1980) (Altitude : 12m)

Ces diagrammes ombrothermiques montrent que le climat des stations suivantes : (Skikda, Chetaibi, Annaba Port, El Kala, Bouteldja, Cap de garde ainsi que celle de Tabarka) se caractérise par une saison sèche s'étalant sur environ quatre (04) mois à partir de la mi-mai jusqu'à la mi-septembre. Celle-ci est plus tardive à Ben M'hidi et Bouteldja et dure environ trois mois et demi. Même chose pour Séraïdi dont la saison sèche ne débute qu'au début du mois de juin. Par contre, à Azzaba et à Annaba les salines, cette saison dure plus de quatre mois.

Sur le diagramme ombrothermique de la station de Ain Draham (Tunisie) située presque à la même altitude qu'El Aïoun, on remarque que la saison sèche ne dure que deux à trois mois, elle débute à la mi-juin et s'étale jusqu'au début septembre.

La saison humide est relativement plus longue avec un hiver pluvieux, elle commence aux mois de septembre-octobre et s'étale jusqu'aux mois d'avril-mai selon les stations.

En fait, dans notre étude bioclimatique nous considérerons deux régions bien déterminées d'une part :

- les régions littorales au climat fortement marqué par la proximité de la mer, et d'autre part :
- des bassins intérieurs aux contrastes climatiques importants.

A)- Les régions littorales au climat fortement marqué par la proximité de la mer.

Les diagrammes ombrothermiques de Skikda, Chetaibi et El Kala mettent en valeur les caractères climatiques de ces régions côtières : une forte pluviométrie (souvent plus de 800 mm de précipitations au niveau de la mer), une douceur des températures hivernales (des moyennes des minima toujours supérieures à 13°C), mais, déjà la présence d'une période de sécheresse estivale qui dure au moins quatre mois sinon près de cinq mois.

Ces littoraux sont dominés par des massifs montagneux : l'influence du relief se fait sentir par une augmentation des précipitations et une diminution des températures. A juste titre, la comparaison des trois stations d'Annaba-port, Séraïdi à 860m d'altitude et de l'Edough à 1008 m illustre bien ce phénomène. Néanmoins, malgré la diminution thermique, toutes ces régions sont donc situées dans les étages bioclimatiques humides à hivers chauds ou doux.

Quant aux plaines sublittorales, elles sont comprises dans l'étage bioclimatique subhumide à hivers chauds (plus de 7°C pour le minimum annuel moyen de la température).

Toutefois, il est à noter, comme le montre la comparaison des stations d'Annaba-les salines et de Ben M'hidi (Fig. 26 et Fig. 29) que l'influence maritime diminue très rapidement à l'intérieur des terres : les températures d'été sont plus chaudes et les précipitations diminuent sensiblement (moins de 800mm) sous l'effet de la rugosité du sol.

Cependant les massifs montagneux qui encadrent ces plaines littorales sont généralement recouverts par la forêt de chêne liège dont le taux de recouvrement est le plus élevé du Maghreb. Le chêne liège est bien à sa place en milieu humide doux ; aux endroits les plus frais, il cède le pas au chêne zeen.

Dans ces milieux se développent de véritables sols forestiers, avec des horizons humifères épais de 20 à 30 cm sous le chêne-zeen, et seulement de 15 à 20 cm sous le chêne liège (Marre 1992).

B)- Des Bassins intérieurs aux contrastes climatiques importants:

Derrière les reliefs importants, apparaissent des milieux d'abri. Ces conditions climatiques originales existent dans les bassins intérieurs comme ceux d'Azzaba et du Fetzara ou des plaines intérieures de Bouteldja et d'El Tarf.

Les totaux pluviométriques sont nettement moindres que ceux des régions limitrophes. Ainsi Azzaba ne recevait que 744mm (Seltzer 1946) et 731 mm (Khammar 1981) et la saison de sécheresse estivale y est déjà supérieure à quatre mois.

Toujours Selon Khammar (1981), les courbes isohyètes qu'il a tracées sur carte dans la région comprise entre Chetaïbi–Benazzouz montrent qu'entre les années 1911-1941 la tranche pluviométrique était située entre l'intervalle compris entre (950mm-800mm) alors qu'entre 1968 et 1979 elle accusait un déficit de 150mm dans la même région sus-décrite, c'est-à-dire qu'on se retrouvait dans la tranche pluviométrique (800 et 650mm). Aussi, Boulekroud et Zarkout (2001-2002) ont remarqué un déficit hydrique de 497,4mm pour la station d'Azzaba et ce pour la période (1986-1996).

Les températures font apparaître une tendance à la continentalité. Azzaba connaît une amplitude moyenne de 18,05 °C, soit 4°C de plus que la toute proche station de Skikda. Ce sont en fait les températures d'été qui sont responsables de cette situation. En effet, l'air de ces petits bassins intérieurs est stagnant et surchauffé en été.

De plus, le sirocco y souffle souvent car ces petits bassins sont situés sur le prolongement des cols de la chaîne numidique.

Le fait marquant (ou remarquable) qui s'impose à nous c'est que d'Ouest en Est (c'est à dire de la wilaya de Skikda jusqu'à la frontière algéro-tunisienne en passant par la Wilaya d'Annaba) une véritable variation bioclimatique s'établit selon deux étages de végétation bien individualisés c'est à dire subhumide et humide à variantes tempérée et chaude.

Cependant si le climat n'a pas subi de changements fondamentaux depuis les temps historiques, par contre, remarque Daget (1976), l'influence d'une dégradation anthropique prolongée peut avoir des conséquences irréversibles.

Ainsi, la disparition sur des zones entières de forêts face aux cultures a entraîné le décalage d'un demi étage (Cote 1983), et même dans le temps la chute certaine d'un étage bioclimatique de végétation. Ce danger est certain selon les spécialistes de l'environnement (Caltechnica 1973).

Ainsi en passant par le massif de l'Edough culminant à 1008 m d'altitude caractérisé par des précipitations oscillant entre 1100 et 1200 mm puis en traversant la plaine d'Annaba et de celle de la Mafragh encadrées par les isohyètes 600 et 700 jusqu'à hauteur de Boutheldja située entre les isohyètes 700 et 800, la pluviosité a aujourd'hui tendance à fluctuer vers la baisse à l'Est de la ville de Bouteldja c'est-à-dire entre El-Kala et la frontière algéro-tunisienne.

En effet cette fluctuation varie aujourd'hui entre les isohyètes 600 et 700 alors qu'entre 1913 et 1938 elle se situait selon Seltzer (1946) entre les isohyètes 900 et 1200 d'où une chute de près de 300 mm.

Les travaux de Tir (2009) le confirment et l'illustrent par la figure suivante (Fig. 35) comparant sur les mêmes graphes les diagrammes ombrothermiques de deux séries climatiques (1913-1938) et (1978-2004) dans les stations littorales de (Jijel, Bejaia, Skikda, Annaba et El Kala) et d'autres stations choisies dans les bassins intérieurs (Guelma, Souk Ahras et Constantine). Cette étude (Fig. 35) montre que « dans la zone littorale, la saison sèche varie entre 5 mois (à Jijel) et 6mois (du mois d'Avril à septembre) pour

les stations d'Annaba, El Kala et Bejaia. Pour la station de Skikda, la période s'étend de la mi-mars à septembre. Au niveau de l'Atlas tellien, la saison sèche varie entre 6 mois, alors que plus au sud sur les hauts plateaux, celle-ci s'étend de la mi-mars à octobre (7mois).

L'analyse des tracés montre que la période sèche est centrée aux mois de mai, juin, juillet, Août pour toutes les stations étudiées.

La variation de la saison sèche entre les deux séries (1913-1938) et (1978-2004) est remarquable dans le littoral. En effet, pour la période récente l'amplitude de la saison sèche s'étale de 15 jours (Annaba et Skikda) à un mois (Jijel et Bejaia) par rapport à l'ancienne période » (Tir 2008-2009).

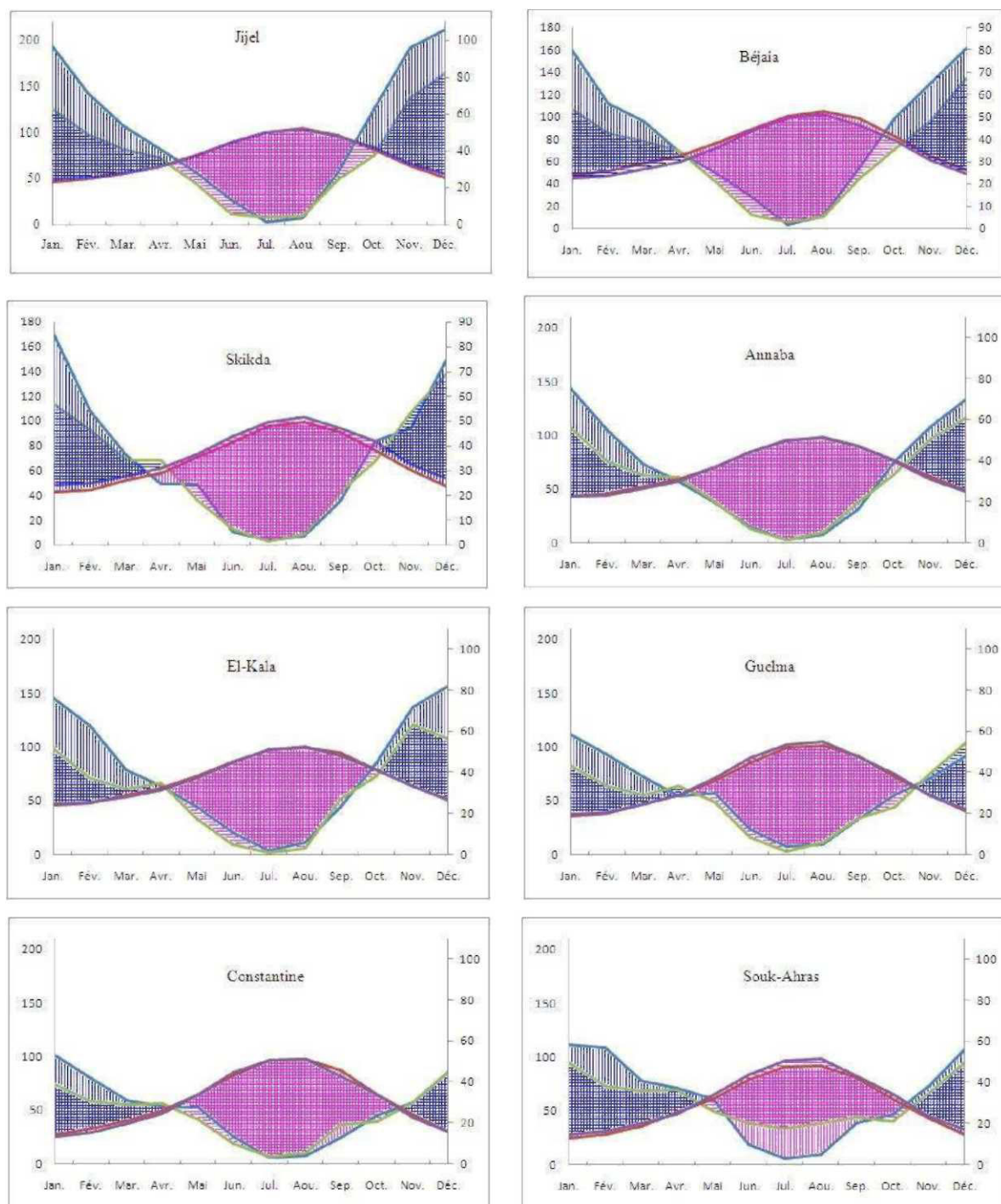
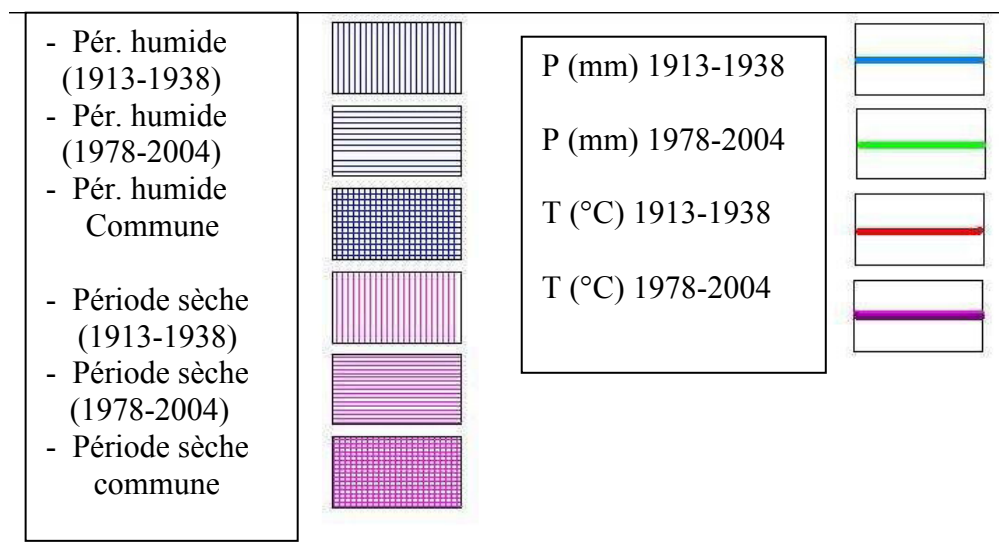


Figure 35 : Diagrammes ombrothermiques des stations de Skikda, Annaba, El Kala comparés avec ceux de Jijel, Béjaia, Guelma, Constantine et Souk Ahras pour les séries (1913-1938) et (1978-2004) (établis par K. Tir 2009).

Légende de la figure 35



Ainsi, nous constatons que la variation de la durée et de l'intensité de la saison sèche diffère selon les stations et les séries d'observation considérées (1913-1938) et (1978-2004). On voit (Fig. 35) que la saison sèche relative de la période actuelle est plus longue par rapport à l'ancienne. Elle chevauche soit sur le printemps soit sur l'automne, il ya donc une accentuation de la sécheresse (Tir, 2009). En effet, la chaleur s'est intensifiée pendant les dernières décennies ce qui confirme l'hypothèse du réchauffement climatique. Ce qui nous amène à nous poser la question suivante : la tendance actuelle ne conduirait-elle pas directement les régions étudiées vers l'étage semi-aride supérieur ? (Cf. Tab.42).

Et pour abonder dans le même sens, les périodes hivernales de hautes précipitations souvent torrentielles entraînent différents types d'érosion et la période estivale longue (plus de cinq mois) (Tir, 2009) accompagnée d'incendies et renforcée de sirocco provoquera un stress hydrique asphyxiant pour le couvert végétal déjà fortement agressé par l'érosion, ce qui engendrera sa disparition progressive dans le temps si des actions de reforestation en feuillus autochtones ne sont pas entreprises rapidement.

2.2.4.5.3 - L'évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration englobe l'ensemble des phénomènes d'évaporation (physique) et de transpiration (biologique). «Elle correspond à l'évaporation d'une surface qui serait suffisamment approvisionnée en eau pour évaporer la quantité d'eau maximale permise par les conditions climatiques » (Khammar, 1981).

Elle permet aux végétaux de modifier localement la température (microclimat) mais à condition que les réserves d'eau du sol soient constamment au voisinage de la capacité de rétention (Djellal 1992-1993), car à chaque fois que le débit d'eau fourni par le sol est inférieur à l'E.T.P, certaines plantes diminuent l'ouverture de leurs stomates. Ainsi, la plante n'assimile de l'eau que quand elle peut transpirer suffisamment car la transpiration est réglée au moins partiellement par la régulation stomatique selon les explications suivantes de Gounot (1969) : « à un instant donné, le moteur de la transpiration est l'évapotranspiration potentielle (E.T.P), qui est définie comme la quantité maximale que peut transpirer un tapis végétal dense bien alimenté en eau ».

Dans les milieux humides, certaines espèces semi-aquatiques présentent une grande activité physiologique, exemple (*Phragmites australis*). Et de ce fait, elles sont caractérisées par une forte transpiration absorbant de grandes quantités d'eau. Ainsi, Lhote et Decamps (1980), ont indiqué que l'évapotranspiration des communautés semi- aquatiques est très importante. Elle correspond selon cette étude à une couche d'eau d'une épaisseur de 1000 à 1200mm par an. Également, on a trouvé (Ozenda, 1982) que sous les climats tempérés, pour des prairies humides à *Cirsium oleraceum* des valeurs

dépassant le mètre par an. Ainsi, ces groupements végétaux ne se maintiennent que parce qu'ils occupent des situations topographiques particulières (zones inondées ou mal drainées). En revanche, selon l'auteur (ibid): « on a parfois utilisé sous les climats tempérés des plantations d'arbres à forte transpiration pour contribuer, en agissant à la manière d'une pompe, au drainage de sols humides, notamment l'Aune commun, *Alnus glutinosa* qui supporte bien l'eau stagnante ».

Ainsi, l'aptitude du sol à alimenter la végétation en eau et que l'on appelle précisément « offre d'eau du sol » dépend de multiples facteurs : elle est fonction de l'hydratation du terrain, de sa conductivité pour l'eau et de son pouvoir de rétention.

Par ailleurs, l'E.T.P dépend essentiellement du rayonnement net qui fixe la quantité maximale d'énergie disponible pour vaporiser l'eau. Cette quantité d'énergie peut être modifiée localement par l'influence du vent.

De toutes les diverses formules empiriques existantes sur le calcul de l'ETP, la plus universellement admise est celle de Thornthwaite.

La formule de Thornthwaite donne une ETP approximative en se basant sur des mesures faciles à obtenir comme la température par exemple.

$$\text{La formule de Thornthwaite se présente ainsi : } ETP \text{ (mm)} = F \frac{16 (10 T)^a}{I}$$

Avec T = Température moyenne mensuelle (en °C) de la période considérée ;

a = fonction complexe de l'indice I

I= indice thermique annuel : somme des douze indices thermiques mensuels :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \text{ où } i = \frac{(T)^{1,514}}{5}$$

$$a = 0,492 + 1,79 \cdot 10^{-2} (I) - 7,71 \cdot 10^{-5} (I)^2 + 6,75 \cdot 10^{-7} (I)^3$$

F : Terme correctif fonction de la latitude du lieu considéré et donné par des tables, terme par lequel il convient de multiplier, selon le mois et la latitude.

$$ETP \text{ (mm)} = 1,6 \frac{(10 T)^a}{I}$$

L'évapotranspiration potentielle (mm) caractérisant la Numidie augmente le long d'un gradient longitudinal côtier Ouest–Est en nous déplaçant de Skikda vers El-Kala en passant par Annaba puisque dans les régions d'étude la température moyenne annuelle augmente également d'Ouest en Est. L'E.T.P pour Skikda = 784,7 mm, Annaba port = 897,72 mm (orientation Est), Cap de garde = 925,06 mm, Cap Rosa = 925mm, El Kala = 987,78 mm (Caltechnica, 1973).

Toutes ces ETP nous indiquent un climat mésothermal.

Cependant nous remarquerons deux véritables pics maximaux de l'ETP_m, l'un situé à Skikda = 990 mm selon les données plus récentes de Letreuch-Belarouci (1991) et l'autre à El-Kala = 987,8 mm (Caltechnica, 1973), 933,5mm selon les données de Djellal (1992-1993) (Tab. 44).

Entre ces deux stations précitées l'ETP_m a tendance à chuter vers Annaba (pic minimal = 879 mm) pour remonter vers El-Kala = 987,8 mm.

En effet, la proximité du massif de l'Edough doit certainement jouer un rôle important dans l'adoucissement des températures autour de Annaba qui, à leur tour, augmentent de Annaba vers El-Kala du fait de la présence d'un long cordon dunaire (24 Km) presque dénudé exerçant durant la période estivale sous l'effet d'un fort ensoleillement un réchauffement considérable de la température ambiante. (Près de 2600 heures par an selon les données de Caltechnica 1973, précisément 2515,4 h à Annaba pour la période 1954 -1971). Quant à Tir (2008-2009), il donne des précisions concernant la moyenne annuelle

de la durée d'insolation pour la période (1981- 2001). Elle est de 2729,93h à Annaba et de 2663,72h à Skikda. Par ailleurs, on constate que dans la région d'El Kala, la demande climatique commence à se manifester en grande ampleur au mois de mai (85,7mm) pour atteindre son maximum au mois de juillet (153,6mm) et commence à diminuer jusqu'au mois d'octobre (80,1mm), où elle devient par la suite compensée par les précipitations : (Tab.44)

Tableau 44 : Bilan hydrique de la station d'El Kala pour la période (1913-1938).

Mois	J	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	An.
P (mm)	145	120	79	64	44	21	4	11	44	85	137	156	910
ETP(mm)	24,4	26,1	41,2	56,3	85,7	118,9	153,6	151,6	120,7	80,1	46,7	28,2	933,5
S (mm)	120,6	93,9	37,8	7,7						4,9	90,3	127,8	483,0
d (mm)					41,7	97,9	149,6	140,6	76,7				406,5

Source : Djellal (1992-1993)

Toujours pour la même région, Djellal (1992-1993) a évalué le bilan hydrique traduisant la différence existant entre l'évaporation et la pluviométrie ; ce qui exprime le degré de satisfaction des conditions de milieu par les apports climatiques (Papadakis cité par Gaous 1992). Il a ainsi déterminé le stockage de l'eau dans le sol mensuel selon la formule : $S \text{ (mm)} = P \text{ (mm)} - ETP \text{ (mm)}$. Quand cette différence est positive le stockage sera cumulatif ; c'est-à-dire le restant du mois précédent sera utilisé pour le mois suivant. Selon l'auteur, la perte de l'eau dans le sol devient très importante à partir du mois de juin jusqu'au mois de septembre. Par la suite le stock d'eau commence à se rétablir au mois d'octobre ; on constate que le déficit hydrique du sol "d" (mm) se manifeste pendant la période d'été où l'évapotranspiration est très importante correspondant à des précipitations faibles.

Les mêmes observations peuvent être faites pour la station de Annaba mais pour une période d'observation moins pluvieuse (1942-1971) (Tab. 45)

Tableau 45 : Bilan hydrique de la station d'Annaba pour la période (1942-1971).

Mois	J	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	An.
P (mm)	102,8	78,7	53,9	45,3	32,1	13,8	2,7	10,3	34,7	71,7	89,4	101,7	637,1
ETP(mm)	23,2	25,5	37,1	52,8	84,2	125,5	138,7	143,9	114,3	78,6	45,9	27,4	897,1
S (mm)	79,5	53,2	16,8								43,5	74,1	267,5
d (mm)				7,5	52,1	111,6	136,0	133,6	79,6	6,9			527,4

Source : Caltechnica (1973)

Les mois où les précipitations dépassent l'évapotranspiration potentielle sont : janvier, Février, mars, novembre et décembre. Les mois où l'évaporation potentielle est supérieure aux précipitations sont : Avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre. Ce sont les mois de sécheresse météorologique pour cette période (1942-1971).

Tableau 46 : Bilan hydrique de la station de Skikda pour la période (1913-1938) (Khammar, 1981)

Mois	J	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	O	N	D	An
P(mm)	169	108	72	49	49	10	4	7	35	84	94	149	830
ETP(mm)	21	22	38	51,7	58,8	100,04	135,16	135,7	99,9	74,02	34,9	23,5	784,7
(S) (mm)	148	86	34							10,02	60,9	125,5	464,42
d (mm)				2,7	9,8	90,04	128,16	128,7	64,9				424,30

Les valeurs obtenues sont plus ou moins homogènes et fournissent une approximation acceptable de l'évaporation potentielle dans les régions d'études.

Le bilan hydrologique de Thornthwaite retrace le schéma des échanges et du transfert des eaux à l'intérieur d'une région. Le principe est basé sur deux cas : (Khammar, 1981).

1^{er} cas : Si $P > E.T.P.$, il ya reconstitution des réserves du sol jusqu'à saturation ; le surplus représentera l'écoulement superficiel ou souterrain.

2^{ème} cas : Si $P < E.T.P.$, on puisera dans les réserves du sol jusqu'à ce que le stock sera épuisé et l'évaporation sera égale à la pluviométrie, on aura un déficit qui représente la quantité d'eau qu'il faudra ajouter pour atteindre l'ETP.

On remarque que pour les stations d'El Kala et Skikda pendant la période (1913-1938), le surplus d'eau est légèrement supérieur par rapport au déficit. Par contre, pour la période moins pluvieuse (1942-1971) dans la station de Annaba, on constate qu'au contraire le déficit est largement supérieur au stock.

«Si les réserves du sol s'achèvent, la plante souffrira de sécheresse physiologique et elle réduira son procédé biotique en retardant sa croissance. Ceci dépendra de la capacité de rétention d'eau du sol» (Caltechnica, 1973).

2.2.4.5.4 - Le pédoclimat

L'étude du pédoclimat est très importante car il intervient dans la détermination des principaux facteurs pédogénétiques, et de ce fait, il peut être utilisé dans la classification du sol.

a)- Les régimes des températures du sol

A titre indicatif, les travaux de Tir (2008-2009) donne les valeurs de la température moyenne mensuelle enregistrée à 50cm au dessous du sol pour la période (1981-1995) dans la seule station de Annaba. Les données des autres stations (Skikda et El Kala) sont trop fractionnées pour être utilisées.

Tableau 47 : Variation de la température à 50cm au dessous du sol (1981-1995) (Tir 2008-2009).

Station	Janvier	Fevrier	mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
Annaba	7.03	7,45	9,61	11.63	15,10	19,09	22,61	22,80	21,60	17,59	13,16	9,19

Ce tableau montre une température à 50cm au dessous du sol fluctuant d'un mois à l'autre.

La variation de cette température est très accentuée entre l'hiver et l'été. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois de Janvier (7,03) et le maximum au mois d'août (22,8).

D'après les travaux de Tavernier et Wanbeke (1976), le régime de température dans les régions d'étude est "thermique" (Tir, 2008-2009, Djellal, 1992-1993) car la température moyenne annuelle du sol est égale ou supérieure à 15°C mais inférieure à 22°C et la différence entre les températures moyennes du sol d'été et d'hiver, à 50cm est supérieure à 5°C.

La température du sol exerce une influence importante sur la répartition des plantes, on distingue (Duchaufour, 1970) :

- des plantes exigeantes en chaleur, exemple : les calcicoles thermiques qui se localisent exclusivement sur les calcaires plus secs et donc plus chauds, c'est le cas du chêne pubescent.

- Au contraire, les espèces boréales se réfugient dans les stations très froides, telles que les tourbières ; « les reliques glaciaires » originaires des montagnes occupent souvent en plaine des stations isolées dans les vallons, où le sol reste constamment frais.

Les variations de la température du sol agissent également sur la pédogénèse. L'action de la chaleur est, en effet capitale sur la décomposition de la matière organique et l'altération de la roche mère.

b)- Le régime hydrique du sol

Dans la Soil Taxonomy, le nouveau système de classification actuellement utilisé par l'U.S.D.A (Soil Science Society of America, 1974), le régime hydrique des sols (conçu par un modèle mathématique qui permet d'estimer le régime hydrique du sol à partir des données mensuelles de la pluviométrie et de la

température) est utilisé comme un critère majeur qui intervient pratiquement à tous les niveaux de la classification. D'après Newhal cité par Tavernier et Van Wanbek (1976), le régime hydrique de la région d'El Kala est "xérique" (Djellal, 1992-1993).

Egalement, dans la vallée de l'oued El Kebir Ouest (Région des Guerbès-Senhadja), les sols argileux à proximité des zones inondables et dans les espaces interdunaires favorisent la présence de zones marécageuses (marais et garaâ). Leur réserve d'eau sont le plus souvent temporaire et subissent des variations importantes entre la saison humide et la saison sèche (Khammar, 1981).

Mais en réalité, la sécheresse n'est pas aussi vigoureuse dans la région d'El Kala et dans le complexe de Guerbès-Senhadja, où les nombreuses dépressions marécageuses et lacustres témoignent d'une humidité permanente. Cette importante humidité contribue à atténuer la sécheresse sur les versants et les bas de collines bordants les cuvettes.

2.4.5 - L'hydrologie

Une présentation générale de la situation du réseau hydrographique de la Numidie (régions de Guerbès-Senhadja, Annaba et Bouteldja-El Kala) ainsi que de son relief dunaire s'avère être nécessaire pour pouvoir situer et cerner les raisons de l'établissement ou l'installation des ripisylves au niveau de certains sites humides (oueds, lacs, mares, dépressions interdunaires).

La description de ce réseau hydrologique selon une direction générale Ouest-Est a été réalisée en raison des choix qui s'imposaient à notre sujet d'étude.

*** L'oued el Kébir d'Azzaba.**

Le réseau hydrographique de la région Guerbès-Senhadja constitué essentiellement par les oueds Fendek et El-Hadjar, contourne les massifs du djebel Oust (254 m) et de la forêt de Tsmara (282 m) avant de créer l'oued el Kébir, coulant au pied de grands versants rectilignes et abrupts qui sort du bassin d'Azzaba par une étroite vallée qui isole le djebel Safia (341m) du massif de la forêt de Zaïtria. Il pénètre alors dans le bassin de Ain Charchar où se fait la confluence avec l'oued Hamimine.

L'oued El Kébir Ouest appelé généralement oued El Kébir d'Azzaba (du fait qu'il arrose le bassin d'Azzaba) qui draine la région du Guerbès a du mal à rejoindre la mer Méditerranée : il doit contourner des dunes avant de pouvoir passer le cordon sableux qui longe le littoral.

Ainsi donc, l'oued El Kébir rejoint la mer dans la plaine du Guerbès où d'importantes formations dunaires empêchent l'écoulement direct vers la mer.

L'oued El Kébir est alors obligé de contourner ces dunes par le Nord-Est pour se frayer un passage. C'est donc un milieu de basses plaines et de marécages qui s'étaleront devant son passage. En fait, le drainage de la région d'Azzaba se fait par l'oued Fendek qui prend le nom de oued Emchakel à la sortie du bassin d'Azzaba pour devenir l'oued El Kébir dans la plaine du Guerbès. Ce cours d'eau prend naissance sur le versant nord du djebel Boutellis et suivant un tracé Nord-Sud il descend vers le petit bassin d'Es-Sebt et débouche dans le bassin d'Azzaba après le passage de la gorge qui sépare les djebels Tengout et Saïfia.

Il fait alors le tour du bassin en isolant le djebel el Oust du massif de la forêt de Tsmara et se dirige vers l'Est en passant par l'étroite vallée au nord de la forêt de Zaïtria. Il prend alors la direction Ouest-Est pour rejoindre la Méditerranée.

***L'oued Hamime: ou (Hamimine)**

Son principal affluent, présente un cours encore plus surprenant naissant sur le versant nord du djebel Ragouat Lessaoud ; il délaisse une petite vallée drainée par l'oued Graier pour aller traverser en gorge le djebel Ragouat Lessaoud : à la sortie de cet étroit passage il fait un nouveau coude brusque vers l'Est, pour aller rejoindre l'oued El Kébir dans le bassin de Ain Charchar. D'une manière générale, le tracé du réseau hydrographique de la région Guerbès-Senhadja fait évidemment penser à une surimposition (Marre 1992) mise en place dès le Pliocène supérieur (Tertiaire). Cependant il est surtout à retenir que

l'oued El Kébir d'Azzaba était et est toujours un cours d'eau secondaire drainant seulement le versant Nord du Tell.

Enfin, ce cours d'eau traverse en fait deux grands bassins, celui d'Azzaba et celui du Guerbès où se posent les problèmes des raccords entre les niveaux marins et les niveaux continentaux.

* **Oued El maboun**

Dans la région de Benazzouz, la route de Dem El Begrat à Oued el Aneb coupe à peu de distance de Bordj du Caid Lakhdar un bras mort (encore aujourd'hui partiellement occupé par une mare) de l'oued El Maboun, affluent de l'oued el Kébir, qui lui-même se jette à la mer à l'Est de la plaine des Sanhadja après avoir traversé de vastes marécages.

Autrefois, les eaux de ce bras mort étaient limpides, à pH faible ou acide, et envahies par une végétation très dense ou fortement ombragées par une végétation très fournie constituée de saules et d'énormes frênes (Gauthier 1930).

Sur les bords, une végétation ripicole assez intéressante est présente en un nombre réduit (moins d'une dizaine d'espèces végétales).

* **Le Lac Fetzara ou garaâ Fetzara.**

La garaâ Fetzara, aujourd'hui asséchée, se présentait au début du siècle passé sous l'aspect d'une vaste étendue de marais de 14000 hectares de superficie (15 Km de long sur 9 Km de large), couverte de joncs vers le littoral, puis de scirpes et enfin de phragmites à 2-3 kilomètres de la côte.

Son fond est formé d'un limon particulièrement riche en matière organique, résultant de la décomposition sur place de plantes: épaisse de 0,10 m à 0,60 m, cette vase reposait, par l'intermédiaire de 0,40 m d'argile molle, sur une argile compacte (argile de Numidie). Le fond du lac descend à 10,70 m au dessus du niveau de la mer. Vers le rivage, sur une centaine de mètres de largeur, il se crevasse en été ce qui lui aurait valu sa dénomination algérienne, "Garaâ Fetzara", étang des crevasses. L'évaporation estivale des eaux du lac en abaissait le niveau de 3 mètres de hauteur.

La tranche d'eau du Fetzara est de ce fait réduite en été à une épaisseur de 2-3 mètres portée alors à des températures de 32-35°C ; riche en sels et fortement alcaline, l'eau du Fetzara se présentait comme celle d'un chott en formation, au stade où se trouvaient les nappes d'eau du Sud au Néopléistocène humide (Joleaud, 1936).

Ainsi vers l'Ouest, le Fetzara recevait un oued Melah qui drainait les eaux de la plaine des Radjeta et pousse sa tête tout près du thalweg de l'oued Senhadja, cours d'eau venant de la dépression d'Azzaba et aboutissant à la mer entre le Filfila et l'Edough.

La ligne de partage des eaux entre l'oued Senhadja et l'Oued tributaire du Fetzara formait un dos de terrain, très mal défini topographiquement.

Sur sa rive Sud, le lac Fetzara recevait l'oued el Hout très poissonneux et des torrents dont un chabet Melah descendant du draâ el Arch.

Vers l'Est, la cuvette actuelle du Fetzara est séparée des dépressions voisines d'Annaba par une dune de sable de 6 mètres de hauteur, à peine plus faible que celle de la ride limitant le lac à l'Ouest.

En fait, le lac Fetzara est séparé du golfe de Annaba par une plaine quaternaire légèrement surélevée et formée de sédiments continentaux : le seuil qui isole ainsi la nappe d'eau continentale de la mer, révèle que le creusement de celle-ci par les eaux courantes a eu lieu à une époque où le niveau de la Méditerranée était relativement inférieure à son altitude actuelle, ou, plus exactement, que la région du lac Fetzara s'est soulevée, comme toutes les autres parties du littoral algérien, depuis l'époque du creusement de la dépression lacustre moderne .

Plus tard , vers la fin des temps pléistocènes (IV aire), se serait produit, par suite de l'accumulation de sables de dunes, la barre d'el Hadjar séparant définitivement le lac Fetzara de la mer.

Cette histoire du lac de la région d'Annaba est confirmée par les données qui fournissent, dans cet ordre d'idées, les conditions de genèse du lac marin voisin, le lac Mellah d'El Kala.

D'un point de vue géologique, la cuvette du Fetzara, qui s'est creusée au Sud du Cristallophyllien de l'Edough, est bordée vers l'Ouest par une série de reliefs du Lias calcaire et du crétacé inférieur calcoschisteuse; cette dépression est d'autre part limitée vers le Sud par le Nummulitique du chaînon d'El Berda, prolongement de la chaîne numidique à axe lutétien et subsidiairement schisteux paléozoïque.

Le Fetzara correspond donc à un large synclinal intermédiaire entre ces deux accidents tectoniques, synclinal que dessinent les argiles et les grès de l'Eocène supérieur et de l'oligocène inférieur. Des grès déblayés par l'érosion, les éléments minéralogiques ont contribué à la formation de sables qui constituent la masse principale des dépôts quaternaires de la cuvette; les argiles d'autre part correspondent certainement au sous-sol imperméable de la garaâ.

Le creusement de la zone déprimée actuelle, commencé peut être dès la fin des temps pliocènes, s'est continué au postpliocène, donnant naissance à une vallée dont le fond, descendant par étapes successives, a été finalement compartimenté au pléistocène en une succession de lagunes lacustres, saumâtres et marines, par des lignes de coteaux, telle que celle du Koudiat el Ladet.

Un cordon dunaire a ensuite isolé la Garaâ Fetzara, la convertissant au Néopléistocène en lac, puis à l'époque actuelle en marécage saumâtre évoluant vers le stade de chott et ayant tendance à devenir une lagune de sursaturation (Joleaud 1936).

* **L'Oued Seybouse:**

Selon Gauthier (1930), la Seybouse est le cours le plus important de l'Est algérien; elle draine les hauts plateaux dans la région d'Oued Zenati et de Guelma et la région de Souk Ahras par son affluent l'oued Cherf.

Ainsi Joleaud (1936) précisa que «la Seybouse était sans doute, à la fin des temps néogènes, un affluent du Rhummel; elle atteignait seulement alors le bassin de Guelma : ce sont les oscillations répétées du sol qui, au Quaternaire favorisèrent les captures par la Seybouse, de secteurs successifs des hauts plateaux du centre-Est de la Wilaya de Constantine ».

La Seybouse se jette à la mer, à peu de distance du port de Annaba, par une large embouchure qui se trouve entre les derniers contreforts du massif de l'Edough et les plaines marécageuses qui s'étendent dans la direction de l'Est jusqu'à El-Kala, au voisinage de la frontière tunisienne (Joleaud 1936). Dans la partie supérieure de son cours, ce n'est qu'un torrent qui coule au fond d'une vallée encaissée, dans un lit étroit, sableux, encombré d'énormes blocs, et bordé de peupliers blancs et de tamarix..

Vers Bouchegouf, le torrent devient presque rivière mais le cours d'eau est encore rapide et charrie de nombreuses alluvions; ce n'est qu'à partir de Dréan que le lit s'élargit sensiblement, que le courant s'assagit et que les alluvions se déposent.

Jusqu'à à la mer, la Seybouse est un beau fleuve, qui coule entre les deux berges bordées d'arbres, et dont le niveau est presque invariable. Mais les eaux sont alors saumâtres (Gauthier 1930).

Marre (1992) poursuit en relevant que l'oued Seybouse a pu se surimposer avec un tracé S-N depuis Bouchegouf jusqu'à Annaba conforme à la pente de la surface de la fin du Tertiaire.

Toujours selon Joleaud (1936) la Seybouse présente trois (03) secteurs, dont les profils en long, très différents les uns des autres, ont été sommairement décrits par Gauthier (1930).

Le secteur aval, à profil heurté révèle un stade de jeunesse (stade torrentiel) : l'action érosive n'a jamais cessé de s'y exercer.

Le secteur moyen est formé de profils rapides à pentes de 25 pour 1000.

Le secteur amont (oued Cherf) dans la zone des plateaux sud telliens, a un profil régulier, attestant un stade jadis intégré dans un bassin fermé en voie de comblement par accumulation, dépôt en partie gypso saline, il a été capté par le secteur aval ayant lui-même comme niveau de base la Méditerranée. Cette capture s'est effectuée après le dépôt des couches à Hipparion de Guelma (Pliocène récent : Villafranchien) et avant la formation des sédiments à *Elephas atlantiens* de l'oued Crab et de Millésime (Quaternaire moyen ou pléistocène Millazien, Moustérien).

C'est donc au Cromérien que la région de l'oued Cherf a été incorporée au bassin de la Méditerranée, probablement après le dépôt de la plage de 100 mètres du Cap de Garde, lors du soulèvement consécutif au dépôt des limons et tufs continentaux superposés à la molasse marine.

A la différence des autres rivières algériennes, la Seybouse n'est point barrée à l'aval par une langue de sables à travers laquelle filtreraient ses eaux douces normales et par dessus laquelle passeraient ses eaux de crue. Ce fleuve est même navigable, à partir de la mer, sur près de 10 kilomètres.

La Seybouse (second fleuve d'Algérie après le Chélif) est, en effet, de tous les cours d'eau algériens, celui qui roule le flot le plus constant ($20\text{m}^3/\text{s}$ de débit moyen). Aussi son embouchure, bien qu'encombrée d'alluvions, servait-elle jadis de mouillage et d'abri aux petits navires, avant la création du port d'Annaba.

Les eaux saumâtres envahissent profondément l'estuaire de la Seybouse remontant jusqu'à 15 kilomètres dans l'intérieur des terres, c'est-à-dire à 1 kilomètre environ en amont d'El Hadjar. En été tout au moins dans ce vaste estuaire, large de 100 à 200 mètres, profond de plusieurs mètres, les eaux qui coulent très lentement ne varient guère de niveau.

***L'oued Bounamoussa.**

L'oued Bounamoussa prend sa source dans la région montagneuse de Souk-Ahras; il reçoit le nom d'oued Mafragh après avoir traversé la zone marécageuse de la garaâ el M'khada, et se jette à la mer à l'Est d'Annaba. Il coupe la route de Annaba à El Kala (RN44) à quinze cent mètres du village de Ben M'hidi. Dans cette région, c'est une large rivière, qui coule à pleins bords entre des rives argileuses abruptes (Gauthier 1930).

Selon Marre (1992) : «moins puissant que l'oued Seybouse, l'oued Bounamoussa, s'adapte localement à des accidents tectoniques comme dans le bassin d'Asfour ce qui lui donne un tracé en baïonnette». En réalité, il traverse une vallée dans laquelle est situé le village d'Asfour, celle-ci assez large à la hauteur de cette localité et plus en aval, se trouve par contre réduite à un étroit couloir dans des gorges et ne présente pas de dépôts quaternaires vers l'amont. En fait, la vallée inférieure du Bou Namoussa est constituée par un ancien thalweg qu'une capture a transformé en basse vallée du secteur moyen d'un cours d'eau ayant lui-même capté la cuvette quaternaire de la Cheffia (Joleaud 1936).

Les rives de l'oued Bounamoussa sont ombragées de frênes et de saules et sont bordées par une végétation ripicole (*Juncus acutus*, *Equisetum maximum*, *Typha angustifolia*, *Mentha rotundifolia*, *Myriophyllum spicatum*).

*** Oued El Kébir Est ou Oued el Kébir–Bougous.**

La haute Mafragh, localement désignée sous l'appellation si commune en Algérie d'Oued El Kébir–Est, s'est creusée un large thalweg dans le territoire s'étendant au sud des coteaux du Cap Rosa, mais sa pente demeure extrêmement faible sur une longueur à vol d'oiseau de 26 kilomètres.

Dans ce parcours l'oued dessine d'ailleurs de nombreuses boucles, dont plusieurs, entre Ain el Assel et El Tarf, puis au nord du lac des Oiseaux ont le caractère de véritables coudes de capture ; visiblement la zone des dépressions Oubeira-Mellah servit jadis de vallum inférieur à cette rivière; plus tard le même rôle fut joué par la vaste zone de marécages s'étendant chez les Ouled Dieb du douar Righia à Madjen Zitoun (Joleaud 1936).

Le sol qui sépare les bassins du lac Oubeira et de l'Oued el Kébir s'élève à une faible hauteur (30 mètres). Aucun relief appréciable ne sépare le lit de l'oued el Kébir des garaâs de Ouled Dieb.

D'ailleurs en aval de la cluse de Bouteldja (hauteur 17 m), l'oued el Kébir devient un véritable marigot (krelidj, canal naturel, sans pente) situé à la côte 6 à 12 kilomètres à vol d'oiseau de l'embouchure décrivant de nombreuses boucles au milieu de nappes de limons argileux, il se montre parfaitement incapable de drainer les eaux des marécages qui s'étalent largement sur ses rives, dans la partie orientale de la grande plaine de Annaba, non encore asséchée aujourd'hui, comme la partie ouest de la même dépression.

Cours d'eau large et profond, à profil transversal en auge, l'oued el Kébir long de 35 Km est encadré de rives abruptes, arénacées et croulantes; son lit est sableux et dépourvu de galets. Entre Ain Assel et Bouteldja, les boucles que décrit l'oued el Kébir sont encadrées par des rives masquées généralement de peupliers blancs, d'aulnes, d'ormes, de frênes et de saules (Joleaud 1936). Cependant, il est à relever que le principal affluent de l'oued el Kébir est représenté par l'oued Bougous; celui-ci draine le versant algérien des sommets qui constituent la frontière algéro-tunisienne.

Il présente un tracé avec de multiples coudes qui le font passer de petits bassins en petits bassins par des sections de vallées étroites avec parfois de courtes gorges (Marre 1992).

Dans cette région on peut observer plusieurs dépôts quaternaires qui jalonnent les étapes du creusement de la vallée. Deux secteurs sont particulièrement intéressants : le piémont du djebel Rhorra où plusieurs plans topographiques peuvent être observés et le bassin de Ballauta où convergent les oueds Bougous et Ballauta. En fait, les Oueds Bougous et Ballauta convergent vers un petit bassin limité par des escarpements de ligne de faille. Ils constituent alors l'oued el Kébir qui rejoint le bassin d'El Tarf par une étroite vallée.

Egalement, il est à relever que l'oued el Kébir reçoit sur sa rive droite les oueds Guergour et Bou halloufa. Le plus long, l'oued Bou halloufa ou oued Zitoun traverse les petit bassins d'Ain Kerma et Zitouna. Quant à l'oued Guergour, il draine seulement la partie méridionale du bassin d'El-Tarf que traverse l'oued el Kébir.

En général, l'oued Bougous suit un tracé très varié avec de nombreux coudes à 90°. En fait ce cours surimposé suit aussi la pente générale de la topographie de la forêt d'Ouerda; mais localement, il est aussi guidé par des accidents tectoniques d'âge plioquaternaire, et enfin par la subsidence de la plaine d'Annaba (Marre 1992).

Le réseau hydrographique de la Wilaya d'El-Tarf est marqué, principalement, par l'oued El Kébir et ses affluents : oueds Ballouta, Bougous, Guergour, Bou halloufa, Boulathan. La jonction des oueds Ballouta et Bougous, à la hauteur de Mexena (ou Mexa), forme l'oued El Kébir (ou oued El Kébir–Bougous).

Ces deux importants affluents prennent leur source dans l'extrémité orientale et parcourent ainsi respectivement chacun 20 et 25 kilomètres en amont de la station d'Ain El Assel, située sur le pont de la RN 44.

Après sa confluence à Mexenna, l'oued El-Kébir, coule en direction du Nord, vers la mer Méditerranée, dans la vaste plaine alluviale de Bouteldja qui constitue la basse vallée avec une pente extrêmement faible qui réduit ainsi la profondeur du lit du cours d'eau et provoque, en hiver, de nombreux débordements sur les terres agricoles limitrophes. Le long de parcours, l'oued El-Kébir reçoit ses affluents de la rive droite, issus eux aussi de la barrière montagneuse du sud.

D'une façon générale, les oueds de la grande plaine d'Annaba–El Tarf (Oued Bounamoussa, oued El-Kébir, basse Seybouse) sont de gros cours d'eau, larges et profonds de plusieurs mètres navigables en hiver et dont le fond aplati dessine une auge, tandis que les berges à pic de sables coulants sont soutenues seulement par les racines de rangées d'arbres; ils ne comportent ni cailloux roulés, ni galets.

En été le krelidj n'est pas tout à fait à sec; en hiver, sa masse d'eau, plus ou moins stagnante, déborde en nappe pelliculaire sur les terrains avoisinants.

* **L'oued Bourdim.**

L'oued Bourdim prend sa source dans les collines de grès situées au sud de la forêt de Kourrata et dominant le massif dunaire de Bouteldja. Cet oued est à la fois alimenté par les eaux d'infiltration des dunes et des collines.

Tout en se ramifiant en plusieurs chaâbates, l'oued Bourdim traverse une vallée encaissée entre le djebel Bourdim et le Djebel Hadjar Siah et constituée en son fond d'alluvions limoneuses et de sables sur

près de 6 Kms pour déboucher dans le lac Bourdim, puis il repart au niveau de la bordure méridionale du lac Bourdim vers l'oued El Kébir qu'il rejoint 1,5 km plus loin en contrebas.

* **Les marais de la M'khada :**

Les marais de la M'khada constituent un milieu particulier où l'hiver un lac de plusieurs kilomètres carrés s'installe et où l'été des pâturages parcourus par des bovins gardés par des bergers à cheval se découvrent (Marre 1992). Cet espace est la convergence des oueds Bou Allalah venu de la région de Besbès, Bou- namoussa et El-Kébir. Il est limité au Nord par des dunes et au sud par les massifs gréseux.

Au centre les oueds construisent un véritable delta intérieur. Derrière un véritable cordon littoral dunaire et installé depuis le dernier pluvial, le marais de la M'khada, selon Marre (1992), correspond à une région basse de près de 6000 ha de superficie qui a joué en subsidence jusqu'à l'heure actuelle. En effet plusieurs arguments le montrent:

- La convergence de tous les oueds principaux de la région vers l'oued Mafragh exutoire des marais de la M'khada.
- La disposition des alluvions avec recouvrement des alluvions anciennes de texture argileuse par des alluvions récentes de texture sablo limoneuse.
- La disposition au niveau de l'embouchure de la Mafragh des formations littorales les plus anciennes qui réapparaissent aux deux extrémités de la plaine d'Annaba.

Selon Marre (1992) c'est ce contexte particulier qui a permis pendant tout l'Holocène le remblaiement de la plaine d'Annaba au détriment d'une ancienne lagune dans laquelle les oueds ont construit de véritables deltas.

* **Le Lac Mellah**

Selon Joleaud (1936), correspondant à une aire hydrographique allongée du Nord-Ouest au Sud Est, le lac Mellah est une lagune marine en communication intermittente avec la mer par un étroit goulet ou Grau (Marre 1992) qui mesure 2 à 3 kilomètres d'Ouest en Est, 4 à 5 kilomètres du Nord au Sud et 5 à 6 mètres de profondeur.

Il est situé à l'extrême Est algérien ($8^{\circ} 26' E$ et $36^{\circ} 54' N$) entre les caps Rosa et Roux. Occupant une superficie de 865 ha, ses eaux sont claires, presque douces en hiver, lorsque les affluents deviennent gris, très saumâtres en été quand ils sont à sec ; son fond est sableux et graveleux. Sa communication avec la mer n'est pas constante; elle demeure interrompue aux basses eaux pendant six mois, mais pourrait être aisément rendue permanente par le creusement de son chenal de liaison sur deux mètres de profondeur. Le lac Mellah traverse par son chenal relié à la mer un véritable cordon dunaire constitué de dunes récentes et est encadré par de véritables bancs de sables et d'argiles lagunomarine boisés, plus développés vers l'Est que vers l'Ouest.

Ses principaux affluents (ou oueds), l'oued Er Rekibat, l'oued Mellah et l'oued el Arough généralement caractérisés par un débit très variable avec les saisons, ne doivent à la violence de leur courant en temps de crue (hiver) de chasser une quantité importante de vase, qui va se déposer dans leurs estuaires normalement occupé par des eaux douces.

* **L'oued Rekibet ou Er Rekibat :**

Prenant naissance au niveau d'une région marécageuse située à l'extrémité Nord-Ouest de la dépression du lac Mellah dans la forêt du Koursi, l'oued Er Rekibat, issu d'un véritable réseau chevelu de chaâbates et de petits oueds (Chaâba ben dermim , chaâba Benrahma , Chaâba ben chaouata, oued Ben Zexe, oued el Kleb , oued Bouhadjla ..) traverse selon une boucle de direction Ouest–Est longue de près d'une dizaine de kilomètres (8Kms pour être précis) une vallée constituée successivement d'alluvions limoneuses (Néopléistocène); d'argiles de Numidie (Eocène supérieur), de dunes littorales récentes (Néopléistocène), après être passé en-dessous d'un ponceau construit sur le chemin carrossable menant de la mehta Souk Errekibat au cap Rosa à une altitude de près de 38 mètres et venir finalement se jeter dans le lac Mellah 2 kilomètres plus loin en contrebas.

Son débit est en moyenne de 15 l/s. Selon Marre (1992) la région de l'oued Er Rekibat est représentée par une très basse terrasse remontant à l'Holocène qui, au bord du lac, passe à des formations hydromorphes voire même marécageuses. Ces formations sont parcourues par des sables mobiles issus du cordon littoral et qui sont particulièrement actifs les jours de vent en fin d'hiver et en fin d'été.

* **L'oued Mellah**

Issu de la bordure méridionale du lac mellah , l'oued Mellah s'écoulant à l'ouest du lac portant le même nom, traverse en une boucle de direction Est-Ouest sur une longueur de 7 kilomètres successivement des bancs de sables et d'argiles lagunomarine (Néopléistocène), puis de véritables dunes littorales de la même période, ainsi que des argiles de Numidie (éocène supérieur), puis encore des dunes sablonneuses (Néopléistocène) pour enfin se ramifier en un petit réseau de petits oueds et de chaâbates et disparaître aux pieds de Kef lahrech, du djebel Koursi et de la forêt de Kourrata ; enfin il s'infiltré au niveau de Rass el Fedja en un réseau de nappes aquifères pour surgir ça et là plus précisément au niveau du lac Noir, (aujourd'hui détruit par les pompages), ou de garrâs (garaât Ramel Bechna disparue également à cause des pompages) après avoir dépassé des bancs sablonneux.

* **Oued El Arough ou Bouaroug.**

Prenant naissance dans l'extrême partie méridionale et marécageuse du lac Mellah , l'oued El Arough long de 5 km environ traverse successivement selon une direction Nord-Sud un banc de dunes littorales (Néopléistocène), puis poursuit sa traversée à travers des couches argileuses dites de Numidie (Eocène Supérieur) en passant par la mechta Mendries, contourne la garaât el Ouez, enfin poursuit son passage à travers des dunes intérieures et des alluvions limoneuses (Néopléistocène) pour déboucher dans l'oued El Kébir.

En 1936, Joleaud précisait que les eaux de la garaât El Ouez s'écoulaient régulièrement en partie vers le Nord dans le lac Mellah par l'oued el Aroug et en partie vers le sud dans l'oued El-Kébir par la chaâba Demnat El Lil.

* **Le lac Oubeira :**

Selon Gauthier (1930), l'Oubeira est certainement de toutes les collections d'eau nord-africaines, celle qui mériterait le plus le nom de "lac".

De forme presque circulaire ou subcirculaire (Joleaud 1936), il mesure, en effet, 5 à 6 Kilomètres, de l'Est à l'Ouest (Gauthier 1930).

Mais ce n'est en réalité qu'un vaste étang, car sa profondeur n'atteint sûrement pas 3 mètres aux plus hautes eaux. Il remplit à peu près totalement une légère cuvette à pentes presque insensibles, barrée à l'Ouest, au Nord et au Nord-Est, par des collines couvertes de forêts de chêne liège, et largement ouverte vers le Sud Ouest et le Sud. Vers le Sud s'étendent surtout des marécages et du Sud-Est nous parvient un petit ruisseau, l'oued Degrah, dont les eaux claires et semi-permanentes ont drainé les belles forêts de chêne liège qui s'étendent au Sud d'El Kala, mais son principal affluent, l'oued Messida, se situe au Sud-Ouest. Il débouche par un estuaire assez large et charrie en temps de crue, une eau tellement boueuse que le lit tout entier du lac, situé sur des grès de Numidie, est couvert en toute saison d'une vase fine qui s'élève à la moindre agitation de l'eau.

Installé sur un fond de sable, le lac Oubeira comporte néanmoins superficiellement une lame de 10 à 30 centimètres de vase, charriée par l'oued Messida. Ses eaux n'ont qu'une très faible teneur en sel (Joleaud 1936).

En fait, le lac Oubeira occupant une superficie de près de 22000 hectares correspond à une nappe d'eau douce, entouré de coteaux argilo-gréseux couverts de forêts de chêne liège.

Parmi les principaux affluents du lac Oubeira, l'oued Degrah remarquable par l'extrême pauvreté de sa flore prend sa source dans des collines au sud d'El-Kala. Il s'agit d'un petit ruisseau qui coule sur un fond sableux et va se jeter dans la partie orientale du lac Oubeira.

Non loin du lieu dit "Camp des faucheurs", il s'élargit en de petites mares couvertes d'une végétation de faible intérêt (Gautier 1930). D'autre part, l'affluent le plus important du lac Oubeira, l'oued Messida, qui a creusé un petit estuaire au Sud Est du lac et reste presque à sec en été, reçoit en hiver une importante masse d'eau venant des marécages de l'Ouest de Ain El Assel. Ces marais, lors des grosses pluies, sont aussi en communication direct avec l'oued el Kébir.

Ainsi lors des crues, le courant de l'oued Messida vers le lac Oubeira devient fort violent. Par contre, quand le niveau du lac est très haut et que les pluies cessent pendant quelques temps, l'affluent devient émissaire et une partie des eaux du lac retournent aux marais d'où elles étaient venues.

***Le Lac Tonga**

L'ancien Lac Tonga (ou garaâ mtaâ El Hout) célèbre jadis par sa richesse en poissons comme l'indique son nom en arabe, est séparé des marais liés au lac Oubeira par el Fedj el Alleg.

Le lac Tonga, à sous sol formé par les argiles de Numidie, était jadis occupé par une nappe d'eau douce de 18 000 hectares.

Originellement en communication directe avec la mer, il formait une lagune marine. En fait, le Quaternaire laguno-marine du Tonga, essentiellement limoneux, correspond à la plus orientale des cuvettes lacustres de la région : cette ancienne nappe d'eau, qui occupe aussi plusieurs synclinaux et anticlinaux, se trouve presque complètement incluse dans les montagnes argilo-siliceuses des environs d'El Kala.

Elle a d'ailleurs été, du fait de sa position géographique et tectonique, placée dans des conditions un peu différentes des autres dépressions du pays.

Laguno-marine, à l'origine, comme les nappes d'eau quaternaires des plaines d'Annaba, cette garaâ a été ensuite transformée en lac d'eau douce par l'envasement de son fond à la suite des importants apports limoneux drainés vers l'aval par les torrents descendus de la montagne; ces torrents ont édifié des deltas de 400 mètres de large et de 500 mètres de profondeur dans une cuvette ne mesurant guère plus de dix (10) kilomètres sur cinq (5). Ici, ce ne sont donc pas à proprement parler les oscillations du sol qui ont commandé l'évolution hydrographique du lac, mais le comblement de son fond par les vases. Les mouvements tectoniques sont seulement à l'origine du creusement jusqu'à un niveau d'ailleurs très voisin du 0 (zéro) actuel.

L'extrême abondance des chutes d'eau et l'encerclement presque complet du lac par la montagne soumettent cette nappe d'eau à de grandes variations de niveau dans une ambiance exceptionnellement chaude du fait de la protection qu'exerce le relief environnant vis-à-vis des vents. Ceux-ci ont d'ailleurs joué aussi un certain rôle dans le comblement du Tonga par des apports éoliens de la rive Nord de la cuvette, creusée dans les argiles de l'Eocène supérieur, argiles qui ont assuré ici, comme plus à l'Ouest, l'imperméabilité du sol. La cuvette du Tonga, autrefois occupée par un lac permanent, est aujourd'hui presque entièrement asséchée, grâce au canal de drainage creusé sur l'ensemble de l'ancien oued Messida.

Les principaux cours d'eau que reçoit ce lac, l'oued et Hout (14 Km de long) et l'oued el Eurg (10 Km de long) ont édifié de véritables deltas, dont les apports ont progressivement réduit la surface de garaâ, au profit des prés riverains des Ouled El-Hout et d'Oum Theboul.

D'autre part, une ripisylve inondée et constituée principalement d'aulnes borde l'ancien lac vers le nord-Ouest.

Enfin malgré les travaux de drainage effectués dans cette cuvette, des marécages subsistent principalement au centre de la dépression.

***Les Dunes :**

Eloignée des voies de communication importantes, la côte des Guerbès-Senhadja est tournée vers le Nord-Ouest, alors que le massif de Filfila limite la zone dunaire de Guerbès-Senhadja à l'Ouest et au Sud, et que le massif de l'Edough la protège des vents du Nord et la limite à l'Est.

Au lieu de s'allonger au pied du massif côtier, l'ensemble dunaire de Guerbès s'enfonce à l'intérieur des terres sur 24 kilomètres. Seuls les dix premiers kilomètres ont été étudiés et parcourus. La façade maritime s'étale aussi sur une douzaine de kilomètres (Thomas, 1975).

Plus à l'Est, un dernier ensemble s'étalant sur une longueur de près de 90 kilomètres se présente en des séries de lignes sablonneuses qui isolent la grande plaine de Annaba de la Méditerranée (Joleaud 1936).

Ainsi l'ensemble de cette région dunaire dessine une pente plus raide vers la Méditerranée que vers l'intérieur des terres. L'aire occupée par les dunes finit sur la mer par un abrupt de 40 mètres de haut à l'Ouest de l'embouchure de la Mafragh, puis de 20 mètres entre les embouchures de la Mafragh et du krelidj de Boukamira. Cette aire dunaire ou seconde zone dunaire (comme l'a appelée Thomas (1975) prolonge en fait la plage d'Annaba (première zone dunaire) de faible intérêt écologique. Cette seconde zone dunaire tournée vers le Nord se limite à l'Est au niveau de l'embouchure de la Mafragh. Si vers l'occident, le réseau de dunes, s'étendant à l'Ouest de Annaba se réduit considérablement comme extension superficielle, par contre à l'Est de la seconde zone dunaire étroite de deux kilomètres environ succède un vaste triangle semblable à l'ensemble des Guerbès–Senhadja, l'ensemble dunaire de Bouteldja qui s'enfonce à une vingtaine de Kilomètres de la côte vers le Sud–Est et qui présente un alignement de falaises gréseuses et de plages d'une trentaine de kilomètres.

Ce réseau de dunes littorales se développant largement entre l'embouchure de la Mafragh et du Cap Rosa, s'étend plus à l'Est sur 5 Kilomètres jusqu'au lac Mellah et plus à l'Est, la zone dunaire de la Messida prolonge le tout sur 10 Kilomètres de côte.

Toutefois, il est à signaler que l'ensemble dunaire de Bouteldja est séparé du cordon dunaire littoral par un massif de grès numidiens formées de sables meubles dénudés. Tout à fait à l'Ouest, ces dunes développées entre le cap Rosa, les lacs Mellah et Oubeira sont occupées par des broussailles assez denses chez les Ouled Dieb et aux pieds Ouest et Sud des chaînes du djebel Koursi. Les rides, que dessinent ces masses de sables, sont séparées les unes des autres par des bas-fonds occupés par de nombreuses garaâs, mares d'eau plus ou moins temporaires, les unes de dimensions minuscules, les autres assez largement étalées et d'autres qui ont totalement disparu aujourd'hui (graât Bechna, lac Noir, garaâ El Khoubzi).

En général, les dunes situées à l'Est de Annaba et les garaât qu'elles enserrent sont affectées d'une orientation générale N.O–S.E n'occupant guère qu'une bande de 5 kilomètres de large à l'Ouest du cap Rosa, elles se développent à la hauteur d'El Tarf sur une largeur méridienne de 16 kilomètres, soit sur une profondeur de plus de 20 kilomètres suivant une ligne perpendiculaire au rivage.

Nous retiendrons surtout que le cordon dunaire, quasi connu d'Ouest en Est, se dresse en obstacle à l'évacuation des eaux vers la mer.

Aussi les exutoires sont–ils peu nombreux : d'Ouest en Est, la Seybouse, la Boukamira, la Mafragh (unique émissaire des eaux de l'oued El Kébir et de ses affluents), la Messida, seul émissaire des eaux de la plaine d'Oum theboul et donc du lac Tonga.

Avec la subsidence de la plupart des plaines traversées par l'oued El Kébir, il est aisé de comprendre comment une telle situation favorise la stagnation des eaux dans les plaines sublittorales.

Enfin le cordon dunaire a longtemps joué le rôle de " château d'eau " pour la région, alimentant sources et chaâbat, à l'origine de multiples garaâtes, petits étangs et nechaâs ou aulnaies. La nappe dunaire, dont l'exploitation d'année en année excède ses capacités de reconstitution en eau, joue de moins en moins son rôle initial.

2.3 - Les facteurs biotiques

Opposables aux facteurs abiotiques, les facteurs biotiques constituent une partie des facteurs écologiques dans un écosystème. Ils représentent l'ensemble des interactions du vivant sur le non-vivant, intraspécifiques (au sein de la même espèce) et interspécifiques (entre deux espèces différentes ou plus).

Deux facteurs biotiques sont décrits succinctement dans ce chapitre : la faune et l'avifaune ainsi que les facteurs anthropiques. L'étude du troisième facteur biotique (la flore) sera détaillée dans le chapitre portant sur l'étude floristique compte tenu de l'importance que ce facteur présente dans la typologie des stations étudiées.

2.3.1- La faune et l'avifaune

La présence des aulnaies dans la Numidie algérienne marque le caractère humide de la région. Les zones humides demeurent des milieux très favorables à de nombreuses espèces animales vertébrées mais surtout des invertébrés : des insectes (diptères, éphéméroptères, coléoptères, hémiptères, lépidoptères, odonates "libellules", et des collomboles), ainsi que plusieurs arachnides, des mollusques et des plathelminthes... Tous ces êtres vivants sont abondants en raison de la grande diversité de la nourriture (plancton, algues et végétaux supérieures) (Khelifi, 1999).

Certains amphibiens (06) espèces de crapauds y pendent en masse exemples : le crapaud vert (*Bufo verdis*), le crapaud mauritanien (*Bufo mauritanicus*) ainsi que la grenouille appelée (*Rana saharica*).

On y trouve également un grand nombre de reptiles exemple : la couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et de nombreuses tortues d'eau comme (*Moremis leprosa*) très abondante dans le Maghreb ainsi que la cistude : tortue aquatique qui vit surtout dans la vase et les marais.

Concernant les mammifères, le plus souvent les zones humides constituent un site privilégié pour la loutre (*Lutra lutra*) que nous avons souvent aperçu à proximité du lac Tonga.

Il faut également tenir compte des animaux dont la présence est liée à l'existence de connections entre les marais et les autres compartiments de l'hydrosystème des régions d'étude. Ainsi, les forêts alluviales et les plans d'eau constituent le territoire de chasse de groupes d'animaux fréquentant d'autres biotopes comme les chauves-souris (Rolandez, 1990).

Enfin, le réservoir alimentaire que constituent les zones humides allié à leur grande tranquillité fait que ces dernières sont reconnues à l'échelle internationale comme habitat des oiseaux d'eaux. Elles sont caractérisées par la présence d'une avifaune riche et diversifiée : (Passereaux, Rapaces, oiseaux marins et oiseaux d'eau...). C'est d'ailleurs à ce titre que les deux lacs : Oubeira et Tonga ont été les premiers à être classés comme sites Ramsar (depuis 1983) suivis par le lac des oiseaux en 1999. Ces trois lacs font partie du parc national d'El Kala où l'étude de Benyacoub et Chabi (2000) a dénombré et décrit 191 espèces d'oiseaux. Dans cette étude, les oiseaux ont été classés par famille puis, répartis en effectifs d'oiseaux d'eau hivernants (55) et nicheurs (136) (Tab. 48).

Tableau 48 : Récapitulatif général des effectifs des oiseaux nicheurs et hivernants du Parc National d'El Kala

Famille	Nombre d'espèces hivernantes	Nombre d'espèces nicheuses
Oiseaux d'eaux	34	27
Passereaux	13	78
Oiseaux marins	6	3
Rapaces	2	21
Columbidés	0	4
Phasianidés	0	3
Total	55	136
Nombre total des espèces : 191		

Source : (Benyacoub et Chabi, 2000).

1)- les oiseaux d'eaux hivernants

De nombreuses études : Van Dijk et Ledant (1983) ; Chalabi et al. (1985) et (Chalabi et Van Dijk, 1987 in Benyacoub et Chabi 2000) se sont intéressées à l'importance de l'hivernage des oiseaux d'eaux dans la région. En moyenne 50.000 à 100.000 anatidae et foulques fréquentent chaque année ces sites. Ils peuvent atteindre particulièrement pendant les années record (1991) 200.000 oiseaux observés et dénombrés personnellement par Benyacoub et Chabi (2000) dans le seul lac Oubeira.

En général, ces zones humides servent de zones de repos et d'alimentation pour des dizaines de milliers d'oiseaux hivernants, de passage sur ces régions, ce qui leur donne une dimension d'importance internationale.

2)- les oiseaux d'eaux nicheurs

Il est remarquable qu'un grand nombre de cigognes blanches nichent dans les zones humides du Nord-Est algérien. Cette espèce *Ciconia ciconia* (Famille des ciconiidae) fait partie de nombreuses espèces d'oiseaux nicheurs inventoriées par plusieurs ornithologues dans le parc national d'El Kala.

Cette importante richesse spécifique est le résultat d'une structure en mosaïque, d'un grand nombre d'habitats naturels et son corrolaire, la disponibilité des ressources alimentaires diversifiées (Benyacoub et Chabi, 2000). Les prairies mésohygrophiles sont en effet très riches au plan floristique et très attractif pour les populations d'oiseaux recherchant les groupements végétaux ras. De même, les peuplements de fruticées et de fourrés occupant de vastes surfaces, comportent des arbustes recherchés par des oiseaux frugivores comme *Crataegus monogyna*, *Frangula alnus*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus* (Pautou et al. 1991). Ainsi, afin de couvrir tous les aspects de la conservation et l'utilisation rationnelle (utilisation durable) de ces habitats, la convention Ramsar a élargi son horizon en reconnaissant les zones humides comme des écosystèmes extrêmement importants pour la conservation de la diversité biologique et pour le bien être des communautés humaines (Bulletin Ramsar information N° 2 in Othmani 2000).

Aussi, en Algérie, plusieurs autres sites ont été érigés en sites Ramsar entre autres l'aulnaie de Ain Khiar (2001) et le complexe des zones humides de Guerbes-Senhadja (2002). Néanmoins, les obligations principales du traité de Ramsar que les parties contractantes s'engagent à respecter sont pour la plupart bafouées dans notre pays. Par conséquent, les sites classés sur la liste Ramsar sont de plus en plus soumis à une action anthropique des plus alarmantes.

2.3.2- Les facteurs anthropiques

«L'une des spécificités majeures des régions méditerranéennes, c'est d'avoir été l'objet, depuis la plus lointaine antiquité, d'une occupation humaine particulièrement dense. Les forêts qui les couvraient alors, ont donc, très tôt, enduré la présence de ces populations qui exigeaient tout d'elles: espace, nourriture, chauffage, matériaux de construction, pâturage, etc.... Près d'une soixantaine d'articles (d'historiens, paléontologues, forestiers, etc...) se sont déjà penchés sur ce problème dans la revue « Forêts méditerranéennes » et encore récemment sur l'histoire de la forêt des Maures » (Bensaid et al. 2006).

L'établissement de l'homme dans la Numidie avec ses pratiques agricoles et culturelles traditionnelles se marque nettement dans les spectres polliniques de l'étude de Benslama et al. (2010). En effet, l'enregistrement pollinique dans le marais de Bourdim montre des phases récentes d'ouverture du milieu (Période subatlantique). Et à plusieurs reprises des taux significatifs de *Plantago* sp. associés à une recrudescence des poacées, des astéroïdées et des apiacées montrent que la dynamique végétale locale a certainement subi des perturbations d'origine anthropique comme en témoignent les phases à *Olea* et *Cerealia* observées dans le diagramme pollinique (Benslama et al. 2010).

L'extension des milieux ouverts (pelouses et/ou prairies) est due principalement à l'action de l'homme et de son bétail. En effet, les défrichements pour l'agrandissement des parcelles agricoles ou pour l'urbanisation (ouverture des routes), le surpâturage ainsi que les incendies ont toujours favorisé ce type de végétation (formations basses) aux dépens de la forêt.

2.3.2.1 - Les défrichements

Depuis plusieurs siècles comme le reflète l'histoire (Halimi 1980 ; Aouadi 1989 ; Bensaid et al. 2006, Benslama 2010), l'Algérie a été sujet à une déforestation intense. Par ailleurs, l'homme grâce à un outillage de plus en plus perfectionné détruit les forêts pour répondre à ses besoins croissants (par l'élevage, une mise en culture, les carrières de sable et l'installation de diverses constructions...); L'homme s'est trouvé par conséquent dans l'obligation d'exploiter abusivement les forêts de son entourage, ce qui est devenu alarmant !

Dans les régions d'étude, les peuplements forestiers subissent des défrichements illégaux, des incendies volontaires parfois d'ordre criminel, des pollutions d'origines diverses et des assèchements consécutifs aux pompes irrationnelles de la nappe phréatique et des ressources hydriques des zones humides ; ensuite, les cultures développées à leurs marges ne cessent de les rogner peu à peu, aboutissant parfois à une destruction irréversible.



**Photo 2 : Impact anthropique (Défrichage, pompage agricole) dans le site de Demnat attaoua
S. Muller (2011)**

2.3.2.2- Le surpâturage

On sait que le surpâturage a été et le sera toujours l'une des causes importantes tant de la destruction de la végétation que de son manque de reconstitution (Tomaselli, 1976). Dans le même ordre d'idée Boudy (1955) a signalé que la régénération des boisements et les parcours de troupeaux sont deux éléments antagonistes.

La chèvre (normalement, strictement interdite dans un parc national), en s'attaquant aux jeunes pousses constitue certainement un réel danger pour les forêts de ces régions.

Il ne faut pas perdre de vue aussi que l'intensité du surpâturage causé par le troupeau bovin est très importante. En effet, la densité de la bouse des vaches ainsi que les pieds de vaches (sentiers utilisés par ces bêtes pour la recherche de leur nourriture) et l'étendue en surface de leurs reposoirs justifient l'ampleur de l'action destructrice causée par ce facteur notamment sur les tapis que forment les sphaignes, très vulnérables et fortement affectés du fait que ces bryophytes sont appréciées par le bétail (Geluck et al. 1993).

Ainsi, le troupeau (bovin, ovin et caprin) endommage d'une part le semis et les touffes de sphaigne par son piétinement et d'autre part, la végétation herbacée par sa consommation accélérée des plantes avant même qu'elles forment les réserves et les pousses de l'année suivante.

Selon l'étude de Pautou et al. (1991), dans le marais de Lavours (Ain), le piétinement accélère la décomposition de la litière et favorise les végétaux de petite taille. Sur la tourbe aérée, *Potentilla reptans* progresse. Par contre *Frangula alnus* regresse car ses feuilles sont appréciées par les bovins ; ces dernières ont un goût douceâtre par rapport à celles de *Alnus glutinosa* qui sont amères et refusées par le bétail. Aussi, les bourgeons de *Salix cinerea* sont plus appréciés par rapport à *Cladium mariscus* peu recherché par les animaux bien que les bovins consomment en hiver la partie inférieure de la plante enfouie dans le sol (Pautou et al. (1991).

Par ailleurs, la fructification ainsi que la production des graines des végétaux annuels (Thérohytes) sera également empêchée. Ainsi, la matière végétale prélevée par les animaux comme le signale Lezreg (1983) devient ainsi supérieure à la production annuelle des végétaux. Ceci a pour conséquence une disparition des espèces les moins résistantes et une réduction du couvert végétal. Ces espèces vulnérables

sont généralement des plantes fourragères (Graminées et Légumineuses). Par la suite, elles seront remplacées par des espèces rudérales telles que les chardons (Composées) peu appétissantes dédaignées en général par les animaux.

Un changement de végétation se fait remarquer (Cf. Troisième partie, Chapitre 1.1.1.3 : « Types biologiques de l'aunlaie de Righia »). Ainsi les plantes deviennent adaptées au pâturage lui-même. Et le déplacement du bétail vers d'autres territoires engendre un élargissement de la dégradation. (Tomaselli 1976).

2.3.2.3- Les incendies

En règle générale, les incendies sont de toute évidence l'un des facteurs les plus destructeurs des forêts dans le monde. Une étude de la FAO (2007) a fait ressortir qu'au niveau mondial, chaque année, 350 millions d'hectares d'espaces naturels sont affectés par des feux, ce qui représente 9% de la superficie totale des forêts et des zones non forestières telles la savane, la brousse et les parcours. Plus strictement, la superficie des forêts effectivement touchée par des feux est de moins de 5% par an.

Dans la région méditerranéenne, l'homme brûle la forêt depuis plus de 4000 ans, à la recherche de meilleurs pâturages et de terre de culture (M'hirit, 1999). L'incendie n'est donc pas un phénomène récent et il a largement contribué à façonner le paysage végétal.

Ainsi, pendant des siècles ce facteur principal de l'anthropisation (Quezel et Médail, 2003) a toujours été présent dans le paysage rural et a été utilisé pour des activités agricoles et pastorales, qui formaient des discontinuités entre les massifs forestiers.

Selon le WWF (2001) et le CEMAGREF (2006), ce sont en moyenne 400 000ha de forêt et d'espaces naturels qui sont brûlées annuellement dans la région méditerranéenne.

En Algérie, les feux de forêts sont courants durant les grandes périodes sèches de l'été. Leur propagation est facilitée par la structure physionomique de la végétation. Elle est d'une rapidité foudroyante surtout lorsqu'elle est accentuée par l'influence du Sirocco.

Colin et al. (2001) cité par Meddour-Sahar et al. (2008) a évalué la part de la surface forestière brûlée en moyenne annuelle en Algérie par rapport à la région méditerranéenne à 1,13%.

Les incendies sont d'origines multiples, présentant de grands risques :

- négligence de la population riveraine qui a recours au feu pour le renouvellement du pâturage de ses troupeaux et pour l'élimination des chaumes. Malgré les risques évidents, on peut souvent voir des agriculteurs mettre le feu à des résidus agricoles, même quand de grands incendies échappant à tout contrôle font ravage dans la même région.
- ils peuvent parfois être dus à une imprudence (inconscience des fumeurs et des touristes qui font du feu pour cuire leurs aliments sans prendre les précautions nécessaires) ou à une malveillance due le plus souvent à un défaut d'information : (exemple " brûler les phragmites du lac bleu pour la récupération des œufs de canards).

Tomaselli (1976) signale que l'incendie est un facteur très important de limitation de l'évolution progressive de la végétation. Cette dernière est contrainte à rester toujours au même stade lorsque l'incendie se répète souvent à la même saison et au même endroit. A long terme l'évolution de cette végétation deviendra même régressive : la germination des graines de certaines plantes est inhibée par la calcination et le feu exerce également une action "traumatisante sur les végétaux en bloquant leur système physiologique" (Pesson, 1980).

Par ailleurs, le passage fréquent des incendies entraîne la destruction partielle de la pédofaune et la transformation brutale des matières organiques combustibles en pyrolessivats facilement entraînés par le vent et la pluie (Aouadi, 1989).

Dans les régions d'étude, il est à remarquer que la dégradation du milieu liée à la pollution est due essentiellement :

- aux nitrates résultant de l'utilisation des engrais en agriculture intensive,
- aux phosphates engendrés par l'utilisation des détergents par les riverains pour le lavage du linge et des voitures notamment au lac bleu, à Ain khiar et à Demnet Errihane,
- à l'utilisation intense de l'irrigation à l'aide de moteurs de 25 Chevaux (CV) alimentés par le fioul,
- et à l'abandon incontrôlé des décharges domestiques.

D'autres facteurs aussi destructeurs que les précédents, sont à prendre en considération : il s'agit de l'extraction du sable dans les dunes, à l'origine de la destruction progressive de plusieurs sites avec son corrolaire : la destruction du maquis protecteur des dunes en vue de la culture notamment de la pastèque, ainsi que l'introduction des plantes allochtones notamment l'ailante (*Ailanthus altissima*) particulièrement dans les forêts de Séraïdi où il ya lieu d'ajouter un effet direct qui consiste dans le pillage du terreau (humus forestier) utilisé même dans les jardins publiques (Aouadi, 1989), ainsi que l'incinération des grumes de bois pour la production de charbon au sein même des forêts de chêne liège et de chêne zeen de ce site.

Nous présenterons ci-dessous (Tab. 52) la description des perturbations d'origine anthropique qui dégradent et détruisent progressivement les aulnaies glutineuses étudiées (Cf. Troisième partie, Chapitre 1.1.2.6).

DEUXIEME PARTIE : Méthodes et Matériels d'étude

1- Objectifs:

Cette étude consiste à étudier l'autoécologie d'une espèce de forêt humide (*Alnus glutinosa*) dans les régions de Skikda (Guerbès – Senhadja), Annaba et El Tarf, l'analyse de la structure des aulnaies et le fonctionnement écologique de ces écosystèmes sous l'impact des perturbations d'origine anthropique.

Le choix du terrain d'exploration est motivé par le fait que ces régions présentent de grandes analogies écologiques et forestières signalées depuis 1925 par Gauthier-Lièvre (1931).

La méthode utilisée se base surtout sur l'étude de la végétation qui selon Cauboue et al. (1977), Rameau et Chouffot (1984), Gobat (1984), Duchaufour et Toutain (1985) est le « reflet » de toutes les conditions du milieu, elle change en fonction de la variation des conditions stationnelles.

Menée de 1996 à 2011, cette étude englobe toutes les activités de recherches réalisées dans le cadre d'un programme de recherche de l'INRF en collaboration avec l'université de Annaba et le CRSTRA (Centre de recherches scientifiques et technologiques sur les régions arides) dans le cadre du projet national de recherche N° 63/08/98 (Contrat programme 1998-2002).

2- Méthode d'approche utilisée

2.1- La démarche méthodologique

La démarche méthodologique adoptée est celle utilisée par l'I.D.F (Institut de développement forestier-France) pour l'étude de la typologie des stations forestières (Rameau et Chouffot, 1984). Elle comprend deux étapes : la préétude ou travaux préliminaires et l'étude proprement dite ou étude analytique.

2.1.1- La préétude a consisté à : **a)-** Rechercher et regrouper de la documentation et des cartes (topographique, géologique etc...). **b)-** Prospector le terrain pour localiser et identifier les 35 sites étudiés et parallèlement récolter les espèces végétales inconnues pour les déterminer ultérieurement.

c)- étudier les facteurs abiotiques et biotiques du milieu par l'exploitation des données météorologiques (étude climatique et bioclimatique), l'étude des sols (étude pédologique synthétique), l'étude des plantes et du milieu dans lequel elles vivent (étude écologique), l'étude des facteurs biotiques (animaux et action anthropique).

En effet, depuis 1925 Gauthier-lièvre (1931) avait observé que les écosystèmes étudiés dans les régions d'El-Tarf Annaba et de Skikda (Guerbès-Senhadja,) présentaient de grandes analogies écologiques. Ces données ont été confirmées récemment par Thomas (1975), ainsi que par des professeurs de l'Université de Annaba notamment, de Bélair, Samraoui et Benyacoub qui, pendant ces deux dernières décennies, ont prospecté inlassablement ces régions avec la publication de plusieurs articles décrivant la biodiversité très riche de ces écosystèmes. (de Bélair 1990, 1995, 1996, 2005 et 2006 ; Samraoui et al. 1992, Samraoui 1994, Samraoui et de Bélair 1997, 1998 ; Benyacoub 1993, 1997 et Benyacoub et Chabi 2000).

2.1.2- L'étude proprement dite : comprend les phases suivantes selon Dumé (1984) :

- a)** - la prise des données sur le terrain (avec des relevés phyto-écologiques complets, mais simples)
- b)** - le traitement informatique et l'interprétation des données. **c)** - la publication des résultats obtenus.

2.2- Sites étudiés

L'étude a porté sur 35 aulnaies réparties le long du littoral depuis les reliefs de l'extrême Est du pays jusqu'à la plaine de Guerbès-Senhadja (Fig.36, Tab.49). Ce sont toutes des aulnaies de plaine, à l'exception de celles d'Ain Bergougaiia et de Seraidi, respectivement situées à 303 - 309 et 517-556 m d'altitude, sur les reliefs proches de la frontière algéro-tunisienne.

Afin d'obtenir une vision générale de la diversité des aulnaies de la région étudiée, nous avons échantillonné des aulnaies appartenant aux trois grands systèmes hydrologiques régionaux :

- 10 aulnaies sont installées dans des dépressions interdunaires, sans aucun lien avec le réseau hydrographique régional (système dunaire). Ces aulnaies marécageuses sont localisées sur des substrats sablonneux ou sur les zones de contact entre sables et alluvions. Elles sont toutes caractérisées par des dépôts organiques dont l'épaisseur varie entre 1 et 6 m (Benslama, 1993). Ces aulnaies, parfois qualifiées d'aulnaies de source (Thomas, 1975), sont parcourues par des oueds ou alimentées par la nappe phréatique dunaire, et leur substrat est généralement asséché l'été.
- 15 aulnaies, généralement en situation de ripisylve le long d'oueds, appartiennent au système fluvial ; ce sont des formations souvent linéaires, installées sur les rives des cours d'eau dont la majorité est exondée en été ou fragmentée en chapelets de mares (par exemple, Oued El Kébir Est près d'El Tarf).
- 10 aulnaies, enfin, sont développées en contact direct avec le système lacustre, dans des zones saisonnièrement inondées par les eaux des lacs (Tonga, Oubeira, Mellah, Lac Bleu...).

Cette proximité entre l'écosystème lacustre et l'écosystème marécageux favorise l'existence d'une faune diversifiée comprenant souvent des espèces très rares (de Bélair 1990).

Les canopées de ces formations sont dominées par *Alnus glutinosa*, seul ou en mélange avec *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*, *Salix alba*, *S. atrocinerea* et/ou *S. pedicellata* et *Ulmus campestris* (Tab. 50).

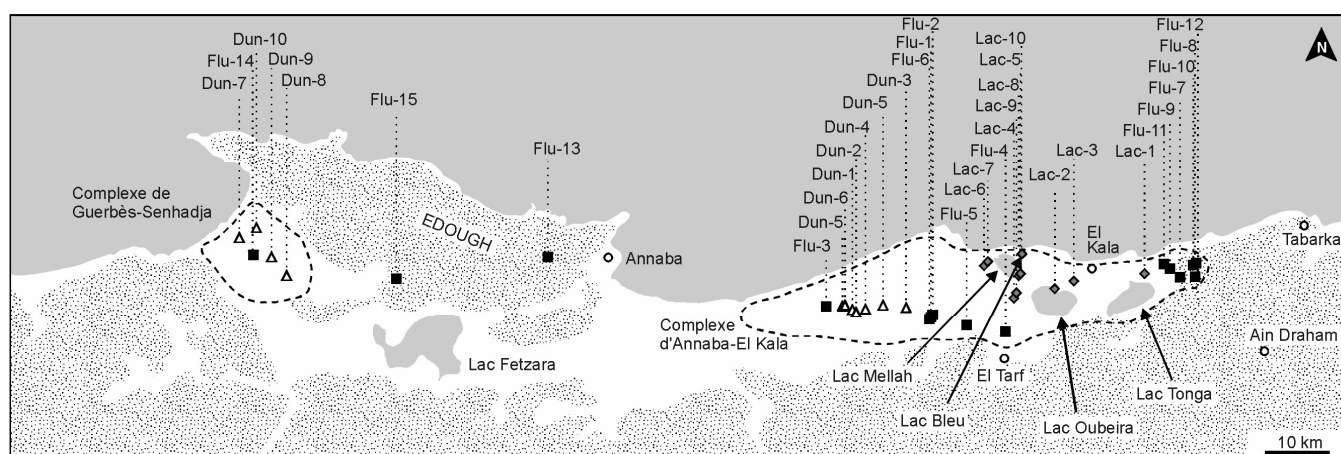


Figure 36 : Carte de situation des sites d'étude établie par S.D. Muller (2010)

Les codes des stations respectent les grands compartiments hydrologiques régionaux : fluvial (Flu-), lacustre (Lac-) et dunaire (Dun-)

Tableau 49 : Nombre et situation géographique des stations d'aulne étudiées dans les régions d'El Tarf, Annaba et Skikda (Guebès-Senhadja)

N°	Appellation	Identification	Altitude(m)	Latitude (N) ; Longitude Est (E)
1	Flu1	Oum El Agareb	17	36°49'34''N ; 8°12'58''E
2	Flu2	Righia (Aulnaie) (Pelouse)	30 16	36°50'27''N ; 8°10'39''E 36°50'31''N ; 8°10'36''E
3	Flu3	Boumohacène	6	36°50'28''N ; 8°03'58''E
4	Flu4 ₁ Flu4 ₂	Ain Khiar	31 30	36°48'17''N ; 8°19'17''E 36°48'15''N ; 8°19'37''E
5	Flu5 ₁ Flu5 ₂	Bourdim	32 33	36°48'53''N ; 8°15'58''E 36°48'50''N ; 8°15'45''E
6	Flu6 ₁ Flu6 ₂	Boglez : station d'eau Medjez El Dhalam	15 25	36°49'39''N ; 8°13'01''E 36°49'22''N ; 8°13'27''E
7	Flu7	Mecheta Dridra	59	36°53'00''N ; 8°34'00''E
8	Flu8	Laouledj(I)	18-59	36°53'04''N ; 8°34'62''E
9	Flu9	Laouledj(II)	29	36°53'63''N ; 8°32'38''E
10	Flu10	Oued El Eurg (Pont)	18	36°53'63''N ; 8°34'62''E
11	Flu11	Kef Oum Chetoub	178	36°53'37''N ; 8°33'02''E
12	Flu12	Ain Bergouguaia	303 -309	36°50'58''N ; 8°35'25''E
13	Flu13 ₁ Flu13 ₂	Oued El Hrou (Seraidi)	555-558 517	36°54'44''N ; 7°39'20''E 36°54'47''N ; 7°39'21''E
14	Flu14	Nechaa Khellalba	17	36°55'25''N ; 7°16'44''E
15	Flu15	Oued el Aneb	52	36°52'77''N ; 7°27'40''E
16	Lac1	Nechâa Tonga	2	36°52'80''N ; 8°31'00''E
17	Lac2	Demnet Errihane	30	36°52'02''N ; 8°23'19''E
18	Lac3	Boumerchène	53	36°52'40''N ; 8°25'05''E
19	Lac4	Gantra El Hamra	12	36°51'44''N ; 8°20'06''E
20	Lac5 ₁ Lac5 ₂ Lac5 ₃ Lac5 ₄	Aulnaie de Boumalek (4 Parcelles)	12 12 12 12	36°53'22''N ; 8°20'30''E 36°53'24''N ; 8°20'30''E 36°53'31''N ; 8°20'26''E 36°53'37''N ; 8°20'23''E
21	Lac6 ₁ Lac6 ₂	S/Errekibat : O. Bouhadjla O. Erreguibet	12 12	36°54'03''N ; 8°17'25''E 36°54'02''N ; 8°17'25''E
22	Lac7	Dhekhil El N'Meur ONDPA-O.Berrihane	12 12	36°54'24''N ; 8°17'54''E 36°54'24''N ; 8°17'56''E
23	Lac8	Oued Mellah	3-5	36°53' 23''N ; 8°20'33''E
24	Lac9	Brabtia (Zoo)	10	36°51'14''N ; 8°19'55''E
25	Lac10	Aulnaie du lac Bleu	5-10	36°54'54''N ; 8°20'38''E
26	Dun1	Berrihane 1	11,5	36°50'09''N ; 8°06'19''E
27	Dun2	Berrihane2	16	36°50'07''N ; 8°06'18''E
28	Dun3	Berrihane3	13	36°50'08''N ; 8°07'14''E
29	Dun4	Berrihane4	11,5	36°50'37''N ; 8°08'39''E
30	Dun5	Sebâa 1	2	36°50'24''N ; 8°05'30''E
31	Dun6	Sebâa 2	5	36°50'25''N ; 8°05'30''E
32	Dun7	Nechaa Demnet Attaoua	5	36°56'23''N ; 07°14'25''E
33	Dun8	Aulnaie de Sidi Makhlouf	12-14	36°53'09''N ; 07°18'25''E
34	Dun9	Aulnaie de Sidi Freitis	15	36°54'48''N ; 07°17'08''E
35	Dun10 ₁ Dun10 ₂	Garaat Ouas1 Garaat Ouas2	10 10	36°57'18''N ; 07°15'51''E 36°57'17''N ; 07°15'30''E

2.3- Choix du type d'échantillonnage

L'incapacité de couvrir la totalité de la zone à étudier nécessite la mise en place d'un échantillonnage adéquat pour toute la surface à couvrir. Celui-ci consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble de la zone (Gounot 1969). Il permet de fournir une image complète (qualitativement et quantitativement) de l'objet étudié. En d'autres termes l'échantillon doit être représentatif de la communauté végétale. Ainsi, Guinochet (1973) le définit comme suit : « l'échantillonnage consiste à récolter les données en choisissant des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble de la communauté végétale étudiée ». Gounot (1969) distingue quatre types d'échantillonnage : (l'échantillonnage aléatoire, l'échantillonnage subjectif, l'échantillonnage systématique et enfin l'échantillonnage stratifié).

Pour cette étude, nous avons retenu l'échantillonnage subjectif. Ce dernier est plus simple et plus intuitif pour caractériser les groupements végétaux (Meddour, 1983). C'est une méthode de reconnaissance adaptée à tout type de formation végétale (Gounot 1969). Cet échantillonnage permet également d'obtenir une qualité d'information quasi identique à celle fournie par l'échantillonnage systématique (Hadjadji, 1996 ; Oulmouhoub et Laboudi, 1999).

Par ailleurs, l'homogénéité des conditions stationnelles au niveau des aulnaies rend l'application d'un échantillonnage stratifié inutile. L'échantillonnage subjectif suffit en effet pour choisir des échantillons représentatifs et homogènes (Gounot 1969).

La campagne d'échantillonnage s'est déroulée pendant les années 1998– 1999. Néanmoins, les sites étudiés ont été revisités entre 2000 et 2011 pour la réalisation des travaux de terrains complémentaires.

Nous avons opté pour un échantillonnage des aulnaies les plus accessibles en multipliant les relevés de végétation dans l'espace quand les stations ne sont pas inondées. Ces relevés ont été effectués pendant la période optimale de la végétation (printemps) comme l'a suggéré Ozenda (1982). Toutefois, étant donné le nombre élevé des stations (35), l'étendue des régions d'étude et le manque de moyens logistiques (Véhicule de terrain), il nous a été impossible d'effectuer des relevés à chaque saison dans chacune des stations étudiées. Ensuite, nous avons complété nos travaux par d'autres relevés à des dates différentes dans les stations les plus accessibles et les plus proches pour décrire les changements saisonniers de l'aulnaie en tant qu'écosystème particulier en raison d'un impact anthropique causé principalement par des défrichements agricoles, des incendies, des pompages hydriques irrationnels et par le surpâturage

2.3.1- L'étude des formations végétales

L'étude des formations végétales (aulnaies pures et mixtes, ripisylves ainsi que les pelouses résultant de leur dégradation) a été faite en appliquant la méthode phytosociologique classique définie par J. Braun Blanquet et son école ; méthode dite aussi Zurico- Montpellieraine ou sigmatiste. Cette dernière consiste à faire des relevés de végétation sur le terrain sur une surface de référence de taille (ou de dimension) adaptée à la formation végétale étudiée et dans un ensemble homogène:

- pour les milieux ouverts telles que les pelouses ou les prairies marécageuses l'aire minima est de 16 m² mais peut varier en fonction du nombre des espèces trouvées (20 à 50 m²) (Henrie 1968 in Bouazza 1982), et quelques mètres carrés seulement pour les formations de pelouses et prairies denses et homogènes (Ozenda, 1982).

- pour l'étude des formations basses, nous avons commencé par faire la liste des espèces sur une placette de 16 m². Ensuite nous avons doublé cette surface en ajoutant les espèces nouvelles qui apparaissent. Et par doublements successifs nous parvenons à une surface à partir de laquelle il n' ya plus ou pratiquement plus d'espèces nouvelles qui apparaissent.

- pour les formations forestières, l'aire minima varie de 50 à 100 m² (Henrie 1968 in Bouazza); elle peut être étendue à 400 m² environ pour les forêts denses (c'est-à-dire un carré de 20 m de côté)

(Ozenda 1982) et même légèrement augmentée pour les zones forestières à flores pauvres en espèces (Brethes, 1989).

2.3.2 - Exécution des relevés phyto écologiques

Chaque relevé floristique comprend des données générales sur la localisation de celui-ci, les caractéristiques topographiques, la structure de la végétation et une liste botanique des espèces observées strate par strate. Nous avons choisi comme base de travail la fiche technique des relevés de végétation à double entrée sur laquelle figurent:

- La localisation géographique (G.P.S)
- Les caractères stationnaires tels que :
 - Le numéro du relevé
 - L'altitude en mètre
 - L'exposition
 - La nature du substrat
 - Le recouvrement en pourcentage (%)
 - La surface du relevé (voir s/chapitre 2.3.1 ci-dessus).

2.3.3 - Inventaire floristique ou liste botanique.

L'inventaire floristique permet de dresser la liste des espèces déterminées et d'avoir ainsi une idée sur la composition floristique des formations végétales étudiées : aulnaies pures ou mixtes : (en mélange avec d'autres espèces arborescentes telles que l'orme et le frêne ou autres) ainsi que les pelouses ou prairies marécageuses (stades de dégradation des aulnaies).

Chaque station étudiée possède une composition floristique propre déterminée par les relevés. Ainsi, un inventaire complet suppose une analyse floristique de chaque surface du terrain et à différentes époques de l'année, néanmoins 2 ou 3 passages dans la même station suffisent pour avoir une idée générale. En effet, selon Daget et Godron (1982) : « la liste des espèces végétales d'une station n'est jamais connue d'une manière parfaite pour plusieurs raisons :

- La notion d'espèce est encore imprécise, et il n'est pas toujours possible de préciser le niveau taxonomique (espèce, sous espèce, variété ou race)

- Le relevé devrait être permanent pour être certain de voir aussi bien les plantes hivernales que les plantes estivales et les automnales.

- Les espèces sont souvent cachées, même dans un milieu stabilisé depuis longtemps, il reste un stock de diaspores dormantes depuis longtemps, dont la variété et l'ancienneté sont stupéfiantes.

- La surface du relevé est inférieure à celle de la station car la distribution des fréquences des espèces dans une station montre régulièrement qu'il existe un certain nombre d'espèces peu représentées, et pour que la liste soit complète il faudrait inventorier toute la surface de la station et savoir exactement où elle finit ».

2.3.4 - Les indications pour chaque espèce :

Chaque espèce notée dans la liste botanique inventoriée dans chaque station est affectée d'un coefficient d'**abondance-dominance** qui traduit l'importance prise par l'espèce au sein du groupement selon l'échelle conventionnelle de Braun blanquet (1952):

- (+) : espèces dont le degré de recouvrement est insuffisant pour justifier une évaluation
- (1) : Espèces recouvrant moins de 5% de la surface de référence.
- (2) : Espèces recouvrant de 5 à 25 % de la surface de référence.
- (3) : Espèces recouvrant de 25 à 50 % de surface de référence.
- (4) : Espèces recouvrant de 50 à 75 % de la surface de référence.
- (5) : Espèces recouvrant de 75 à 100 % de la surface de référence.

L'abondance-dominance est la notion la plus utilisée en phytosociologie. Braun Blanquet a créé le coefficient d'**abondance-dominance**, qui associe les concepts d'**abondance** et de **dominance**.

L'**abondance** exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La **dominance** représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement. Il ne s'agit donc pas d'une véritable mesure. Son estimation est sujette à une part de subjectivité, qui est cependant négligeable dans l'analyse phytosociologique (ou phytoécologique) globale (Walter, 1994).

L'auteur (ibid) constate que l'**abondance** ne joue un rôle discriminant dans le coefficient d'**abondance-dominance** que dans le cas des faibles valeurs de recouvrement.

Remarques :

1) Même si la liste botanique inventoriée n'est pas exhaustive, les relevés réalisés ont permis d'avoir plus de précision sur les différentes formations végétales caractérisant certaines zones humides des régions d'étude (formations forestières à aulne glutineux "pures" ou "mixtes" et pelouses et/ou prairies marécageuses) résultant de leur dégradation.

2) Une partie des espèces inventoriées a été déterminée sur le terrain avec l'aide de M. de Bélair G., d'autres espèces plus rares et inconnues ont été identifiées par la suite à partir des flores suivantes : Maire (1952–1987), Fournier (1940-1952) ; Quezel et Santa (1962- 1963) et Le Floc'h (2008, 2010).

D'autres ouvrages illustrés ont servi pour la reconnaissance de certaines espèces, il s'agit de Beniston NT NW (1984) ; Poruba/Pokotny et al. (1980) ; Paccalet (1981), Becker et al. (1982), Volák et al. (1983), Blamey et Grey-Wilson (1993), Guittonneau (1983) et Fitter et al. (1997).

L'espèce identifiée comporte les renseignements suivants : lieu et date des récoltes ; Famille, Genre, Espèce (Annexe 1 et 2), noms vernaculaires arabes et français (Annexe 3) et types biologiques (Annexe 4). Les unités d'ordre inférieur citées quand elles existent sont des sous-espèces (subsp.).

Concernant la synonymie et les questions de nomenclature, nous avons utilisé la flore de Quézel et Santa (1962-1963). Celle-ci reste en effet accessible à tous, par sa rédaction et permettant sans trop de difficultés d'étudier les espèces et sous-espèces végétales au sens linéen du terme sur le territoire algérien. Par contre la magistrale "Flore de l'Afrique du Nord" de R. Maire (16 tomes) restera un instrument précieux mais utilisable avec fruit seulement par les botanistes déjà très avertis (Quezel et Santa, 1962).

Pour un complément d'informations botaniques, nous avons consulté le site Internet « Tela Botanica » : Site électronique "Eflore" dont la Base de Données Nomenclaturale de L'Afrique du Nord est mise à jour et actualisé par Alain Dobignard depuis 2006.

Par ailleurs, les noms des espèces inventoriées figurant en Annexe 1 ont été actualisés à partir de la nomenclature récente de Tunisie (Le Floc'h, 2010). (Annexe 5).

2.3.5- Quelques précisions sur l'étude pédologique

L'étude pédologique n'a pas été effectuée en parallèle avec l'échantillonnage végétal. Ceci est lié au nombre élevé (35) des stations étudiées et à la distance qui les sépare ainsi qu'au manque de moyens matériels et moyens d'analyse dans l'institut de recherche auquel nous sommes affiliés.

Les données pédologiques présentées ci-dessus : (Première partie, chapitre 2.2.3) résultent d'une synthèse bibliographique des études expérimentales (mémoires) réalisées dans les laboratoires de pédologie de l'université d'Annaba et de l'I.N.A (Institut National d'Agronomie d'El Harrach) complétée par d'autres études plus anciennes telle que celle de Durand (1954) et par quelques observations descriptives réalisées sur le terrain.

Pour le traitement informatique des données et parmi les facteurs environnementaux (descripteurs), nous avons utilisé les données du pH mesuré sur le terrain au printemps 2008 dans toutes les stations d'aulne étudiées à l'aide d'un pH mètre portatif, muni d'une électrode de pénétration.

Généralement, on effectue le plus souvent la mesure du pH au laboratoire sur un mélange sol-eau. On distingue l'acidité « actuelle » exprimée par le (pHeau) et l'acidité « totale » ou « potentielle » des sols exprimée par le (pHKCl). La première exprime la concentration en ions H^+ actuellement dissociés, des solutions du sol, la seconde correspond à la somme des ions H^+ échangeables (ou Al^+) libérant des ions H^+ qui accompagnent les molécules absorbantes, donc qui ne sont pas actuellement dissociés, mais se dissocient progressivement au fur et à mesure de la neutralisation.

Le pH varie entre 0 à 14 ; La neutralité est obtenue pour un $pH=7$, les sols moyennement acides offrent un pH de 5 à 6 ; les sols très acides ont un $pH < 5$; les sols calcaires, les sols à alcalis, au contraire ont un $pH > 7$, ils offrent une réaction basique.

Même si la meilleure méthode consiste à mesurer le pH sur le terrain, il arrive fréquemment que le pH subisse des variations assez importantes liées à la dilution des ions H^+ par les eaux de pluie, en saison humide et aux phénomènes de nitrification qui abaissent notablement le pH (Duchaufour 1970).

2.3.6- Les relevés dendrométriques.

Les relevés de végétation ont été complétés par des mesures dendrométriques dans chacune des stations étudiées. Ces mesures dendrométriques ont porté sur la détermination de la hauteur (à l'aide d'un Blum leiss) et de la circonférence à 1,30m (à l'aide d'un ruban-mètre) sur une placette comprenant 10 (dix) arbres lorsque la station étudiée est accessible (Tab. 50).

L'espacement entre les arbres ainsi que la surface diffèrent d'une placette à l'autre. L'âge des arbres n'a pas été pris en considération dans l'échantillonnage car il diffère d'un arbre à l'autre au sein d'une même station. Il est variable aussi d'une station à l'autre selon qu'il s'agisse d'un taillis ou d'une futaie. Ainsi, les peuplements d'aulne ne sont pas équiennes, ils sont constitués par un mélange d'arbres âgés avec des sujets plus jeunes issus parfois de la régénération par drageons, mais surtout par rejets de souche et par semis). Cette opération n'était pas toujours facile du fait qu'il existe des placettes d'aulne inondées et inaccessibles pendant toute l'année (exemples : les stations d'aulne de Berrihane et de Garaât Ouas).

3 - Choix des méthodes d'analyse des données

Les méthodes utilisées pour le traitement des données écologiques sont multiples et le choix de ces méthodes dépend de l'objectif de l'étude et de la nature du tapis végétal (Godron, 1982).

Pour l'analyse statistique des données nous avons utilisé les méthodes multidimensionnelles classiques : ACP (Analyse en Composantes Principales) et AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) afin de répondre à la problématique de cette étude.

Les méthodes adoptées faciliteront ainsi, la présentation, l'explication et la justification des résultats d'analyse obtenus. Ce qui nous permettra de décrire l'évolution de la structure et le fonctionnement écologique des formations à aulne glutineux en fonction d'un certain nombre de descripteurs après dégradation ou anthropisation.

Normalement, les méthodes utilisées permettent au chercheur d'acquérir toute une série de connaissances quantitatives sur la valeur de projection qu'il obtient, ainsi que de dégager des relations entre descripteurs et entre objets (relevés de végétation-stations) (Legendre et Legendre, 1984).

Elles permettent d'observer un grand nombre de descripteurs pour chaque station ou relevé et de dégager les grandes tendances de variabilité des échantillons pour l'ensemble des descripteurs.

Ces méthodes consistent à représenter la dispersion des relevés ou espèces dans un graphique multivariés, comportant autant d'axes que de descripteurs dans l'étude (Legendre et Legendre, 1984).

Lors de l'interprétation des résultats, un certain nombre d'éléments est pris en considération : l'aide à l'interprétation et les cartes factorielles lignes et cartes factorielles colonnes.

3.1 - L'aide à l'interprétation

Les principales aides à l'interprétation sont (Chessel et al. 1984) :

- les graphes des valeurs propres et taux d'inertie: C'est le meilleur moyen d'apprécier le nombre d'axes factoriels à dépouiller (Chessel et Bournaud, 1987). Ils qualifient la part de l'information expliquée par les différents axes et permettent de décider du nombre d'axes à retenir.

Selon Fenelon (1981), la valeur propre représente pour chaque facteur le taux d'inertie (équilibre) du nuage sur ce facteur. Ainsi, les valeurs propres expriment l'information globale contenue dans les divers tableaux (Tab. relevés/espèces et Tab. descripteurs/relevés) et ouvrent à l'examen des résultats de l'analyse factorielle en commençant par regarder la décroissance des valeurs.

- Les contributions relatives des relevés et des espèces : leurs valeurs renseignent sur la qualité de la représentation des relevés et espèces. Plus la valeur est élevée, plus la représentation du point dans le plan factoriel est bonne.

3.2 - Cartes factorielles lignes et cartes factorielles colonnes.

Gower (1984) cité par Legendre et Legendre (1984) signale que c'est l'écologie qui a fourni le terme "ordination" à la statistique multidimensionnelle, où elle désigne la représentation des objets par rapport à un ou plusieurs axes de référence ou sur des graphiques formés de deux ou plusieurs axes de ce type.

Les axes permettent de représenter de façon optimale dans un espace de dimension réduite, l'ensemble de la variabilité de la matrice multidimensionnelle de données, donc de dégager les relations entre descripteurs en plus des relations entre objets.

Les méthodes d'ordination en espace réduit sont parfois désignées sous le nom de méthodes factorielles ou d'inertie, puisqu'elles sont fondées sur l'extraction de vecteurs propres. Ces derniers désignent toujours les axes principaux de la matrice de dispersion.

Selon Chessel et al. (1984), en géométrie euclidienne, le point d'un sous espace le plus proche de M n'est autre que la projection orthogonale de M sur ce sous espace. L'image de cette projection dans un plan donne la carte factorielle.

L'interprétation d'un tel graphique factoriel consiste à essayer à partir du jeu des positions mises en relief sur le graphique, d'en tirer des conclusions relatives à l'univers dont ces données sont tirées (Cibois, 1983). Cependant, si les cartes factorielles fournissent les principales bases de l'interprétation, elles ne sont pas très performantes pour le dépouillement des facteurs lointains attachés à des paramètres souvent complexes, ou des dates particulières (Chessel et al. 1984).

3.3 – Traitement informatique des données.

Cette étape est celle de l'exploitation des relevés floristiques que nous avons regroupés sous forme de tableaux.

Les traitements statistiques des données (ACP) ont été effectués sur Macintosh à l'aide du logiciel A.D.E – 4 (Logiciel pour l'analyse des données de l'environnement en diffusion libre sur Internet) (Chessel et al. 1995). L'AFC a été effectuée à l'aide du Logiciel Statos (Roux, 1999).

3.3.1 - Les tableaux floristiques bruts

L'ensemble des relevés (255) a été regroupé dans un tableau à double entrée (relevés/espèces) comportant la liste floristique de tous les relevés : en colonne, les relevés et en lignes les espèces ; à l'intersection lignes x colonnes est porté leur coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle conventionnelle de Braun-Blanquet (1952) citée ci dessus.

Un tableau plus affiné est construit à la fin de l'échantillonnage rassemblant la synthèse de tous les relevés par site d'échantillonnage (35 relevés/412 espèces), pour faciliter l'exploitation des données par les méthodes statistiques appropriées. Ce tableau cumule les relevés de végétation récoltés pendant la période d'échantillonnage dans chaque station (Annexe 6).

Nous avons affecté un point de plus à chacun des éléments d'abondance-dominance pour faciliter l'exploitation des données, ce qui donne (1 au lieu de +, 2 au lieu de 1, etc.)

Cette démarche est nécessaire pour le traitement statistique des données vu le grand nombre des relevés de végétation.

3.3.2 - l'ACP (Analyse en Composantes Principales) : « Cette méthode factorielle a pour objet de décrire les données contenues dans un tableau d'individus et de caractères. Ce tableau s'appelle matrice des données, il est composé de lignes d'individus (espèces) et de colonnes de variables quantitatives (Relevés, Indices de diversité, variables environnementales...).

L'ACP est une méthode linéaire dont le but est d'obtenir une représentation d'un nuage des individus dans un espace de dimension réduite. Il faut déterminer les axes qui prennent le mieux en compte la dispersion du nuage. Ces axes sont les axes factoriels qui permettent de représenter au mieux les points du nuage. L'ACP non réduite conduit à privilégier les variables les plus dispersées pour lesquels les différences sont plus fortes » (Anonyme 2010).

Dans le logiciel A.D.E - 4. (Chessel et al. 1995) on déterminera en premier les indices de la biodiversité (Indice de Margalef ; Indice de Shannon) ainsi que l'abondance, la richesse spécifique et l'équitabilité pour chacune des 35 stations étudiées. Par la suite, et afin d'étudier la variation de ces indices en fonction des stations nous avons utilisé l'analyse des composantes principales. Pour cette analyse, les individus sont représentés par les 35 stations et les variables sont numérotées de 1 à 5 de la façon suivante : l'abondance (1), la richesse spécifique (2), l'indice de Margalef (3), l'indice de Shannon (4) et l'équitabilité (5) (Cf. Chapitre Résultats Tab.58).

On étudie dans un deuxième temps la Co-structure de deux analyses en composantes principales (Doledec et Chessel 1997) ; On recherchera par la suite les corrélations entre les espèces, les groupes d'espèces et les divers facteurs ou descripteurs du milieu choisis au préalable.

3.3.3 - la Co-structure de deux analyses en composantes principales

« La fiche aborde un des aspects du couplage de tableaux, celui du test de l'existence d'une co-structure entre deux tableaux individus-variables dont on a étudié la structure par une analyse en composantes principales. ADE propose un test de permutation sur une analyse de co-inertie basée sur l'analyse interbatteries de Tucker (1958), connue aussi comme la première pas des Partial Least Square régression ».

- **Type de données**

On traite dans cette fiche l'exemple suivant : 35 relevés de végétation humide (colonnes) ayant permis de récolter 412 espèces (lignes) pour l'étude de la dispersion de la végétation par rapport aux stations étudiées.

- **Structure du tableau de végétation**

Les espèces sont classées et numérotées par ordre alphabétique (Annexe 6) et les codes des stations respectent les grands compartiments hydrologiques régionaux : fluviale (Flu-), lacustre (Lac-) et dunaire (Dun-) (Fig. 36, Tab 49) pour être accessibles pour les illustrations.

L'analyse statistique consiste à effectuer l'ACP centrée du Tableau de végétation en utilisant l'option : Covariance matrix PCA (Matrice de covariance ACP) de l'ADE - 4 (Doledec et Chessel, 1997).

▪ Le tableau des variables

A ces 35 relevés de végétation correspondent des mesures de 8 variables environnementales : (Tab.50 et Tab.51)

La variable **1** est l'**altitude** en mètre (m), elle comprend 3 classes ordonnées :

Classe 1 = Altitude < 50m ; **Classe 2** = (50m < Altitude < 200m) ; **Classe 3** = Altitude > 200m.

La variable **2** est représentée par la **canopée** qui est composée par dix (10) types de formations forestières :

1 - Aulne (A)

2 - Aulne-Saule (A-S)

3 - Aulne-Frêne (A-F)

4 - Aulne-Orme (A-U)

5 - Aulne- Chêne Zeen (A-Q)

6 - Orme-Aulne-Frêne (U-A-F)

7 - Aulne-Frêne-Peuplier (A-F-P)

8 - Aulne-Orme-Saule (A-U-S)

9 - Aulne-Orme-Frêne-Chêne Zeen (A-U-F-Q)

10 - Aulne-Frêne-Orme-Saule (A-F-U-S)

La variable **3** est représentée par les trois types de **régimes hydrologiques** :

Classe **1** : Inondation permanente (IP) : l'hydropériode est annuelle, elle franchit la période estivale.

Classe **2** : Inondation intermittente (II) : l'inondation est temporaire et intermittente.

Classe **3** : Inondation saisonnière (IS) : l'hydropériode peut durer trois, six à neuf mois selon la pluviométrie annuelle.

La variable **4** est représentée par le **substrat** qui comprend 6 classes de texture qui sont : **1** : sable ;

2 : Argile-Grès ; **3** : Limon ; **4** : Sable-Limon ; **5** : Sable-argile ; **6** : Sable-argile-limon.

La variable **5** est représentée par la **circonférence moyenne des arbres** (en centimètres) répartie en 3 classes ordonnées :

Classe **1** : [54,5-88,3] ; Classe **2** : [88, 3-101] ; Classe **3** : [101-158,5].

La variable **6** est représentée par la **hauteur moyenne des arbres** (en mètre) comprenant 3 classes ordonnées :

Classe **1** : [9,1-12,9] ; Classe **2** : [12,9-15,1] ; Classe **3** : [15,1-17,9].

La variable **7** est représentée par le **pH**, elle est scindée en deux :

Classe **1** : pH se rapprochant de la neutralité ou légèrement supérieur à 7.

Classe **2** : pH peu acide à acide (pH < 7).

La variable **8** : **richesse spécifique** : elle représente le nombre total des espèces inventoriées dans chaque station ; elle est répartie en 3 classes :

Classe **1** : Nombre d'espèces < **55**

Classe **2** : **55** < Nombre d'espèces < **100**

Classe **3** : Nombre d'espèces ≥ **100**

3.3.3.1 – Analyse de co-inertie et test de Monté-Carlo

La co-structure d'une ACP sur les espèces et une ACP sur le milieu permet de mesurer la pertinence de l'analyse. On effectue le test de Monté-Carlo qui repose sur la randomisation c'est-à-dire sur un ensemble de permutations simultanées des lignes des deux tableaux. La signification de ce test déduit la pertinence des descripteurs choisis dans la structuration de la végétation des aulnaies sous l'action anthropique.

On reliera très simplement les analyses d'inerties séparées et l'analyse de co-inertie en utilisant le module **Scatters** et son option **Labels**.

Ceci nous permet de faire une projection des axes d'inertie des analyses séparées (milieu et végétation). Car l'analyse de co-inertie ne cherche plus des axes d'inertie pour chaque nuage de 35 points mais recherche des axes de co-inertie qui maximise la covariance des coordonnées des projections.

3.3.3.2 - ACP optimisée Stations /Variables ; ACP optimisée Stations /Végétation

Selon Doledec et Chessel (1977) : les différentes étapes franchies pour effectuer ces 2 analyses sont les mêmes : Pour l'ACP optimisée Stations /Variables, la projection du nuage de 35 points à 8 composantes dans l'analyse de co-inertie est représentée par deux figures : une figure représentant la base canonique, et une autre figure sur laquelle apparaît le nuage des relevés associé ; les deux éléments forment un biplot classique d'ACP centrée. On obtient sensiblement la carte de l'ACP initiale à une transformation près qui la connecte à la carte des relevés de la végétation. On refait le même travail pour effectuer l'ACP optimisée Stations /Végétation avec 35 points à 412 composantes.

3.3.4 - L'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances).

Cette analyse permet d'étudier la répartition des espèces et des groupes d'espèces dans l'ensemble des relevés étudiés, d'identifier les facteurs écologiques prépondérants pour un ensemble de relevés et d'établir une classification floristique des relevés (Legendre et Legendre, 1984).

Le principe mathématique de l'AFC consiste à réaliser une réduction de l'espace multidimensionnel vers un espace bidimensionnel avec le minimum de pertes d'information (Fenelon, 1981).

Le nuage de points représenté soit par les relevés, soit par les espèces dans l'espace multidimensionnel originel est caractérisé par les directions d'allongement privilégiées ; il s'agit d'axes factoriels qui contiennent une certaine proportion d'information totale des données (Legendre et Legendre, 1984).

Nous pouvons choisir d'observer le nuage de point autour des premiers axes principaux ou bien d'aller plus loin et de regarder d'autres aspects. Les relations entre caractères n'apparaissent pas forcément à la première vue. Il faut changer d'axes pour faire ressortir des relations intéressantes, un autre point de vue sur les données. C'est dans cet esprit qu'on choisit de pouvoir glisser vers d'autres axes car l'information endogène résulte de l'observation de relations cachées et non évidentes (Cibois, 1983).

Pour le présent travail, les analyses factorielles des correspondances ont été réalisées à l'aide des logiciels Statos (Roux, 1999).

Les 255 relevés de végétation ont été soumis à des analyses factorielles des correspondances (AFC) : Une première AFC a été réalisée sur la totalité des relevés et sur les 236 espèces présentes dans au moins 5 relevés, car les espèces peu représentées influencent généralement de manière disproportionnée le résultat des analyses.

Dans un second temps, pour caractériser la végétation des zones forestières, une seconde AFC a été réalisée sur les relevés comprenant plus de 25% d'aulne et sur les mêmes espèces.

Ces analyses factorielles des correspondances ont été réalisées au laboratoire de paléopalynologie de l'Université de Montpellier 2 où la nomenclature botanique respecte le récent catalogue de la flore de Tunisie (Le Floc'h et al. 2010) et la signification des codes des espèces accessibles pour les illustrations figurent sur le tableau Annexe 5.

Nous présentons ci-dessous les caractéristiques générales des sites d'études (Tab. (50).

Ces caractéristiques ont été réparties en classes de variables écologiques (Tab. 51) pour être utilisées dans l'analyse des données en composantes principales (ACP).

Sur le tableau 50 figurent les données pédologiques, écologiques et dendrométriques sur *Alnus glutinosa*. Pour certains sites présentant une diversité importante d'habitats, plusieurs placettes ont été analysées.

Les caractéristiques générales des sites d'études seront également utilisées dans l'AFC : les espèces de la canopée sont notées par ordre d'importance dans chaque station : *Alnus glutinosa* (A), *Fraxinus angustifolia* (F), *Populus alba* (P), *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* (Q), *Salix* spp. (S), *Ulmus campestris* (U) ;

Les différents régimes hydrologiques sont : Inondation Permanente (IP), Inondation Saisonnière (IS), Inondation Intermitente (II)

Le substrat est caractérisé en fonction de la dominance des fractions minéralogiques : argiles (Arg), limons (Lim), sables (Sab) et grès (gre).

Tableau 50 : Canopée et données pédologiques, écologiques et dendrométriques sur *Alnus glutinosa*.

Code	Altitude (m)	Canopée	Régime hydrologique	Substrat	Circonférence (cm)	Hauteur (m)	pH
Flu-1	17	A	IS	Sab, Lim	60.7	10.3	6.58
Flu-2	30	A-S	IS	Sab, Lim	82.3	12.5	6.78
(aulnaie) Flu-2 (pelouse)	16	-	-	Sab, Lim	-	-	4.98
Flu-3	6	A-S	II	Sab, Lim	76.7	11.9	6.73
Flu-4 (1)	31	A-U-F-Q	IS	Sab, Lim	58.6	12.8	6.79
Flu-4 (2)	30	A-U-F-Q	IS	Sab, Lim	65.2	16.3	6.62
Flu-5 (1)	32	A-U-F-Q	IS	Sab	96.0	15.0	7.30
Flu-5 (2)	33	A-U-F-Q	IS	Sab	68.3	11.5	7.10
Flu-6 (1)	15	A	IS	Sab, Arg, Lim	38.3	8.5	6.42
Flu-6 (2)	25	A	IS	Sab, Arg, Lim	58.4	11.8	4.77
Flu-7	59	A	II	Sab, Lim	88.3	12.3	7.17
Flu-8	18	A-F-U-S	IS	Sab	95	12.2	6.98
Flu-9	29	A	IS	Sab	92.5	10.5	5.76
Flu-10	18	A-F	II	Sab	98.9	12.2	7.27
Flu-11	178	A	IS	Sab	86.9	8.9	6.83
Flu-12	303-309	A-Q	IS	Sab, Lim	94.4	8.3	6.42
Flu-13 (1)	555-558	A-Q	IS	Sab, Lim	102	12.8	6.69
Flu-13 (2)	517	A-Q	IS	Sab, Lim	-	-	6.71
Flu-14	17	A	IS	Sab, Lim	158.5	17	6.72
Flu-15	52	U-A-F	IS	Sab, Lim	74.1	13.2	7.48
Lac-1	2	A	IS	Sab, Lim	87.3	10.1	6.56
Lac-2	30	A-S	IS	Sab	79.2	12.3	6.32
Lac-3	53	A-U	IS	Sab, Arg	105.3	14	5.81
Lac-4	12	A-F	IS	Lim	106.9	14.8	6.45
Lac-5 (1)	12	A	IS	Sab	39.6	9.0	4.49
Lac-5 (2)	12	A	IS	Sab	72.4	11.9	6.54
Lac-5 (3)	12	A	IS	Sab	76.2	12.5	6.50
Lac-5 (4)	12	A	IS	Sab	76.2	8.5	6.16
Lac-6 (1)	12	A	IS	Sab, Arg	120.1	12.9	6.75
Lac-6 (2)	12	A	IS	Sab, Arg	103.6	11.0	6.31
Lac-7 (1)	12	A-F-P	IS	Sab, Arg	54.5	12.8	6.68
Lac-7 (2)	12	A-F	IS	Sab, Arg	84.8	12.5	6.11
Lac-8	4	A	IP	Sab, Arg	94.2	12.1	6.14
Lac-9	10	A-U-S	IS	Arg, Gre	158.5	11.7	6.89
Lac-10	7	A-S	IS	Sab, Lim	74	10.6	6.15
Dun-1	12	A-S	IP	Sab, Lim	107.7	17.6	6.58
Dun-2	16	A	IP	Sab	70.4	12.5	6.20
Dun-3	13	A	IS	Sab	76.7	14.7	6.38
Dun-4	12	A	IP	Sab	58.6	11.2	6.80
Dun-5	2	A	IS	Sab	66.1	12.6	6.80
Dun-6	5	A	II	Sab	103	13.5	6.65
Dun-7	5	A	IS	Sab, Lim	92.8	13.9	6.21
Dun-8	14	A	IS	Sab, Lim	95.0	15.1	6.68
(aulnaie) Dun-8 (pelouse)	12	-	-	Sab, Lim	-	-	4.93
Dun-9	15	A	IS	Sab	82.5	10.0	6.58
Dun-10 (1)	10	A	IP	Sab, Lim	98.9	11.1	7.05
Dun-10 (2)	10	A	IP	Sab, Lim	-	-	7.09
Dun-10 (3)	10	A	IP	Sab, Lim	-	-	5.72

Tableau 51 : Classes des variables par site d'échantillonnage

Code	Altitude	Canopée	Régime hydrologique	Substrat	Circonférence (cm)	Hauteur (m)	pH	Richesse spécifique
Flu-1	1	1	3	4	1	1	2	3
Flu-2	1	2	3	4	1	1	2	3
Flu-3	1	2	2	4	1	1	2	2
Flu-4	1	9	3	4	1	1	2	3
Flu-5	1	9	3	1	2	1	1	3
Flu-6	1	1	3	6	1	1	2	3
Flu-7	2	1	2	4	1	1	1	1
Flu-8	1	10	3	1	2	1	2	2
Flu-9	1	1	3	1	2	1	2	1
Flu-10	1	3	2	1	2	1	1	1
Flu-11	2	1	3	1	1	1	2	2
Flu-12	3	5	3	4	2	1	2	2
Flu-13	3	5	3	4	3	1	2	2
Flu-14	1	1	3	4	3	3	2	3
Flu-15	2	6	3	4	1	2	1	2
Lac-1	1	1	3	4	1	1	2	3
Lac-2	1	2	3	1	1	1	2	2
Lac-3	2	4	3	5	3	2	2	2
Lac-4	1	3	3	3	3	2	2	3
Lac-5	1	1	3	1	1	1	2	3
Lac-6	1	1	3	5	3	1	2	2
Lac-7	1	7	3	5	1	1	2	2
Lac-8	1	1	1	5	2	1	2	2
Lac-9	1	8	3	2	3	1	2	2
Lac-10	1	2	3	4	1	1	2	2
Dun-1	1	2	1	4	3	3	2	2
Dun-2	1	1	1	1	1	1	2	2
Dun-3	1	1	3	1	1	2	2	2
Dun-4	1	1	1	1	1	1	2	2
Dun-5	1	1	3	1	1	1	2	2
Dun-6	1	1	2	1	3	2	2	2
Dun-7	1	1	3	4	2	2	2	2
Dun-8	1	1	3	4	2	2	2	3
Dun-9	1	1	3	1	1	1	2	3
Dun-10	1	1	1	4	2	1	2	2

TROISIEME PARTIE : Résultats et discussions

1- Etude floristique

Le principal objectif des travaux phyto-écologiques est de « mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et le milieu » (Daget et Godron, 1982), mais « cela n'exclue pas que le tapis végétal soit décrit d'une manière indépendante du milieu pour ce qui concerne sa morphologie, sa structure et ses constituants floristiques » (Long, 1974).

Nous avons ainsi réparti ce chapitre portant sur l'étude floristique en deux parties :

1. l'étude descriptive de la végétation comportant principalement plusieurs classifications (taxonomique, biogéographique et classification par types biologiques)
2. l'étude analytique qui consiste à traiter les données résultant de l'échantillonnage à l'aide des logiciels suivants : le logiciel A.D.E-4. (Logiciel pour l'analyse des données de l'environnement) (Doledec et Chessel 1997) et Le logiciel STATOS (Roux, 1999).

1.1- Etude descriptive de la végétation

L'exploration botanique des 35 sites étudiés dans les régions de Guerbès-Senhadja (05), Annaba (02) et El Tarf (28) (Fig.36) a permis de donner un aperçu sur la composition du cortège floristique de l'aulnaie glutineuse en tant que formation forestière humide composée de plusieurs strates :

- la strate arborescente de ces formations est dominée par *Alnus glutinosa*, seul ou en mélange avec *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*, *Salix alba*, *S. atrocinerea* et/ou *S. pedicellata* et *Ulmus campestris*
- et les strates inférieures comprennent un grand nombre d'espèces inféodées à cet écosystème, parmi lesquelles des espèces ligneuses comme *Frangula alnus*, *Laurus nobilis* et *Rubus ulmifolius*, et des herbacées comme *Athyrium filix-femina*, *Carex remota* et *Osmunda regalis*.

En Annexe 1, nous dressons par ordre alphabétique la liste botanique finale de 422 espèces inventoriées regroupant les espèces du cortège floristique de la formation à aulne glutineux, certaines espèces des pelouses et/ou prairies marécageuses résultant de sa dégradation ainsi qu'un certain nombre de taxons introduits dont on ne tiendra pas compte dans l'étude biogéographique et qui sont les suivants : *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus*, *Acacia cyanophylla*, *A. horrida*, *A. dealbata*, *Taxodium distichum* ainsi que les deux bryophytes : *Funaria hygrometrica* et *Sphagnum denticulatum*.

Seules les espèces introduites naturalisées citées par Quezel et Santa (1962-1963) font partie de la liste biogéographique dans laquelle nous signalons pour chaque espèce : la famille, le degré de rareté en Algérie ainsi que l'aire de répartition biogéographique (Annexe 2) ; On compte 27 c'est à dire (6%) d'espèces assez rares (AR), 45 soit (11%) rares (R) et 32 (8%) très rares (RR). Les autres espèces, qualifiées d'assez communes (AC), communes (C) et très communes (CC) représentent un taux de 75%. L'ensemble des espèces rares totalise un taux de 25%.

1.1.1- Classifications

1.1.1.1- Autoécologie de l'aulne glutineux

A - Classification taxonomique

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Fagales

Famille : Bétulaceae

Genre : *Alnus*

Espèce : *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.1790

L'éthymologie du mot "aulne" vient du celtique "**al**" : près de et "**lan**" : rivière ; les aulnes sont pour la plupart des arbres de bord de rivière.

Glutineux : qualifie les bourgeons et les jeunes feuilles qui sont collants ou gluants.

L'aulne glutineux porte plusieurs noms vernaculaires : aulne noir, aulne commun, aune, aunet, vergne ou verne.

- Dans les pays arabes on l'appelle "Aoud el ma " (le bois de l'eau) ou bien " Jar el ma " (le voisin de l'eau).

- Dans l'est algérien on le surnomme "El-Hamraï "

- Dans les pays anglophones on le nomme : "Alder". En Espagne, il est appelé " Aliso" et en berbère: Isghar'cif " : isghar = bois et acif = rivière :

(Bois de la rivière).

B - Description

a)- Répartition géographique

L'aulne glutineux est un arbre feuillu de la famille du bouleau composant la flore indigène de l'Europe (Scandinavie comprise). Il se développe aussi vigoureusement dans le Nord-Ouest de l'Afrique (Afrique du Nord).

Il est spontané en Algérie où il forme des écosystèmes uniques dans le bassin méditerranéen. Il est signalé en Tunisie uniquement au bord des oueds.

Au Maroc on le trouve dans la région du Rif (Fig. 2).

C'est un arbre de zones humides qui prospère dans les forêts marécageuses et sur les berges des oueds (ripisylves) dans l'Algérie nord-orientale (Numidie algérienne).

Ces forêts marécageuses sublittorales s'étendent de Djebel Filfila (dans les plaines de Guerbès-Senhadja) jusqu'à l'aplomb septentrional, de Ain El Assel (dans la région d'El-Tarf).

b)- Morphologie

Fig. 37 : AULNE GLUTINEUX



Fig. 38 : Ecorce



Port : Le houppier reste longtemps conique et aigu avec un tronc élancé et droit qui arrive jusqu'au sommet et d'où les branches partent horizontalement pour se ramifier ensuite très finement. Elles ont tendance à retomber vers les extrémités. Cime diffuse et arrondie (Fig.37).

Ecorce : brun verdâtre, devenant gris-noir à brun-noir et légèrement fissurée à crevassée chez les spécimens âgés (Fig. 38).

Rameaux : Les jeunes rameaux sont anguleux de couleur brune verdâtre, ponctués d'assez nombreuses lenticelles grisâtres, saillantes.

Bourgeons : latéraux, assez gros en forme de massue, ovoïdes, de couleur brun à rouge violacé glabres, apparemment avec une seule écaille, ils sont typiquement visqueux ou poisseux surtout en hiver et portés par un long pédoncule.

Figure 39 : Bourgeons



Fig. 40 : Feuilles et châtons femelles de l'année en cours

Feuilles : Caduques, arrondies, tronquées au sommet, à bords ondulés légèrement dentées, pétiolées, alternes simples munies de stipules larges pouvant atteindre 4 -10cm avec 5 à 6 paires de nervures. Grossièrement sciée double avec le plus souvent des poils de couleur rouille à l'aisselle des nervures, sur la face inférieure. Au dessus, les feuilles sont entièrement glabres, brillantes, de couleur vert foncé (donnant au feuillage un aspect relativement sombre).



Au printemps, elles sont gluantes (visqueuses) au toucher surtout dans les jeunes pousses (caractère distinctif des autres aulnes). Elles tombent en général tard en saison.

Fleurs : Espèce monoïque. Les fleurs sont déjà visibles à l'automne mais ne seront fertiles qu'au printemps suivant (février, mars, avril selon les régions). Verdâtres ou rougeâtres, unisexuées, disposées en châtons mâles et femelles sur le même rameau :



Figure 41 : Fleurs (Ch. mâle)

- Les mâles pendants (6 -12 cm de long), caducs, à écailles molles portant 3 fleurs à 4 étamines.

- Les femelles ovoïdes, dressés à écailles portant 2 fleurs à 2 styles.

La floraison se produit longtemps avant l'apparition des feuilles.

Fruits : En forme de cônelets ligneux ovoïdes appelés strobiles, de 10 à 30 mm de long, à écailles persistantes, sont d'abord verts, puis prennent une coloration brune noire à la maturité et s'écartent pour la dissémination des graines par le vent ou le plus souvent par les cours d'eau (Rivière, Chaâba) avant de germer sur la berge. **Fig. 42 : Châton femelle de l'année précédente**



Graines

Les graines qui s'échappent des fruits sont des akènes de forme pentagonale, dont l'aile circulaire est plus étroite que la graine.

La maturation des fruits a lieu à la fin de l'été en septembre–octobre. La graine peut garder son pouvoir germinatif pendant un an.

Enracinement : traçant et racines drageonnantes.

C - Caractéristiques biologiques

Longévité et croissance

Sa croissance est rapide dans son jeune âge, la hauteur maximale est de 25 m. Dans des circonstances particulières et exceptionnellement, il peut atteindre 30m de hauteur et 1m de diamètre. Il peut vivre de 80 à 120 ans.

Dans les stations d'aulne prospectées la hauteur maximale est d'environ 15 à 17 m (sites de Ain Khia, Tonga, Kef Oum chetoub, Oued Bouhadjla et Berrihane dans la région d'EL-Tarf) et le diamètre maximal est de 50,5 cm (Site de Khellalba dans la région de Guerbès–Senhadja).

- L'aulne est une espèce pionnière (qui colonise en premier les terrains nus).

- C'est un arbre qui s'associe avec un champignon qui installé sur ses racines, le ravitaille en eau et en minéraux. Le champignon lui apporte aussi des vitamines et secrète une substance particulière qui protège les racines contre les maladies. En échange, l'arbre lui apporte les sucres simples nécessaires à sa fructification.

- L'aulne abrite également dans ses racines un autre organisme, mi bactérien mi champignon, un actinomycète. Celui-ci est à l'origine d'excroissances plus ou moins grosses appelées nodosités. Grâce à ses nodosités, l'aulne peut fixer l'azote de l'air et se nourrir jusque dans les endroits les plus pauvres.

D - Exigences écologiques

Tempérament : héliophile

Exigences hydriques : humide à très humide.

La verne est une essence hygrophile (il faut que l'humidité atmosphérique soit élevée, dans les régions d'étude, elle est comprise entre 72 et 74 %).

Etage de végétation :

Méditerranéen humide à subhumide à hiver froid, frais et chaud.

En Algérie, son optimum se trouve dans les plaines sublittorales marécageuses situées dans l'étage subhumide chaud.

Origine biogéographique : Aire du paléo tempéré ; En Europe centrale, l'aulne glutineux aurait existé il ya 7000 ans en régions humides. L'étude récente des diagrammes polliniques (Benslama et al. 2010) date l'existence de cet arbre à 16000 ans dans le site de Garaât El Ouez et à 5000 ans dans le site de Bourdim (Région d'El Tarf).

Figure 43 : Graines



Degré de rareté : assez rare en K1 (Grande Kabylie : Djurdjura-Yacouren) – K2 (Petite Kabylie : Bougie, les Babors et Jijel) et K3 (Numidie : de Philippeville : « Skikda » à la frontière algéro-tunisienne) (Quezel et Santa, 1962–1963).

Altitude: 0-2000 m au bord des eaux

Climat : 1)- **Pluviométrie** : Moyenne annuelle supérieure à 600 mm, très exigeant en eau.

2)- **Température** : Moyenne annuelle des températures supérieure à 18° C (pour les régions d'étude). Il résiste au froid.

Exigences trophiques.

- En Europe, l'aulne glutineux se développe sur des sols moyennement acides à neutres mais surtout à des pH de 4 à 4,5 (Milieux oligotrophes).

- Dans la Numidie algérienne, l'aulne s'installe sur des sols plus ou moins riches allant du peu acide à neutre $6 < \text{pH} < 7$ (Milieux mésotrophes).

- L'aulne glutineux recherche des sols profonds, très frais bien irrigués par des eaux courantes ou bien drainés même acides. Il supporte mal les eaux stagnantes et le calcaire mais la nature du sol ne semble pourtant pas exercer une influence majeure sur sa répartition, seule la présence d'une nappe d'eau superficielle ou peu profonde lui est indispensable pour qu'elle soit atteinte par ses racines traçantes. (Becker et al. 1982).

E - Habitat.

Du fait de ses exigences écologiques, on trouve l'aulne le long des cours d'eau et dans les boisements marécageux.

En Algérie nord-orientale (Numidie), il fait partie des formations végétales de ripisylves (sur les berges " d'oueds " et de " chaâbates " ou autour des bras morts des oueds). On le trouve également sur des surfaces étendues allant de 50 à 400Ha (respectivement aulnaie d'Ain Khiar et de Righia) dans des dépressions inter dunaires où il affectionne des sources d'eau généralement sur substrat tourbeux.

Il est à remarquer que sur les sols argileux en permanence humide, l'eau empêchant la décomposition de la matière organique donne naissance à ce qu'on appelle "tourbe" (Durand 1952 in Thomas 1975). En effet, Gobat et al. (1986) définit la tourbe comme étant « un type de sol organique à structure le plus souvent fibreuse formée par décomposition lente des végétaux en milieu asphyxiant ».

F- Sylviculture

Régénération naturelle



Se régénère en station fraîche, non anthropisée.

La graine peut flotter sur l'eau et ainsi être disséminée à grande distance.

Afin de valoriser la présence de l'aulne dans la Numidie algérienne, les travaux de Bédidiar et Mokadem (2008) ont étudié ses capacités de régénération naturelle et ses possibilités d'associations symbiotiques dans cinq stations différentes localisées dans la région d'El Tarf au niveau des sites suivants : Sebaâ ; Berrihane ; Righia ; Tonga et Boumalek.

Il s'est avéré qu'il drageonne, rejette vigoureusement de souche, et se reproduit par semis. Il est également capable de s'associer symbiotiquement à des champignons mycorrhizogènes et à des actinomycètes fixateurs d'azote du genre *Frankia*.

Photo 3 : Régénération par drageon – Site : Tonga – (M. Mekadem 1998)



Photo 4 : Régénération sur souche déracinée de l'aulne glutineux (chabli) - Site : Tonga (M. Mekadem 1998).



Photo 5 : Régénération par semis et expansion de l'aulne glutineux dans le site de Sebâa ;
(M. Mekadem 1998).

Sensibilité

Mis à part les travaux de Bédidiar et Mokadem (2008), en Algérie, à notre connaissance aucune autre étude ne nous permet de savoir si l'aulne glutineux est affecté ou non de maladies graves (dépérissement, galles etc...).

Selon Bédidiar et Mokadem (2008) : « En ce qui concerne l'état sanitaire de l'arbre, il semble correct dans toutes les aulnaies étudiées sauf dans celles de Boumalek où les cônelets présentent des anomalies morphologiques considérables (Photo 6). En effet, à la base ou au milieu de chaque cônelet, les écailles ovulifères se développent anormalement sous forme de feuilles membraneuses entières ou divisées et atteignent jusqu'à 3cm de long. Elles se multiplient anarchiquement à la base du cônelet et prennent une couleur verdâtre au-dessus et rougeâtre en dessous. Tous ces caractères permettent de conclure à une infestation des cônelets de l'aulne par un champignon appartenant à la classe des Ascomycètes et à la famille des Taphrinacées. Les Taphrinacées se caractérisent essentiellement par la production des asques à la surface libre des organes attaqués aux dépens des hyphes rassemblés sous la cuticule ».

Nous avons observé aussi lors de nos travaux sur le terrain que certaines aulnaies (Tonga, Ain Khia, Berrihane et Boumerchène...) peuvent être en très mauvais état. Ainsi, il a été remarqué que dans ces sites, le bois pourrit car l'aulne glutineux est soumis aux alternatives de sécheresse et d'humidité et comme l'enracinement de cette essence forestière est traçant, il ne peut pas atteindre la nappe phréatique pendant les périodes sèches (années à pluviométrie moindre ou assèchements périodiques dus aux pompages agricoles excessifs). Par conséquent sur les sols argileux, les chablis (Photo 4) sont plus courants : les aulnes (surtout âgés non exploités), déjà handicapés par leur enracinement traçant et leur canopée lourde et pesante, chutent parfois lorsque soufflent les vents violents d'automne et d'hiver et ce

en particulier sur les sols tourbeux inondés (Cas des aulnaies du Tonga, de Ain Khiair et de Boumerchène).

De même, les sujets affaiblis subissent parfois des atteintes de ravageurs secondaires xylophages (Cas des aulnaies de Boumerchène et de Berrihane).



Photo 6 : Infestation des cônelets de l'aulne glutineux par un champignon (Taphrinacées) dans le site de Boumalek (El Tarf). : (Bédouar et Mekadem 2008).

Traitement sylvicole.

Comme toutes les espèces rivulaires, l'aulne glutineux se régénère très facilement par recépage. Il rejette bien de souche, traité en taillis, il forme des cépées vigoureuses. Chaque brun de la cépée pouvant, si on ne l'exploite pas trop précocement, former un arbre. « On cite l'exemple d'une cépée de 7 m de circonférence à la base, portant 11 rejets de 24 m de haut et de 25 cm de diamètre ! » (Vickovic, 1991). En fait, du point de vue forestier, l'aménagement sylvicole des formations à aulne glutineux dépend des objectifs escomptés : 'protection et conservation' ou 'production de bois'.

Un écosystème aussi important et ignoré que les aulnaies, représente non seulement une haute valeur scientifique et biologique mais également une valeur économique et technologique des plus élevées. En effet, en France et en Belgique, une bille de pied d'aulne glutineux de «130cmx3m» coûtait en 1999 en moyenne 250 euros le m³ (Poncelet et al. 1999).

Les données exactes sur la productivité, l'exploitation ainsi que le prix des billes d'aulne ne sont pas connues en Algérie. Seul Boudy (1955) fait état de l'exploitation de 11000 m³ de bois d'aulne entre 1939 et 1951 soit 1000m³ par an à titre de bois d'œuvre.

Si les qualités bioéconomiques des aulnaies et des ripisylves ne sont plus à démontrer aujourd'hui, leur importance dans l'équilibre climatique régional et mondial n'est pas également à ignorer. Ces aulnaies confèrent, en effet aux sites où elles se développent une humidité permanente caractérisée par une nébulosité et une formation de brouillard nécessaires à la croissance équilibrée de la végétation ripicole,

mais également les tourbières au niveau desquelles elles se maintiennent, retiennent un volume important de gaz carbonique (CO₂) et de méthane (CH₄) pouvant participer d'une manière active au réchauffement climatique régional et par la même mondial au cas où ces tourbières seraient exploitées ou perturbées. La protection et la conservation de ces écosystèmes seraient donc plus judicieuses.

a) - Protection et conservation

Dans un esprit de protection et de conservation des aulnaies glutineuses en tant que patrimoine naturel exceptionnel et si l'on veut que l'aulne glutineux entretienne une large **diversité génétique** il n'est pas recommandé d'abuser de la pratique du recépage même si cet arbre est un arbre de taillis plutôt que de futaie. En effet, le fait de "conserver des ripisylves à haute biodiversité, c'est-à-dire non équienne, constituées d'espèces autochtones, adaptées au milieu et génétiquement diversifiées est peut être le meilleur moyen de contrôler et limiter certaines maladies de l'aulne glutineux répandues en Europe tel que le dépérissement causé par le champignon *Phytophthora alni*".

La diversité génétique des populations d'aulne glutineux pourrait probablement souffrir de l'artificialisation et du déboisement des berges et des ripisylves des cours d'eau.

En Algérie, les aulnaies glutineuses pourraient être considérées comme menacées parce qu'elles ont fortement régressé pendant les deux dernières décennies au profit des pratiques agricoles démesurées (cultures maraichères, arachide, pastèque, melon...) pompages hydriques excessifs et drainage des zones humides pour l'agrandissement des parcelles mises en culture, en pâture ou pour leur urbanisation.

b) - Usage :

- **le bois** : les utilisations du bois d'aulne glutineux sont multiples:

1 - Tournerie et ameublement.

Le bois de cet arbre est léger et tendre et se travaille facilement, il est par ailleurs imputrescible ; dans l'eau, il devient noir et de plus en plus dur et assez lourd.

- Il est utilisé pour la tournerie et l'ameublement. Son bois est rougeâtre, clair, sans distinction d'aubier et de bois parfait. Il prend bien la teinture et servait donc autrefois à imiter le bois précieux.

- Néanmoins, il est peu propre aux constructions car il pourrit assez rapidement. Il peut cependant être employé dans des chevrons et des pièces de menuiserie.

2 - Sculpture et ustensiles domestiques

En Algérie, on utilise le bois d'aulne surtout pour la fabrication artisanale des " Gasaâs " : ustensiles domestiques servant à rouler du " Couscous".

3 - Pâte à Papier : Traité en taillis, il est utilisé pour la fabrication de la pâte à papier.

4 - Construction navale, conduites et drains.

A humidité constante et sous l'eau, le bois d'aulne se conserve bien et est employé avantageusement pour la construction navale et pour les travaux hydrauliques (confection de drains et de conduites d'eau).

5- Charbon de bois : Le bois d'aulne brûle rapidement en donnant une chaleur vive. Il servait autrefois aussi à fumer viande et charcuterie.

▪ **Protection des sols:**

1 - C'est une espèce fixatrice d'azote « un aulne de 2 mètres fixe 0,25 à 0,50 Kg d'azote par an grâce aux bactéries symbiotiques qui vivent dans les nodosités de ses racines » (Dajoz, 1982). Selon l'auteur (ibid), « les arbres qui possèdent des nodosités fixatrices d'azote sont souvent des espèces pionnières sur sol pauvre. C'est le cas de l'aulne qui colonise précocement les alluvions. La symbiose avec les champignons formant des mycorrhizes sur les racines expliquent l'existence de forêts sur des sols podzoliques où les nitrates se forment lentement et sont rapidement éliminés par lessivage ».

L'aulne améliore ainsi le sol et peut permettre la fixation des terrains érodés (sols compacts). Par ailleurs, l'aulnaie constitue un stade d'évolution de la végétation dans un marais en voie d'assèchement. On peut utiliser l'aulne glutineux en mélange avec un résineux ou un autre feuillu (Peuplier) dont il améliorera la décomposition de la litière. En effet, les aulnaies ont suscité l'intérêt et la curiosité des scientifiques car ils exercent un rôle considérable dans les processus de dénitrification naturelle (INRA, 1995).

2 - **Protection contre l'incendie**

Il peut être utilisé aussi, en tant que feuillu (décidu) dans la défense des forêts contre les incendies. Ainsi les aulnaies glutineuses peuvent constituer des pare-feux arborés dans les stations qui conviennent à leur développement. Et de ce fait l'atmosphère humide de cette formation forestière étouffe l'incendie.

3 - **Protection des berges contre l'érosion :**

Au bord de la rivière, l'aulne glutineux aide à lutter contre l'érosion des berges et ses racines offrent le gîte à la loutre qui pourra y établir sa catiche.

▪ **Utilisation de l'écorce.**

L'écorce fournit des colorants brun foncés ou noirs en présence de sels de fer et de cuivre pour le tannage des objets de cuir en Laponie.

▪ **Médecine des plantes**

-Parties utilisées :

Ecorce des jeunes rameaux, feuille (février) et bourgeon en macérât glycérolé.

- Constituants:

Tanins (10 à 20%)- Lignanes-Glucosides –Anthraquinone–émodyne

- Propriétés :

L'écorce riche en tanins est : astringente – hémostatique – puissamment hyper cholérétique.

Les feuilles sont : antirhumatismales–Action desséchante des muqueuses et en dermatologie (décoction d'écorce : voie orale ou locale).

- Applications

- Rhumatismes. Localement : -Maux de dents, gencives et gorge : bain de bouche, gargarisme.

- Congestion mammaire des femmes allaitantes.

- Gemmothérapie : indication spécifique du bourgeon : syndrome inflammatoire à point de départ muqueux en phase suppurative aigue : Rhinite – Sinusite – Trachéite – Bronchite – ou inflammation

subaiguë à tendance diffusante : pleuro-pneumonie - syndrome thrombotique veineux aigu, phlébite, paraphlébite.

Médecine vétérinaire empirique

Autrefois l'aulne était utilisé pour lutter contre toutes les formes de parasites des animaux :

- branche déposée dans le poulailler ou le pigeonnier se recouvre de tous les ectoparasites d'oiseaux ;
- contre les mouches et les taons : lavage des chevaux avec une décoction.

Douleur : Cataplasme de feuilles fraîches écrasées contre l'écoulement muqueux ou purulent des naseaux de cheval : macération d'écorce.

- Risques : Aucun connu.

Ces multiples propriétés de l'aulne glutineux font de lui un arbre précieux pour les écosystèmes humides du Nord-Est algérien. Il convient donc de le protéger et de le valoriser pour le sauvegarder.

Remarque

L'utilisation rationnelle de l'aulne en tant que remède médical ne présente aucun risque, cependant des précautions sont à prendre à la suite des promenades sous les peuplements d'aulne.

En effet, à titre d'information, lors de nos travaux sur le terrain, nous avons été allergiques aux effets de la thrombidiose qui est une dermatose provoquée par le thrombidion : acarien ectoparasite (arachnide) appelé aussi aoûtat.

Cette larve de trombidité est longue de 2mm, rouge orangé, vivant dans les bois et les jardins (Synonyme : rouget). Les aoûtats se rencontrent surtout en été (août) dans les régions humides ; ils grimpent sur le promeneur et se fixent à la base des poils des zones irritées ou serrées (ceinture etc.) en enfonçant le rostre dans la peau. Leur présence se traduit par une rougeur et provoque des lésions très prurigineuses. Ils ne séjournent sur l'homme que quelques jours. On peut hâter leur retrait par un nettoyage à l'eau abondante et une application de l'alcool chirurgical (Nouveau Larousse médical, 1981).

1.1.1.2- Classification des familles par nombre d'espèces

Les espèces inventoriées se répartissent en 85 familles. Les Dicotylédones rassemblent le plus grand nombre d'espèces (282) par rapport aux Monocotylédones (111 espèces) et aux Ptéridophytes englobant seulement (19 espèces). Les deux seules Gymnospermes faisant partie des espèces recensées dans les bordures asséchées des parcelles d'aulne sont *Pinus maritima* et *Cupressus oxycedrus* que l'on trouve notamment sur les bordures de l'aulnaie du Tonga (Annexe 2).

1.1.1.3 – Classification des espèces par types biologiques

En général, la détermination des types biologiques est utilisée pour l'étude de la périodicité des biocoenoses (Dajoz, 1982). Chez les végétaux, la périodicité saisonnière est spectaculaire, elle peut modifier l'état physiologique des espèces (floraison, chute des feuilles et composition spécifique car certaines espèces ont une période d'apparition plus ou moins limitée).

Comme les relevés de végétation saisonniers ne sont pas exhaustifs, ce chapitre sera limité à la présentation de la liste botanique répartie selon les types biologiques correspondants : (hélophytes, amphiphytes, hydrophytes, thérophytes, phanérophytes, nanophanérophytes, géophytes et quelques chaméphytes) (Annexe 4).

Nous savons que les végétaux prennent des formes biologiques différentes en fonction de leur adaptation au milieu aquatique, humide, moyennement humide ou sec. Pour cela nous abordons ce chapitre en donnant un aperçu sur les formes biologiques.

1.1.1.3.1 - Les formes biologiques

L'adaptation de la plante diffère suivant les conditions du milieu (facteurs eau, sécheresse ...) ce qui se traduit par des modifications morphologiques : (polymorphisme chez certaines renoncles), des caractères anatomiques particuliers ou modes particuliers de pollinisation.

L'ensemble des particularités morphologiques qui jouent un rôle dans la résistance aux conditions défavorables donc dans la localisation des espèces végétales constitue leur forme biologique (Ozenda, 1982).

Parmi les nombreuses classifications de ces formes nous retiendrons celle de Raunkiaer pour des climats à saisons défavorables froides. Elle est basée sur la position des bourgeons caulinaires responsables de la mise en place de nombreux rameaux à la belle saison (donc sur le degré de protection assuré au point végétatif) (Gorenflot, 1980).

En général, les groupements végétaux méditerranéens sont plus sensibles à la sécheresse estivale qu'au froid hivernale de sorte que la morte saison pour ces formations végétales est l'été plutôt que l'hiver. Rappelons qu'une telle inversion de cycles est surtout fréquente dans la végétation des régions chaudes à saisons sèches bien marquée (Braun Blanquet, 1952).

A la suite des travaux de Raunkiaer, on utilise une distinction maintenant classique entre différents **types biologiques**. Ainsi, le type biologique le plus remarquable est celui des **phanérophytes** conservant l'essentiel ou la totalité de leurs parties aériennes, ce sont les arbres et les arbustes, grandes plantes herbacées, lianes, épiphytes ainsi que les arbrisseaux ou **nanophanérophytes**.

Les chaméphytes : regroupent de nombreux types: (a)- sous arbrisseaux ligneux à feuilles persistantes, à feuilles caduques ; en coussinets (b)- charnus perennants (c)- herbes à tubercules aériens et enfin (d)- herbes en coussinets exemples: le thym et la lavande.

Les Hémicryptophytes : placés à la surface du sol, les bourgeons sont protégés par la terre, la litière et la neige ; les Hémicryptophytes sont avec ou sans rosette hivernale de feuilles vertes.

Les Cryptophytes : bourgeons cachés dans le sol ou sous une couche d'eau (bourgeons portés par des rhizômes, des tubercules ou des bulbes chez les **géophytes** ; bourgeons de remplacement immergés se

développant dans la vase, avec axes végétatifs à l'air libre chez les **hélrophytes** ou sans axes végétatifs chez les **hydrophytes** (végétaux aquatiques plus ou moins immergés) (Fig. 44).

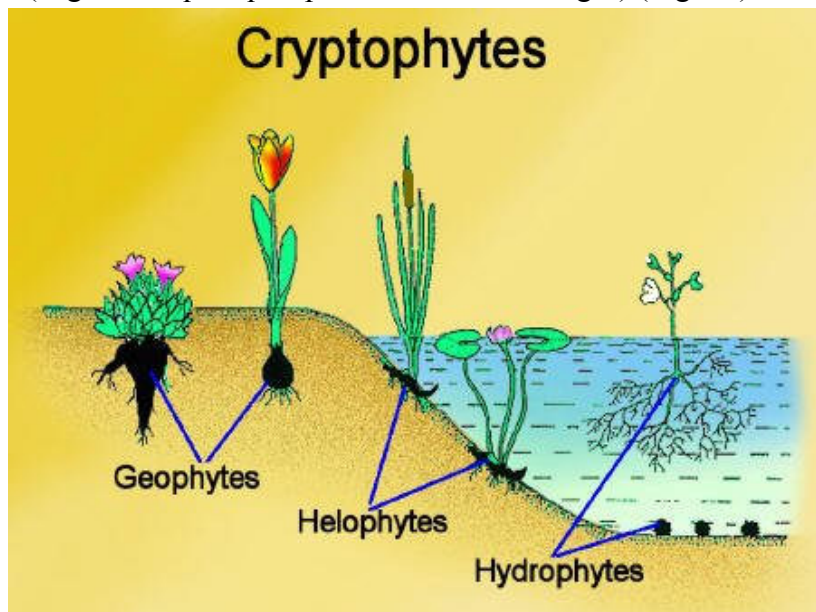


Fig. 44 : Les Cryptophytes

Les thérophytes : alors que toutes les formes précédentes concernent des plantes perennes, les thérophytes sont des espèces annuelles hivernales ou printanières, il ne subsiste rien de leur appareil végétatif pendant la mauvaise saison.

Les mésophytes constituent la quasi-totalité de la flore des régions tempérées, ce sont toutes les plantes terrestres qui vivent dans un environnement caractérisé par une humidité moyenne c'est-à-dire ne présentant ni excès ni une déficience en eau.

Les xérophytes présentent des adaptations dans les lieux secs, arides où l'évaporation est intense et l'apport d'eau très réduit. Ces xérophytes représentent des types biologiques largement répandus dans les régions méditerranéennes. Certains sont épineux (arbres, arbustes et plantes en coussinet), d'autres développent d'autres adaptations pour lutter contre la sécheresse estivale par exemple de la cire pour le palmier nain, l'arbousier et le myrte (Guitonneau 1983).

Sur le tableau en Annexe 4 classant la liste des espèces inventoriées en fonction des principaux types biologiques, on compte des hélrophytes plus nombreux avec (121 espèces), succèdent ensuite les thérophytes (105) ; les phanérophytes et les phanérophytes lianoïdes (54) ; les amphiphytes (42) ; les hémicryptophytes (37) ; les hydrophytes (18) ; les nanophanérophytes (12) et les chaméphytes moins abondantes avec cinq (05) espèces. La présence d'espèces appartenant à d'autres types biologiques est à signaler tels que les épiphytes et plusieurs autres espèces non vasculaires appartenant à l'Embranchement des Bryophytes exemples : *Funaria hygrometrica* et *Sphagnum denticulatum*.

Toutes les espèces qui se développent dans l'eau ou sur un sol fortement gorgé d'eau sont hygrophiles ; on utilise également pour les caractériser le terme d'**hygrophytes** (Montégut 1987, Quézel 1957). Cependant lorsqu'on parle de végétaux aquatiques, c'est en liaison avec la présence d'un plan d'eau dans lequel ou au dessous duquel se développent ces espèces.

Dans un premier temps, des nuances restrictives apparaissent pour distinguer les plantes aquatiques *sensu stricto* (qui ne se développent qu'en présence de l'eau), des semi-aquatiques (appareil racinaire submergé et tiges feuillées et florifères nettement élevées au dessus de la surface) et des amphibies ou **amphiphytes** qui s'adaptent en se développant sur de la vase en cours d'assèchement (*Rorripa amphibia*, *Polygonum amphibium*).

Afin de simplifier le problème, afin de lever l'équivoque des termes aquatiques, semi-aquatiques et amphibies, afin de fournir des éléments simples et pratiques de classification, les écologistes ont proposé

des termes pour définir les types biologiques des espèces végétales liées au milieu aquatique à savoir : **Hydrophytes** : végétaux qui développent la totalité de leur appareil végétatif à l'intérieur du plan d'eau ou au moins à la surface de ce dernier : (on distingue Fig. 45 : les plantes immergées à feuillage flottant, les plantes totalement immergées et les plantes flottantes) ;

Hélophytes : végétaux finissant par développer un appareil végétatif et reproducteur totalement aérien, mais gardant leurs appareils souterrains dans un substrat vaseux gorgé d'eau. Les uns commencent leur cycle à l'état submergé, les autres d'emblée comme un végétal terrestre. Par ailleurs, un certain nombre de nuances a été décrit à l'intérieur de ce vaste groupe par Montégut (1987) :

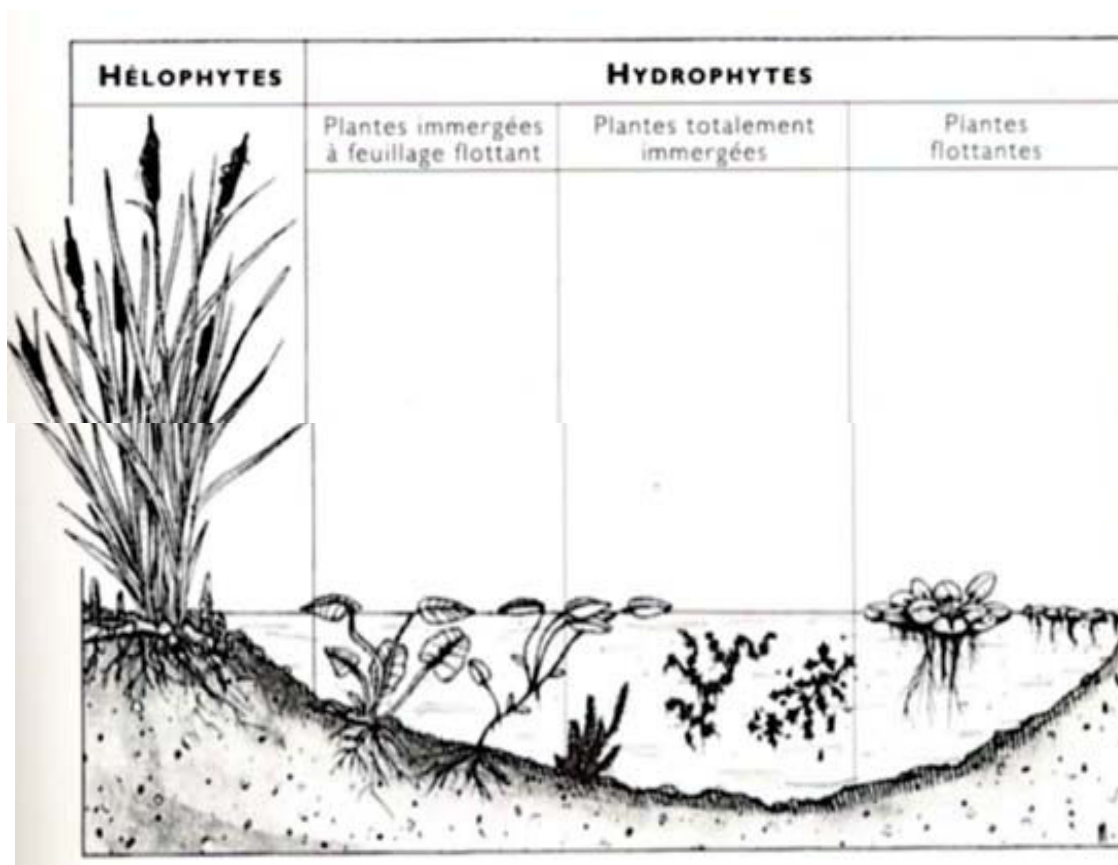


Fig. 45 : Les hélophytes et hydrophytes. Source : **Classification des végétaux aquatiques**, In *Plantes aquatiques et de berges* (Albert D. et Tramier P.H., 2003).

- les hélophytes-hydrophytes :

Dans l'ensemble, elles constituent le rideau de végétation riveraine profonde planté dans le plan d'eau lui-même. On citera les espèces suivantes : *Alisma plantago aquatica*, *Cladium mariscus*, *Helosciadium nodiflorum*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium* spp., *Typha* spp., *Veronica anagallis aquatica*...

- les hélophytes vrais, les ripicoles :

Il s'agit des espèces qui forment le second rideau, plus terrestre, vers le sol ferme, au bord des rivières ou des étangs et dont les appareils souterrains se situent typiquement dans le plan moyen de la zone de balancement du plan d'eau au cours des différentes saisons. Elles sont hydrophiles et, si leur couche est rapidement exondée, leurs racines prospectent toujours des horizons gorgés d'eau, vaseux ou tourbeux, sableux ou limoneux, argileux ou marneux.

Suivant le substrat et suivant le profil du bord des eaux (aplani ou abrupt), on distinguera :

- 1 les ripicoles au flanc des berges abruptes argileuses ou marneuses telles que : *Butomus umbellatus*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Scrophularia auriculata*...

- 2 les ripicoles des berges plates progressivement mais largement exondées, sableuses, vaseuses ou tourbeuses : *Eleocharis palustris*, *Iris pseudacorus*, *Juncus acutiflorus*, *Juncus bulbosus*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Nasturtium officinale*, *Phragmites australis*, *Ranunculus flammula*...
- 3 les ripicoles des berges plates progressivement mais largement exondées, marneuses : *Butomus umbellatus*, *Juncus subnodulosus*, *Mentha suaveolens*, *Oenanthe fistulosa*, *Scirpus maritimus*, *Veronica beccabunga*...

- les héliophytes ‘terrestres’ et plantes des sommets des berges

Cette catégorie englobe les espèces vivant près des plans d'eau, sur sols tourbeux, plus ou moins inondés :

- dans les sous-bois humides, les aulnaies riveraines ;
- au sommet des berges, des canaux ou des rivières ;
- dans les fossés ;
- près des sources ;
- dans les prés marécageux ;
- au niveau des suintements, sur affleurements marneux ;
- dans les cultures ;
- dans les rizières etc ...

De très nombreuses espèces font partie de cette catégorie, nous citerons seulement : *Carex spp.* ; *Echinochloa spp.* ; *Epilobium hirsutum* ; *Juncus effusus* ; *Scirpus sylvaticus* ; *Solanum dulcamara* etc...

Quoiqu'il en soit hydrophytes ou héliophytes, les végétaux aquatiques présentent une diversité dans leur morphologie, leur mode de croissance et leur mode de régénération.

1.1.1.3.2 - Spectres biologiques de l'aulnaie marécageuse de Righia

Nous présentons ci-dessous les figures 46 et 47 indiquant respectivement un exemple de spectres biologiques de l'aulnaie marécageuse de Righia et de la pelouse résultant de sa dégradation sous l'effet néfaste d'un certain nombre de facteurs anthropiques décrits ci-dessous (§ 1.1.2.6).

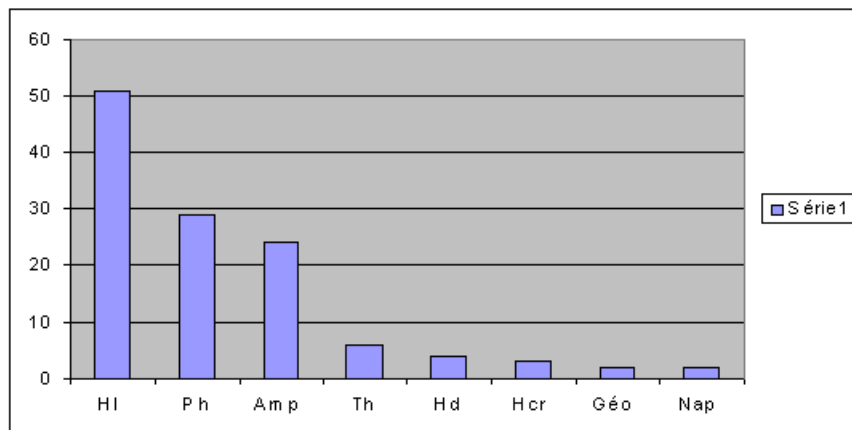


Fig 46: Types biologiques de l'aulnaie marécageuse de Righia.

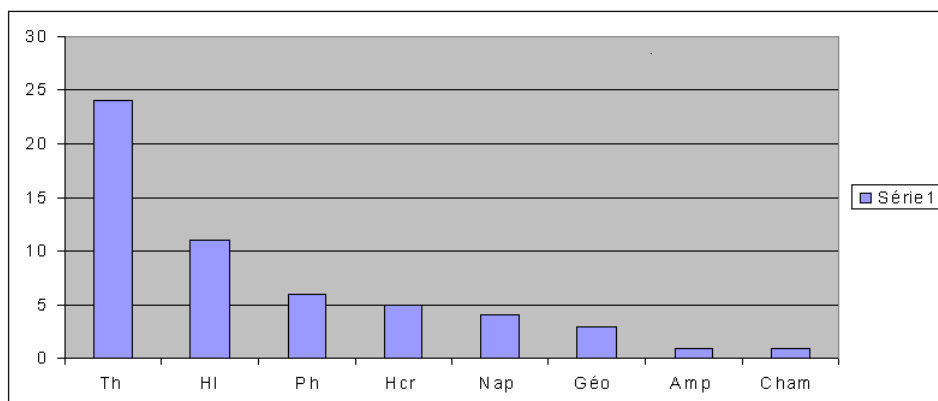


Fig 47 : Types biologiques de la pelouse de Righia

**Légende : Hélophytes (HI) ; Phanérophytes (Ph) ; Amphiphytes (Amp) ; Hydrophytes (Hd) ;
Thérophytes (Th) ; Hémicryptophytes (Hcr) ; Nanophanérophytes (Nap) ; Géophytes (Géo).**

Il est intéressant de comparer les deux spectres biologiques représentés par les histogrammes (Fig. 46 et 47). Ces spectres montrent que les groupes biologiques prédominants de l'aulnaie et ceux de la pelouse sont très différents d'une formation à l'autre :

Pour le premier spectre biologique (Fig. 46) et sur un total de 121 espèces :

- on constate que l'aulnaie présente un noyau important d'hélophytes (51 espèces) caractéristiques des forêts humides.
- Le nombre des phanérophytes (29) est assez élevé, car le couvert forestier de cette aunaie est peu dense en raison de l'impact des activités agricoles et du pacage.
- Les amphiphytes succèdent ensuite avec un nombre de 24 espèces.
- Les hydrophytes (4 espèces) occupent surtout les cours d'eau.
- Quant aux thérophytes (6), aux hémicryptophytes (3) et aux géophytes (2), ils sont peu représentés dans les aulnaies. Les espèces appartenant à ces derniers types biologiques proviennent des groupements dunaires voisins. On remarque donc la rareté des géophytes et l'absence des chaméphytes : absence due au peu de luminosité régnant dans la forêt d'aulne glutineux et aux longues périodes d'inondation (Thomas, 1975).
- Les nanophanérophytes sont représentés par les deux taxa suivants : *Ruscus hypophyllum* faisant partie du cortège floristique de l'aulnaie humide ombragée et par *Rubia peregrina* faisant partie de celui de la subéraie, mais se trouvant également dans l'aulnaie dite « sèche » par Thomas (1975).

La figure 47 montre le spectre biologique de la pelouse résultant de la dégradation de l'aulnaie pour une liste non exhaustive de 55 espèces.

- On remarque le nombre élevé des thérophytes (24). Ce sont toutes des annuelles mésophytes indiquant que le milieu est plus sec comparé à celui de l'écosystème aulnaie.
- Ces thérophytes représentent environ le double de celui des hélophytes (11).
- Les phanérophytes sont représentés par 5 espèces par rapport à la surface de la station étudiée. En général, les taux de représentation des hémicryptophytes, des nanophanérophytes ainsi que celui des géophytes sont plus importants comparés à ceux de l'aulnaie, ce qui indique un assèchement du milieu. Ceci est confirmé par le taux très faible des amphiphytes, l'absence des hydrophytes et l'apparition des chaméphytes : signe d'adaptation à la sécheresse et aux milieux ouverts.

1.1.2 - Etude de la formation hygrophile à aulne glutineux

Toute biocoenose possède une structure particulière qui correspond à la disposition des individus des diverses espèces les uns par rapport aux autres, soit dans le plan vertical, soit dans le plan horizontal (Dajoz, 1982).

Chez les végétaux, la répartition dans le plan vertical correspond à **la stratification** qui est plus ou moins marquée suivant les phytocoenoses. La stratification est souvent une conséquence de la compétition interspécifique, pour la lumière et pour l'eau (Dajoz, 1982).

L'aulnaie glutineuse des plaines sublittorales est en effet une formation hygrophile dont la diversité des espèces végétales est liée à des variations du milieu dues selon Thomas (1975) à :

- la permanence de l'inondation du sol
- la profondeur de l'eau (niveau de la nappe phréatique)
- L'intensité de l'éclairement.

Par ailleurs, nous avons vu ci-dessus que la formation forestière hygrophile à aulne glutineux est un bois se développant sur substrat tourbeux. Le sous-bois y est plus ou moins abondant et est caractérisé par la présence de plusieurs lianes formant parfois une forêt humide inaccessible où on distingue trois principales strates :

1.1.2.1- La strate arborescente

La strate arborescente est formée d'*Alnus glutinosa* dans les peuplements purs exemple : les sites suivants : Oum laâgareb, Nechaâ khellalba et les stations d'aulnes de Berrihane. (Tab.50).

En général, l'aulne glutineux est associé (dans les peuplements mixtes ou en mélange) au frêne (*Fraxinus angustifolia*), à l'orme (*Ulmus campestris*), aux saules (*Salix pedicellata* et *S. alba*). On y trouve aussi le figuier (*Ficus carica*) accompagné parfois par le laurier noble (*Laurus nobilis*) qui prend la taille d'un arbre dans certaines stations : Righia, Ain khiar, Seraidi ... Plusieurs chênes font partie aussi de ce mélange d'espèces arborescentes : le chêne zeen (*Quercus faginea subsp. Mirbeckii*) dans les aulnaies de Ain khiar, de Laouledj, Ain Bergouguaia, Bourdim et Seraidi. Et en bordure des stations d'aulne asséchées, on trouve surtout le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne kermes (*Quercus coccifera*).

1.1.2.2 - La strate arbustive

La strate arbustive ou frutescente dépend du type d'aulnaie (aulnaie d'oued, aulnaie de lac ou aulnaie de dépression inter dunaire : aulnaie marécageuse). En effet, ces formations forestières (aulnaies glutineuses) présentent plusieurs faciès qui dépendent de la densité d'*Alnus glutinosa*.

Cette densité est maximale sur les sols argileux en permanence humide : l'eau empêchant la décomposition de la matière organique donne naissance à un milieu hydromorphe appelé « tourbière » (Joleaud 1936, Durand 1954, Thomas 1975).

Dans les stations d'aulne inondées en permanence (Garaât Ouas, les aulnaies de Berrihane et Bouglès), la strate arbustive est presque absente. Le milieu ombragé par la strate arborescente permet le développement de l'Osmonde royale (*Osmunda regalis*) et la fougère femelle (*Athyrium filix femina*) : espèces dont la taille atteint parfois la hauteur d'un arbuste (au dessus de 1.50m) quand le milieu est très riche (exemple aulnaie de Sidi Makhoulf).

Il est remarquable que les limites de l'aulnaie sont caractérisées par un peuplement moins dense dont le sous-bois est plus éclairé ; la croissance de l'aulne est alors contrariée par la « sécheresse » qui favorise le développement d'une flore provenant de la subéraie humide. Du côté du marécage ou du lac permanent l'aulne est contrarié par la profondeur de l'eau qui peut atteindre 60cm autour des derniers îlots exondés selon Thomas (1975).

Grâce à l'absence du couvert de ces peuplements caducifoliés en hiver, la strate arbustive est plus ou moins abondante selon les types d'aulnaies considérées (aulnaies marécageuses ou aulnaies d'oueds : ripisylves) ; lorsque l'aulnaie n'est pas inondée en permanence, la présence de lumière a pour conséquence que cette strate est constituée par des arbustes à feuilles caduques exemples : la bourdaine (*Rhamnus frangula*), l'aubépine (*Crataegus oxyacantha* subsp. *monogyna*), le merisier (*Prunus avium*) et rarement le merisier à grappes (*Prunus padus*) à Ain Bergouguaia ainsi que le gattilier (*Vitex agnus castus*) aujourd'hui complètement détruit dans l'aulnaie limitrophe au lac Melah.

On trouve également dans cette strate arbustive des arbustes à feuilles persistantes comme la viorne (*Viburnum tinus*) qui prend l'allure d'un arbre dans la ripisylve de Oued Hrour à Seraidi.

Plusieurs arbustes propres au cortège floristique de la subéraie se trouvent sur les bordures asséchées des aulnaies marécageuses ; c'est le cas de la filaire (*Phyllirea latifolia*), le myrte commun (*Myrtus communis*) , le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'olivier commun ou oléastre (*Olea europea*), le fragon (*Ruscus hypophyllum*) nanophanérophyte trouvée dans les milieux ombragés ou sous les rochers ainsi que les bruyères indicatrices de sols acides généralement sablonneux : la bruyère à balai (*Erica scoparia*) dans les milieux humides et la bruyère arborescente (*Erica arborea*) dans les milieux plus secs accompagnée par le calycotome (*Calycotome villosa*) et le genêt (*Genista ferox*).

Les lianes sont nombreuses et sont représentées par les phanérophytes suivantes : la salsepareille d'Europe (*Smilax aspera*), le lierre grimpant (*Hedera helix*), la vigne sauvage (*Vitis vinifera*), la ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius*), l'églantine (*Rosa sempervirens*), les clématites (*Clématis cirrhosa* et *C. flammula*), la nanophanérophyte nommée garance voyageuse (*Rubia peregrina*) ainsi que la longue aristoloche (*Aristolochia longa* subsp. *paucinervis*) : héliophyte trouvée dans l'aulnaie d'Oum laâgareb. Parmi les géophytes lianoïdes, il a été inventorié la bryone dioïque (*Bryonia dioïca*), l'asperge à feuilles épineuses (*Asparagus acutifolius*) ainsi que (*Tamus communis*): l'herbe aux femmes battues ; généralement toutes ces lianes sont humicoles.

1.1.2.3 - La strate herbacée

La strate herbacée est constituée par quelques ptéridophytes : l'osmonde royale (*Osmunda regalis*), (*Dryopteris gongylodes*), le capillaire noir (*Asplenium adiantum nigrum*), la fougère femelle (*Athyrium filix femina*) quand le milieu est ombragé. Au bord des stations d'aulne, prospèrent abondamment la fougère aigle (*Pteris aquilina*) espèce heliophile envahissante et parfois quelques pieds du capillaire de Montpellier (*Adiantum capillus veneris*) en terrains sablonneux. Quant à la sélaginelle denticulée (*Selaginella denticulata*), elle se développe dans les dépressions dunaires et les rochers humides en montagne particulièrement à Ain Bergouguaia et Seraidi où on dénombre d'autres fougères plus rares telles que la langue de cerf ou scolopendre (*Phyllitis scolopendrium*), (*Asplenium trichomanes*), (*Polystichum setiferum* ou *Dryopteris aculeata*) et (*Anogramma leptophylla*).

Parmi les épiphytes inventoriées, le polypode commun (*Polypodium cambricum* ou *P. vulgare*) affectionne les troncs d'arbres et se développe vigoureusement sur les branches étalées des aulnes situées sur les rives de Oued Laouledj ou même sur les rochers comme pour le site de Seraidi. Quant à *Cotyledon umbilicus veneris*, elle préfère les microclimats humides et ombragés sous les arbres, les broussailles et les rochers. Par ailleurs, la bryophyte (*Funaria hygrometrica*), indicatrice du passage des incendies dans ces forêts est abondante dans les sites humides étudiés. En revanche, il nous a été miraculeux de trouver un tapis de sphaigne (*Sphagnum auriculatum*) dans le seul site de Ain Bergouguaia.

La strate herbacée est principalement caractérisée par de nombreuses héliophytes, des amphiphytes, des hydrophytes ainsi que des thérophytes (Annexe 4).

En fait, un caractère commun à tous ces types biologiques réside dans leur exigence en eau, facteur qui fournit le milieu ambiant lui-même pour les hydrophytes ou qui assure les importants besoins en eau de l'appareil végétatif pour les héliophytes, les amphiphytes et les thérophytes hygrophiles.

Les géophytes sont peu nombreuses dans les aulnaies humides ou inondées. Ce dernier type biologique est surtout représenté par le capuchon de moine (*Arisarum vulgare* subsp. *exsertum*) ; la colocasie (*Colocasia antiquorum*) ainsi que le pied de veau (*Arum italicum*) de la famille des aracées ; le cyclamen (*Cyclamen africanum*) de celle des Primulacées et *Iris unguicularis* de la famille des iridacées.

Les hémicryptophytes comprennent des crucifères, des graminées, des oxalidacées, des plantaginacées ainsi que des scrofulariacées.

Les chaméphytes sont absentes dans les aulnaies peu éclairées et inondées pendant de longues périodes. Néanmoins, elles apparaissent lorsque la nappe phréatique s'abaisse et le milieu devient plus sec. Elles sont représentées par la crapaudine romaine (*Sideritis romana* subsp. *numidica*) : labiée trouvée une fois dans l'aulnaie « sèche » du Tonga et par plusieurs euphorbes (*Euphorbia terracina*, *E. paralias*, *E. biumbellata*) ainsi que par des scrofulariacées exemple (*Scrofularia sambucifolia*).

Le nombre des géophytes et des hémicryptophytes augmente également dans un tel milieu car les espèces adaptées aux pelouses (milieux ouverts) colonisent plus ou moins l'aulnaie asséchée.

1.1.2.4 - L'effet de lisière : 'l'écotone' et richesse en biodiversité

On désigne sous le terme d'écotone : « la zone de contact entre deux écosystèmes différents ou entre deux stades successionnels différents d'une même sère ou série » (Dajoz, 1982).

La grande diversité de la végétation formant les bords des aulnaies glutineuses et prospérant dans les tourbières est due à l'apparition d'une flore hétérogène provenant des groupements voisins : groupements des dunes, subéraies ou cultures ou au contraire si l'éclaircissement le permet des plantes venant du lac.

Ce sont des stations généralement plus riches du point de vue biodiversité et jouant un rôle tampon entre zone terrestre et zone humide ou aquatique (de Bélair et Samraoui, 1998). Ce rôle est particulièrement évident au niveau des oueds où les conditions du milieu permettent l'existence simultanée d'espèces appartenant à deux biocoenoses différentes et voisines vivant dans une zone intermédiaire dite « écotone ».

Ces groupements occupent en effet, une étroite bande sur les bordures des aulnaies et forment une transition plus ou moins régulière et sont ainsi souvent étroitement imbriqués les uns dans les autres. Ce passage brusque du groupement à aulne glutineux à un autre type de végétation (exemple la subéraie) s'accompagne d'une augmentation nette du nombre d'espèces, c'est l'effet classique des communautés de l'écotone caractérisées localement par un mélange d'éléments, mais aussi par l'apparition d'éléments nouveaux propres à l'interface créés entre les deux groupements (Frontier et Pichod-Viale 1993).

1.1.2.5 - Les formations en mosaïques ou en ceintures de végétation autour d'un étang ou au bord d'un plan d'eau.

L'organisation d'une biocoenose se manifeste également dans le plan horizontal par une hétérogénéité plus ou moins marquée, telles que des zones nues alternant avec des zones couvertes de végétation et une répartition des individus de type souvent aggloméré (Dajoz, 1982).

Dans certains cas, on constate que les biocoenoses ont une structure en **mosaïque**. Deux exemples peuvent être donnés :

1)- en bordure des aulnaies, on peut constater l'intercalation de dépressions humides à *Anagallis crassifolia*, *Ranunculus ophioglossifolius* et *R. sceleratus* et de dépressions inondées à *Potamogeton nodosus* (dans le site de Boumalek) ;

2)- dans la tourbière de Aïn Bergougaiia, (Cf. § 1.1.3.2-I), cette intercalation se produit également sur un petit replat (environ 1are) où coulent longtemps (suintement) et stagnent périodiquement, des eaux ferrugineuses acides dont le pH est compris entre 5,5 et 6,5. On distingue dans cette association : *Anagallis crassifolia*, *Eleocharis multicaulis*, des touradons de *Rynchospora glauca* et un tapis de *Juncus bulbosus*...au milieu d'une biocoenose à *Sphagnum denticulatum* (*S. auriculatum*), quand le milieu est

immergé. Au fur et à mesure que se consolide le substrat, s'installent des héliophytes telles que *Hypericum afrom*, *Carex punctata*, *Laurentia bicolor* et *Fuirena pubescens*... Puis avec l'exhaussement continu du substrat, surviennent des espèces de bois et de maquis tourbeux (ou de landes) telles que : *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Hedera helix*, *Alnus glutinosa* et *Bellis prostrata*. Cet ensemble de formations végétales alternées constitue les trois phases de la succession des groupements hygrophiles décrite par Nègre en Kroumirie au Nord-Ouest de la Tunisie (Nègre, 1952) (Cf. § 1.1.4.3).

Dans le plan horizontal de la structure d'une biocoenose, la disposition en **zones concentriques** apparaît lorsqu'un gradient régulier se manifeste dans les caractéristiques physico-chimiques du milieu (**ceintures de végétation** autour des étangs ou au bord de la mer) (Dajoz, 1982).

Il nous a été donné d'observer ce cas de figure dans trois sites d'échantillonnage : le lac bleu, Sidi Makhlouf ainsi qu'une placette d'aulne située dans le site de Berrihane. Un exemple est donné plus loin dans le chapitre 1.1.3.2-K où nous décrivons les formations végétales constituant des ceintures présentant une véritable synthèse de la succession des groupements sur l'ensemble de la région (Numidie orientale et occidentale) telle qu'elle a été décrite par de Bélair (2000 comm. verb.).

1.1.2.6- Les pelouses hygrophiles et prairies marécageuses

Avant d'aborder ce chapitre nous décrivons succinctement les perturbations d'origine anthropique qui dégradent et détruisent progressivement les aulnaies glutineuses étudiées aboutissant au stade final de pelouse ou de prairie marécageuse.

Les zones humides sont en effet, menacées de disparition à cause des destructions causées par l'homme et par son bétail. Ces menaces sont représentées notamment par :

- l'extraction du sable dans les dunes, à l'origine de la destruction progressive de plusieurs sites ;
- la destruction du maquis protecteur des dunes en vue de la culture notamment de la pastèque ;
- le pompage irrationnel de la nappe dunaire et des ressources hydriques des zones humides
- la construction de ponts, de bassins et de barrages sur ces écosystèmes
- la pollution par l'utilisation intense de l'irrigation à l'aide de moteurs de 25CV, alimentée par le fioul.

Le tableau 52 présente les perturbations d'origine anthropique dans les 35 aulnaies glutineuses étudiées.

L'intensité des perturbations a été évaluée sur une échelle de 4 niveaux :

Absence (), faible (+), moyenne (++) et forte (+++).

- Le pâturage a été évalué par la présence et l'abondance des troupeaux de bovins, ovins et caprins, sans distinction.
- Les défrichements, sont à l'exception des cas spécifiés, liés à l'agriculture et se traduisent par le déracinement des aulnes sur des surfaces faibles (+) à importantes (+++).
- La pollution est essentiellement due aux nitrates (N), aux détergents et huiles de moteur (H) et à des décharges sauvages (DS).
- Les prélèvements de sable peuvent être très volumineux (+++) dans les carrières autorisées à moins importants (+), exploités illégalement par les riverains.
- L'action devastatrice de l'homme est responsable de coupes illicites de bois allant de quelques sujets d'aulnes (+) à une étendue en surface plus importante (+++).
- Les collectes illégales concernent *Laurus nobilis* (Ln) et *Rhamnus frangula* (Rf).
- Les espèces introduites envahissantes sont : *Acacia* spp. (A), *Ailanthus altissima* (Aa), *Eucalyptus* spp. (E), *Phytolacca americana* (Pa), *Populus* spp. (P), *Ricinus communis* (Rc) et *Taxodium distichum* (Td).



Photo 7 : Pâturage - S. Muller (2011)

Tableau 52 : Perturbations d'origine anthropique

Code	Pâturage	Défrichement et pompage	Pollution	Carrière de sable	Coupe	Collecte illégale	Espèces envahissantes
Flu-1	+	+	+ N			+ Ln	
Flu-2	+	+	+ N	+++		+ Ln	
Flu-3	+	+	+ N				E
Flu-4	+	+	+ N	+	+	+ Ln	
Flu-5	+	+	+ N				E, A
Flu-6	+	+	+ N		+		A
Flu-7	+	+	+ N				
Flu-8	+		+ N		+		
Flu-9	+		+ N				
Flu-10	+	+++ (pont)	++ N, DS				
Flu-11	+	+++	+ N	+	+		
Flu-12	+	+++	++ N, DS			+++ Rf	
Flu-13	+	+++ (charbonnière)	++ N, DS			+ Ln	Aa
Flu-14	+	+++	+ N				
Flu-15	+	+++	+ N				
Lac-1	+	+++ (tourisme, été)	++ N, DS		+++		A, P, Td, Pa
Lac-2	+	+	+ N				Pa
Lac-3	+	+++	+ N	+			
Lac-4	+	+	+ N				
Lac-5	+	+	+ N			+ Rf, Ln	
Lac-6	+	+	+ N				
Lac-7	+	+	+ N		+		
Lac-8	+	+	+ N		+		
Lac-9	+	+++ (zoo)	+ N				
Lac-10	+++	+++	+ N, H			+	Rc
Dun-1	+	+++	+ N			Rf	
Dun-2	+	+++	+ N				
Dun-3	+	+++	+ N				
Dun-4	+	+++	+ N				
Dun-5	+	+++	+ N				
Dun-6	+	+++	+ N				
Dun-7	+	+++	+ N				
Dun-8	+	+++	+ N				
Dun-9	+	+++	+ N				
Dun-10	+	+++	+ N				

L'extension des parcelles agricoles utilisées pour la pratique des cultures maraîchères, de la pastèque et des arachides, les pompes hydriques irrationnelles ainsi que l'entretien du pâturage par incendie (des taillis tourbeux et des maquis de chêne liège) dégradent et détruisent progressivement l'aulnaie et la subéraie limitrophe.

Dans un premier temps, à cause de leur pouvoir colonisateur les ronciers (*Rubus ulmifolius*) en association avec la fougère aigle (*Pteris aquilina*) envahissent l'aulnaie et la rendent inaccessible.

Par ailleurs, l'assèchement graduel de ces milieux humides permettra l'installation progressive de formations végétales basses qualifiées de « pelouses » par Quézel (1957) ; Huetz de Lempis (1970) et Zeraia (1984) et nommées « prairies marécageuses » par Maire (1926).

Une étude ultérieure plus approfondie devrait permettre de différencier entre la prairie tourbeuse et la pelouse hygrophile (située au contact avec la tourbière dans des milieux plus drainés). Les définitions données dans le dictionnaire agricole (1981) sont les suivantes : « En écologie : on définit la pelouse comme étant une formation basse herbacée et fermée constituée de graminées associées à quelques légumineuses et à quelques plantes à rhizomes ». En général, les pelouses sont plus sèches que les prairies.

La définition du mot « prairie » est plus complexe car elle peut être naturelle ou artificielle (cultivée), nous retenons principalement que c'est une formation herbeuse dense où dominant des graminées vouées au pâturage. On constate cependant, grâce aux observations menées sur le terrain que la composition spécifique des formations basses étudiées dépend de la nature du sol, de sa profondeur et de son état hydrique. Ainsi plusieurs aspects peuvent être distingués dans ces milieux eutrophes où on observe plusieurs types biologiques : (Annexe 4)

1)- Lorsque la nappe phréatique est affleurante on remarque la présence de plusieurs hydrophytes.

Cette flore hydrophytique est en général la même que celles des châabas (fossés, ravins) traversant les aulnaies, flore le plus souvent concentrée au niveau des cours d'eau douce comme : la callitriche ou capillaire d'eau (*Callitriche obtusangula*) ; l'isnardie (*Ludwigia palustris*) ; les aches aquatiques (*Apium crassipes* et *A. nodiflorum*) ; la renouée poivrée d'eau (*Polygonum lapathifolium*) ; le millepertuis (*Hypericum afrum*) ; le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) ; le potamot des rivières (*Potamogeton nodosus*) ; la cornifle ou populage des marais (*Ceratophyllum demersum*).

2)- Espèces de pelouses hygrophiles situées au contact avec les tourbières

L'étude de la végétation des pelouses issues de la dégradation des aulnaies n'est pas exhaustive. Néanmoins il y a été constaté la présence voire l'omniprésence de certaines graminées telles que : le brachypode des bois (*Brachypodium sylvaticum*), l'agrostide stolonifère : (*Agrostis stolonifera*), l'agrostide semi-verticillé (*Agrostis semi-verticillata*), la houlque laineuse (*Holcus lanatus*), la flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*), le panic pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*), la crételle (*Cynosurus polybracteatus*) et l'amourette (*Briza minor*)...

On y trouve également plusieurs composés particulièrement : la porcelle enracinée : (*Hypochoeris radicata*) et la porcelle radiée (*Hyoseris radiata*) ainsi que de nombreuses espèces prairiales de meilleure qualité fourragère telles que les trèfles exemple (*Trifolium repens*) et les lotus telles que le lotus corniculé (*Lotus corniculatus*).

Cette pelouse initiale est plus ou moins parsemée de cypéracées (*Carex spp.*) et de plusieurs renoncules (*Ranunculus muricatus*, *R. ophioglossifolius*, *R. sceleratus* et *R. sardous*...).

Ces stades de dégradation (ronciers suivis par l'installation de *Brachypodium sylvaticum*, *Ranunculus macrophyllus*, *Carex sylvatica*, *Mentha spp.* etc ...) ont été signalés par Zeraia (1984) dans les aulnaies ripicoles du Mont de Chréa. Par ailleurs Maire (1926) décrit ces formations basses hygrophiles ou prairies marécageuses comme étant caractérisées par l'abondance de grandes graminées telle que le roseau à balai (*Phragmites australis*), des cypéracées comme le marisque (*Cladium mariscus*) ainsi que des joncacées. Ce stade de dégradation est propre aux aulnaies glutineuses plus ou moins inondées en mélange avec des formations à peuplier blanc situées en altitude ou en plaine (Maire 1926 ; Bensettiti 1995).

Quand le niveau de la nappe phréatique baisse, les stades de dégradation sont la forêt claire, puis le maquis constitué par les éléments du sous-bois, ensuite s'installe un maquis clairieré qui est remplacé progressivement par des prairies à *Carex* spp. , graminées, *Cirsium giganteum* (Composée), ou la ptéridaie qui s'installe très rapidement sur la pelouse laissée à l'abandon. Ces stades de dégradation sont propres à la forêt humide où dominent le frêne et l'orme.

3)- Les incendies, la pratique de l'agriculture ainsi que le surpâturage se conjuguent pour accélérer davantage la dégradation des taillis tourbeux, des maquis de chênes limitrophes ainsi que les zones de tourbes dénudées. En effet, dans les milieux plus secs, ces zones de tourbes dénudées sont accessibles, très fertiles et très riches en graminées et en légumineuses particulièrement appréciées par le bétail. Par ailleurs, la fertilité du sol permet l'exploitation à court terme (3 à 4 ans) de la couche tourbeuse de ces zones défrichées où la pratique des cultures maraîchères et des arachides est la plus courante.

Une fois que la totalité de la matière organique a été minéralisée, les dépressions dunaires sont abandonnées et des espèces indicatrices de pelouses sablonneuses s'installent, en l'occurrence : les silènes comme (*Silene colorata*), le seneçon à feuilles de leucanthème (*Senecio leucanthemifolius*), les plantains exemple la corne de cerf (*Plantago coronopus*), la porcelle radiée (*Hyoseris radiata*), les pâquerettes telles que (*Bellis annua*), le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), la crucifère (*Brassica procumbens*), la linaria jaune (*Linaria flava*), l'evax nain (*Evax pygmaea*) etc...

Dans les milieux argileux, le chiendent pied de poule (*Cynodon dactylon*) est envahissant. On y trouve aussi des espèces caractéristiques du groupement à Oléo- lenticque telles que la vipérine pourpre (*Echium plantagineum*), le choin noirâtre (*Schoenus nigricans*) ainsi que l'arum d'Italie (*Arum italicum*) et le capuchon de moine (*Arisarum vulgare*).

Par conséquent, au fur et à mesure de leur exploitation, les zones de tourbe dénudées se dégradent et disparaissent à jamais, pourtant elles sont connues par leur richesse en biodiversité d'intérêt international. On y signale l'abondance d'*Illecebrum verticillatum* : espèce méditerranéo-atlantique signalée comme très rare par Quezel et Santa (1962-1963) dans les lacs et mares temporaires. Cette dernière espèce est généralement associée à *Scirpus cernuus* et *Juncus tenageia*. On y rencontre également des *isoetes* (*I. hystrix* et *I. velata*) ainsi que d'autres espèces protégées en France telle que *Veronica sicula* (comm. Verb. de S. Muller 2008).

4)- Parmi les ultimes stades de dégradation de ces milieux (aulnaies) on peut observer plusieurs cas de figure en fonction des sites étudiés :

- dans les milieux inondés : le plantain d'eau (*Alisma plantago aquatica*) et le potamot chevelu (*Potamogeton trichoides*) sont indicatrices de pollution par les nitrates et les phosphates.
- On peut remarquer aussi des pelouses discontinues situées à proximité des stations d'aulne. Ces formations basses discontinues sont caractérisées par des espèces adaptées au surpâturage telles que le garou (*Daphne gnidium*), l'asphodèle (*Asphodelus aestivus*), la scille maritime (*Urginea maritima*) auxquelles on peut joindre l'amourette (*Briza maxima*) et le pavot (*Glaucium flavum*), la malcomie (*Malcomia parviflora*), plusieurs euphorbes ainsi que des chardons très communs tels que le scolyme d'Espagne (*Scolymus hispanicus*) et le chardon marie (*Silybum marianum*)... inféodées aux milieux azotés. Quant au palmier nain (*Chamaerops humilis*) et les cistes (*Cistus monspeliensis* et *C. salvifolius*), elles sont abondantes dans les pelouses dégradées plus chaudes.

5)- Un autre aspect concernant la dégradation des aulnaies, mérite d'être signalé, c'est celui de la pérennité de cette formation forestière menacée par les boisements effectués à ses extrémités, sans qu'aucune étude d'impact ne soit effectuée au préalable.

En effet, les espèces exotiques introduites sont généralement extrêmement envahissantes de ces milieux tourbeux à cause de leur pouvoir colonisateur très fort. Ainsi, à cause de leur exigence en eau, elles étouffent les formations humides autochtones. C'est le cas du cyprès chauve (*Taxodium distichum* et de l'*Acacia cyanophylla*) introduites dans l'arboretum du Tonga où l'assèchement graduel de l'aunaie a provoqué le déchaussement progressif puis le déracinement par les vents violents dont la vitesse a atteint 180Km/h le 06 septembre 2003.

En s'affaissant, la tourbe ne permet plus aux arbres de se maintenir et favorise progressivement les mésophytes ; Hydrophytes et hygrophytes disparaissent dans le même temps. D'ailleurs la plupart des fougères ont disparu ainsi que quelques espèces signalées encore par Thomas (1975) dans ce site. Ce qui explique la réduction des surfaces occupées par les véritables touradons de l'Osmonde royale et de la fougère femelle. Ces fougères sont largement remplacées par la fougère aigle, mésophyte forestière inhibant toutes les formes de la régénération de l'espèce autochtone : *Alnus glutinosa*.

On assiste également dans ce site au dépérissement du peuplier noir, par contre le peuplier de Virginie ne paraît pas avoir une incidence fâcheuse actuellement sur la nechâa Tonga (de Belair et Samraoui, 1998).

L'incidence de l'introduction d'espèces exotiques peut être observée aussi sur la rive occidentale du lac Bourdim. La destruction (pour utilisation du bois) des trois espèces autochtones : l'aulne, l'orme et le frêne puis l'impact des incendies sur l'aulnaie installe cette dernière en situation de faiblesse face aux deux espèces allochtones suivantes :

- l'*Eucalyptus* : En Afrique du Nord, sous les *Eucalyptus* (originaire de la Tasmanie-Australie), il est bien connu que la végétation herbacée ou arbustive ne peut se développer en raison de l'action des toxines contenues dans la litière ; cette dernière devient stérilisante empêchant le développement de la flore spontanée (Guittonneau, 1983).

Mis en place dans les années 1970 sur Rhabba Bourdim au détriment de la subéraie existante, l'*Eucalyptus* en acidifiant le sol, le rend impropre à la réinstallation des espèces de la subéraie et est à l'origine du ralentissement dans la succession végétale au niveau de cette forêt (Haou, 1998/1999).

- l'*Acacia dealbata* envahit même les eucalyptaies et sa densité est telle qu'aucune autre espèce ne peut s'installer. Connue pour être très pyrophile, cette espèce (*Acacia dealbata*) est très abondante dans l'aulnaie de Bourdim et envahit actuellement même l'aulnaie de Bouglès.

Parmi les Mimosas, l'*Acacia dealbata* à feuilles glauques formées de fines folioles, s'est naturalisé, envahissant certains terrains, étouffant la végétation indigène. Originaire d'Australie, ce Mimosa, peuple en boisements de nombreux hectares sur sol acide dans la région d'El Tarf. Quand ils sont secs, ces Mimosas deviennent un danger réel dans la propagation des incendies de forêts (Guittonneau, 1983).

Malgré leur relative productivité, ces deux espèces sont à exclure définitivement des reboisements actuels.

- Un autre cas mérite d'être signalé c'est celui de l'envahissement systématique de toutes les ripisylves de Séraïdi par l'ailanthe (*Ailanthus altissima*, Famille des *Simaroubacée*) : originaire de Chine. Cette dernière espèce devrait être aussi complètement détruite.

Il conviendrait donc, de limiter le boisement avec des espèces allochtones si l'on souhaite la pérennité des formations autochtones (entre, autres les aulnaies) dans la Numidie algérienne.

1.1.3 - Aperçu phytosociologique

Même si la mise en œuvre des méthodes statistico-mathématiques (Analyses factorielles et Classifications numériques) a apporté une vision nouvelle permettant la mise en évidence et la classification des groupements à partir d'inventaires quantitatifs, cela n'implique pas que la phytosociologie doive être rejetée en bloc (Frontier et Pichod-Viale, 1993) ; sa méthodologie reste fondamentale, car elle est indispensable à la description des peuplements végétaux.

En effet, la prise en considération des associations végétales permet souvent de caractériser l'état d'un biotope, ses potentialités biologiques et ses carences, enfin son état de dégradation ou de régénération après stress, et son évolution probable. En bref, la description des phytocoenoses reste aujourd'hui une des bases des écosystèmes concrets (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

Dans ce chapitre nous définissons en premier certains termes dont l'emploi nous est indispensable, ensuite, nous donnerons un aperçu sur les groupements phytosociologiques hygrophiles.

1.1.3.1 - Définitions

Le mot 'phytosociologie' ou sociologie végétale désigne théoriquement l'ensemble de la science des groupements végétaux. Mais en réalité l'habitude a été prise de le restreindre aux travaux effectués conformément à la nomenclature et aux principes de classement basé sur la méthode de l'école zurichomontpellieraine (Ozenda, 1982). Selon l'auteur (ibid), cette méthode propose de choisir les espèces caractéristiques spécifiques de l'association plutôt que les espèces abondantes ou dominantes. En phytosociologie, l'unité fondamentale (ou élémentaire) de description de la végétation est l'association végétale. On peut dire que le stade terminal d'une série est en général une association forestière au sens phytosociologique du terme.

Chaque association végétale possède une individualité plus ou moins bien marquée non seulement du point de vue floristique (constellation des individus, degré de recouvrement des espèces), mais aussi quant à son écologie, son évolution, sa répartition géographique, sa genèse, son histoire...(Braun Blanquet et al. 1952).

La désignation d'une association se fait à l'aide du nom latin d'une ou deux espèces caractéristiques et la terminaison : '-*etum*' exemple : *Rusco-hypophylli-Alnetum glutinosae*.

1. la sous-association avec la terminaison en '-*etosum*' exemple : *Rusco-Alnetum glutinosae Caricetosum pendulae*.

Braun Blanquet (1952) a proposé de réunir les associations en unités supérieures suivant une systématique calquée sur le classement des espèces en genres, tribus, familles, ordres et classes :

2. l'alliance avec la terminaison en '-*ion*' exemple : *Alnion glutinosae*.

3. l'ordre avec la terminaison en '-*etalia*' exemple : *Alnetalia glutinosae*.

4. et la classe avec la terminaison en '-*etea*' exemple : *Alnetea glutinosae* (Classe qui rassemble les bois se développant sur substrat tourbeux inondable).

Selon Walter (1994), cette classe rassemble les groupements des forêts marécageuses. Ce sont les associations très humides à aulne glutineux, à saules, à Carex, des bas marais et des bords de rivières : *Alnetum glutinosae*, *Salici-Populetum*, avec leurs nombreuses sous-associations et variantes.

Chaque unité posséderait alors des espèces caractéristiques dont l'amplitude écologique serait naturellement plus large que celles des caractéristiques d'association (Ozenda 1982).

Notion de caractéristique

La notion de caractéristique est d'un maniement délicat et d'une valeur assez relative. Ainsi, la comparaison des listes synthétiques (Tableau net) représentant les groupements fait apparaître que certaines espèces sont d'une manière plus ou moins étroitement liées à certains groupements ou à un seul d'entre eux. Par ailleurs, la confrontation des relevés de végétation sur le 'tableau net' permet de dégager les espèces **caractéristiques** (les plus fidèles) d'un groupement, les espèces différentielles et les espèces campagnes.

Les espèces caractéristiques fidèles

Ce sont les espèces localisées plus ou moins strictement dans une association où elles représentent des caractères spécifiques absolus. Ainsi Braun Blanquet (1952) a distingué plusieurs classes de fidélité en désignant les espèces par ordre de fidélité décroissante distinguant : **les exclusives, les électives, les préférantes, les indifférentes et les accidentelles.**

1)- Une exclusive est une espèce qui ne se rencontre que dans un seul groupement à l'exclusion des autres. On l'appelle aussi **caractéristique absolue**. Les caractéristiques absolues sont peu nombreuses et pratiquement limitées à des milieux particuliers (milieux à écologie particulière et à flore appauvrie comme les groupements de rochers, des sols salés et les groupements de tourbières ainsi que des groupements forestiers à biodiversité particulière et riche, exemple : Le sapin de Numidie (*Abies numidica*) dans la sapinière du Mont des Babors en Kabylie.

2)- Une caractéristique transgressive est une espèce qui est assez nettement liée à un groupement mais qui se rencontre (plus rarement) aussi dans d'autres groupements d'écologie voisine (de la même alliance, du même ordre et de la même classe) on l'appelle aussi **caractéristique élective**. Exemple : La bruyère arborescente (*Erica arborea*) se trouve à son optimum dans la subéraie mais on la rencontre également dans la yeuseraie.

3)- Les caractéristiques territoriales ou locales : ce sont les espèces caractéristiques pour un territoire plus ou moins étendu délimité naturellement. Elles sont liées à un groupement tant qu'on reste dans un territoire donné mais dont la fidélité est beaucoup plus faible dans d'autres régions et dont la signification devient alors différente. (*Onobrychis supina*) est l'exemple d'une espèce caractéristique territoriale de l'*Onobrychidetum supinae* en Languedoc et en même temps caractéristique territoriale du *Lavanduleto-Astragaleto* qui remplace l'*Onobrychidetum supinae* en Provence (Braun Blanquet 1952).

- Une caractéristique territoriale peut être aussi en même temps caractéristique d'alliance, d'ordre ou de classe. Exemple : Le sureau noir (*Sambucus nigra*) est une caractéristique territoriale de l'*Alnetum catalaunicum* des Pyrénées orientales, mais il est en même temps caractéristique d'alliance : *Alneto-Ulmion* (Braun Blanquet 1952).

4)- Les espèces préférantes : Les groupements auxquels ces espèces sont attribuées sont les milieux où elles ont leur optimum écologique (Gobat, 1984). Exemple : Le *Lamium flexuosum* préfère la zênaie bien qu'on puisse le trouver dans la yeuseraie et la subéraie.

5)- Les indifférentes : Il apparaît parfois dans les listes synthétiques représentant les groupements que certaines espèces peuvent se rencontrer indifféremment dans tel ou tel groupement.

6)- Les accidentelles : Ce sont des espèces qui se retrouvent "accidentellement" dans un groupement sans qu'elles soient liées à ce dernier (écologie différente).

7)- Les espèces différentielles : C'est le cortège d'espèces qui différencie par sa présence ou son absence deux sous groupements différents ; lorsque cette différence est particulièrement nette, le premier sous groupement est caractérisé par des espèces qui sont absentes dans le deuxième sous groupement et réciproquement.

Les différentielles représentent des caractères spécifiques relatifs séparant deux groupements apparentés. Elles servent surtout à individualiser les unités inférieures à l'association n'ayant pas d'espèces caractéristiques propres : (sous association ; variante et faciès) (Braun blanquet et al. 1952) :

1. la sous association est caractérisée par des espèces différentielles absentes dans les sous associations proches.
2. la variante est caractérisée par des différences surtout quantitatives.
3. le faciès correspond à la simple dominance d'une espèce donnée (un peuplement à peu près pure d'une seule espèce est considéré comme un faciès).

8)- Les espèces campagnes : les campagnes sont des espèces à amplitude écologique large leur permettant de s'adapter à des conditions stationnaires très variables (Walter 1994).

Chaque association et chaque unité supérieure à l'association se reconnaissent tout d'abord à leurs espèces caractéristiques et leurs campagnes de présence élevée.

1.1.3.2 - Les groupements phytosociologiques hygrophiles

En Algérie les formations hygrophiles colonisent les berges des oueds depuis les régions côtières jusqu'aux confins du Sahara (Bensettiti 1985, 1992, 1995) et, compte tenu de l'étendue des territoires concernés et de leur complexité ces formations n'ont pas fait l'objet d'études phytosociologiques et écologiques approfondies. Par conséquent, il est difficile d'établir une approche phytosociologique réellement significative et valable pour les formations à aulne glutineux. En effet, le problème actuel réside dans le fait que plusieurs écoles méditerranéennes (Aix-Marseille ; Zuricho-Montpéliéraine ; espagnole ; italienne) possède chacune leur propre méthode de classification même si les travaux d'Alloge 1922, de Malcuit 1929 et Lemée 1937 marquent encore aujourd'hui la façon d'appréhender et d'interpréter les forêts hygrophiles.

Par ailleurs, compte tenu de la fragilité des formations forestières ripicoles et marécageuses et de leur état de dégradation avancé à cause des différents facteurs (climatiques et anthropiques), il est quasiment impossible de trouver des associations climaciques dans les régions étudiées. De ce fait, il est difficile de déterminer théoriquement l'association végétale sur terrain qui selon Maire (1926) représente « un groupement d'espèces doué d'une certaine stabilité possédant une composition floristique déterminée, dont les caractères essentiels résultent d'une part de la fidélité des espèces au groupement, d'autre part de la valeur dynamique de ses espèces c'est-à-dire leur pouvoir d'occupation du sol et de constitution d'un milieu spécial ».

D'autre part Pavillard in Maire (1926) a considéré que «les associations végétales sont l'expression actuelle de la lutte pour la vie dans la dispersion et le groupement des espèces. Partout, où elles s'établissent, elles revêtent une physionomie particulière et caractéristique : elles apparaissent alors comme une ou des formations ». On appelle "formation", un groupement végétal caractérisé par une physionomie homogène. Ce groupement peut être variable du point de vue de la composition floristique (Caltechnica, 1973).

Ainsi, sans aller jusqu'à une classification très élaborée qui reste du domaine d'un spécialiste en la matière, on présentera seulement un aperçu phytosociologique bibliographique des formations forestières à aulne glutineux souvent en mélange avec d'autres espèces (frêne, orme, saules, chêne zeen et peuplier blanc...) dans les stations prospectées .

Et donc, c'est en nous basant sur plusieurs approches phytosociologiques utilisées dans plusieurs études (récentes et anciennes mais qui restent toujours intéressantes, citées ci dessous) qu'on peut relever l'existence des associations végétales suivantes dans les régions étudiées.

A) - *Alnetum glutinosae*:

Cette association a été décrite par Maire (1926), Gauthier-Lièvre (1931), Thomas (1975), comme étant une intéressante aulnaie glutineuse (ou *Alnetum*) faisant partie de vastes boisements tourbeux existant sur les berges du lac Tonga et dans le lac de Bordj Ali Bey (lac noir, où elle a disparu aujourd'hui). De même, l'appellation "*Alnetum*" à été usitée dans la flore de Quezel et Santa (1962-1963) pour localiser certaines espèces exemple : *Alnetum Ain Guerbès* pour localiser l'espèce : *Veronica anagallis aquatica*.

Egalement, (Braun blanquet, 1943 in Bensettiti 1995) et Debazac (1959) ont étudié en Tunisie, les aulnaies de Kroumirie. Ces dernières apparaissent, compte tenu de leur situation géographique, comme le prolongement des ripisylves de l'Est algérien (aulnaies d'El Kala). Certaines se trouvent de part et d'autre de la frontière, le long des mêmes cours d'eau : l'oued El Kébir et l'oued Delma. Le cortège floristique y est relativement similaire, avec les mêmes caractéristiques : entre autres *Alnus glutinosa*, *Circaea lutetiana*, *Osmunda regalis*, *Carex pendula* et *Carex remota* mais plus appauvri en espèces

septentrionales. Braun Blanquet y définit une association à *Alnus glutinosa* et *Salix pedicellata* qu'il rapproche des aulnaies à *Alnus glutinosa* et *Salix atrocinerea* de la France atlantique (Bensettiti 1995).

Récemment, cette association a été décrite dans des mémoires de fin d'études de l'université d'Annaba dont le champ d'investigation s'est limité à l'aulnaie de Righia (Habbache, 1991 et Fetni, 1992).

Par ailleurs, les travaux de Gehu et al. (1993, 1994) ont porté sur l'analyse typologique et phytosociologique de la végétation des berges de certains lacs d'El Kala. Par la suite ces phytosociologues ont redéfini la position syntaxonomique de l'aulnaie glutineuse ou "*Alnetum glutinosae*" (Gehu et al. 1994) Ainsi il a été conclu que cette formation forestière relève de :

- la classe : *Alnetea glutinosae* Br. Bl et R.Tx 1943
- l'ordre : *Alnetalia glutinosae* R.Tx 1937
- l'alliance : *Alnion glutinosae* Malcuit 1929
- Une nouvelle association : *Rusco-hypophylli Alnetum-glutinosae* Gehu et al. 1994 (a été suggérée par J. IZCO pour l'aulnaie algérienne).

Une sous-association : *Rusco-Alnetum glutinosae-Caricetosum pendulae* a par ailleurs été déterminée par Gehu et al. (1994) pour ces mêmes formations.

Selon les mêmes auteurs, l'aulnaie algérienne constitue une remarquable irradiation biogéographique de la classe européenne en Afrique du Nord. Elle constitue de ce fait en irradiation extrême une forme méridionale originale même si elle est floristiquement appauvrie.

Le *Rusco Alnetum glutinosae* algérien prend place dans la séquence des aulnaies mésotrophes suivantes :

- 1) le *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926 en R. Tx et Bodeux, qui a son optimum dans le domaine **médio-européen**.
- 2) le *Carici laevigatae-Alnetum glutinosae* (Alloge 1922) Schwick 1937 qui se développe vigoureusement dans le domaine **atlantique**.
- 3) l'*Osmundo-Alnetum glutinosae* Vanden Berghen 1971 dont le domaine est **basquo cantabrique**, appelée aussi *Sphagno-Alnetum* (Lhote, 1985).
- 4) l'*Hydrocotylo-Alnetum glutinosae* Gellini, Pedrotti et Venanzoni 1986, dans le domaine **italien**.

Vis-à-vis de toutes ces associations *Ruscus hypophyllum* bien que rare dans l'aulnaie apparaît comme la meilleure différentielle géographique.

Quant à Bensettiti (1992), il a utilisé l'approche syntaxonomique de Dierschke (1975) pour décrire l'association suivante :

B) - *Le Carici-pendulae-Alnetum* (Br. Bl. 1957) définie pour les aulnaies de Righia, Oum laâgareb, Sebaâ, Lac Mellah, Berrihane, Lac Bourdim, Ain Bergougai, Lac Oubeira et Lac Tonga.

L'approche utilisée par l'auteur dresse les caractéristiques de cette association qui sont : *Alnus glutinosa*, *Carex pendula*, *Solanum dulcamara* et *Osmunda regalis*.

- La position syntaxonomique de l'aulnaie glutineuse selon l'approche de Dierschke (1975-1980) est la suivante (Bensettiti, 1992-1995) (Fig. 48).
- L'association *Carici-pendulae-Alnetum* (Br. Bl. 1957) est rattachée provisoirement à :
- une alliance de transition dite : *Alno-padion* Knapp. 1942 caractérisée par *Alnus glutinosa* et *Prunus padus* ou *Prunus avium* dans les sites cités précédemment par l'auteur. En plus de ces espèces, nous pouvons ajouter *Circaea lutetiana*, *Carex remota*, *Equisetum telmateia* considérées comme caractéristiques par Dierschke (1980).
- ou l'alliance *Alno- ulmion* Br. Bl. et Tx. 1943 dont les caractéristiques sont *Alnus glutinosa*, *Ulmus campestris* et *Sambucus nigra* selon Braun Blanquet et al. (1952) ainsi que *Carex remota*, *Alliaria officinalis* et *Fraxinus angustifolia* (O. de Bolos, 1985).

Selon diverses approches phytosociologiques (Br. Bl. et Vlieg. 1937, Br. Bl 1952, O. de Bolos 1985, Rivas Martinez 1975, Gehu 1994...) cette alliance est inféodée à la classe des *Quercus-Fagetea* (Forêts feuillues riches) dont les caractéristiques recensées par Bensettiti (1992) et que nous avons-nous même retrouvées (Annexe 1) sont les suivantes :

Arum italicum

Brachypodium sylvaticum

Tamus communis

Crataegus monogyna

Torilis arvensis

Geranium Robertianum

Vitis vinifera

En plus des espèces citées ci-dessus, O. de Bolos (1985) énumère aussi : *Alliaria officinalis*, *Prunus avium* et *Ranunculus ficaria* très communes dans les aulnaies algériennes.

L'alliance *Alno-Padion* = *Alno-Ulmion* s'insère dans l'ordre des *Fagetalia sylvaticae* qui compte parmi ses caractéristiques : *Phyllitis scolopendrium*, *Polystichum setiferum* et *Carex sylvatica* selon (O. de Bolos, 1967 in Bensettiti, 1995). Il est à remarquer que ces trois dernières espèces ont été inventoriées dans l'aulnaie de Séraïdi (Mont de L'Edough) à Oued Hrouf faisant partie des sites d'échantillonnage de cette présente étude (Tab. 49)

Pour caractériser cet ordre O. de Bolos (1985) cite aussi *Aspidium aculeatum*(=*Polystichum aculeatum*) faisant partie de la liste botanique des travaux phytosociologiques de Bensettiti (1992) ainsi que *Ilex aquifolium* trouvée par Boumaaza-Toubal (1986) dans l'aulnaie de Seraidi.

Les transgressives des *Fagetalia sylvaticae* et l'*Alno-padion* Knapp. 1942 = *Alno-Ulmion* Br. Bl. et Tx. 1943 sont les suivantes : *Carex remota* , *Athyrium filix femina* , *Aspidium aculeatum*, *Salix pedicellata*, *Campanula alata*, *Equisetum ramossissimum*, *Circaea lutetiana*, *Pteridium aquilinum*, et *Ranunculus ficaria*. Quant à *Rubus caesius*, *Rubus ulmifolius*, *Clematis cirrhosa* et *Clematis flammula*, elles sont considérées par Bensettiti (1992) comme les différentielles territoriales de l'ordre des *Fagetalia sylvaticae*.

Par ailleurs dans sa contribution à l'étude phytosociologique des ripisylves du Nord de L'Algérie Bensettiti (1995) cite une nouvelle association concernant les aulnaies de plaine de l'Est algérien. Cette dernière représente les ultimes irradiations euro sibériennes en territoire sud-méditerranéen. Il s'agit de :

C) -*Rubo caesi-Alnetum glutinosae* association nouvelle du *Campanulo-alatae-Alnenion glutinosae* sous/alliance nouvelle inféodée à l'*Osmundo- Alnion*.

L'*Osmundo-Alnion* (Dierschke 1980, Rivas-Martinez 1985, Gehu 1989...) est inféodée à l'ordre des *Populetalia albae* et la classe des *Quercus-Fagetea* Br. Bl. et Vlieg. 1937 (Fig. 48 et 49).

Les espèces des *Quercus-Fagetea* sont faiblement représentées (Bensettiti, 1995). L'auteur cite : *Carex remota*, *Hedera helix*, *Ranunculus ficaria*, *Fraxinus angustifolia*, *Arum italicum* ainsi que *Vitis vinifera* et *Tamus communis*. En constituant l'essentiel de la strate lianescente, ces deux dernières espèces forment le cortège des *Populetalia albae*.

A côté de la fougère royale *Osmunda regalis* (initialement seule représentante de l'*Osmundo-Alnion*), il semble que l'on peut associer : *Circaea lutetiana* et *Athyrium filix femina* (Bensettiti, 1995).

Bien que représentatif des *Phragmitea* R. et Tx et Preissing 1942, *Iris pseudacorus* semble également pouvoir être érigé en caractéristique locale d'alliance (Bensettiti 1995)

Enfin, *Campanula alata*, seule endémique nord africaine "caractéristique" de l'aulnaie glutineuse, constitue une bonne différentielle géographique.

Les espèces méditerranéennes des *Quercetalia ilicis* ou des unités subordonnées sont rares.

Comme transgressives, on peut signaler la présence de *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Arisarum vulgare* ainsi que *Rosa sempervirens* que nous avons récoltée dans les sites de Laouledj et Brabtia et Sidi Makhoulouf.

Bensettiti (1995) signale aussi la présence d'espèces de bas-marais, de tourbières et de prairies hygrophiles plus ou moins marécageuses. Il s'agit des grandes héliophytes des *Phragmitea* (Roselières et marais à grands *Carex*) ainsi que des taxa représentatifs des groupements de fossés et de ruisseaux à eau plus ou moins courante du *Glycerio-Sparganion* Br. Bl. et Sissingh 1942 comme *Lycopus europaeus*, *Alisma plantago aquatica*, *Callitriche obtusangula*, *Apium nodiflorum*, *Nasturtium officinale*, *Veronica anagallis aquatica*.

Sur les bordures asséchées en période estivale, le cortège des espèces hygrophiles tend à disparaître au profit de quelques espèces des *Litoretalia* W. Koch. 1926 (Groupements amphibies des rives) exemples : *Lythrum salicaria* et *Eleocharis multicaulis*.

Cette variante est différenciée également par la présence de *Fraxinus angustifolia* et comporte un faciès à *Equisetum ramossissimum*, espèce qui forme souvent des 'taches' et trouve son optimum dans ce type de biotope. Par contre, à l'exception de *Iris pseudacorus*, on trouve un appauvrissement en caractéristiques d'alliance selon l'auteur.

Remarque

En plus des taxons : *Alnus glutinosa* et *Carex pendula* Bensettiti (1992, 1995) cite principalement une autre caractéristique qu'il a utilisée pour déterminer la nouvelle association citée ci-dessous : '***Rubocaesi-Alnetum glutinosae***' : il s'agit de *Rubus caesius* (la ronce à feuilles bleues).

En fait, cette espèce est signalée 18 fois dans le tableau phytosociologique dressé par (Bensettiti, 1992) et 16 fois dans les travaux de sa thèse de Doctorat (1995). Ainsi *Rubus caesius* fait partie des relevés effectués par l'auteur dans les aulnaies de Righia, Oum Laagareb, Sebaâ, lac Melah, Berrihane, lac Bourdim, Anceur, Ain Bergougaiia, lac Oubeira, et lac Tonga. Cependant, si l'on se réfère à la flore de Quezel et Santa (1962-1963), cette espèce ne semble exister que dans les Aurès (Mont du Chelliah) où elle a été signalée comme étant une espèce très rare (R.R). D'ailleurs, cette flore ne mentionne pas la présence de *R. caesius* dans le Nord – Est algérien.

Dans les sites que nous avons prospectés, cette espèce pourrait exister çà et là, rare et disséminée dans les ronces enchevêtrés et abondantes qui bordent les formations à aulne glutineux, néanmoins nous ne pouvons pas l'affirmer même si des différences morphologiques apparentes permettent de la distinguer de la ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius*). Par contre, nous pouvons avancer que toutes les études floristiques consultées (Maire 1926 ; Thomas 1975 ; de Bélair 1990 ; Géhu 1992, 1994....) signalent uniquement la présence de *Rubus ulmifolius* dans les régions d'étude. Cette dernière est d'ailleurs mentionnée comme étant une espèce euro-méditerranéenne commune dans le Tell par Quezel et Santa (1963).

D) - L'Alno-Fraxinetum oxycarpae Tchou 1947

Une autre formation répandue dans les forêts humides étudiées a été citée et décrite par plusieurs auteurs; Il s'agit de *Alno-Fraxinetum oxycarpae* Tchou 1947 (Braun Blanquet et al. 1952) définie comme un groupement supraméditerranéen par Lhote (1985). Aussi, cette association appartient à l'alliance *Alno-Ulmion* Br. Bl et Tx 1943 qui s'insère dans l'ordre des *Fagetalia sylvaticae* Br. Bl. 1931 inféodé à la classe des *Quercu-Fagetea* Br. Bl. et Vl. 1937.

En France, dans les Cevennes (Montagnes méridionales subméditerranéennes soumises à un climat méditerranéen à saison sèche marquée) *l'Alno-Fraxinetum* est surtout une association acidocline vicariante du *Carici-remotae-Fraxinetum* médio européen où l'aulne est toujours abondant'' (Dumont in Lhote 1985). D'ailleurs dans les hautes vallées *Carex remota* est fréquent et *Fraxinus excelsior* remplace *Fraxinus angustifolia*.

L'aulnaie-frênaie acidocline (*Carici-remotae-Fraxinetum*) est localisée dans les vallons plus étroits à fond argileux (Becker et al. 1980 ; Charnet 1984 in Lhote, 1985).

En Algérie dans la région d'El Tarf l'*Alno-Fraxinetum oxycarpae* a été décrite par Habbache (1991) puis par Fetni (1992) dans l'aulnaie de Righia où elle est représentée par deux sous-groupements (Faciès) distincts qui sont (Habbache 1991) :

1) Faciès à *Salix pedicellata*, *Laurus nobilis* et *Carex remota*

Ce groupement s'installe en milieu submergé (moins de 06 mois), il est marqué par de grosses touffes de *Carex* juchées sur des mottes de vase appelées "touradons". Ces espèces sont accompagnées par : *Iris pseudo-acorus*, *Lythrum junceum*, *Mentha rotundifolia*, *Cyperus longus*, *Hypericum afrum*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, *Ranunculus sceleratus*, *Rubus ulmifolius* et *Pteris aquilina* (en lisière).

2) Faciès à *Alnus glutinosa*, *Osmunda regalis* et *Carex remota*

Ce sont des espèces indicatrices des forêts humides. Ce groupement est progressivement supplanté par l'association : *Quercetum suberis* lorsque la nappe phréatique s'abaisse dans les aulnaies marécageuses occupant les dépressions dunaires. Ce faciès à *Alnus glutinosa*, *Osmunda regalis* et *Carex remota* est accompagné par d'autres espèces qui sont les suivantes : *Hedera helix*, *Athyrium filix femina*, *Rubus ulmifolius*, *Myrtus communis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Quercus suber* et *Quercus coccifera* (en lisière).

E) - L'Ulmo-Fraxinetum

Dans le même ordre d'idée, Maire (1926) a signalé qu'en plaine aux environs de la Calle (aujourd'hui El Kala) et même en montagne (jusqu'à 1500m au moins, dans les ravins), l'*Alnetum glutinosae* est concurrencé par l'*Ulmo-Fraxinetum* : "association assez résistante au froid, très exigeante au point de vue de l'humidité du sol et qui a besoin comme l'*Alnetum* de terrains meubles non salés (surtout sur les alluvions argileuses et argilo sableuses des plaines) et d'un niveau phréatique assez élevé pour être atteint par les racines des arbres" (Maire 1926). Les caractéristiques sont peu nombreuses dans cette association : ce sont *Fraxinus angustifolia* et *Ulmus campestris*.

L'*Ulmo-Fraxinetum* typique est une futaie élevée à dôme de verdure continu et épais, à sous-bois et à lianes très abondants formant une forêt impénétrable.

Le cortège floristique y est composé par les deux espèces caractéristiques sus-citées, parfois mélangées à quelques *Populus alba* et *Salix alba* accompagnées de *Laurus nobilis*.

Les arbustes sont représentés par *Crataegus monogyna*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia* et/ou *latifolia*, *Pistachia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* et la nanophanérophite : *Ruscus hypophyllum*.

Les lianes sont des espèces de haute fréquence dans cette association ; elles sont représentées par *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rosa sempervirens*, *Clematis cirrhosa*, *Clematis flammula*, *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius* et *Calystegia sepium*.

N'étant pas très riche, la strate herbacée est représentée par les géophytes suivantes à développement hivernal (*Arum italicum*, *Arisarum vulgare* et *Allium triquetrum*) et quelques hémicryptophytes supportant l'ombre exemple : *Carex divulsa* subsp. *divulsa*.

De même que pour *Alno-Fraxinetum oxycarpae*, l'*Ulmo-Fraxinetum* est concurrencé par le *Quercetum suberis* en terrain sablonneux dans les endroits relativement secs (Maire 1926).

Par ailleurs Bensettiti (1995) qualifie cette formation (Ormaie-Frênaie ou Ulmaie-Frênaie) de groupement à "bois durs" par opposition aux "bois tendres" (Aulne et saule). Aussi, il a déterminé que l'Ulmaie-Frênaie est un faciès des formations à peuplier blanc qu'il remplace au fur et à mesure que l'on s'éloigne des cours d'eau.

L'auteur a signalé que l'*Ulmo-Fraxinetum* de Maire (1926) apparaît pour les stations planitiaires relativement homologues de l'*Equiseto-maximi-Fraxinetum angustifoliae* d'altitude. Cette dernière formation a été décrite par Bensettiti (1995) comme étant « un groupement souvent réduit à de petits îlots plus ou moins dégradés vue l'étroitesse des berges et le relief souvent accidenté de la terrasse qui les supporte ».

En situation géomorphologique particulière exemple au niveau d'une dépression longtemps inondée *Carex pendula* peut devenir dominant dans la strate herbacée. Le groupement *Ulmo-Fraxinetum* rappelle alors fortement le *Carici-pendulae-Fraxinetum angustifoliae* de Pedrotti 1970 (Bensettiti 1995).

De même (Lhote 1985) a observé le long des larges rivières à faibles pentes (Saône et l'Ognon) en France, que l'aulnaie-Frênaie mésotrophe : "*Ulmo-Fraxinetum*" est une forme de grande vallée du *Carici remotae-Fraxinetum*. Il a signalé également que cette formation (*Ulmo-Fraxinetum*) peut se présenter aussi sous forme de peuplements semi-marécageux dans des milieux plus argileux ($5 < Ph < 6$).

F) -*Populetum albae en concurrence avec Alnetum glutinosae*

Maire (1926) fournit une première description de la concurrence qui existait déjà à cette époque entre *Alnus glutinosa* et *Populus alba*. Il indiqua que l'aulne glutineux faisait partie de la strate arborescente du *Populetum albae* surtout en montagne. Cette dernière formation peut à son tour concurrencer l'*Alnetum* dans les terrains siliceux de la Numidie et former de véritables forêts riveraines (Maire 1926). En effet, nos observations actuelles le confirment surtout pour les formations hygrophiles du site de Souk Errekibet (Oued Bouhadjla) dans la région d'El Tarf.

Le *Populetum albae* originel a été décrit au Bas-Languedoc par Braun Blanquet (1931) et Tchou (1947) comme la plupart des associations homologues décrites dans le pourtour méditerranéen.

L'analyse phytosociologique élaborée par Bensettiti (1995) montre que : *Arum italicum*, *Tamus communis*, *Geranium Robertianum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Ranunculus ficaria* et *Vitis vinifera* constituent de bonnes caractéristiques d'unités supérieures (*Querco-Fagetea*, *Populetales albae* et *Populion albae*). S'y associent diverses transgressives des *Quercetea ilicis* telles que *Clematis cirrhosa*, *Arisarum vulgare*, *Galium aparine* et *Laurus nobilis* qui trouvent leur optimum dans le groupement à peuplier blanc.

La fréquence et le développement optimal de *Clematis cirrhosa* dans ce type de formation donne un caractère particulier à l'alliance *Populion albae* propre au Maghreb. En effet cette espèce traduit le caractère thermophile et méditerranéen des formations correspondantes d'où son appellation : *Populion albae* "méridional" = *Clematidi cirrhosae-Populion albae*" alliance nouvelle (Bensettiti, 1995).

Parmi les caractéristiques de la classe *Populetea albae* Br. Bl 1931, Guinochet (1974) cite les espèces suivantes : *Alnus glutinosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Bryonia dioica*, *Carex remota*, *Carex pendula*, *Circaea lutetiana*, *Ulmus campestris*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Solanum dulcamara* et *Torilis arvensis*.

Quant aux caractéristiques de l'ordre *Populetales albae* Br. Bl. 1931 selon Dierschke (1980), elles sont représentées par *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Vitis vinifera*, *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus*, *Arum italicum* et *Carex pendula*.

Dans le même ordre d'idée, Bensettiti (1995) considère que « dans certaines situations topographiques particulièrement en stations engorgées une bonne partie de l'année près des berges des oueds, diverses espèces : l'aulne glutineux, le peuplier noir, le saule blanc peuvent se substituer au peuplier blanc, sans modifier notablement, si ce n'est dans le sens d'un net appauvrissement, la composition floristique représentative des groupements à peuplier blanc ».

Enfin, nous pouvons avancer que compte tenu de la grande variabilité floristique des formations à peuplier blanc, il est très difficile de déterminer précisément le faciès auquel appartiendrait *Alnus glutinosa* qui fait partie du cortège floristique du *Populetum albae* selon (Maire 1926 ; Guinochet 1970 et Dierschke 1980 in Bensettiti 1985 et 1995 ; Lhote 1985).

En effet, l'apport des données de l'Afrique du Nord conduit à reconsidérer la définition du *Populion albae* Br. Bl. 1931. Cette alliance : *Populion albae* "septentrional" paraît nettement se discriminer en tant que syntaxon d'aire sud européenne d'une alliance homologue propre au Maghreb qualifiée de *Populion albae* "méridional" (Bensettiti 1995).

Ainsi, comme les communautés végétales riveraines du Maghreb sont spécifiques et originales, de nouvelles unités syntaxonomiques riveraines ont été déterminées par l'auteur entre autres :

G) - Le Salici-pedicellatae-Fraxinenion angustifoliae : sous/alliance nouvelle rattachée à l'unité Clematidi-cirrhosae-Populion albae originel Br. Bl. 1931 plus septentrional.

Comme il a été souligné ci-dessus « les ripisylves nord-africaines (à l'exclusion des aulnaies du *Campanulo alatae-Alnenion glutinosae*) se démarquent notablement de celles de l'Europe. *Le Populion albae* méridional autrement dit celui de l'Afrique du Nord, se singularise par la disparition de la quasi-totalité des espèces de l'*Alno-padion* et des *Fagetalia* au profit d'un enrichissement en espèces des *Quercetea pubescentis-petrae* (Chênaies pauvres à humus acide) » (Bensettiti, 1995). Et, à propos de la végétation forestière de la Kroumirie d'après Debazac (1959), la chênaie à chêne zeen correspond à une association spéciale jouant le rôle du *Quercetum pubescentis* en France méditerranéenne.

Le Salici pedicellatae-Fraxinenion angustifoliae est donc une sous alliance nouvelle de l'alliance : *Populion albae* 'méridional'. C'est une formation fragmentaire à saule et à frêne que l'auteur qualifie de ripisylve d'altitude. Il nous a été donné d'observer lors de la prospection des sites étudiés que cette formation existe aussi à basse altitude exemple le site de Ganthra el Hamra dans la région d'El Tarf.

Ce groupement correspond à un ensemble de communautés appauvries, mal caractérisées en ce qui concerne l'unité syntaxonomique élémentaire mais présentant toutefois l'essentiel des caractéristiques supérieures (*Quercu-Fagetea*, *Populetales*).

La strate arborescente est dominée par *Salix pedicellata* et/ou *Fraxinus angustifolia*, avec un cortège floristique très hétérogène où la présence des espèces des *Stellarietea mediae* est importante. Il s'y adjoint souvent une végétation de rochers sous forme de petites enclaves représentée par *Selaginella denticulata*, *Polystichum aculeatum*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Asplenium trichomanes*, *Umbelliscus pendulinus* et *Sedum amplexicaule* etc... (Bensettiti 1995).

D'ailleurs (Saal, 1986 in Bensettiti 1995) rappelle que ces bouquets de saules constituent en définitive le groupement physionomique dominant sur tout l'Atlas tellien.

En outre, Bensettiti (1995) a défini plusieurs faciès du groupement à peuplier blanc dont la structure se rapproche de celle de certaines formations à aulne glutineux, exemples : le faciès à *Hedera helix* (le lierre grimpant) et le faciès à *Rubus ulmifolius* (Ronce à feuilles d'orme). En effet, dans le cadre de cette présente étude, à travers toutes les reconnaissances que nous avons effectuées, nous avons toujours remarqué l'omniprésence voire l'abondance de ces deux espèces aussi bien dans les aulnaies marécageuses de plaines que dans les ripisylves :

1)- Faciès à *Hedera helix*

Cette liane puissante et envahissante peut constituer dans les aulnaies glutineuses un tapis dense dans la strate herbacée. Elle peut grimper aussi en masse imposante sur les troncs pouvant atteindre la hauteur des aulnes (et/ou Frêne et orme) qu'elle envahit et étouffe en cassant les branches qui la supportent.

2)- Faciès à *Rubus ulmifolius*

La ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius*) peut constituer des faciès dans deux strates de la forêt : lianoïde et arbustive. Dans le deuxième cas, l'espèce forme des fourrés denses impénétrables par adaptation aux mauvaises conditions du milieu qui sévissent dans certaines aulnaies. Cette espèce devient en effet envahissante essentiellement dans les stations soumises à l'action destructrice de l'homme (coupes de bois, pâturage et incendie).

3)- Groupement de substitution à *Eucalyptus camaldulensis*

On signale également l'envahissement des formations forestières humides par le groupement de substitution à *Eucalyptus camaldulensis*. Ainsi, Bensettiti (1995) rappelle que « l'introduction d'eucalyptus au début de la colonisation avait pour but d'assécher les marécages des zones humides pour l'aménagement des terres agricoles. Malheureusement les plantations de cette espèce australienne se sont

généralisées le long des oueds au détriment des formations riveraines autochtones. Il s'agit donc d'une forêt artificielle où *Eucalyptus camaldulensis* a été introduit à la place de *Populus alba* ».

Nous avons vu dans le chapitre précédent que dans la région d'El Tarf, actuellement cette espèce exotique : *Eucalyptus camaldulensis* (souvent en mélange avec *Acacia dealbata* subsp. *decurens*) envahit l'aulnaie de Bouglès et la rive occidentale du lac Bourdim.

Aussi, la destruction (pour utilisation du bois) des trois espèces autochtones (Aulne, frêne et orme) et l'impact des incendies installent l'aulnaie en situation de faiblesse face à l'*Eucalyptus* (mis en place dans les années 1970 sur Rhabba Bourdim au détriment de la subéraie existante). La capacité de multiplication de l'espèce allochtone (par graines et par rejets) est 2 à 3 fois supérieure à ses concurrents autochtones (de Bélair et Samraoui, 1998).

D'autres essences peuvent former de véritables groupements riverains dans des conditions locales particulières notamment *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* et *Prunus avium*.

H) - *Alnus glutinosa* en association avec *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* (*Qu. canariensis*)

Il a été remarqué que l'aulne glutineux s'associe avec le chêne zeen qui devient ripicole et prospère le long des berges des cours d'eau (Oueds permanents et chaâbates) dans les sites de Seraidi (et plus précisément à Oued Hrouer entre 500 et 600 m), à Ain Bergougaiia (entre 300 et 309 m) et le long de l'oued Laouledj (entre 18 et 60 m d'altitude). Le chêne zeen accompagne également l'aulne glutineux dans les fonds de vallons des aulnaies marécageuses de Ain Khiair et de Bourdim (située toutes les deux à environ 30 m d'altitude).

En montagne, le groupement à *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* et *Alnus glutinosa* souvent accompagné par *Laurus nobilis* et rarement par *Ilex aquifolium* (comme à Seraidi entre 300 et 800 m d'altitude) se situe le long des talwegs et des oueds permanents et/ou sur les versants particulièrement frais. On y trouve également *Hypericum androsaemum*, *Prunus avium*, *Ruscus hypophyllum* et *Rubus incanescens*

D'après Quezel (1956) *Laurus nobilis* est une espèce très importante et confère un aspect spécial à la série du chêne zeen.

Mis à part le groupement ripicole, *Ilex aquifolium* caractérise les endroits où le chêne zeen peut s'installer dans l'étage du chêne liège à basse altitude (Toubal Boumaaza, 1986). En plaine et en montagne dans la ripisylve à *Alnus glutinosa*, les espèces caractéristiques des *Quercetalia ilicis* sont rares. Par ailleurs, cette forme de ripisylve se localise dans l'étage du chêne zeen et trouve son optimum à l'étage humide surtout sur le versant maritime où elle peut descendre jusqu'à 100 m (Oued Sahel et Oued Afres) (Toubal-Boumaaza (1986).

L'auteur cite comme caractéristiques de ce type de groupements hygrophiles :

- Les espèces des *Populetalia albae* Br. Bl. 1931 (Forêts riveraines méditerranéennes à irradiations médio européennes et atlantiques). Ces espèces sont représentées par *Alnus glutinosa*, *Fraxinus oxyphylla*, *Ulmus campestris*, *Populus alba* et *Torilis arvensis*

- Quant aux campagnes hygrophiles, elles sont représentées par *Mentha pulegium*, *Campanula dichotoma*, *Mentha aquatica*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Juncus articulatus*, *Ilex aquifolium*, *Juncus acutus*, *Lythrum salicaria*, *Lythrum junceum*, *Mentha rotundifolia* et *Hypericum androsaemum*.

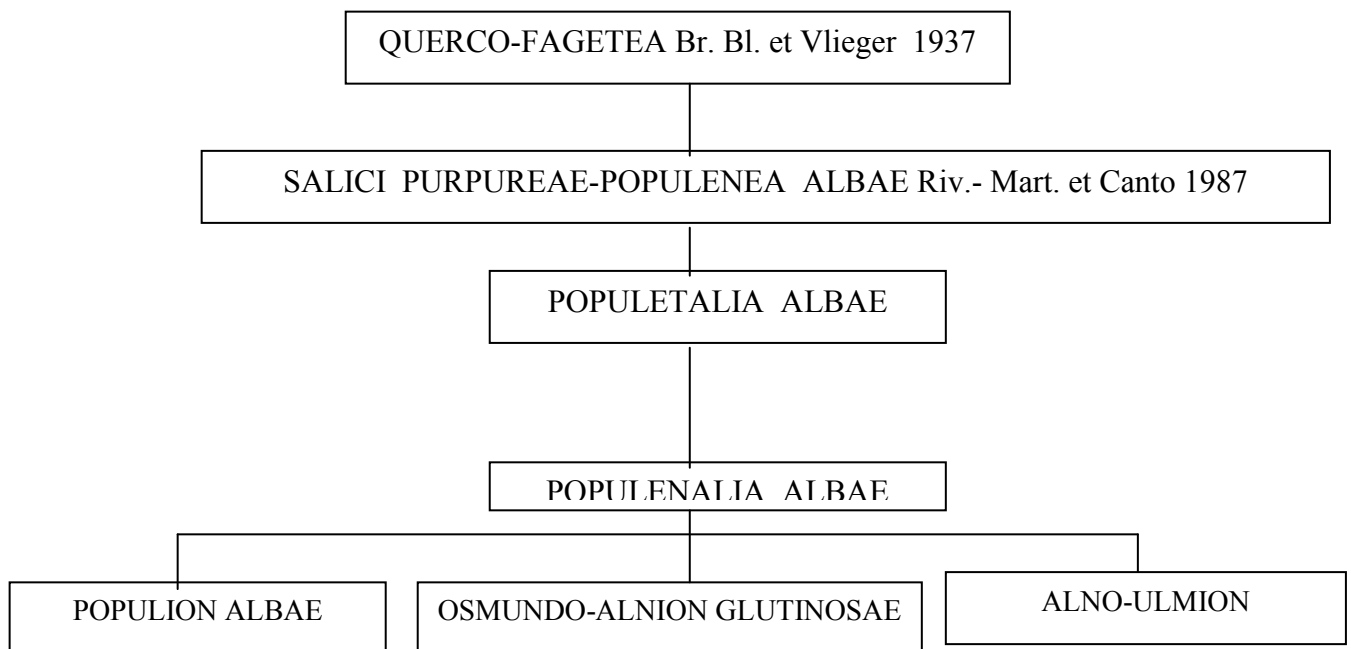
Parmi les transgressives des séries climaciques voisines, Toubal–Boumaaza (1986) a recensé les espèces suivantes : *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*, *Myrtus communis*, *Rubus ulmifolius*, *Cytisus triflorus*, *Pteris aquilina*, *Cistus monspeliensis*, *Laurus nobilis*, *Ampelodesmos tenax*, *Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia*, *Viburnum tinus*, *Erica scoparia*, *Rubia peregrina*, *Prunus avium*.

Un tel groupement s'apparente à la ripisylve à *Alnus glutinosa* décrite par Debazac (1959) en Kroumirie inféodée à l'*Alno–Ulmion* Br. Bl. et Tx. 1943 : alliance dans laquelle s'insère la sous-alliance

Hyperico androseami–Alnenion glutinosae décrite dans le synsystème élaboré en 1985 par Rivas Martinez pour les forêts riveraines de la péninsule ibérique (Fig. 49)

Deux associations sont inféodées à cette sous alliance il s'agit de :

- 1 *l'Hyperico–androsaemi–Alnetum glutinosae*
- 2 *Le Carici pendulae–Alnetum glutinosae* Br. Bl. 1967 reconnue et décrite par Bensettiti (1992–1995) dans les aulnaies sublittorales de l'Algérie (voir chapitre ci-dessus).



POPULENION ALBAE

Iridi-populetum albae

Rubio-Populetum albae

**FRAXINO ANGUSTIFOLIAE-
ULMENION MINORIS**

Hedero - Ulmetum

Aro italici - Ulmetum minoris

Ficario ranunculoidis-Fraxineum angustifoliae

OSMUNDO-ALNENION GLUTINOSAE

Viti viniferae-Salicetum atrocinerea

Frangulo alni-Myricetum gale

Fraxino angustifoliae-Salicetum atrocinerea

HYPERICO-ALNENION GLUTINOSAE

Hyperico androsaemi-Alnetum glutinosae

Carici pendulae- Alnetum glutinosae

Figure. 49 : Synsystème élaboré par Rivas martinez (1985) pour les forêts riveraines de la Péninsule ibérique.

(Simplifié à un certain nombre d'associations qui pourraient exister dans certaines aulnaies prospectées)

Ce synsystème comporte la création d'une sous-classe propre aux ripisylves de la Péninsule ibérique, les *Salici purpureae-Populenea albae* Riv. Mart. et Canto 1987 regroupant les *Populetales albae* (forêts riveraines méditerranéennes à irradiations médioeuropéennes et atlantiques) et les *Salicetalia purpureae* Moor 1958 (saulaies arbustives euro sibériennes et méditerranéennes) :

- les *Populetales albae* sont subdivisés en trois alliances : le *Populion albae*, l'*Osmundo-Alnion* et l'*Alno-Ulmion*. Les groupements riverains méditerranéens du *Populion albae* sont réparties en deux sous-alliances, respectivement *Populenion albae* (forêts riveraines des terrasses alluviales des grandes rivières méditerranéennes) et *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris* Riv-Mart. 1975 (associations d'ormes et de frênes sur les terrasses élevées des rivières des régions de la Méditerranée occidentale). Les aulnaies riveraines oligotrophes sur substrat acide se regroupent dans l'*Osmundo-Alnion* Drske et Riv-Mart.1975, synonyme de l'*Alnion lusitanicum* Br.- Bl., Silva et Rozeira 1956 (Bensettiti 1995).

Quezel (1956) signale également la présence d'aulne glutineux en Kabylie dans la forêt d'Akfadou célèbre pour ces chênes (*Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*, *Q. afares*, et *Q. suber*) ; l'auteur note que cette aulnaie, bien que située en altitude, s'avère être assez riche en biodiversité floristique. Par ailleurs, il signale que la sous association à *Quercus faginea* et *Rubus incanescens* représente une forme de passage entre les peuplements de chênes à feuilles caduques et la ripisylve à *Alnus glutinosa* (voir ci-dessous le relevé effectué dans l'Akfadou près de la fontaine des Ifs cité par Bensettiti (1995) à titre de comparaison avec les relevés effectués à Oued Hrou (Seraidi), (Annexe 7) :

Relevé - Akfadou : (Association de *Alnus glutinosa* avec *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*)

- <i>Alnus glutinosa</i>	4	<i>Carex pendula</i>	1
- <i>Osmunda regalis</i>	2	<i>Hypericum androsaemum</i>	2
- <i>Campanula alata</i>	1	<i>Lycopus europaeus</i>	1
- <i>Circaea lutetiana</i>	1	<i>Athyrium filix femina</i>	1
- <i>Allium triquetrum</i>	2	<i>Petasites fragrans</i>	1
- <i>Carex divulsa</i>	+	<i>Hedera helix</i>	1
- <i>Helosciadum nodiflorum</i>	1	<i>Quercus faginea</i>	1
- <i>Veronica montana</i>	1	<i>Isolepsis setacea</i>	+
- <i>Sanicula europaea</i>	+	<i>Narcissus tazetta</i>	2

- *Scirpoides holoschoenus* +

Pour sa part, Salamani (1991), décrit également cette même aulnaie en bordure d'une rare sinon unique tourbière d'altitude (1225m). Dans la strate herbacée dominant *Juncus conglomeratus*, *Carex pendula*, *Carex distans*, *Osmunda regalis*. L'auteur note également la présence d'*Ilex aquifolium*, *Hedera helix*, *Rubus ulmifolius*, *Quercus canariensis* et *Cytisus triflorus* (Bensettiti 1995).

En nous inspirant de toutes ces données bibliographiques et en utilisant des relevés de végétation actualisés, nous présentons en annexe une approche syntaxomique de l'aulnaie d'Oued Hrou (Seraidi) : (Annexe 7)

I) - Le groupement à merisier des oiseaux : *Prunus avium* L.

Le merisier des oiseaux ou cerisier sauvage (*Prunus avium*) espèce caractéristique du manteau forestier des *Prunetalia* Tüxen 1952 est abondante dans les stations fraîches des forêts de chênes.

Ainsi, cette espèce est considérée par Quezel (1956) comme une sylvatique montagnarde, néanmoins souvent éparse, l'essence forme parfois un véritable groupement riverain.

C'est une caractéristique transgressive de la série climacique voisine : série subméditerranéenne du chêne zeen (Quezel 1956) dont l'abondance a été remarquée dans le site de Ain Bergouguaia.

En effet, le cas particulier, inhérent à la forêt mixte de Ain Bergouguaia mérite d'être signalé.

En fait il s'agit d'un écosystème forestier remarquable constitué par une parcelle d'aulnes bien individualisée en mélange à la fois avec le chêne zeen et le chêne liège en bordure. On signalera aussi la présence de quelques sujets d'orme parsemés le long d'un cours d'eau (chaâba) ainsi que l'abondance de *Prunus avium*. Cette dernière espèce est présente dans toutes les ripisylves d'altitude (aulnaie, populaie et saussaies) dont elle constitue une espèce des plus constantes (Bensettiti, 1995). Par contre, on notera la rareté d'un autre merisier qui a été trouvé une fois dans ce site le 29 Avril 1998, il s'agit du merisier à grappes (*Prunus padus* ou *Padus avium*) qui se développe dans le sous bois près des cours d'eau (rivières, chaâba).

Située au bord du chemin de Wilaya (CW. 37) entre Oum Theboul et El Aioun (plus précisément à 7 Km au Sud-Est d'Oum Theboul, et à 3 Km d'El-Aioun) sur une pente très peu accentuée (1 à 3 %), cette formation mixte (zênaie-aulnaie) prospère dans un milieu très humide. En fait à 310 m d'altitude et au

Nord de cette station ombragée coule la source de Ain Bergouguaia (Source du prunier) dont l'appellation pourrait être due à l'abondance du merisier dans le site en question ; il est à remarquer que la racine du mot Bergouguaia est " Bergoug " : " Prune ".

Dans cette station, l'aulnaie est dominée par le chêne zeen car il se trouve dans son optimum écologique : (la hauteur moyenne du chêne zeen est de 16 m, celle de l'aulne glutineux est de 8,35m). Ces conditions écologiques optimales sont représentées par :

1)- un versant exposé au nord et des conditions exceptionnelles de fraîcheur et d'humidité permanente (suintements et source).

2)- un sol profond et peu pentu qui grâce à l'humidité se décompose et donne un humus abondant ; le pH qui y a été relevé à la date du 24/03/2008 est nettement acide, il s'échelonne entre 5,54 et 6,42.

Ces conditions optimales d'humidité dans cette station ombragée caractérisée par un sol profond, argileux-sabonneux (Benslama 1993) conviennent mieux au développement du chêne zeen dont le couvert est plus épais. Ainsi les glandées de *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* (*Quercus canariensis*) sont les plus abondantes et les jeunes semis issus des glands peuvent croître remarquablement à l'ombre (espèce sciaphile).

Par ailleurs, cette combinaison de paramètres écologiques préalablement cités est favorable également au développement de l'aulne glutineux qui est en compétition directe avec le chêne zeen. En fait l'aulne glutineux est doublement exigeant :

1)- d'une part, il recherche beaucoup de lumière, d'eau et d'humidité (espèce héliophile et hygrophile).

2)- et d'autre part, sa régénération par drageons et par rejets de souche est compromise à la fois par le pacage intensif, les coupes sauvages illicites et l'impact de la canopée dense du chêne zeen. En outre, la régénération naturelle par semis est rarissime à cause de :

1)- l'action anthropique : (incendies, pacage, pollution diverses et défrichements) ainsi que le manque de protection et de surveillance.

2)- l'inexistence d'espaces ouverts qui permettent à la fois la dispersion des graines et la propagation de la lumière indispensable à la germination des graines.

Quant au chêne liège présent au sein de cette station humide de Ain Bergouguaia, en étant plus sensible au froid et moins prolifique, il prospère mal et produit des semis se développant sous un couvert épais empêchant la croissance normale des jeunes plants. Ainsi donc, le chêne liège a tendance à reculer et à coloniser les bordures asséchées de cette station à formation mixte composée surtout d'aulnes et de chêne zeen.

Et c'est après avoir dressé un inventaire floristique de la ripisylve de Ain Bergouguaia que nous avons abouti à une liste composée par :

- des espèces du cortège floristique du chêne zeen

- des espèces hygrophiles et hydrophiles constituant le tapis végétal de l'aulnaie glutineuse.

- ainsi que certaines plantes accompagnatrices du chêne liège et situées en général le long des bordures sèches de cette station.

Nous présentons en (Annexe 8) la composition floristique et une approche syntaxonomique de l'aulnaie-zênaie d'Ain Bergouguaia.

J) - Le Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae de Bolos 1954 Fraxinetosum angustifoliae : sous association nouvelle Bensettiti 1995.

Le *lamio flexuosi-Alnetum glutinosae* représenté par sa sous-association *Fraxinetosum angustifoliae* est une aulnaie de montagne qui représente manifestement une vicariante de la sous-association *Fraxinetosum excelsiori* des Pyrénées espagnoles (Massif siliceux de Montseny).

Les différences floristiques entre les deux sous unités traduisent à la fois leur répartition et leurs contacts respectifs à savoir d'une part une distribution méditerranéenne avec de nombreuses

transgressives des *Quercetalia atlanticae* et *Quercetea ilicis* pour la première, d'autre part un caractère plus septentrional et un cortège plus riche en espèces des *Fagetalia sylvaticae* pour la seconde.

La sous association espagnole apparaît à plus basse altitude parfois presque au niveau de la mer contrairement à la sous-association d'Algérie (définie par Bensettiti (1985) pour les stations de Chrea, Meurdja et Djebel Mouzaia). Le groupement se localise en général sur les hautes terrasses des oueds. Il s'agit d'un groupement floristiquement pauvre qui se développe dans un climat humide à per humide dont la strate arborescente est dominée par *Alnus glutinosa*, parfois en mélange avec le frêne et le saule (*Salix pedicellata*).

Dans la strate arbustive l'auteur note la présence de *Prunus avium*, *Laurus nobilis*, *Crataegus monogyna* et *Rubus ulmifolius*.

Dans la strate herbacée dominant *Lamium flexuosum*, *Allium triquetrum* et *Rubia peregrina*. Comme liane, seul le lierre grimpant *Hedera helix* abonde (Bensettiti, 1995).

Parmi les caractéristiques d'unités supérieures seuls : *Prunus avium*, *Geranium Robertianum*, *Brachypodium sylvaticum* et *Crataegus monogyna* (assez présentes dans l'aulnaie de Seraidi) (Annexe 7) représentent les *Querceto-fagetea*. Les *Populetalia albae* sont caractérisés par *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus campestris* et *Salix pedicellata*.

Le contact direct avec la forêt de chênes fait apparaître quelques transgressives des *Quercetea ilicis*. Le *lamio-flexuosi Alnetum* (O. de Bolos in oberd. 1953) est rattaché à l'*Alno-padion* (*Alno-ulmion*). Pour sa part Dierschke (1980) l'insère dans le *Fraxinion angustifoliae* Pedrotti 1970.

La sous-association nord africaine se singularise par la présence d'*Allium triquetrum*, *Laurus nobilis*, *Salix pedicellata*, *Prunus avium* et *Iris foetidissima* (Bensettiti, 1995).

Au Maroc, Barbero, Quezel et Rivas Martinez (1981) décrivent une association à *Alnus glutinosa* se développant dans la forêt sclérophile entre 900 et 1400 m (voir ci-dessous le relevé de végétation représentatif). Cette dernière association présente de fortes affinités avec les aulnaies algériennes d'altitude entre autres celle de Seraidi (Oued Hrouer) si l'on en juge d'après le nombre d'espèces communes à l'association décrite du Maroc, comparée à la sous association reconnue et déterminée par Bensettiti (1995) dans les stations algériennes sus-citées et enfin par rapport aux espèces constituant le groupement observé par nos soins sur terrain à Oued Hrouer entre 517 et 555 m d'altitude (annexe 7)

Relevé de la station décrite au Maroc (Barbero, Quezel et Rivas Martinez 1981)

Alnus glutinosa 5.3
Rubus ulmifolius 2.3
Geranium lanuginosum 1.2
Sambucus ebulus 2.3
Osmunda regalis 1.1
Sanicula europea 1.1
Primula acaulis 1.2
Ranunculus ficaria 1.1
Brachypodium sylvaticum 1.3
Lamium flexuosum 1.1
Pteridium aquilinum 2.4
Prunella vulgaris 1.2
Lapsana communis +
Crataegus monogyna +
Seriola laevigata +
Geranium Robertianum +

J) - Le Salici-Populetum nigrae association nouvelle décrite par Bensettiti, 1995.

C'est une autre unité syntaxonomique riveraine qui a été décrite dans les travaux de Bensettiti (1995). Les fourrés de saule (*Salix pedicellata*, *S. alba* et *S. purpurea*) sont des groupements fragmentaires en plaine, selon l'auteur, alors qu'ils deviennent très développés dans toute la zone montagneuse de l'Atlas tellien.

Le saule pédicellé (très abondant dans les aulnaies marécageuses et ripicoles prospectées par nos soins) est une caractéristique préférentielle du *Salici-populetum nigrae* : nouvelle association décrite par Bensettiti (1995) ; selon l'auteur en Algérie : « *Salix pedicellata* espèce méditerranéenne joue le rôle de vicariante du *Salix atrocinerea* plus septentrional ».

Sur terrain, nous avons observé l'association des espèces : *Salix pedicellata* et *Populus nigra* dans l'aulnaie du Tonga. Néanmoins une étude plus approfondie est nécessaire pour déterminer si ce groupement est rattaché aux *Populetalia albae* (comme le suggère Bensettiti, 1995 pour le *Salici-populetum nigrae* en tant que ripisylve d'altitude) ou bien, s'intègre dans les *Fagetalia* compte tenu des fortes affinités qu'elle paraît développer avec les *Quercus fagetea* si l'on en juge d'après le nombre d'espèces caractéristiques de cette Classe (Diaz Gonzales et Penas Merino 1987 in Bensetti, 1995).

K) - Le Nymphaeo-Alnetum

Dans certains cas (région des anciens marais, sur substrats siliceux) et plus précisément dans la dépression perivosgienne, Lhote (1985) a relevé et analysé des aulnaies subaquatiques. Ainsi il a observé que la présence de Nénuphars (*Nymphaea alba*) dans cette dépression témoigne de la constance de l'immersion. Bien que rarement décrit, ce type de peuplement «*Le Nymphaeo-Alnetum*» représente le terme extrême de l'aulnaie acidocline (*Carici elongatae -Alnetum*) qui lui fait suite le long du gradient d'atterrissement (Lhote, 1985). Ce groupement «*Nymphaeo-Alnetum* » prouve selon l'auteur que dans certains cas l'aulne peut s'accommoder d'une inondation permanente toutefois avec une vitalité réduite.

Dans la Numidie algérienne, il nous a été donné de relever l'abondance du Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*) en bordure des aulnaies du lac bleu et à Berrihane dans la région d'El Tarf ainsi qu'à Sidi Makhoulf (Guerbès-Senhadja).

Aussi bien dans les stations de Berrihane que de Sidi Makhoulf sus-citées qu'en bordure du lac bleu, l'aulnaie est inondée au moins pendant 6 mois de l'année et fait partie d'un ensemble de formations végétales constituant des ceintures présentant une véritable synthèse de la succession des groupements sur l'ensemble de la région (Numidie orientale et occidentale) liée au comblement progressif de ces sites par les sables dunaires mis à nu et remis en mouvement (de Bélair, 2000 comm. verb.) :

« Les divers hydro-systèmes de la région (le Parc National d'El-Kala et en particulier le lac bleu) comportent en effet ces groupements soit à l'état pur, soit sous forme composite :

- 1)- Groupement d'eau libre à espèces enracinées ou non : *Myriophyllum* ssp. , *Ceratophyllum* ssp. *Nymphaea alba*, *Potamogeton* ssp. ; *Utricularia* ssp. , chlorophycées et charophycées.
- 2)- Ceinture à *Dryopteris gongylodes* subsp. *propinqua* et *Iris pseudacorus*.
- 3)- Ceinture à Magnocariçaie : *Carex elata* puis *Cladium mariscus* parsemé de *Phragmites australis*.
- 4)- Ecotone (en voie de disparition) à *Elatine brochonii*, *Fimbristylis squarrosa*, *Oldenlandia capensis* (éteinte) et *Cyperus flavescens*.
- 5)- Ceinture partielle à graminées et papilionacées.
- 6)- Saulnaie à *Salix pedicellata* et/ou *S. cinerea*, *Carex pendula*, *Carex remota*, *Ipomaea sagittata*.
- 7)- Aulnaie à *Alnus glutinosa*, *Osmunda regalis* et *Athyrium filix femina*.
- 8)- Subéraie quasi détruite à *Quercus suber* et *Pteridium aquilinum*.

Les trois dernières formations sont surtout présentes au S.E. du lac Bleu et en partie au N.W., là où les atterrissements sont les plus actifs ».

L) - La ptéridaie

D'une manière générale, les bordures asséchées des aulnaies glutineuses marécageuses et ripicoles sont plus ou moins envahies par la fougère aigle : *Pteridium aquilinum*.

Cette friche à fougère aigle s'installe aussi très rapidement sur les pelouses ou prairies marécageuses laissées à l'abandon surtout après une mise en défens. D'ailleurs Lapie (1909) a souligné dans sa thèse que « dans les stations humides c'est le *Pteridium aquilinum* qui reparaît le premier sur le sol abandonné par la charrue ».

Par analogie on pourrait penser que c'est la mise en défens de l'arboretum du Tonga qui a permis l'installation de la pelouse et le développement de cette fougère mésophile.

Dans ce site, en effet toutes les conditions du milieu sont réunies (grès, terrains siliceux acidophiles, lieux ombragés humides et fortement arrosés) pour que la fougère aigle se développe remarquablement et atteigne une hauteur de plus de 1,50m. Par ailleurs, cette fougère atteint des degrés élevés de présence et de sociabilité (4.4) dominant ainsi la strate herbacée. Elle est considérée aussi comme une formation basse ($0,60 < H < 1,50$) dont le recouvrement est compris entre 90 et 100% empêchant ainsi la régénération naturelle des espèces héliophiles tel que l'aulne glutineux. Ce qui est confirmé par Lapie (1909) qui signala que : « dans les pelouses pseudo-alpines du Djurdjura, le sous bois faisait défaut jusqu'à disparaître lorsque la fougère aigle venait à former un véritable tapis végétal dense et empêcher par la même la germination ainsi que la croissance des semis du cèdre et du chêne vert. L'auteur (ibid) a considéré cette formation à *Pteridium aquilinum* comme un faciès de dégradation de la chênaie verte qu'il qualifie de pâtures broussailleuses ». Par conséquent, il s'agit d'un groupement de transition qu'il conviendrait de maîtriser pour lutter entre autres contre la dégradation de l'aulnaie du Tonga.

M) - La nériaie :

Dans les plaines marécageuses exemples : (les sites de Kef Oum Chetoub, Boumalek, Ganthra el Hamra, Brabtia, l'aulnaie du lac bleu et celle de Sidi freïtis) ainsi que dans les berges des cours d'eau et/ou oueds (Bourdim, Mechta dridra, Laouledj, oued el Arg, Oued Melah et Oued el Aneb), la nériaie empiète assez souvent dans les formations marécageuses et ripicoles à aulne, frêne, orme et peuplier blanc.

Dans l'unité syntaxonomique et riveraine '*le Nerio-Tamaricetea*' définie par Braun Blanquet et de Bolos (1956), Bensettiti (1995) a considéré deux types de groupement se rapprochant de ceux de l'Afrique du Nord :

- Les Nériaies-Tamariçaies du littoral varois (Loisel 1976).
- Les ripisylves à *Nerium oleander* de Provence (Lavagne et Moutte, 1971)
- ainsi que certains relevés d'une ripisylve à *Tamarix gallica* et *Nerium oleander* décrite au niveau de la dorsale tunisienne par Boudouresque (1978).

Les *Nerio-Tamaricetea* prennent la place de l'Ordre des *Populetalia albae* dans les pays semi-arides chauds des régions méditerranéennes et irano-touraniennes (Br. Bl. Et de Bolos 1957). Il s'agit de formations situées à la limite d'aire au contact des *Populetalia albae* dans le sud de la France. La plupart de ces nériaies à *Tamarix gallica* s'avèrent en effet infiltrées d'espèces de cet ordre et de la classe des *Quercus fagetea* telles que : *Carex pendula*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* et *Ulmus campestris* (= *U. minor*).

Parmi les caractéristiques des unités supérieures (alliance, ordre et classe) on peut citer : *Tamarix gallica*, *T. africana*, *Nerium oleander*, *Arundo donax*, *Oryzopsis miliacea*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Dittrichia viscosa*, *Lavatera olbia*, et *Phragmites australis* (Bensettiti 1995 et Toubal-Boumaza, 1986).

Conclusion concernant l'aperçu phytosociologique et perspectives

La nécessité d'une étude phytosociologique plus approfondie s'avère indispensable. Celle-ci devrait se baser sur des relevés exhaustifs actualisés pour aboutir à un inventaire phytosociologique plus précis.

En effet, la représentation qualitative et les types de peuplements varient selon les régions dans le temps et dans l'espace en fonction des changements climatiques et de l'intensité de l'action anthropique.

Ainsi, ces groupements qui présentent souvent un aspect en mosaïque, sont constitués par la répétition de motifs structuraux généralement liés à des variations concomitantes de composition floristique quantitative et qualitative (Gounot, 1969).

Les groupements phytosociologiques décrits dans ce chapitre pourraient représenter des stades d'évolution dans la série de la succession ou de la dégradation de la formation à aulne glutineux. Exemple le colmatage d'un plan d'eau (étang, lac ou marais) par la formation de ceintures de végétation (gradient d'atterrissement) cité dans le sous-chapitre **(1.1.3.2. K)**.

Pour compléter ce qui a été fait dans ce domaine, nous préconisons donc comme il a été réalisé en Europe (Lhote, 1985) d'envisager l'étude exhaustive des différents cas de figures géographiques afin de faire ressortir les grands traits de la biologie et de l'écologie d'*Alnus glutinosa* en Algérie puis en Afrique du Nord car l'existence de telles mosaïques n'est pas fortuite.

- Dans un premier temps, décrire essentiellement :

- 1° les groupements du fond tourbeux
- 2° les pelouses hygrophiles et / ou prairies marécageuses
- 3° les maquis tourbeux et les bois de pentes
- 4° la végétation des cours d'eau traversant les tourbières.

- Dans un deuxième temps, une comparaison générale des groupements marécageux et ripicoles avec les autres groupements de la classe des *Quercus faginea* (Forêts feuillus à climats tempérés) restera à faire comme l'a suggéré Bensettiti (1995).

Pour ce faire, nous partageons l'avis de l'auteur (ibid) qui trouve « qu'une collaboration entre phytosociologues et botanistes méditerranéens et non méditerranéens est indispensable afin que soient déterminées avec précision les caractéristiques d'alliance et d'ordre car actuellement, il apparaît difficile de dégager de la bibliographie une combinaison d'espèces caractéristiques relatives aux unités supérieures tant les points de vue sont nombreux variés et parfois divergents » (Bensettiti, 1995).

Ceci est dû à des divergences de conception dans les critères à prendre en considération pour la définition des associations (type de phytocénose).

Les critères possibles sont selon Gounot (1969) :

- a) - la coexistence des espèces en un même lieu ;
- b) - la structure envisagée sous l'un ou l'autre de ces aspects, c'est à dire :
 - l'existence d'une structure répétitive définie donnant une physionomie particulière au groupement (mosaïques répétitives).
 - l'intégration qui implique des relations de dépendance ou d'interdépendance entre les espèces (concurrence et entraide : parasitisme et symbiose).
- c) - l'homogénéité floristique et écologique ; ces deux types d'homogénéité se contrôlant mutuellement ;
- d)- la concordance de la répartition géographique des espèces constituantes.
- e)- la stabilité de la végétation ou l'existence de phénomènes d'évolution (cyclique ou linéaire).

Cette démarche scientifique permettra d'une part, de définir d'une manière assez précise les associations végétales (unités principales que l'on peut reconnaître dans la végétation) et d'autre part de décrire le jeu des interactions entre les groupements végétaux, et, par cette étude, de rechercher les lignes de l'évolution, en observant au cours des ans les extensions et les prédominances de certains types, ce qui représente selon Vanden Berguen l'objet de la phytosociologie.

1.1.4 - Aperçu sur la dynamique récente des formations à aulne glutineux

« L'action de la végétation sur le milieu est la force essentielle responsable du dynamisme du tapis végétal » (Gounot, 1969).

Dans ce chapitre, on présentera quelques généralités sur le dynamisme de la communauté végétale, par la suite on donnera une approche sur la dynamique des formations à aulne glutineux.

1.1.4.1- Définition du dynamisme de la végétation

Les associations végétales ne sont pas des états indéfiniment stables, elles présentent en général une transformation spontanée et lente, au cours de laquelle des groupements végétaux différents se succèdent en chaque point : cette transformation a été appelé « dynamisme de la végétation ». « Cette succession végétale ne suit pas des lois fixes et rigides, mais un phénomène très mobile dont les résultats ne sont pas entièrement prévisibles. » (Lepart et Escarre, 1983).

Un exemple de succession végétale dans la formation d'une tourbière par le comblement (eutrophisation) d'un étang ou d'un lac a été décrit dans la première partie (Sous - Chapitre 2.2.3.2.4) :

« Au bout d'un certain temps, de l'ordre du siècle dans les cas favorables, et pourvu que les conditions de milieu s'y prêtent, la végétation atteint ordinairement un état boisé dont la composition botanique dépend des facteurs écologiques au lieu considéré : il correspond au début d'une mise en équilibre pendant laquelle la forêt « mûrit » lentement pour atteindre un état final, dépendant naturellement, lui aussi, des facteurs écologiques du lieu et qui est appelé climax » (Ozenda, 1982).

Généralement, le climax n'est pas observable, car il se situe à une autre échelle de temps que celle de l'observateur (Egler 1954, in Lepart et Escarre 1983). Aussi, l'action de l'homme, y compris celle des animaux domestiques ou des engins mécaniques, a le plus souvent pour effet de contrarier cette évolution (débroussaillage, arrachage des mauvaises herbes, pâturage...) ou même de provoquer un retour de la végétation à un stade antérieur (coupes forestières), l'engageant alors dans une **évolution régressive** ou dégradation dont le terme ultime peut être le sol nu, voire le sol érodé (Ozenda, 1982).

Un aperçu sur l'état de dégradation des formations à aulne glutineux dans les régions d'étude où on distingue plusieurs stades est présenté dans (§ 1.1.2.6). Ainsi, nous avons vu qu'en général sous l'action humaine, les formations forestières étudiées représentent une série régressive constituée de plusieurs cas de figures selon les sites étudiés.

Par exemple pour le site de Righia, les défrichements et les pompages agricoles de la nappe phréatique ont conduit au stade final de sol nu desséché et la couverture végétale naturelle ne peut plus se régénérer spontanément. Et plus grave encore, c'est qu'à la suite de la déforestation effectuée sur une grande échelle, le milieu a été perturbé par l'exploitation du sable dunaire (carrière d'exploitation de sable).

La série de dégradation peut s'arrêter à différents stades selon la nature de l'action anthropique. Exemple : lorsque les animaux broutent les arbustes et les jeunes arbres, le pâturage maintient la végétation à l'état herbacée. La succession normale peut reprendre si la cause perturbatrice cesse (par exemple par une mise en défens éloignant le bétail) (Ozenda 1982).

Nous avons observé un cas similaire dans la réserve zoologique de Brabtia qui traversée par un incendie puis mise en défens (avec interdiction d'accès aux visiteurs à partir de 1990) a présenté après une décennie (2010) une très forte remontée biologique.

1.1.4. 2- Généralités sur le dynamisme de la communauté végétale

Selon Gounot (1969) : « La communauté végétale est constituée par l'imbrication plus ou moins régulière d'un certain nombre d'unités (éléments) floristiquement, écologiquement et physiologiquement différenciée ». Elle est plus ou moins précisément caractérisée par sa physionomie et sa structure, ainsi que par sa composition floristique et son écologie.

« Les espèces édifiatrices (Cas du rôle des sphaignes dans les tourbières ou bien des graminées ou certaines cypéracées dominantes des prairies) sont l'agent essentiel des modifications dans le temps de la communauté végétale et de son dynamisme. Ceci a été reconnu depuis fort longtemps. Ces espèces qui jouent le rôle dominant d'édifiatrices modifient le milieu par leur ombre, leur régulation de la température et de l'hygrométrie, leur type particulier d'humus, elles abritent, attirent et agglutinent les autres espèces qui peuvent d'ailleurs donner des écotypes adaptés à chaque cas et qui ne subissent le milieu qu'à travers les transformations que lui imposent les espèces édifiatrices ordinairement en petit nombre (exemple les sphaignes) » (Ozenda, 1982).

Par la suite, on a insisté sur deux types distincts d'évolution du tapis végétal : **l'évolution cyclique** et **l'évolution progressive** et **régressive** que l'on peut qualifier plus simplement **d'évolution linéaire**. Cette dernière allant du sol nu à un état stable, généralement complexe, le climax (évolution progressive) ou du climax vers le sol nu (évolution régressive) en passant ou non par les mêmes stades dans les deux sens) (Gounot, 1969).

1) - L'évolution cyclique

(Watt 1947 in Gounot 1969) montre que dans le cas particulièrement net des tourbières, on peut établir qu'en un point où existe actuellement un creux, va se développer progressivement une butte édifiatrice par les sphaignes elles-mêmes puis cette butte va être remplacée par un creux, etc... Dans ce cas, on assiste à **une évolution cyclique** des éléments, qu'il désigne alors sous le nom de **phases**. Les phases sont liées à des stades d'évolution des espèces (sphaignes, touffes de graminées, cypéracées, peuplement de fougère etc...).

En effet, en creusant la tourbe, on retrouve les restes fossilisés des espèces caractéristiques des différentes phases superposées dans l'ordre du développement cyclique. Plusieurs cycles successifs peuvent être éventuellement mis en évidence en un même point. Au cours du temps, la tourbière garde globalement la même structure et la même composition floristique, mais en chaque point il ya une évolution cyclique creux-butte-creux... Watt et bien d'autres auteurs ont montré que des phénomènes analogues se produisent dans de nombreux types de végétation (prairies, landes, forêts, groupements halophiles et steppiques...).

Les travaux de Benslama et al. (2006, 2007 et 2010) mettent en évidence cette évolution cyclique dans les tourbières des sites suivants : (Righia, Bourdim, Garâat El Ouez et le lac noir) dans la région d'El Tarf.

2)- L'évolution linéaire

Dans le cas d'évolution progressive ou régressive, le passage d'un stade d'évolution à un autre se fait souvent par envahissement le long d'un front continu. Mais il peut aussi se faire sur l'ensemble de la surface, par pôles de développement séparés (correspondant à la présence sporadique d'une espèce édifiatrice), les pôles tendant à fusionner progressivement. Ce qui distingue ce type d'évolution du précédent, c'est qu'il n'ya pas un équilibre dynamique entre les éléments, mais envahissement de l'un par l'autre (ou des uns par les autres).

Durant toutes les étapes de succession, chaque espèce modifie le milieu, le rend plus favorable à d'autres espèces qui élimineront les espèces pionnières par compétition.

Lepart et Escarre (1983) citent différentes hypothèses concernant la succession. En général, les espèces pionnières créent les conditions favorables à l'installation de nouvelles espèces qui les remplaceront et les élimineront à long terme. Le climax serait atteint lorsque la réaction du milieu est plus favorable aux espèces en place, plutôt qu'aux espèces dominantes (Cléments 1916-1936 in Lepart et Escarre, 1983). « Cependant, nous considérons en fait que le concept de Climax ne peut plus être retenu sous sa forme initiale (à l'instar de beaucoup de concepts écologiques des années 30 » (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

Gounot (1969) ; Huetz de lemps (1970) et Ozenda (1982) signalent qu'on peut observer un phénomène de ce type d'évolution linéaire, dans le cas du passage de la pelouse à *Brachypodium ramosum* à la garrigue à *Quercus coccifera* dans les plaines languedociennes. Ce passage se fait souvent par l'intermédiaire d'un chapelet d'îlots de *Quercus coccifera* dans la pelouse, qui ont tendance à envahir progressivement toute la communauté.

Ce type d'évolution linéaire a été décrit précédemment dans 'le chapitre 1.1.2.6' montrant plusieurs stades de succession de la dégradation de l'aulnaie asséchée (stade boisé) aboutissant à la formation de pelouses à *Brachypodium sylvaticum* (Zeraia 1984). Cette évolution régressive se fait souvent par l'intermédiaire de l'implantation de ronciers qui ont tendance à envahir les parcelles d'aulnes.

1.1.4.3- Approche sur la dynamique des formations à aulne glutineux dans la Numidie algérienne.

Les aulnaies, véritable écosystème forestier fragile, se présentant en mélange avec d'autres groupements végétaux ou sous forme de peuplement pur, à proximité des lacs, sur les rives des oueds, près des marais ou avoisinant des sources sont dispersées sous forme d'enclaves ou de lambeaux de ripisylves : derniers vestiges d'une forêt primaire ayant fait probablement son apparition il y a près de 7000 ans en Europe centrale (voir historique). Les travaux récents de Benslama et al. (2010) portant sur la datation par les diagrammes polliniques révèlent un âge plus ancien (dans la région d'El Tarf) pour l'aulnaie de Garaâ El Ouez à proximité de Ain Khiar (16000 ans). Par contre, celle de Bourdim selon Ibncherif (2006) et Benslama (2010), elle aurait existé il ya environ 5000 ans.

Jalonnant une zone de contact située entre dunes et dépressions, cet écosystème forestier particulier (aulnaie) occupe tantôt de petites surfaces dans les régions étudiées de Guerbès–Senhadja et Bouteldja–El Kala estimées entre 2 et 50 ha et précisément localisées au niveau du Nord du lac Tonga, NE et NW du lac Oubeira , NE et NW du Lac Mellah , NE et NW de Bouteldja, sur les rives de l'oued El-Kébir Est, au NW du massif de Séraïdi, sur les rives de oued el Aneb ; au N-NW et Sud de Benazouz (De Bélair, 1990). Tantôt ces ripisylves occupent rarement de grandes surfaces (Bourdim 85 Ha, Oum El-laagreb 200 ha, 400 ha à Righia, Nechaâ Khellalba 75 ha). En réalité, cet écosystème forestier est alimenté par des sources nombreuses qui jaillissent à la base des dunes, maintenant au contact des plaines une humidité permanente ainsi que par une nappe phréatique affleurante et relativement importante en hiver et au printemps (les estimations du volume de la nappe phréatique de la région de Guerbès-Senhadja sont de 40 millions de m³ (1997 - 2000) (Khammar 1981), celles de la région de Annaba sont évaluées à 60 millions de m³ , et celles de Bouteldja-El Kala sont considérées comme avoisinant les 75 millions de m³ (Données portant sur les réserves renouvelables des systèmes aquifères de Skikda, Annaba et El-Tarf).

En fait, cet écosystème particulièrement humide fonctionne selon la présence et les mouvements de l'eau (flux lent ou rapide c'est-à-dire flux lentique ou lotique) et dépend de la présence et des fluctuations de la nappe phréatique ainsi que d'un substrat relativement riche constitué selon les sites soit de tourbe, soit d'alluvions et de sable ou de limons.

Et parmi les facteurs physiques du milieu aquatique, il n'est pas besoin de souligner l'importance fondamentale des multiples rôles de l'eau dans la plante : comme constituant de la matière vivante, dans son action sur le port de la plante (turgescence), comme véhicule des aliments minéraux puisés dans le sol et enfin dans la transpiration. De même, concernant le rôle de la lumière, on sait que la vie végétale est tributaire de l'assimilation chlorophyllienne. Egalement, un ensoleillement relativement important devant occasionner une élévation de la température est indispensable surtout pour la croissance des arbres.

Par ailleurs, l'action de l'exondation déterminée dans les nappes d'eau de faible profondeur et notamment dans les marais ou le long des berges des cours d'eau par des variations saisonnières de niveau pouvant aller jusqu'à l'assèchement temporaire est à l'origine de la création d'une zonation de la végétation aquatique d'eau douce. Ainsi, en allant de la terre ferme vers l'eau profonde on peut alors distinguer plusieurs zones (Ozenda, 1982) :

1° la **végétation dite riveraine** : simplement liée à des sols humides mais onondée excetionnellement comme par exemple les bois **d’aulnes et de saules**.

2° **Les végétaux dits hélophytes** : comme les roseaux, dont les rhizomes et le bas des tiges se trouvent dans l’eau tandis que les parties aériennes et les inflorescences sont dans l’air ; ces hélophytes peuvent persister en saison sèche sur des sols non inondés restant plus ou moins humides, comme le font d’ailleurs aussi des espèces plus petites telles que des renoncules ou des ombellifères qui sont appelées comme nous l’avons mentionné précédemment ‘‘des amphiphytes’’ (Cf. § 1.1.1.3).

3° **des espèces complètement aquatiques mais encore enracinées dans la vase** et dont les feuilles sont flottantes et les inflorescences sont aériennes comme les nénuphars.

4° **des espèces complètement aquatiques et sans liaison avec le fond** comme les utriculaires et les lentilles d’eau.

D’autres végétaux affectionnent ces milieux hygrophiles et sont considérés par excellence comme de véritables éponges grâce à un fort pouvoir de rétention de l’eau. Ce sont les sphaignes : mousses fondatrices des tourbières acides. Même mortes, ces végétaux peuvent conserver une importante quantité d’eau, contribuant à entretenir en surfaces des tourbières, un microclimat humide et plus frais, même en plaine sécheresse.

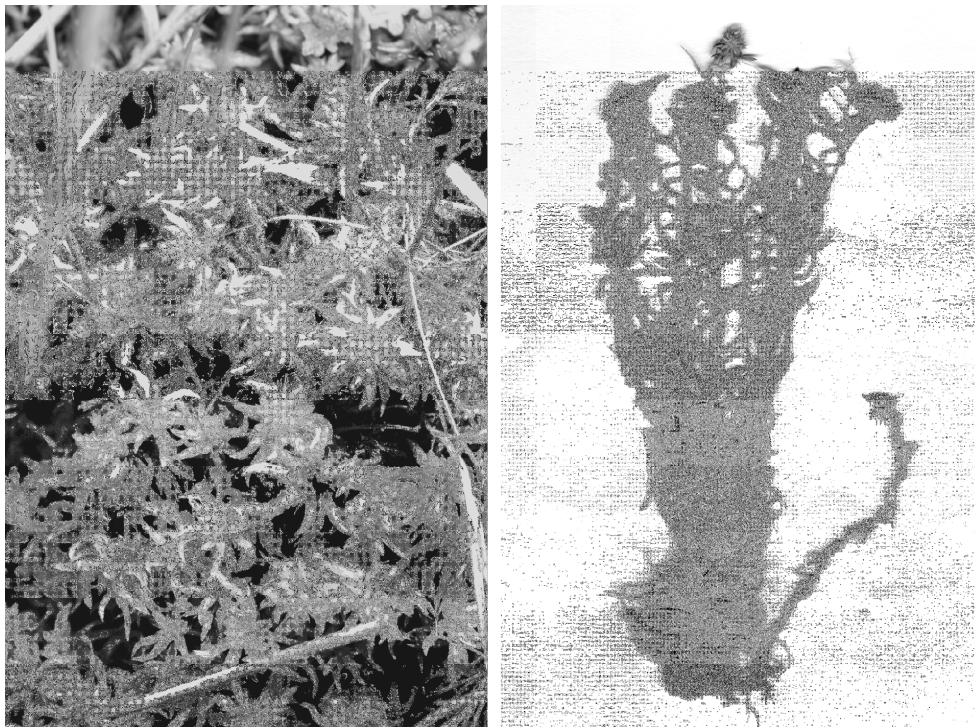


Fig 50 : *Sphagnum auriculatum*

Mousses des tourbières de la Kroumirie-Numidie. (Source- du- Dix-Huitième).
(Photo S.D. Muller – Mai 2009)

Les sphaignes sont les représentantes principales de la strate muscinale d’une tourbière. Ainsi, de part leur caractéristiques particulières : (Accroissement rapide et capacité à acidifier le milieu en captant naturellement le peu d’ions Calcium biodisponibles) les sphaignes sont à l’origine de la tourbification.

En zone tempérée, les hautes buttes sont formées par *Shagnum fuscum*, *S. capillifolium*, et *S. austinii*). Les banquettes ou buttes basses de tourbe sont formées par *S. magellanicum* et *S. rubellum*. Les dépressions sont colonisées par *S. cuspidatum*, *S. fallax*, ***S. auriculatum*** (=S. denticulatum) ou *S. tenellum*, généralement en minces couches mais qui grâce à leur croissance très rapide (*S. fallax*, au soleil peut croître de 32 cm en un an), contribueront souvent le plus à la croissance de la tourbière (Fig 51).

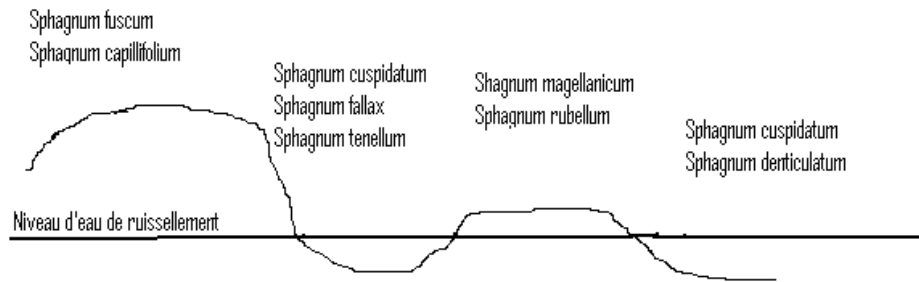


Fig 51 : Les Sphaignes, mousses fondatrices des tourbières acides

“Elles constituent un groupe homogène aux caractéristiques particulières au sein des mousses. Elles sont typiques des tourbières mais quelques unes se rencontrent aussi dans les forêts et les landes acides et humides. Leurs tiges se développent en touffes plus ou moins compactes. Les feuilles sont très petites et insérées le long des tiges et des rameaux ; leur structure interne montre de petites cellules vivantes capables de réaliser la photosynthèse et de grandes cellules mortes fonctionnant comme des citernes où sont stockées d’importantes quantités d’eau (jusqu’à trente fois leur poids sec). Pour satisfaire leurs besoins en éléments minéraux, les sphaignes absorbent, par des processus biochimiques subtils, des matières en solution dans l’eau (cations), entraînant l’acidification progressive du milieu en sécrétant des acides organiques (processus important dans la constitution des buttes du haut marais). Leur croissance est indéfinie : la base de la tige meurt tandis que la partie supérieure continue de pousser sur ses restes plus ou moins décomposés qui génèrent la tourbe” (Dajoz 1982).

Deux espèces de sphaignes ont été décrites d’abord par Trabut (1961) à Senhadja-Annaba puis par Maire (1925) à El Kala suivis par Gauthier-lièvre qui a observé en 1925 *Sphagnum subsecundum* N. var. *confortum* Besch. dans l’aulnaie de Boumerchène et *Sphagnum gravetti* au sein de l’aulnaie du Lac Noir aujourd’hui disparue.

Ces deux espèces de sphaignes ont été ré-identifiées par Muller lors des dernières enquêtes botaniques (2006-2010) comme étant la même espèce : *Sphagnum denticulatum* Brid. = *S. auriculatum* Schimp. (Muller et al. 2010). Cette dernière a été recensée par nos soins en (2005-2010) dans le seul site d’Ain Bergougaiia où l’aulnaie a complètement été saccagée par des coupes illicites et par le pacage.

Seuls quelques derniers sujets d’aulnes résistent aujourd’hui à une telle dégradation. La sphaigne survit sur un tapis herbacé composé de : *Anagallis crassifolia*, *Athyrium filix femina*, *Callitriche stagnalis* et/ou *C. obtusangula*, *Carex remota*, *Hypericum afrum*, *Juncus bulbosus*, *Rynchospora modesti-lucennoi* (=R. *glauca*), *Ludwigia palustris*, *Lythrum junceum*, *Osmunda regalis*, *Solenopsis bicolor* (=Laurentia *bicolor*) et *Pteridium aquilinum*. Cette sphaigne se développe dans un milieu tourbeux à la base des touradons formés par les *Carex* et sur lesquels se développent *Rynchospora glauca* au pied des arbustes d’*Erica scoparia*. (Voir cortège floristique en (Annexe 8)

Nègre (1952) donne une description détaillée des sphaignes de la source-du-18^{ème} en Kroumirie (Fig.50). C’est ainsi qu’il définit l’association *Cariceto-Sphagnetum plumulosi* Labbe et Nègre 1952 comme suit :

« L'association localisée dans les tourbières se présente comme tous les groupements à sphaignes de l'Europe moyenne sous forme d'un tapis continu de Bryophytes. Elle occupe rarement de grandes surfaces et ne se rencontre que sur de petits replats. Les eaux ferrugineuses très acides ($4,5 < \text{pH} < 6$) y coulent faiblement ou stagnent longtemps. Le tapis de sphaignes se développe en général sur 30cm d'épaisseur. On peut distinguer trois étapes dans la vie de l'association :

- A la phase initiale où le sol est encore entièrement immergé, l'association paraît caractérisée par *Shagnum plumulosum*, *Eleocharis multicaulis*, *Anagallis crassifolia* et peut être *Danthonia forskalii*.
- Au fur et à mesure que se consolide le substrat, s'installent des espèces qui tout en ne se développant que sur sol solide, supportent d'avoir les pieds dans l'eau : c'est le cas d'*Hypericum afrum*, *Carex punctata* qui caractérisent la phase optimale. Sur les feuilles de *Quercus faginea* en décomposition et largement immergées, croît abondamment *Mitrua paludosa*.
- Puis, avec l'exhaussement continu du substrat, surviennent les plantules des espèces de la lande ou des suintements sur sols fixés : *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Hedera helix*, *Alnus glutinosa* et *Bellis radicans* (*Bellis repens*)''.

Sachant que le nom de *Sphagnum plumulosum* a été affecté par erreur à *Shagnum denticulatum* ré-identifiée récemment par S. Muller (2010), les observations effectuées sur le terrain dans le site de Ain Bergouguaia se rapprochent des données de Nègre (1952) dans le site appelé (source-du-18^{ème}) en Koumirie (Tunisie). Les relevés des espèces (Annexe 8) donnent un aperçu des trois phases citées ci-dessus.

Classification taxonomique de la sphaigne

Embranchement : Bryophyta (Mousses).

Classe : Sphagnopsida

Ordre : Sphagnales

Famille : Sphagnaceae

Section : Subsecunda

Genre : *Sphagnum*

Espèce : *Sphagnum denticulatum* Brid.

(= *S. auriculatum* Schimp.)

Source (Taxonomie) : Museum National d'histoire Naturel
(2003-2006).



Tiges et feuilles de la touffe de sphaigne

Photo 8 - G. de Bélair (2011).

Touffe de sphaigne



Photo 9 : *Sphagnum auriculatum* dans le site de Aïn Bergougaïa en association avec *Anagallis crassifolia* (Primulacée) et *Rynchospora modesti-lucennoi* (*R. glauca*) (Cypéracée) - G. de Bélair (2011).

Dans les 34 autres stations prospectées *Sphagnum auriculatum* n'existerait plus aujourd'hui ou bien elle aurait complètement disparu sans être remplacée par d'autres sphaignes ce qui témoigne d'une phase de régression très importante. En effet, en 1925 Gauthier-lièvre (1931) remarqua que : « les stations à *Sphagnum* sont extrêmement rares en Algérie ; nous n'en connaissons que dans les taillis tourbeux de la Calle ». L'auteur affirme cependant que la présence en Algérie d'une station à « sphaignes », même très réduite, en voie de disparition rapide, est un cas très intéressant, parce que probablement unique.

La succession hydrosérale de ces aulnaies marécageuses semblent faire intervenir deux stades décrits en Kroumirie (Tunisie) : le *Cariceto-Sphagnetum plumulosi* Labbe & Nègre 1952, caractérisé par *Carex punctata* et *Sphagnum auriculatum*, et l'*Osmundo-Ericetum scopariae* Nègre 1952, caractérisé par *Erica scoparia* et *Osmunda regalis* (Nègre, 1952). Ces communautés pourraient jouer un rôle majeur dans le maintien à long terme des aulnaies marécageuses, dans le cadre d'une succession cyclique similaire à celle mise en évidence pour une aulnaie de plaine alluviale en République Tchèque (Pokorný 2000).

Ainsi plusieurs études tels que celles de : Gauthier-lièvre (1931), Joleaud (1936), Maire (1931), Quezel et Santa (1962-1963), Thomas (1975), Stevenson et al. (1988), de Bélair (1990), Vela et Benhouhou (2007) et Muller et al. (2010) décrivent et mettent en évidence l'importance de la riche diversité biologique caractérisant la végétation ripicole et marécageuse du Nord-Est algérien à la fois endémique et rare.

Néanmoins, on sait que la fragilité actuelle des aulnaies et leur dégradation progressive sont liées à la fois à des paramètres pédoclimatiques mais surtout à des facteurs anthropiques (Benslama et al. 2010).

De visu, il y a eu disparition des 'gueraâs' engorgées d'eau, des nechâas et des aulnaies du fait non seulement de l'abaissement de la nappe phréatique à la suite de pompages d'eau incontrôlés et excessifs mais également de l'extension des terres agricoles autour et au détriment des aulnaies car prospérant sur un substrat riche en azote et hautement productif (de Bélair, 1990).

Cependant, seul l'affleurement périodique de la nappe assure la pérennité des groupements végétaux aquatiques et semi-aquatiques constitués d'hydrophytes et d'hélophytes, qui progressivement vont transformer leur biotope dans le sens d'un atterrissement sous l'effet de l'assèchement.

Au fur et à mesure de l'abaissement de la nappe, des formations végétales se succèdent depuis les groupements semi-aquatiques jusqu'à l'apparition des forêts hygrophiles : type saussaie à *Salix alba*, *S. pedicellata* et *S. cinerea* et/ou *S. atrocinerea* ou aulnaies à *Alnus glutinosa*, puis mésohygrophiles à mésophiles : type ormaie à *Ulmus campestris* (*Ulmus minor*) ou chênaie-frênaie à *Quercus suber* (en France : *Quercus robur*) (Pautou et al, 1979 ; Pautou et al, 1985).

En effet, *Salix pedicellata*, *S. cinerea* et particulièrement *S. atrocinerea* apparaît lié aux aulnaies, dont il constitue un stade pionnier (saulaie rousse) et dont il structure souvent les manteaux de lisière (Gehu et al. 1994). Les conditions hydromorphes en permanence des sols et leur caractère tourbeux paraissent notamment responsables de la disparition de *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba* et *Ulmus campestris* (*Ulmus minor*) qui trouvent leur optimum dans les vallées alluviales sur sol minéral oxygéné et inondé par intermittence.

Pour Thomas (1975) l'aulnaie (ou *Alnetum glutinosae*) prospérant dans les lieux très humides où il y a peu de lumière est une association végétale dont le système racinaire est traçant et qui recherche les sols gorgés d'eau mais non inondés de manière permanente au minimum trois (03) mois selon Carbiener (1970). Alors que dans les plaines alluviales et les bas-fonds l'ulmaie-frênaie (*Ulmo-Fraxinetum*) en compétition avec *Alnetum glutinosae* se comporte en tant qu'association à la fois hygrophile et hydrophile (trophophile selon Maire 1926) par ses arbres, plus ou moins xérophile par son sous-bois et est très exigeante au point de vue de l'humidité du sol.

En effet, l'orme champêtre dont le système racinaire est peu profond sinon traçant nécessite un niveau phréatique assez élevé alors que le frêne disposant d'une racine pivotante robuste supporte parfaitement un niveau phréatique bas.

En réalité, le système racinaire des deux associations joue un rôle prépondérant vis à vis de la fluctuation de la nappe phréatique qui régule le comportement physiologique de ces espèces ripicoles remarquables.

Nous avons vu aussi dans le chapitre précédent que les deux groupements : *Alno-Fraxinetum oxycarpae* et *Ulmo-Fraxinetum* sont concurrencés et/ou supplantés par *Quercetum suberis* en terrain sablonneux dans les endroits relativement secs (Maire, 1926).

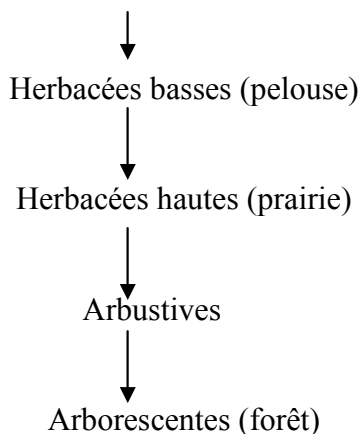
A titre indicatif, et en nous basant sur l'analogie très nette que présente le milieu vivant des formations humides à aulne glutineux dans les régions (Guebès –Senhadja et El Kala) en Algérie et la France méridionale et centrale (Braun Blanquet, 1952 ; Gauthiers lièvre, 1931 ; Joleaud, 1936) nous joignons en Annexe 9 une figure qui montre un exemple de convergence de séries de dégradation des formations forestières des rives du Rhône dans la région située entre Lyon et le Jura (d'après Pautou in Ozenda 1982).

Par contre, l'évolution progressive des groupements végétaux hygrophiles est en général mieux apparente sur les surfaces défrichées. Là, apparaît bien l'activité des plantes pionnières car le sol nu est déjà préparé à leur germination. Cependant, même si la succession des groupements végétaux est la même : herbacées, buissons, forêt, on distingue plusieurs cas de figures :

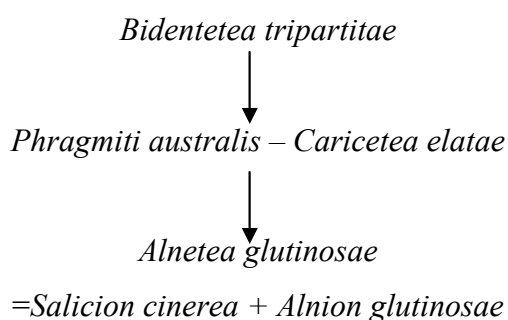
1)- Dynamique de succession dans un sol nu (sol nu au climax)

Nous présentons ci-dessous un schéma général de cette évolution progressive avec l'exemple de la succession de la classe des *Bidentetea tripartitae* caractérisée par *Bidens tripartita* aboutissant à des groupements inféodés aux alliances : *Salicion cinerea* et *Alnion glutinosae* (Classe des *Alnetea glutinosae*) en passant par des formations humides intermédiaires inféodées à la classe des *Phragmiti-australis-Caricetea elatea* dont les caractéristiques principales sont *Phragmites australis* et *Carex elata*.

Sol nu au climax : communautés pionnières



Exemple d'un cas de la dynamique de succession aboutissant à des formations d'aulne et de saule.



Un autre exemple de la dynamique de colonisation de l'aulnaie glutineuse en progression peut être observé dans le site de Sebaâ (Wilaya d'El Tarf) (Photo5). La situation de cette parcelle d'aulne à proximité d'une propriété privée a permis une relative mise en défens. Cependant, une étude ultérieure s'impose afin de préciser les stades successifs de cette évolution.

2)- Dynamique de succession dans un marais en voie d'assèchement

Les plans d'eau sont voués à une disparition plus ou moins rapide par atterrissement c'est-à-dire un remplacement progressif de l'eau libre par une formation terrestre. Au cours du temps les hélophytes provoquent une sédimentation importante au contact de leur appareil aérien et concourent à rehausser peu à peu le niveau du substrat.

Une légère diminution de l'influence de l'humidité permet à de nouvelles plantes moins hygrophiles de se développer. Des arbres (saules, aulnes, bouleaux) peuvent apparaître et aboutir à fermer totalement la zone humide.

Ce phénomène d'atterrissement est renforcé par la capacité des rhizomes de nombreuses hélophytes (roseau notamment) à coloniser la vase humide et à faire ainsi diminuer la surface d'eau libre. Nous avons vu dans le S/Chapitre (1.1.3.2 K) que le *Nymphaeo-Alnetum* représente le terme extrême de l'aulnaie acidocline (*Carici-elongatae-Alnetum*) qui lui fait suite le long du gradient d'atterrissement dans la dépression périvosgienne (Lhote, 1985).

Ainsi, les stades successifs de l'évolution de la végétation dans un marais en voie d'assèchement tels qu'ils sont résumés par plusieurs auteurs européens (Poruba et al. 1980 ; Ozenda 1982) sont les suivants : (Fig. 52)

- 1 - Groupement flottant et submergé d'eau douce
- 2 - Groupement amphibie des rives
- 3 - Roselières et marais
- 4 - Forêts marécageuses (Saulaie, aulnaie)
- 5 - Forêts de Chênes avec des Bouleaux (Climax).

Les stades intermédiaires de cette évolution correspondent à l'éclatement d'un tapis végétal homogène en une mosaïque de combinaisons éphémères ou durables qui cèdent progressivement la place à des communautés de ligneux.

L'installation de la formation boisée correspond normalement au stade ultime de l'évolution des milieux semi humides. Toutefois, l'existence du pâturage à proximité des aulnaies dans les régions d'étude a permis le maintien des prairies humides en s'opposant au dynamisme naturel de la végétation.

Par contre, si l'on venait à abandonner les pratiques culturales dans et près des zones marécageuses on favoriserait l'extension des ligneux à partir des semenciers (arbres matures) déjà en place.

En fait, les aulnes les plus âgés sont concentrés le long des rivières ou oueds et des zones difficilement accessibles car la dissémination des graines par l'eau courante est très efficace et aussi parce que ces zones éloignées ont été épargnées par les pratiques culturales (exemple rives des oueds El Kébir). Ces aulnaies riveraines situées le long des oueds el Kébir Est et Ouest (oued el Kébir-oued Bougous, et oued el Kébir-oued Maboun) constituent de ce fait les meilleurs foyers de propagation, grâce à l'entraînement des graines par les crues et à leur accumulation dans et autour des dépressions marginales (Lhote 1985).

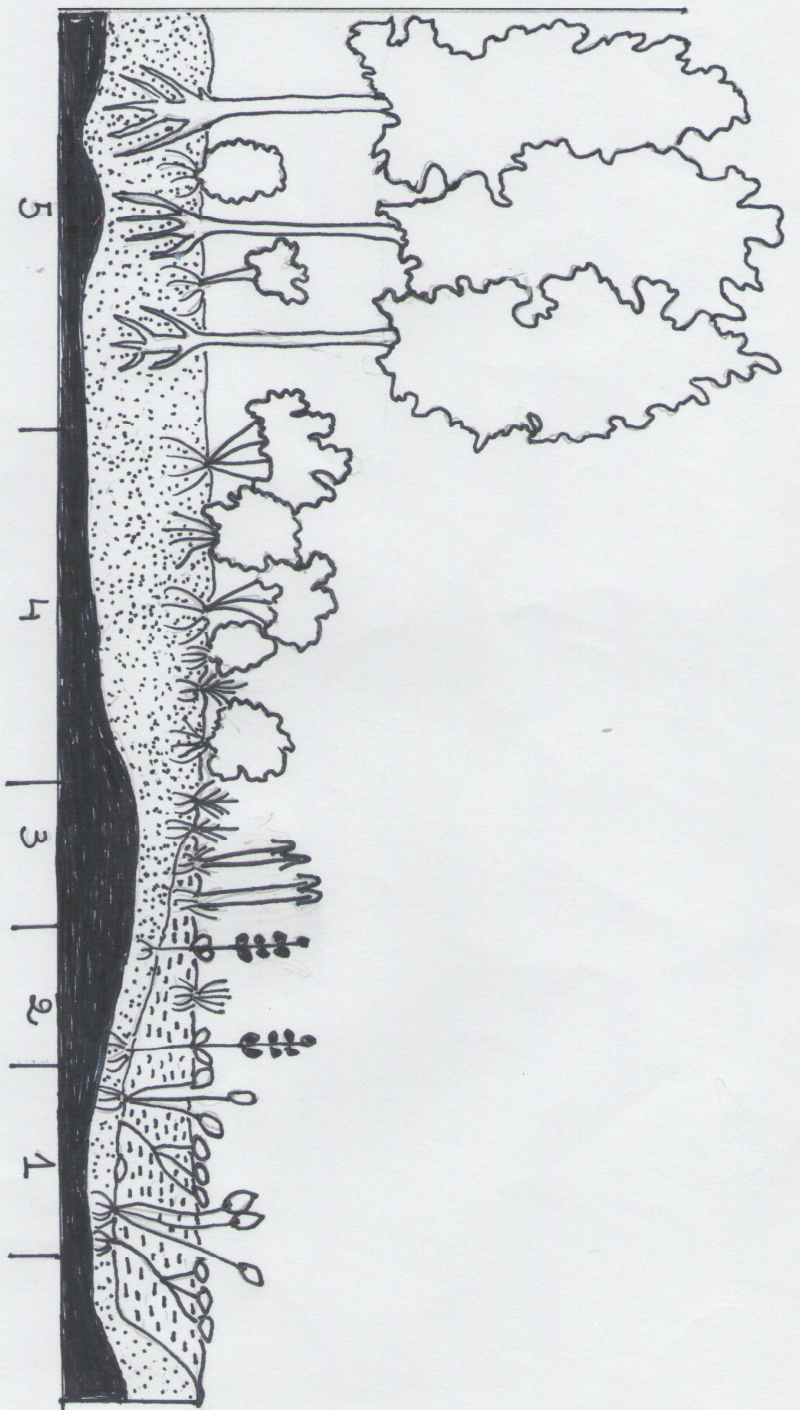


Figure 52: Evolution d'un marais en voie d'assèchement

1. Groupement flottant et submergé d'eau douce -
2. Groupement amphibie des rives -
3. Roselières et marais -
4. Forêt marécageuse (Saules, Aulnes)
5. Forêt de chênes avec Bouleaux (Limax) (Poruba et al, 1980).

Ainsi, compte tenu du perpétuel changement inhérent à tout le système écologique dans chaque aulnaie, des études ultérieures devraient s'intéresser à l'insertion de l'état actuel de la végétation dans une évolution. Ceci supposerait l'existence de plusieurs groupements types avec une multitude de combinaisons floristiques intermédiaires répartis selon un gradient hydrologique et pédologique.

Différentes hypothèses ont été émises par divers auteurs quant à l'origine, l'évolution et le devenir de ces aulnaies en particulier et des ripisylves en général. Par la suite, elles ont été relayées par diverses spéculations contradictoires quant à la période d'apparition des aulnaies, leur stade d'évolution par rapport à d'autres essences forestières, les phénomènes géoclimatiques ayant eu une incidence sur leur équilibre végétatif et reproducteur.

Mais force est de constater que l'action anthropique multiforme (pompages excessifs d'eau, extension des terres agricoles, ouverture de pistes, aménagement de routes, coupes sauvages illicites, incendies accidentels ou volontaires et/ou criminels, surpâturage, carrières d'exploitation de sable...) a concouru grandement et certainement à la régression de la surface du sol occupée par les ripisylves d'une manière générale et par les aulnaies d'une manière particulière car quand bien même que la température viendrait à augmenter périodiquement (et que la pluviométrie diminuerait) elle n'influerait pas sur la présence des aulnes mais bien au contraire elle stimulerait davantage leur croissance.

Dans cet ordre d'idée et à titre d'information complémentaire, des études climatologiques récentes ont déterminé que l'Algérie a subi un réchauffement moyen de **0,66°C** pendant la période comprise entre 1970 et 2010 (Jouzel 2011- Article du journal El WATAN – Mars 2012).

Nous savons aussi que « la vidange de la nappe au cours des étiages sévères, peut provoquer une aération des tourbes, susceptibles de favoriser la progression des plantes sociales à forte biomasse et accélérer l'installation des ligneux (*Alnus glutinosa*) » (Pautou et al. 1991).

De même, il a été démontré par Rieley et Page (1987), que la dominance d'*Alnus glutinosa* relative à une station donnée, est la conséquence de l'importante eutrophisation de l'eau due à l'action de la pollution humaine. Cependant, cette eutrophisation excessive indiquée par d'autres espèces telles que : *Typha latifolia*, *Cladium mariscus*, *Carex punctata* et *Carex pseudocyperus*, contribue à l'augmentation de l'humification, puis à la dégradation de la tourbe aboutissant généralement à sa disparition.

Ainsi donc, l'action inconsciente et inconsiderée de l'homme serait la principale cause du rétrécissement progressif des aulnaies et de leur dépérissement inéluctable dans un avenir relativement proche vue l'ampleur de leur dégradation.



Photo 10 - Aulnaie de Righia- (Dernier stade d'évolution régressive : Pelouses sablonneuses).

Belouahem F. (2007)

1.1.5- Estimation de l'origine biogéographique globale des espèces

Plusieurs auteurs (Paccalet 1981, Ozenda 1982, Guitonneau 1983, Quezel 1965, 1957, 1978, 1983, Quezel et Barbero 1982 ; de Bélair 1995, 1996....) se sont intéressés à l'étude de la biogéographie (des végétaux et animaux) considérée par convention internationale comme l'un des critères d'appréciation de la diversité biologique. En effet, en se basant sur l'historique des taxons, Quezel (1978, 1983) montre que l'Afrique septentrionale (méditerranéenne et saharienne) présente à l'heure actuelle la partie de ce continent où la diversité écologique et biogéographique est la plus importante.

Ainsi, l'étude biogéographique portant sur 414 espèces (Annexe 2) végétales recensées dans les 35 aulnaies prises en considération, a abouti à des résultats montrant qu'en général, les végétaux inventoriés sont des spermaphytes avec un nombre plus restreint de ptéridophytes. Ces 414 espèces se répartissent en 85 familles dont les plus représentatives appartiennent aux graminées (42), légumineuses (37), composées (33) et cypéracées (29). Leur origine biogéographique est hétérogène et serait liée aux modifications survenues en Afrique septentrionale depuis la fin du Miocène tant au niveau des climats que dans la composition des flores (Quezel, 1983).

Le tableau 53 présente la distribution dans des subdivisions biogéographiques, de 414 espèces inventoriées, totalisant 252 genres. Les espèces introduites invasives telles qu'*Eucalyptus spp.*, *Acacia spp.* ainsi que *Taxodium disticum* ne font pas partie de la liste des espèces utilisée pour l'estimation de l'origine biogéographique globale.

La figure 53 représente le spectre biogéographique global composé de plus de dix (10) origines biogéographiques caractérisant la végétation étudiée.

Tableau 53 : Distribution du nombre des espèces inventoriées dans des subdivisions biogéographiques.

Subdivisions biogéographiques	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)
• Total des genres	252	.
• Nombre total des espèces	414	.
1. Méditerranéenne	116	27
2. Européenne et Eurasienne	81	20
3. Cosmopolite (Sub cosmopolite – Thermo cosmopolite)	56	14
4. Atlantique	20	5
5. Ouest – Méditerranéenne (Centre méd. + Tyrrhénienne)	26	6
6. Paléo tempéré	27	7
7. Tropicale et Subtropicale et paléotropicale	23	6
8. Circumboréale et Holarctique	23	6
9. Endémique	13	3
10. Macaronésienne	10	2
11. Autres Subdivisions	<u>13</u>	3
- Sub et Sud Med-Sah	06	
- Ibero mauritanienne	02	
- Est – Méditerranéenne	01	
- Ibero NA- Sicile	01	
- E.N.A	01	
- Italo - algérienne	02	
Espèces Introduites naturalisées	06	1

Spectre biogéographique global

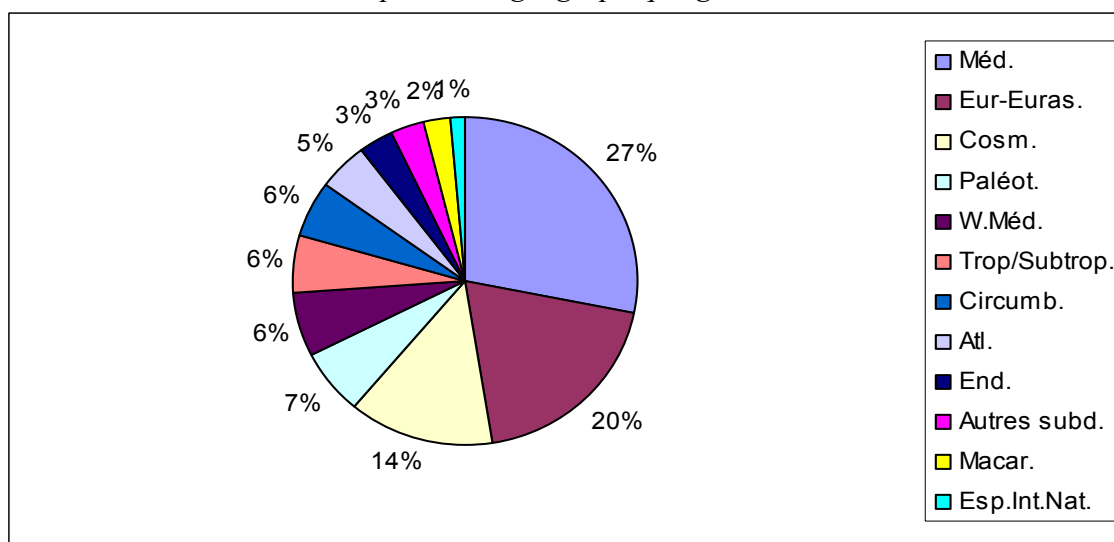


Figure 53 : Spectre biogéographique global : plus de 10 origines biogéographiques caractérisent le cortège floristique des aulnaies et les plus représentatives sont les espèces d'origines : méditerranéenne (27%), européenne et eurasiennne (20%).

Par ailleurs, mis à part les familles mono spécifiques, (exemples: Dioscoréaceae, Bétulaceae, Dipsacaceae, Lauraceae...), on remarque une véritable variation biogéographique au niveau d'une même

famille, par exemple pour les cypéracées regroupant 29 espèces de la liste inventoriée, on note sept (07) origines biogéographiques (Tab. 54).

Tableau 54 : Subdivisions biogéographiques dans la famille des cypéracées (Quezel et Santa 1962-1963).

Subdivisions biogéographiques	Espèces appartenant à la famille des cypéracées
1. Eurasiatique	1. <i>Carex acutiformis</i> 2. <i>Carex muricata</i> subsp. <i>divulsa</i> 3. <i>Carex pendula</i>
2. Atlantique – Med.	4. <i>Carex divisa</i> 5. <i>Carex punctata</i>
3. Européenne Subatlantique – Européenne	6. <i>Carex elata</i> 7. <i>Carex paniculata</i> 8. <i>Carex sylvatica</i> var. <i>algeriensis</i> 9. <i>Eleocharis multicaulis</i>
4. Cosmopolite – Subcosmopolite	10. <i>Carex flacca</i> 11. <i>Carex pseudo-cyperus</i> 12. <i>Cladium mariscus</i> 13. <i>Cyperus flavescens</i> 14. <i>Eleocharis palustris</i> 15. <i>Schoenus nigricans</i> 16. <i>Scirpus cernuus</i> 17. <i>Scirpus lacustris</i> 18. <i>Scirpus maritimus</i>
5. Circumboréale	19. <i>Carex remota</i>
6. Paléo tempéré	20. <i>Carex distans</i> subsp. <i>distans</i> 21. <i>Carex vulpina</i> 22. <i>Cyperus fuscus</i> 23. <i>Scirpus holoschoenus</i>
7. Tropicale - Subtropicale et Paléo tropicale	24. <i>Fuirena pubescens</i> 25. <i>Scirpus setaceus</i> 26. <i>Fimbristylis squarrosa</i> 27. <i>Scirpus inclinatus</i> 28. <i>Cyperus longus eu-longus</i> 29. <i>Cyperus esculentus</i> .

Nous présentons ci-dessous (photos : 11, 12, 13, 14) des cypéracées d'origines biogéographiques différentes : *Carex paniculata* (européenne) ; *C. pseudo-cyperus* (Cosmopolite) ; *C. pendula* (eurasiatique) et *Cyperus fuscus* (paléotempérée).

Les cypéracées sont presque toutes vivaces (Tab. 54). Elles croissent lentement et caractérisent les sols pauvres ou gorgés d'eau. Selon Montégut (1977) : « l'une des principales conséquences du drainage et de l'emploi des engrais, a été la raréfaction de nombreuses cypéracées autrefois largement répandues ». (Cf. § 1.1.2.6)



Photo 11: *Carex pseudocyperus* (cosmopolite)

Site : Demnet attaoua (Guerbès-Senhadja).

Date : 12/05/2011



Photo 12 : Touradon de *Carex paniculata* subsp. *lusitanica* C. et V. D. (européenne)

- Site : Demnet attaoua (Guerbès-Senhadja). Date : 12/05/2011. (G. de Bélair)



Photo 13 : *Carex pendula* (eurasiatique)



Photo 14 : *Cyperus fuscus* (paléotempérée) G. de Bélair –

Site : lac noir - Date : 17/10/2005

Les résultats du tableau 53 et de la figure 53 expriment clairement que **l'aire méditerranéenne** : (Méd.) rassemble le maximum d'espèces avec un total de 116 espèces correspondant à environ (27%).

Ozenda (1982) a avancé que les espèces "**circum-méditerranéennes**" se trouvent réunies parce qu'elles présentent une adaptation commune à un même climat (raison écologique) mais aussi parce qu'elles sont issues d'un fond floristique qui existe dans cette région (paléogéographique).

Dans le même ordre d'idée les travaux de Quezel (1978–1983) confirment que le groupe méditerranéen est le plus répandu et qu'il est rattaché à l'ensemble autochtone ou méditerranéo–tertiaire que l'auteur fait remonter au Miocène terminal.

On relève également l'existence d'éléments **ouest méditerranéens (W.Méd.)**. Ces derniers joints aux espèces centro- méditerranéennes et tyrrhéniennes (Quezel, 1978) totalisent un nombre de 26 espèces représentant un taux de (6%).

Même si **les éléments cosmopolites, subcosmopolites et thermo cosmopolites (Cosm.)** : ne représentent qu'un taux de (13%) : 56 espèces, elles ont en général une répartition beaucoup plus vaste. Elles couvrent une grande partie du globe à l'exclusion des régions arctiques ou désertiques dépourvus de points d'eau (Ozenda, 1982).

Ces éléments cosmopolites se rattachent à des types biologiques dont l'existence dépend de la présence d'eau (hélrophytes, amphiphytes, hydrophytes, ptéridophytes et thérophytes hygrophiles), ce qui explique que l'habitat aquatique représente un milieu relativement homogène sur toute la surface du globe, comme le confirme le même auteur qui suppose aussi que le grand pouvoir de multiplication que présentent ordinairement ces végétaux aquatiques joue peut être un rôle dans cette distribution cosmopolite.

- **Les éléments d'origine Nord (septentrionale)** rassemblent les espèces d'origine **européenne (Eur.)** et **eurasienne (Euras.)**, **atlantique (Atl.)**, **paléotempérée (Paléot.)** et **circumboréale (Circumb.)** (Quezel, 1978).

Si on se réfère au tableau présenté en annexe 2, on note:

* la prédominance des espèces européennes et eurasiennes avec un taux de (20%) correspondant à 81 espèces.

Quezel (1978) explique que ces éléments dissimulent un large " contingent " qui est communément localisé dans les zones les plus humides des Tels nord-africains particulièrement à proximité des collections d'eau et des associations forestières. Parmi les genres les plus remarquables nous avons recensé : *Cyperus*, *Scirpus*, *Juncus*, *Salix*, *Ranunculus*, *Fumaria*, *Sedum*, *Potentilla*, *Geranium*, *Oenanthe* et *Veronica*. Cet élément européen et eurasien appartiendrait pour Quezel (1983) à l'ensemble septentrional microtherme contemporain des phases pluviales quaternaires.

En se basant sur les données de la flore de Quezel et Santa (1962-1963), on peut signaler qu'environ 35% (28 espèces) de ce groupe ont tendance à se raréfier à l'échelle nationale et locale (Annexe 2). Le reste c'est à dire 53 espèces sont communes.

Nous avons vu en effet, qu'il ya perte des tourbières car les aulnaies s'assèchent et se transforment au profit de l'extension d'autres formations végétales banales supportant l'abaissement du niveau de la nappe phréatique. Ainsi, l'équilibre écologique de ces milieux est menacé par l'impact de plusieurs facteurs anthropiques provoquant parfois une disparition irréversible de certaines espèces exemple : *Veronica beccabunga* L. (de la famille des Scrophulariacées) citée par Quezel et Santa (1962 -1963) comme espèce très rare dans les lieux inondés en plaine, fossés et ruisseaux et retrouvée par Nefar (1991) au lac Bleu, a disparu dans ce même site.

* **L'élément atlantique (Atl.)** comprenant des espèces méditerranéo-atlantiques au sens de Quezel et Santa (1962 – 1963) occupe (un taux de 5 % correspondant à 20 espèces). Nos résultats s'alignent donc sur ceux de Quezel (1978) qui a mis en évidence que l'élément atlantique spécialement bien localisé au Maroc, se retrouve aussi le long de la côte algéro–tunisienne.

* **L'élément paléotempéré (Paléot.)** ne représente que (7% correspondant à 27 espèces de notre check-list). Néanmoins, il nous renseigne sur l'histoire paléogéographique et paléoclimatique des espèces étudiées. Exemple l'aulne, qui actuellement a une répartition eurasiatique et nord-africaine (Région algéro-tunisienne et marocaine) fait partie d'un ensemble d'espèces dont l'extension aurait caractérisé la période atlantique (entre 5500 et 1400 ans avant Jésus Christ) en Europe de l'Ouest (et plus précisément

au niveau du plateau des Hautes Fagnes par exemple en Belgique). L'abondance de ce décidu ou caducifolié (aulne) y a été déterminée aussi pendant la période sub-boréale (-1400 et -800 ans), puis avec l'apparition des défrichement et mises en culture, des déboisements et reboisements en résineux, de l'industrialisation etc... il y aurait eu régression de l'aulne ainsi que d'autres caducifoliés pendant la période subatlantique (-800 ans à nos jours) (Geluck et al. 1993).

Pour Poruba et al. (1980), cette espèce paléotempérée (aulne) aurait existé en Europe centrale pendant la période atlantique (entre -7000 et -4500 ans, il a disparu pendant la période sub – boréale (-4500 à -2800 ans) pour réapparaître en région humide pendant la période sub-atlantique (-2800 ans à nos jours).

En Algérie, dans la région d'El Tarf (site de Bourdim) l'aulne aurait existé il y a 5000 ans environ ; sa présence serait plus ancienne : 16000 ans (Benslama, 2010 ; Ibn cherif, 2006) dans le site de Garaet el Ouez.

* **l'élément circumboréal (Circumb.)** représente un taux équivalent à 5% correspondant à 22 espèces. Quezel (1978) montre que par sa faible présence dans le bassin méditerranéen, cet élément pose des problèmes historiques intéressants. Il représente généralement les vestiges d'une flore qui est apparue en Afrique du Nord durant les périodes glaciales et qui est arrivée presque exclusivement par la péninsule ibérique. Il se peut que la dispersion par les oiseaux aurait joué un rôle appréciable (ornithochorie). C'est le cas par exemple de la mousse "*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr" de la famille des *Aulacomniaceae* inféodée aux tourbières boréales et vivant en association avec les sphaignes telle que "*Sphagnum denticulatum* " recensée par nos soins pour la première fois en 2008 dans le site de Ain Bergougaiïa et identifié par S. Muller en 2010 (Enseignant chercheur à l'Université de Montpellier II).

- **Les espèces d'origine macaronésienne** sont issues de l'ensemble des îles et archipels des Canaries, des Açores et de Madère ainsi qu'une partie des régions littorales du Maroc méridional. Ainsi, on dénombre 10 espèces macaronésiennes (Annexe 2) représentant un faible taux (2%) mais dont la signification paléogéographique peut être importante car selon Ozenda (1982) : «La flore macaronésienne probablement très ancienne est spéciale car elle est composée d'espèces pour la plupart éteintes aujourd'hui dans la région méditerranéenne ».

Tableau 55 : Degré de rareté national (D.R.N) et degré de rareté local (D.R.L) dans les subdivisions biogéographiques eurasiatique et européenne.

Origine biogéographique	Rang	Espèces	D.R.N. (Quezel et Santa 1962 -1963)	D.R.L (présente étude)
Eurasiatique	1	<i>Carex acutiformis</i>	R.K ₃ : Bône	R.
	2	<i>Geranium dissectum</i>	R.	R.
	3	<i>Lamium purpureum</i>	R. épars dans le Tell, surtout en montagne	R.
	4	<i>Lotus pedunculatus</i>	R. Tell	R.
	5	<i>Nymphaea alba</i>	RR.	C.
	6	<i>Plantago major</i>	CC.	AR.
	7	<i>Prunus padus</i>	N'est pas signalé par Q.S (1962-63)	RRR.
	8	<i>Ranunculus bulbosus</i>	R.	AC.
	9	<i>Ranuuculus flammula</i>	RR dans les lacs de la calle (El-Kala)	AR.
	10	<i>Rhammus frangula</i>	R.R.	RR.
	11	<i>Sambucus ebulus</i>	AR. A1-2, K1-2-3, C1, AS3. RR. Ailleurs.	AR.
	12	<i>Sparganium erectum</i>	RR.	AC.
	13	<i>Trifolium pratense</i>	AR. : Tell, RR. ailleurs	AR.
Eurasiatique- Afr- Australie	14	<i>Potamogeton trichoïdes</i>	AR K2-3, A1-2	AR.
Européenne	15	<i>Carex elata</i>	RR K ₃	AR.
	16	<i>Carex paniculata</i>	N'est par cité par Q. & S. (1962 -1963)	RR.
	17	<i>Carex sylvatica</i> var. <i>algeriensis</i>	R : K1-2-3	RR.
	18	<i>Juncus bulbosus</i>	RR.	R.
	19	<i>Lactuca muralis</i>	R : K1-2 ; AS3 : Aurès	RR.
	20	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	R : K1-2-3, A1.	R.
	21	<i>Sambucus nigra</i>	Spontané dans les monts du constantinois	R.
	22	<i>Tetragonolobus maritimus</i>	R.	AC.
	24	<i>Trifolium filiforme</i>	AR.	AR.
25	<i>Viola denhardtii</i>	C.	AR.	
Subatlantique-Européenne	26	<i>Eleocharis multicaulis</i>	RR.	R.
Euro Méditerranéenne	27	<i>Epilobium hirsutum</i>	C, RR : SC	AR.
	28	<i>Prunella vulgaris</i>	AR : K1-2-3	AR.

- Les espèces endémiques et subendémiques

Caractérisée par une richesse élevée en genres et en espèces, la flore méditerranéenne comporte un très grand nombre d'espèces endémiques (Quezel 1978, Guittonneau 1983). En Algérie, il en existe 250 espèces (Quezel 1962-1963). Dans cette présente étude, nous n'avons pu inventorier que 13 espèces correspondant à un taux de 3% dont l'aire de répartition (Quezel et Santa 1962 -1963) est située soit en Afrique du Nord, soit en Algérie et Tunisie ou en Numidie où se trouvent *Hypericum afrum* et *Solenopsis bicolor* (*Laurentia bicolor*) (Photo 15).

Certaines espèces endémiques situées dans les régions d'étude se font de plus en plus rares ; nous pouvons citer entre autres : *Borago longifolia* (Photo 16), *Campanula alata* (Photo 17) et *Scrophularia tenuipes*. D'autres espèces endémiques sont assez communes (Annexe 2), cependant, elles restent soumises intensément à un réel impact anthropique. Ces dernières méritent une protection autant que les espèces endémiques rares parce qu'elles véhiculent des indications intéressantes concernant l'âge de toutes les espèces endémiques circum-méditerranéennes dont la présence actuelle est due à l'existence de zones continentales ou de micro-plaques relativement stables durant toute l'ère tertiaire (Quézel et al. 1980).



Photo 15 : *Solenopsis bicolor* (*Laurentia bicolor*) - G. de Bélair
(endémique, caractéristique des tourbières).

Site : Aulnaie de Righia

Date : 07/06/2005



Photo 16 : *Borago longifolia* (Boraginacée) - G. de Bélair
 Site : Sidi Lakhthar (Guebès-Senhadja).
 Date : 12/05/2011

- Les espèces tropicales et subtropicales (Trop/Subtrop.)

Nos résultats expriment un pourcentage assez faible pour les espèces tropicales et/ou subtropicales pantropicales et paléotropicales (6% soit 23 espèces). Ces dernières sont représentées par des hydrophytes, des hélrophytes, des amphiphytes et quelques ptéridophytes dont la présence en Afrique méditerranéenne (Quezel 1978 , 1983 , 1993) pourrait être liée aux phases pluviales récentes favorisant la diffusion d'une flore sahélienne typique .

Egalement l'installation de ces espèces tropicales serait due à une intervention humaine et au transport par les oiseaux migrateurs et ce en particulier au niveau des marais du Maroc et de la côte calloise (anthropochorie et ornithochorie).

Cependant, il paraît plus vraisemblable que ces espèces se soient établies à des époques plus anciennes, lorsque les grands fleuves sahariens favorisaient des échanges entre les parties méridionales et septentrionales du Sahara suivant la voie des oiseaux migrateurs. Ainsi, leur origine biogéographique est peu connue (de Bélair 1995 ,1996) et fait de la Numidie algérienne une poche tropicale relictuelle préservée dans les sites à climat subhumide chaud particulièrement à l'aval méridional des dunes qui leur servent d'abri, c'est le cas des espèces suivantes (Tab. 57) : *Cyperus esculentus*, *C. longus* subsp. *longus* ainsi que *Fimbristylis squarrosa*, *Fuirena pubescens*, *Polygonum senegalense*, *Althernanthera sessilis* et *Oldenlandia capensis* (aujourd'hui disparue du lac Bleu).

Par ailleurs, de nombreuses annuelles liées à la culture et sans grand intérêt biogéographique (Quezel, 1978) peuvent aussi être notées dans cette subdivision biogéographique ; elles appartiennent principalement aux genres : *Digitaria*, *Paspalum*, *Echinochloa*, *Panicum*, *Eragrostis* et *Dactyloctenium*...

On note aussi la présence d'autres origines biogéographiques (**Sub.** et **Sud-méditerranéo-saharienne**, **Ibéro-mauritanienne**, **Est-méditerranéenne**, **Ibéro-nord-africaine-sicilienne**, **Est-**



Photo 17 : *Campanula alata* - G. de Bélair
 (Campanulacée endémique et caractéristique de l'aulnaie) Site : Demnet errihane – Date : 04/07/2008.

africaine, Italo-algérienne et Holarctique), cependant, ces dernières sont très faiblement représentées totalisant 14 espèces.

*On signale également l'existence d'**espèces introduites naturalisées** d'origine tropicale ou issues du cap, des Indes, de l'Australie ou de l'Amérique du sud. Ces dernières se sont naturalisées en Algérie ou se trouvent dans un état subsponané parce qu'elles se sont adaptées aux conditions du milieu exemple *Oxalis articulata*, moins abondant que *Aster squamatus*, *Conyza naudini*, *Oxalis cernua*, *Phytolacca americana* pouvant être envahissantes. On remarque en outre que certaines espèces existantes dans les régions d'étude et faisant partie de la liste botanique présentée en annexe, ne sont pas citées dans la flore de Quezel et Santa (1962-1963) c'est le cas de *Cotula coronopifolia* (espèce commune) signalée par l'auteur sans certitude ; *Carex paniculata* (très rare) caractérisant l'aulnaie de Demnet attoua, ainsi que *Prunus padus* (espèce rarissime) observée une seule fois (1998) dans le site de Ain Bergouguaia.

1.1.6- Estimation du degré de la rareté des espèces en fonction de leur distribution biogéographique globale.

Sur les **386 espèces** prises en compte (Tab. 56), 115 soit un taux de 30% a tendance à se raréfier (Quezel et Santa 1962-1963) même si certaines d'entre elles sont localement abondantes. En effet, sur les 414 espèces étudiées du point de vue biogéographique, une centaine d'espèces se raréfient à l'échelle nationale (D.R.N) et 93 espèces ont tendance à se raréfier à l'échelle locale (D.R.L). Le reste est constitué par les espèces dites communes (Annexe 2).

Ainsi, à partir de l'analyse biogéographique et du degré de rareté des espèces (Tab. 56) on déduit qu'il existe des espèces rares dans chaque distribution biogéographique :

Tableau 56 : Taux du degré de rareté dans les principales distributions biogéographiques.

Origines biogéographiques	Nombre d'espèces total	Degré de rareté	
		Total des espèces AR, R, RR, RRR	Pourcentage (%)
Méd; Circum Méd; Ouest Méd; Méd occid; Est - Méd	144	29	20
Origine septentrionale (Circumboréale; Paléotempéré; Atlantique ; Européenne ; Eurasiatique et holarctique)	151	56	37
Cosmopolite	55	11	20
Tropicale	23	15	65
Endémique	13	04	31
Total	386	115	30

Selon le tableau 56, le cas particulier des espèces à **origine tropicale** est remarquable. En effet, environ 65 % de ces espèces tropicales sont mentionnées comme rares à très rares si on se réfère à la flore de Quezel et Santa (1962- 1963) et plus de la moitié de ces dernières appartiennent aux graminées et aux cypéracées (Tab. 57). Ceci est confirmé par Quezel (1978) lors d'une étude floristique biogéographique qu'il a menée sur le continent africain. Ainsi donc, l'auteur a avancé que les taxa d'origine tropicale représentaient un petit groupe en Afrique méditerranéenne avec près de 55 espèces et 1,3 % de la flore.

Par ailleurs, nos résultats s'allient avec ceux de, de Bélair (1996) qui a indiqué que dans la Numidie algérienne : « Tous les sites présentant une abondance d'espèces liées à l'aire tropicale restent en eau toute l'année ou au moins 9 mois de l'année. Elles sont ainsi protégées de la mise en culture et de l'éradication définitive. Beaucoup d'espèces parmi celles-ci possèdent un système rhizomateux, les protégeant de

l'incendie, de la sécheresse et du pâturage tels que les laïches et les joncs. Il en est du reste de même pour certaines ptéridophytes, en danger n'appartenant pas à l'aire tropicale et, subsistant encore dans ces sites et généralement rare » ; c'est le cas de certains représentants des genres : *Asplenium* et *Dryopteris*.

Le tableau 57 présente le type de système racinaire des espèces tropicales, subtropicales et paléotropicales.

On sait que tous les végétaux supérieurs peuvent survivre et se reproduire par leurs semences et l'acte de germination. Ceux qui ne disposent d'aucun autre procédé de reproduction constituent le groupe des annuels (d'hiver ou d'été) auxquels se joignent les végétaux bisannuels. Le dénominateur commun de telles espèces est de dépérir après avoir dispersé leurs semences, uniques organes de survie.

Par contre, les plantes vivaces ont le caractère essentiel de pouvoir se multiplier, se disséminer par voie végétative avec une capacité, une intensité et un "accrochage" dans le milieu remarquables (Montégut 1977). Dans la classification biologique, on les nomme géophytes ou cryptophytes (§ 1.1.1.3) et suivant la nature morphologique de l'appareil souterrain on parlera de géophyte : stolonifère, rhizomateux, bulbeux, tubéreux, drageonnant.

La propriété d'être vivace n'est pas exclusive aux géophytes. Il existe des plantes en touffes pérennes qui émettent des stolons exemple : *Paspalum distichum*, ainsi que les arbustes et les arbres (espèces ligneuses) qui pratiquent naturellement le bouturage c'est le cas de *Tamarix gallica* : espèce nord-tropicale assez commune dans les lieux humides, au bord des eaux, extrêmement polymorphe (Quezel et Santa, 1962-1963). Il en est de même pour *Ricinus communis* (le ricin) espèce tropicale qui prend des formes différentes en fonction des microclimats dans certains sites (Lac Bleu, Demnet Errihane...). Cette espèce est une plante herbacée dans les conditions centre-européennes, un arbuste pluriannuel en Europe méridionale et un arbre pérenne dans les régions tropicales (Volàk et Stodola 1987).

La majorité des espèces aquatiques sont vivaces : certaines drageonnent dans l'eau ou sur la vase humifère engorgée d'eau, d'autres comme pour les sous – arbrisseaux (25 à 50cm de hauteur) et les arbrisseaux ou les arbustes (2 à 5m), appartenant ou non à l'aire tropicale, le rejet de souche au ras du sol est la règle de leur remplacement grâce aux bourgeons situés nettement très au dessus du sol.

L'aulne glutineux (Cf. 3^{ème} partie : § 1.1.1.1. F) : arbre d'origine paléotempérée, pratique les trois types de régénération pour se reproduire : par semis, par drageons et par rejet de souches (Cf. Photos 3, 4, 5). C'est un arbre présentant parfois un processus très naturel observé sur les vieilles souches de l'aulnaie du Tonga portant uniquement des rejets adventifs. Ainsi ces souches se dégarnissent en leur centre et se régénèrent à leur périphérie en une multitude de jeunes rejets qui s'individualisent. Ce mode de survie chez les vieilles souches des arbres riverains est à rapprocher avec la pratique du recépage forestier classique qui assure la pérennité des essences forestières décidues.

Tableau 57 : Système racinaire, D.R.N et D.R.L des espèces tropicales, subtropicales et paléotropicales.

Famille	Espèces	D.R.N	D.R.L	Système racinaire
Amaranthaceae	<i>Alternanthera sessilis</i>	RR.	RR.	Plante annuelle
Araceae	<i>Colocasia antiquorum</i> var. <i>typica</i>	R.	R.	rhizome tubéreux Poids du tubercule (3 à 4 Kg).
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	R.	C.	Rhizome renflé à l'extrémité, muni de tubercules
	<i>Cyperus longus</i> subsp. <i>eu-longus</i>	RR.	C.	Rhizome sans tubercules
	<i>Fimbristillis squarrosa</i>	R.	RR.	Plante annuelle
	<i>Fuirena pubescens</i>	RR.	R.	Plante vivace rhizomateuse
	<i>Scirpus inclinatus</i>	RR.	RR.	Souche rampante à rhizome assez court (4-8cm).
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	AC.	AC.	Espèce ligneuse
Fabaceae	<i>Vicia hirsuta</i>	AR.	AR.	Plante annuelle
Graminaea	<i>Brachypodium distachyum</i>	C.	C.	Plante annuelle
	<i>Dactyctenium aegyptiacum</i>	R.	R.	Plante annuelle
	<i>Eragrostis atrovirens</i> var. <i>fontanesiana</i>	RR.	RR.	Plante vivace rhizomateuse
	<i>Leersia hexandra</i>	R.	AC.	Rhizome rampant.
	<i>Panicum repens</i>	C.	C.	Rhizome longuement rampant.
	<i>Paspalum distichum</i> subsp. <i>paspalodes</i>	R.	AC.	Vivace à rhizome stolonifère
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	CC.	CC.	Plante annuelle
Lentibulariaceae	<i>Utricularia exoleta</i>	RR.	RR.	Plante aquatique nageante
Polygonaceae	<i>Polygonum salicifolium</i>	AC.	AC.	Annuelle à racine pivotante
	<i>Polygonum senegalense</i> var. <i>numicicum</i>	RR.	RR.	Vivace à souche épaisse et ligneuse
Gymnogrammaceae	<i>Anogramma leptophylla</i>	C. Tell	RR.	Annuelle
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris gongylodes</i> subsp. <i>propinqua</i>	RR.	RR.	Rhizome
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	AC.	AC.	Espèce ligneuse
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	CC.	CC.	Annuelle

2 - Etude analytique

Nous abordons le chapitre portant sur l'étude des indices de biodiversité, car « la diversité des éléments d'une communauté est une qualité qui s'impose d'emblée à l'analyse » (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

2.1- Etude de quelques indices relatif à la diversité des écosystèmes étudiés

Le mot "Biodiversité", contraction de "diversité biologique" désigne la diversité naturelle des organismes vivants. Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces, des populations et celle des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'organisation et la répartition des écosystèmes aux échelles biogéographiques (Sommet de la terre de Rio, 1992).

Pour évaluer la biodiversité, on utilise des mesures relatives à des tendances ou objectifs précis d'utilisation ou d'application appelés "indices de biodiversité" (Callon et al. 2001).

Dans le même ordre d'idée, Frontier et Pichod-Viale (1991,1993) signalent qu'il existe « une façon complètement différente de caractériser la diversité spécifique d'une collection, c'est de quantifier l'information qu'elle apporte.

« La diversité peut être définie comme une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en nombre d'espèces et de leur abondance relative » (Legendre et Legendre, 1984). Il est donc commode de caractériser la plus ou moins grande diversité d'une collection ou d'un recensement par un nombre, que l'on appellera indice de diversité. De très nombreux indices de diversité ont été proposés, nous en citerons deux, les indices de Shannon et de Margalef.

2.1.1- Indices de Shannon et de Margalef

L'entropie H de Shannon est l'un des indices de diversité le plus couramment utilisé « qui a l'avantage de tenir compte de l'**abondance relative** de chaque espèce » (Dajoz, 1982).

Walter (1994) définit l'**abondance** comme étant le nombre d'individus présents dans une communauté.

L'auteur rapproche cette notion avec celle de "la densité" qui représente le nombre d'individus par unité de surface.

Cet indice de diversité se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où **P_i** : étant l'**abondance relative de chaque espèce égale à N_i / N**

Et **N_i** : **abondance de l'espèce n° i** et **N** le **nombre total d'espèces**

Cet indice s'exprime en "bits par individu" si les logarithmes sont de base 2.

- H est nul quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. La diversité H augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces.
- H atteint sa valeur maximale ($H = \log_2 N$) lorsque toutes les espèces ont la même abondance ; elles sont donc, également représentées dans l'échantillon.
- La formule H de Shannon n'est strictement valide que lorsque l'échantillon dont on veut mesurer la diversité est représentatif d'une population théoriquement infinie ou du moins suffisamment grande pour ne pas être modifiée par l'échantillonnage.
- L'indice de Margalef est moins fréquent dans les travaux se rapportant à la diversité et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$D_{mg} = (S-1) / \ln N$$

S : **Richesse spécifique par relevé.**

N : **Nombre total d'individus toutes espèces confondues.**

Le tableau 58 (ci-dessous) présente : les indices de Shannon et de Margalef, la richesse spécifique, l'abondance ainsi que l'équitabilité pour un échantillon comportant 35 stations et 412 espèces.

Tableau 58 : Abondance - Richesse spécifique - Indices de diversité de Shannon et de Margalef - Equitabilité pour les 35 stations d'aulnes (Relevés floristiques) et 412 espèces inventoriées.

Stations	(1) Abondance	(2) Richesse Spécifique	(3) Indice de Margalef	(4) Indice de Shannon	(5) Equitabilité
Flu1	189	111	5.673	6.658	0.980
Flu2	244	160	6.133	7.200	0.983
Flu3	130	81	5.222	6.245	0.985
Flu 4	182	113	5.667	6.689	0.981
Flu5	203	135	5.856	6.922	0.978
Flu6	175	115	5.655	6.715	0.981
Flu7	37	25	3.517	4.520	0.973
Flu8	128	79	5.154	6.160	0.977
Flu9	29	19	3.160	4.116	0.969
Flu10	79	52	4.554	5.592	0.981
Flu11	124	81	5.145	6.186	0.976
Flu12	124	74	5.086	6.070	0.978
Flu13	135	92	5.326	6.406	0.982
Flu14	166	100	5.510	6.509	0.980
Flu15	137	77	5.197	6.150	0.981
Lac1	225	138	5.967	6.988	0.983
Lac2	156	99	5.462	6.493	0.979
Lac3	153	88	5.351	6.317	0.978
La 4	172	114	5.639	6.705	0.981
Lac5	194	130	5.809	6.883	0.980
La 6	143	94	5.369	6.424	0.980
Lac7	136	96	5.353	6.457	0.981
Lac8	97	60	4.777	5.777	0.978
La 9	153	98	5.461	6.504	0.983
Lac10	158	97	5.442	6.449	0.977
Dun1	102	56	4.775	5.706	0.983
Dun2	125	82	5.186	6.238	0.981
Dun3	125	77	5.131	6.137	0.979
Dun4	130	80	5.193	6.203	0.981
Dun5	104	72	4.957	6.037	0.978
Dun6	107	58	4.826	5.750	0.982
Dun7	107	68	4.925	5.944	0.977
Dun8	193	126	5.774	6.828	0.979
Dun 9	173	111	5.608	6.648	0.978
Dun10	128	89	5.251	6.340	0.979

En Considérant les résultats (Tab. 58), nous remarquons que les stations montrent une certaine diversité spécifique en nombre d'individus :

- Ainsi, **la richesse spécifique** diffère d'une station d'aulne à l'autre (à part quelques exceptions, exemple : les stations Flu1 et Dun 9 qui affichent chacune 111 espèces).

- Au sein de chaque station, les diverses espèces ont **des abondances variables** aussi bien dans les aulnaies marécageuses de lac et de dépressions dunaires que dans les stations ripicoles. On peut admettre selon Dajoz (1982) que l'abondance des espèces est fonction de la façon dont elles se partagent les richesses du milieu. Mais les valeurs de l'équitabilité sont presque les mêmes pour les trois types d'aulnaies.

- Les valeurs des deux indices sont relativement élevées pour l'ensemble des stations, toutefois celles de **l'indice de Margalef** sont plus modérées par rapport à celles de **l'indice de Shannon**. « Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces, chacune étant représentée par un petit nombre d'individus » (Dajoz, 1982).

1)- pour l'indice de Shannon, l'entropie s'échelonne entre 7,200 bits (Flu2) et 4,116 bits (Flu9)

2)- pour l'indice de Margalef, les valeurs sont comprises entre 6,133 bits et 3,160 bits respectivement pour les mêmes stations Flu2 et Flu9.

La station Flu2 (Righia) dans la région d'El Tarf comprend les "abondance (244) et richesse spécifique (160)" les plus élevées. Succèdent progressivement les abondances et les richesses spécifiques respectives des stations suivantes : Lac1 (Tonga), Flu5 (Bourdim), Lac5 (Boumalek), Dun8 (Sidi Makhoulouf) dans le complexe de Guerbès-Senhadja etc. (Tab 58 ; Fig. 54).

Toujours dans la même région la station Flu9 (Laoulej 2) est celle qui présente les indices les plus bas ainsi que les plus faibles "abondance" (29) et "richesse spécifique" (19) par rapport aux autres stations. Ces résultats sont liés probablement au recouvrement de l'aulnaie (90%) qui est un facteur majeur de modification de la biodiversité spécifique. « Plus forte est la structure de dominance, moins l'échantillon est diversifié, pour un nombre donné d'espèces ». (Legendre et Legendre, 1984).

Les résultats affichés pour la station Flu7 (Mechta dridra) : (station fortement défrichée et très dégradée selon nos observations sur le terrain) dont l'abondance=37 et la richesse spécifique=25 espèces, montrent que l'action anthropique peut intervenir aussi dans la modification de la biodiversité spécifique.

Le Tableau 58 montre que la diversité repérable grâce aux indices de Shannon et de Margalef est étroitement liée à l'évolution de l'abondance. Aussi « la distribution d'abondance des espèces est en relation étroite avec la diversité des peuplements » (Dajoz, 1985).

On remarque que les milieux plus ou moins en équilibre se distinguent par des indices de diversité légèrement plus élevés (Flu2 ; Lac1 ; Flu5...) que ceux des milieux en destruction dans lesquels nous notons une baisse de la richesse spécifique (Flu 7 et Flu9) (Tab. 58, Fig. 54).

Néanmoins, Frontier et Pichod-Viale (1991) font remarquer que dans les conditions naturelles, la diversité bien que nous paraissant souvent considérable, est en fait limitée. Lors de l'évolution d'un écosystème, depuis la colonisation d'un biotope nouveau jusqu'à l'établissement d'un écosystème complexe, la diversité faible au début, augmente, peut passer temporairement par des valeurs élevées, puis diminuer pour se stabiliser à une valeur le plus souvent plus proche de 3,5 ou 4 que de 5. Ainsi H maximum n'est jamais atteinte, car il ya toujours un contingent d'espèces rares dans un assemblage d'espèces.

Selon Frontier et Pichod-Viale (1993) : « les indices de diversité communément rencontrés dans les échantillons ou les inventaires quelque soit le groupe botanique ou zoologique étudié sont compris entre moins de 1 bit par individu (0.5 est un indice de diversité très faible), et 4,5 bits environ ou exceptionnellement plus, dans le cas d'échantillon de grande taille de communautés complexes ».

2.1.2- Equitabilité, régularité ou Evenness

Frontier et Pichod-Viale (1991) notent que la diversité est constituée de deux composantes principales qui doivent être interprétées séparément à savoir : le nombre d'espèces et la plus ou moins grande régularité de la répartition spatiale des individus entre les espèces.

La régularité (ou équitabilité) est donc la façon plus ou moins égale ou inégale selon laquelle les individus pour un nombre donné de catégories (par exemple les espèces) se répartissent entre celles-ci.

L'équitabilité est une donnée difficile à obtenir, car elle admet que le nombre total d'espèces de la communauté est connu, ce qui, en général n'est pas le cas. On prend dès lors « le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon » (Frontier, 1983).

Afin de pouvoir comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes, Dajoz (1982) définit l'équitabilité comme le rapport $H / \log_2 N$.

C'est le rapport de la diversité réelle (observée) d'un échantillon et de sa diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons :

$$E = \frac{H \text{ (diversité d'un échantillon)}}{H \text{ max (diversité maximale)}}$$

L'équitabilité (régularité) mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart entre H et H maximum. Elle varie par définition de 0 à 1.

Les valeurs de l'équitabilité présentées dans le tableau 58 sont élevées (de l'ordre de 0,9), ce qui confirme que la liste botanique inventoriée comprend un bon nombre d'espèces rares, (25%) selon l'estimation du degré de rareté présenté ci-dessus (3^{ème} Partie, § 1.1 : étude descriptive de la végétation). En effet, selon Frontier et Pichod-Viale (1993) : « l'ensemble des espèces rares contribue pour une part relativement importante à l'indice de diversité. Cet indice de diversité selon l'auteur, a été défini comme la quantité d'information devant être d'autant plus grande que l'évènement est plus rare :

- quand il ya un petit nombre d'espèces abondantes accompagnées de quelques espèces rares, diversité et régularité sont faibles.
- quand on observe un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèces fortement dominantes, mais avec un contingent d'espèces rares, diversité et régularité sont plus élevées ».

Par ailleurs, Frontier et Pichod-Viale (1991) confirme que E proche de 1 traduit une distribution proche de l'équilibre. A l'inverse, E proche de 0, illustre une abondance hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement. Par contre, Dajoz (1982) fait intervenir le concept de stabilité et signale qu'une équitabilité élevée peut être la conséquence de la longue évolution d'une communauté dans un milieu stable.

2.1.3- Stabilité

C'est un concept complexe, liée à la diversité des biocoenoses et soumis à de fortes critiques par plusieurs écologistes : (Dajoz 1985 ; Frontier et Pichod-Viale 1991, 1993...).

Selon Dajoz (1985) : « Pour certains écologistes : une diversité plus élevée correspond à une stabilité plus grande ; une équitabilité élevée est l'indice d'un peuplement équilibré ».

On doit remarquer qu'une biocoénose n'est stable que si l'on se place à l'échelle des observations humaines habituelles (plusieurs dizaines d'années ou plus) ; à l'échelle géologique les variations climatiques ou autres suffisent à provoquer la disparition des biocoénoses qui existaient en un lieu déterminé et leur remplacement par d'autres. Une forêt représente, en effet, un type idéal d'écosystème qui se maintient dans un état relativement stable si l'on fait abstraction des processus qui mènent aux successions écologiques (Dajoz, 1982). En réalité: « on démontre que **trop de diversité déstabilise** très

rapidement un système complexe : il n'y a donc pas de relation directe et univoque, tant s'en faut, entre l'augmentation de la diversité et l'accroissement de la stabilité d'un système » (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

Pour analyser la relation entre stabilité et diversité, il est nécessaire de mieux préciser la notion de « stabilité écologique » en distinguant les situations différentes où elle se manifeste. (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

Ainsi, selon (l'auteur Ibid) : « les forêts des régions tempérées et froides donnent une apparence de grande stabilité – du moins, tant que l'intervention humaine n'est pas trop importante et que des maladies ne les envahissent pas. Toutefois la diversité spécifique, tant des végétaux que des animaux associés, et plus faible dans des forêts âgées (futaies) que dans les stades antérieurs de leur évolution (brousses, taillis). L'apparence de stabilité d'un peuplement de forêt âgée est, en fait, due surtout à la robustesse et à la longévité des arbres eux-mêmes et du biotope qu'ils représentent, et non à des mécanismes de contrôle démographique interspécifique ; ces derniers prédominent en revanche dans les stades antérieurs plus diversifiés » (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

On admet ainsi l'existence d'une relation entre la stabilité et la diversité des biocoenoses alors qu'on devrait étudier plutôt la stabilité **rémanence**, la stabilité **résistance**, la stabilité **résilience** et la stabilité **persistance** (Dajoz, 1985).

- **La stabilité résistance** : mesure la résistance aux perturbations extérieures.

- **La stabilité résilience** : Il ya résilience quand une espèce voyant ses effectifs s'effondrer ne disparaît pas complètement, c'est-à-dire si elle reste « en réserve », capable de redevenir à l'occasion dominante (Frontier et Pichod-Viale, 1993).

Un écosystème possède une grande résilience lorsqu'il retrouve sa structure primitive après avoir montré des variations plus ou moins importantes.

L'hétérogénéité du milieu accroît la stabilité des populations (Dajoz, 1982 ; Frontier et Pichod-Viale, 1993). En effet, l'hétérogénéité spatiale d'un peuplement joue dans la stabilité résilience, ainsi, une espèce disparue en un lieu peut y revenir, diffusant à partir des régions voisines. L'écosystème sera donc éventuellement résilient à une certaine échelle et pas à une autre.

La résilience diminue quand la succession progresse, tandis qu'elle est élevée chez les écosystèmes jeunes qui, de ce point de vue, sont des écosystèmes stables, phénomène lié à la robustesse de leurs espèces constitutives. C'est le cas des peuplements de dunes perpétuellement recouvertes de sable nouveau où les conditions agressives sont maintenues en permanence.

- **La stabilité persistance** : définit la capacité d'un écosystème à se maintenir constant en dépit des variations du milieu (Frontier et Pichod-Viale, 1993) :

- Lorsque les conditions ambiantes sont agressives et excluent beaucoup d'espèces, les espèces subsistantes sont sélectionnées par leur **résistance** à la perturbation. L'écosystème qui en résulte est peu diversifié et **sa résilience** tient à **la robustesse** des espèces elles-mêmes. C'est le cas des peuplements gardant en permanence un caractère « **pionnier** » à composition simplifiée qui se reconstituent plus vite que les peuplements « **complexes** » voisins, qui exigent une nouvelle succession écologique, parfois longue.

- Le vieillissement d'un écosystème se caractérise souvent par l'arrivée en dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces, qui échappent progressivement au contrôle démographique du système. Elles prolifèrent en éliminant beaucoup d'autres. Les espèces en petit nombre constituant un tel *faciès*, sont souvent par elles mêmes robustes et longévives, conférant à la communauté arrivée à ce stade **une persistance** qui évoque là encore, une « stabilité ». Il en est ainsi, en particulier, des futaies qui

s'établissant lorsque la croissance des grands arbres, les fait dépasser en hauteur les autres végétaux, lesquels finissent par être en grande partie éliminés en raison de l'ombre portée et de l'occupation du sous-sol.

Dans le cas des aulnaies on peut distinguer plusieurs cas de figures en fonction de leur répartition spatio-temporelle. Nous avons vu précédemment dans le chapitre portant sur la dynamique que seul l'affleurement périodique de la nappe assure la pérennité des groupements végétaux aquatiques et semi-aquatiques constitués d'hydrophytes et d'hélophytes, qui progressivement vont transformer leur biotope dans le sens d'un atterrissement sous l'effet d'un assèchement causé principalement par l'action humaine qui agit à contre-courant de l'évolution spontanée mais aussi par l'irrégularité des précipitations qui est un phénomène caractéristique du climat méditerranéen.

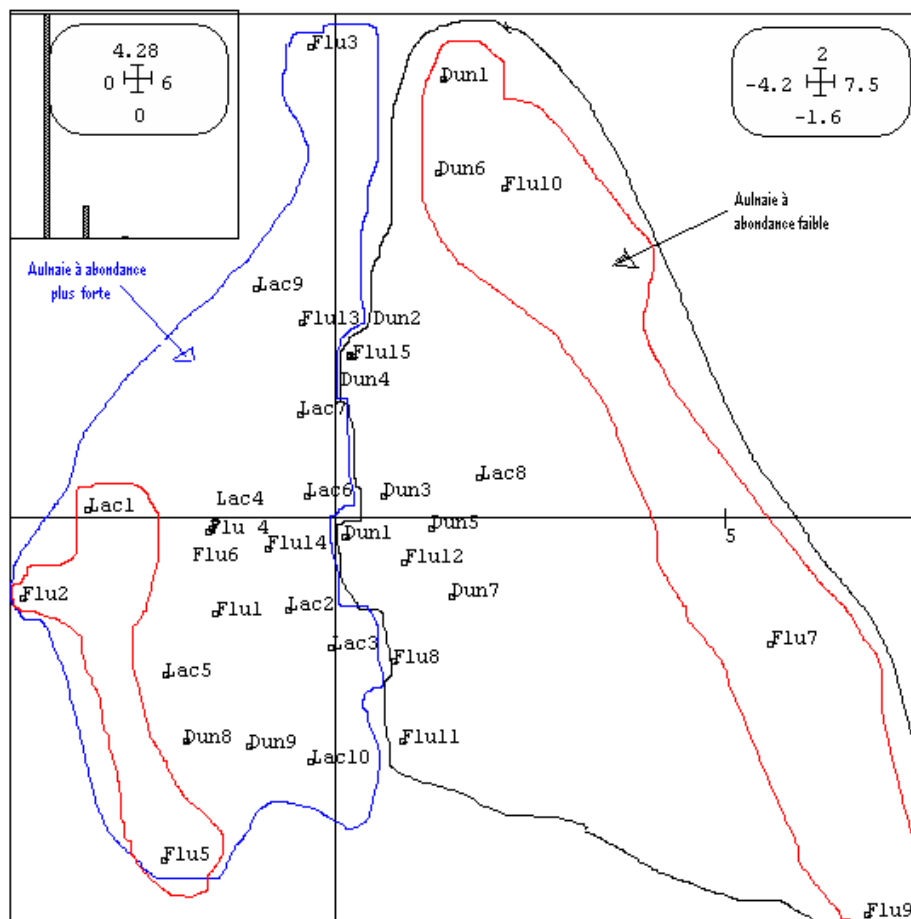
- Ainsi, au fur et à mesure de l'abaissement de la nappe, des formations végétales se succèdent depuis les groupements semi-aquatiques jusqu'à l'apparition des forêts hygrophiles : type saussaie à *Salix alba*, *S. pedicellata* et *S. cinerea* et/ou *S. atrocinerea* ou aulnaies à *Alnus glutinosa*, puis mésohygrophiles à mésophiles : type ormaie à *Ulmus campestris* ou chênaie-frênaie à *Quercus suber*. En effet, *Salix pedicellata*, *S. cinerea* et particulièrement *S. atrocinerea* apparaît lié aux aulnaies, dont il constitue un **stade pionnier (saulaie rousse)** et dont il structure souvent les manteaux de lisière (Gehu et al. 1994). Les conditions hydromorphes en permanence des sols et leur caractère tourbeux paraissent notamment responsables de la disparition de *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba* et *Ulmus campestris* (= *Ulmus minor*) qui trouvent leur optimum dans les vallées alluviales sur sol minéral oxygéné et inondé par intermittence.

- Dans le site de Aïn Bergougaiïa, les arbres de la futaie de chêne zeen dépasse en hauteur ceux des sujets d'aulne ce qui a concouru entre autres à faire disparaître partiellement ces derniers, en raison de l'ombre portée et de l'occupation du sous-sol. (Cf. Annexe 8).

2.1.4 - Structure stationnelle en fonction de l'abondance, de la richesse spécifique, des indices de biodiversité et de l'équitabilité.

- ACP des 35 stations (255 relevés de végétation cumulés) avec 5 descripteurs de la biodiversité.

Dans l'ADE-4 (Logiciel de l'Analyse des données de l'environnement), une analyse statistique utilisant l'analyse des composantes principales (Fig. 54) a été réalisée pour compléter l'interprétation des résultats liés à la richesse spécifique, l'abondance et les indices de biodiversité. La matrice de corrélation se base sur 35 sites x 5 indices de biodiversité (Tab. 58).



ACP Matrice de corrélation sur 35 sites x 5 indices de biodiversité.

Figure 54 : Carte factorielle de l'ACP Stations / indices de biodiversité (Axes 1-2)

La répartition de l'inertie montre l'existence des valeurs propres suivantes : **F1 : 0,85, F2 : 0,13**. L'aide à l'interprétation permet d'avancer que l'ACP (Fig. 54) met en évidence deux groupes de stations qui s'opposent par rapport à l'Axe 1 permettant de distinguer particulièrement des différences plus fortes entre les valeurs de la **richesse spécifique**, de l'**abondance** et des **indices de diversité**, l'**équitabilité** étant presque identique pour toutes les stations :

- Le **Groupe 1** : rassemble les stations suivantes : **Flu7** (Mechta Dridra), **Flu8** (Laouledj1, **Flu9** (Laouledj2), **Flu10** (Oued el Arg), **Flu11** (Kef Oum Chetoub), **Flu12** (Aïn Bergougaiïa), **Flu15** (Oued El Aneb), **Lac8** (Oued Melah), **Dun (1, 2, 3, 4 =Berrihane1, 2, 3, 4)**, **Dun (5, 6 =Sebâa 1et 2)**, **Dun7** (Demnet Attaoua) et **Dun 10** (Garaât ouas) prenant des valeurs minimales de la **richesse spécifique**, de l'**abondance** et des **indices de diversité** (Cf. Tab. 58).

- **Du groupe 1** se détache un certain nombre de partitions exemples :

- ❖ trois stations dont les indices de biodiversité sont presque identiques (Cf. Tab. 58)
 - Dun1 (Berrihane 1) : Margalef = 4.775 ; Shannon=5.706
 - Dun6 (Sebâa 2) : Margalef = 4.826 ; Shannon = 5.750
 - Flu10 (Oued el Arg) Margalef = 4.554 ; Shannon =5.592
- ❖ Des sous groupes de stations Flu (8, 11, 12) ; Dun (2, 3, 4) et Dun (5, 6, 7) dont l'abondance respective est presque la même.

- Le **Groupe2** est opposé au groupe 1 : il est composé par les stations représentées par : **Flu1** (Oum Laâgareb), **Flu2** (Righia) **Flu3** (Boumohacène), **Flu4** (Ain Khiar), **Flu5** (Bourdim), **Flu6** (Bouglès), **Flu13** (Seraidi), **Flu14** (Khellalba), **Lac1** (Tonga), **Lac2** (Demnet errihane), **Lac3** (Boumerchène) (sur l'axe), **Lac4** (Ganthra el Hamra) **Lac5** (Aulnaie de Boumalek) **Lac6** (Souk Erreguibet) **Lac7** (Dekhil el N'meur), **Lac9** (Brabtia) **Lac10** (Lac bleu), **Dun8** (Aulnaie de Sidi Makhlouf) et **Dun9** (Sidi freïtis) dont les valeurs des indices de biodiversité, sont les plus élevées (Tab. 58).

- **Du groupe 2** se détache la partition rassemblant toutes les stations fluviales, dunaires et lacustres dont les valeurs des indices de Biodiversité sont les plus fortes : Flu (1, 2, 4, 5, 6) ; Lac (1,5) ; Dun (8,9).

L'axe 2 est abordé mais il n'apporte qu'une information limitée, il distinguerait dans la structure secondaire, un nouveau groupe permettant la séparation dans les groupes 1 et 2, de l'ensemble des stations caractérisées par un nombre intermédiaire de richesse spécifique inférieur à 100 espèces. Ce 3^{ème} groupe des stations suivies de leur richesse spécifique respective est le suivant : Flu3 (**81**), Flu13 (**92**), Flu15 (**77**), Lac6 (**94**), Lac7 (**96**), Lac 8 (**60**), Lac9 (**98**), **Dun1 ((56)**, **Dun2 (77)**, **Dun3 (82)**, **Dun4 (80)**.

- **L'axe 1** met en évidence un gradient de dégradation allant des stations les plus riches en biodiversité vers les stations les plus dégradées. (Fig. 54).

- Ce test est significatif puisque les aulnaies de Righia (**Flu2**), Tonga (**Lac 1**) et Bourdim (**Flu5**) ...sont plus riches du point de vue biodiversité floristique par rapport à celles de Mechta Dridra (**Flu7**) , Laouledj 2 (**Flu9**), Oued el Arg (**Flu10**)... (Cf. Tableaux floristiques en annexe).

- Nous pouvons donc conclure que la valeur de l'indice de biodiversité floristique dépend non seulement de la richesse spécifique, mais aussi de l'abondance des espèces dans chaque station ; ainsi plus cette abondance est élevée plus l'indice de diversité est élevé, même si la richesse spécifique est plus faible, exemple des sites Flu1 (Oum laâgareb) et Dun9 (Aulnaie de Sidi Freïtis) qui affichent des valeurs d'abondance différentes pour la même valeur de la richesse spécifique (111) avec des indices de diversité de Flu1 légèrement supérieurs par rapport à ceux de Dun9. Il en est de même pour Flu3 et Flu11 (Tab.58).

- Cependant on sait, d'après (Daget 1976) qu'un indice de diversité est insuffisant pour décrire correctement la structure d'une biocoenose. On fait ainsi appel à d'autres modèles mathématiques telles que les méthodes multidimensionnelles afin de compléter l'étude de la structure de l'écosystème "aulnaie".

2.2 - Etude de la structure des aulnaies par l'utilisation des analyses en composantes principales.

Dans l'ADE-4 (Analyse des données de l'environnement), on étudie la Co-structure de deux analyses en composantes principales (végétation-variables).

L'inventaire des 35 stations d'aulne étudiées et la réalisation de 255 relevés ont permis d'identifier 412 espèces végétales. Si on se pose la question "Quelle combinaison d'espèces rend-elle compte de telle ou telle variable de milieu ?" la réponse statistique est que **412** espèces dans **35** relevés cumulés rendent parfaitement compte d'une série arbitraire de valeurs des correspondances du tableau de végétation, avec une combinaison de variables qui permettrait de rendre compte de l'abondance des espèces.

Dans cette étude, nous commencerons par l'analyse de la structure de chacun des tableaux suivants : celui de la végétation (Tab. en annexe 6) et celui des classes des variables du milieu (Tab. 51) puis nous étudierons la présence éventuelle d'une co-structure. Ainsi, les 35 relevés cumulés ont été soumis à deux ACP (végétation-variables) puis à une analyse de co-inertie.

2.2.1-Structure du tableau de végétation (Fig. 55 et 55 bis)

On sait que l'inertie totale mesure l'éloignement des points par rapport à leur centre de gravité, c'est-à-dire la dispersion globale du nuage et que cette inertie, quand elle est nulle signifie que tous les individus sont identiques ou presque et confondus avec leur centre de gravité (Walter, 2006).

La répartition de l'inertie montre l'existence de 4 valeurs propres ou facteurs utiles: **F1 : 0,10** ; **F2 : 0,006** ; **F3 : 0,006** ; **F4 : 0,005** ; On choisit les trois premiers facteurs de l'ACP (Fig. 55), on remarque néanmoins qu'ils ne mettent pas en évidence une structure très forte des données. L'aide à l'interprétation affiche deux axes rassemblant la majorité de l'information ce qui suggère la distribution des espèces selon les partitions suivantes :

Dépouillement de la carte factorielle de l'ACP Espèces/stations (Axe 1,2) de la Fig. 55

L'axe 1 met en évidence dans la structure principale deux groupes :

- **le groupe 1** (Fig. 55) caractérisé principalement par *Nerium oleander* (242) qui a un statut assez particulier. Une partition caractérisée notamment par la présence d'*Urtica membranacea* (395) et de *Stellaria media* (370) pourrait indiquer la présence d'espèces rudérales ambivalentes dans ce groupe.

- **le groupe 2** est caractérisé principalement par *Athyrium filix femina* (35), *Laurus nobilis* (203), *Myrtus communis* (239), *Salix pedicellata* (322) et *Calycotome villosa* (52) trouvé en bordures asséchées des parcelles d'aulne.

L'axe 2 (Fig. 55) distinguerait, dans la structure secondaire, deux nouveaux groupes, il permet la séparation :

- **des espèces hydrophytes et hélophytes** caractérisant le cortège floristique de l'aulnaie, ce sont : *Apium nodiflorum* (24), *Carex remota* (61), *Iris pseudoacorus* (179), *Nasturtium officinale* (241), *Tamus communis* (372) et *Linaria pinnifolia* (211) qui se développe en général en bordure des aulnaies dans des milieux moins humides et dégradés.

- **des espèces phanérophytes** qui en raison de leur présence constante apporte une information sur la formation forestière à laquelle appartiennent certaines stations. Ce sont : *Fraxinus angustifolia* (152), *Myrtus communis* (239), *Pistacia lentiscus* (264), *Ulmus campestris* (391) et *Quercus suber* (292). *Mentha pulegium* (231) se joint à ce groupe, c'est une hélophyte commune dans les milieux ouverts humides.

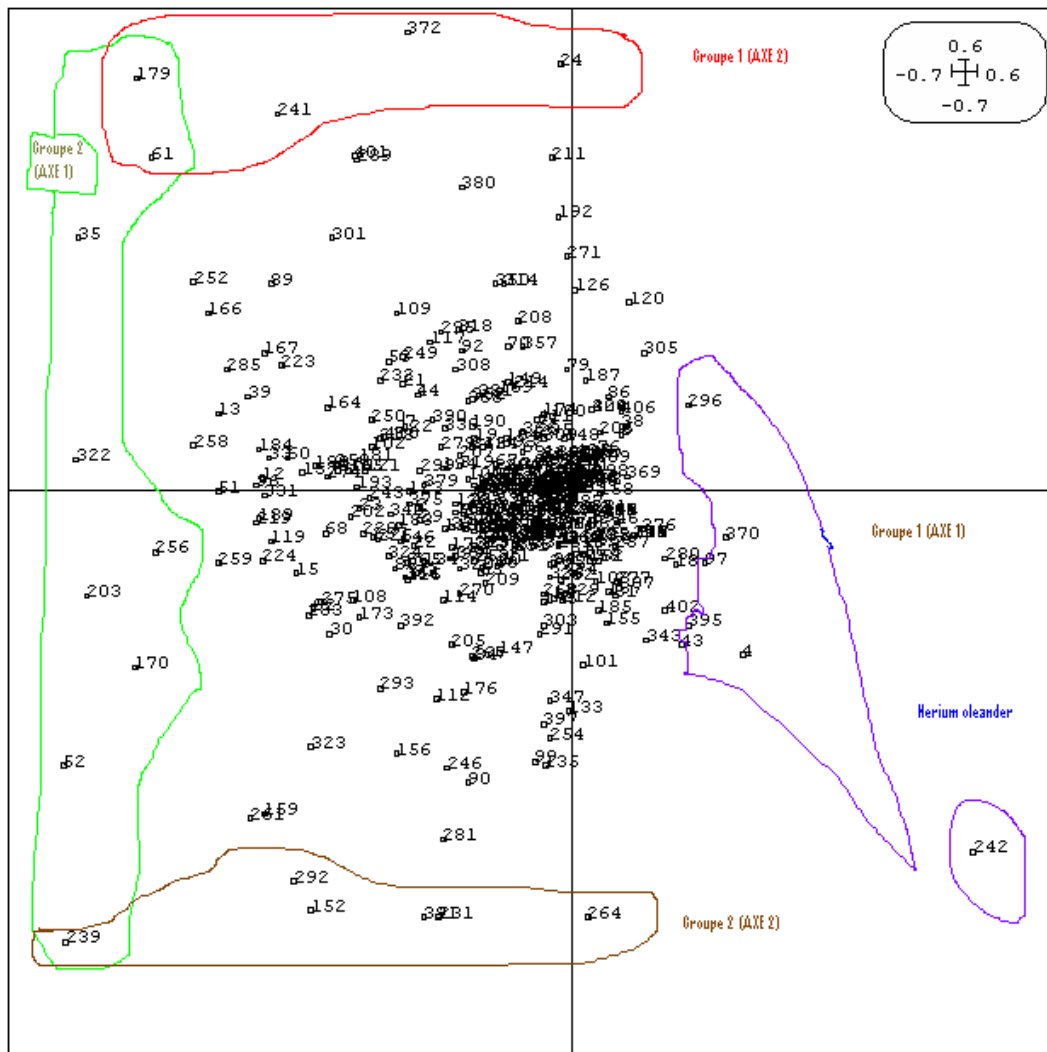


Figure 55 : ACP espèces/stations (Axes 1,2). (Valeurs propres F1 : 0,10 ; F2 : 0,006)

En résumé, on peut avancer que la formation à aulne glutineux est un groupement végétal caractérisé par une physionomie homogène (pas de partitions clairement formées sur la figure 55).

Ce groupement peut être variable du point de vue de la composition floristique selon les stations étudiées.

Nous pouvons à priori avancer que l'ACP végétations/stations (Axe 1 / 2) met en évidence un gradient de dégradation et permet de distinguer (Fig. 55 bis) :

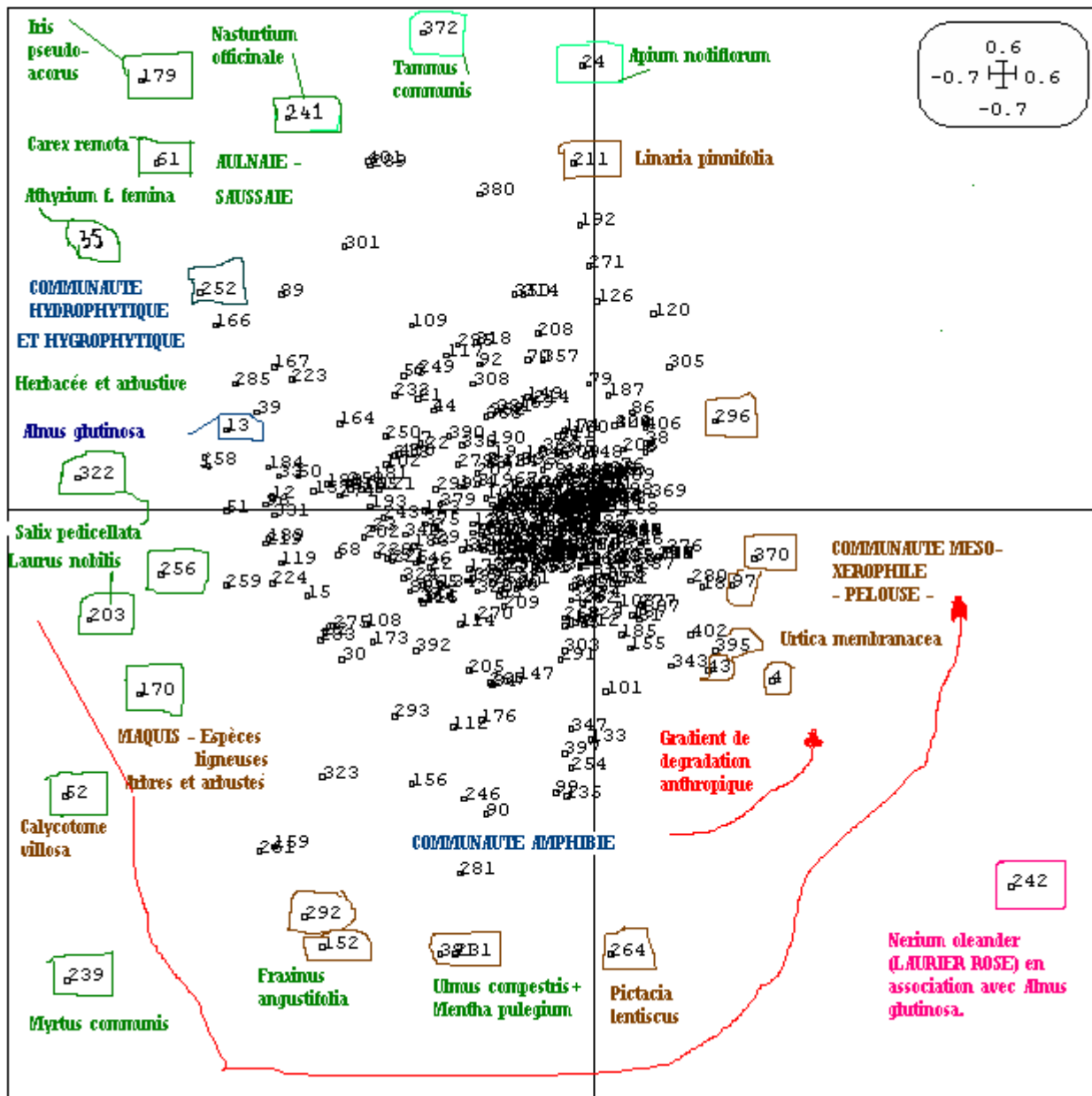


Figure 55 bis : ACP espèces/stations (Axes 1,2). Indication des groupes floristiques

(Valeurs propres F1 : 0,10 ; F2 : 0,006)

- Un groupe d'espèces hydrophytiques et hygrophytiques représentant une aulnaie mixte dont les caractéristiques phytosociologiques principales sont : *Athyrium filix femina*, *Carex remota*, *Iris pseudoacorus*, *Salix pedicellata* et *Laurus nobilis* (Fig. 55 bis).

- Un ensemble d'espèces de maquis distingué par la présence de *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*, *Quercus suber* ainsi que *Fraxinus angustifolia* qui accompagne l'aulne glutineux quand les stations ne sont pas inondées.

- Un ensemble d'espèces indiquant un milieu plus ou moins ouvert de dégradation représenté par :

- des pelouses et/ou prairies marécageuses plus ou moins hygrophiles où on peut trouver (sur les bordures de certaines stations) *Pistacia lentiscus* (264).
- Des stations anthropisées de cours d'eau dont certaines (Flu-7-8-9-10-15) (Cf. Fig. 56 ci-dessous) sont caractérisées par la présence de *Nerium oléander* (242).

Un gradient hydrologique descendant est mis en évidence en parallèle et discrimine les relevés en deux ensembles de formations d'aulne :

- 1- la formation à *Alnus glutinosa* et *Salix pedicellata* indiquée sur la figure 56 bis par « Aulnaie-saussaie ».

2- les formations qui remplacent le groupement *Alnetum glutinosae* en fonction de l'abaissement du niveau de la nappe phréatique :

- (Aulnaie mixte à frêne et Orme)
- Maquis
- Pelouse hygrophile où on trouverait *Urtica membranacea*
- ou **Prairie marécageuse où on peut prospérer**
Nerium oleander

Nous présentons ci-dessous l'ACP stations / espèces – (Axes 1,2) (Fig. 56) afin d'étudier les affinités des stations par rapport à ces axes. Ceci nous amènera à comparer (dans l'étude de la structure de l'écosystème "Aulnaie") la distribution des groupes floristiques avec celle des groupes de relevés (stations) dans la carte factorielle des ACP (Axes 1,2) (Fig.55, 55 bis et 56, 56 bis).

2.2.2 - Structure stationnelle (Fig. 56 et 56 bis)

Nous présentons ci-dessous (Fig.56) la structure stationnelle (ACP stations / espèces – Axes 1,2) afin d'étudier les affinités des stations par rapport à ces axes (1,2).

Cette analyse repose sur deux axes qui récoltent une information plus forte que dans l'analyse précédente (**F1 : 0.40 et F2 :0.04**), les autres axes (3,4) apportent très peu d'information et ne seront pas abordés.

Dépouillement de la carte factorielle de l'ACP Stations/espèces (Axe 1,2) de la Fig. 56

L'axe 1 : Un grand nombre de stations présentent des affinités par rapport à cet axe qui fait apparaître une structure principale répartissant les stations en deux groupes :

- **Groupe 1 (18 stations)** : **Flu3** (Boumohacène), 7 (Mecheta Dridra), 8 (Laouledj I), 9 (Laouledj II), 10 (Oued el Arg), 11 (Kef O. Chetoub), 12 (Ain Bergougaiia), 13 (Seraidi), 15 (Oued el Aneb) ; **Lac** 7 (Dekhil El N'Meur) et 8 (Oued Mellah) ; **Dun** 1 (Berrihane I), 2 (Berrihane II), 3 (Berrihane III), 5 (Sebaâ I), 6 (Sebaâ II), 7 (Demnat Attaoua), 10 (Garaât ouas).

- **Groupe 2 (17 stations)**: **Flu** 1(Oum Laâgareb), 2 (Righia), 4 (Ain Khia), 5 (Bourdim), 6 (Bouglès), 14 (Nechaâ Khellalba) ; **Lac** 1 (Nechaâ Tonga), 2 (Demnat el Rihane), 3 (Boumerchène), 4 (Ganthra el hamra), 5 (Boumalek), 6 (Souk errekitab), 9 (Brabtia), 10 (lac bleu) ; **Dun** 4 (Berrihane IV), 8 (Sidi Makhlouf), 9 (Sidi Freïtis).

L'axe 2 fait ressortir une structure secondaire distinguant deux groupes de stations :

- **groupe 1** : rassemble des aulnaies fluviales : **Flu** (1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 14) ; des aulnaies de lac : **Lac** (5, 8, 10) et la totalité des aulnaies de dépression dunaire : **Dun** 1 à 10.

- **groupe 2** : **Flu** 5 (Bourdim), 8 (Laouledj 1), 9 (Brabtia), 10 (Oued el Erg), 12 (Aïn Bergougaiia), 13 (Seraidi), 15 (Oued el Aneb) ; **Lac** 1 (Nechaâ Tonga), 2 (Demnet Errihane), 3 (Boumerchène), 4 (Ganthra el Hamra), 6 (Souk Errekibet), 7 (Dekhil em N'Meur), 9 (Brabtia).

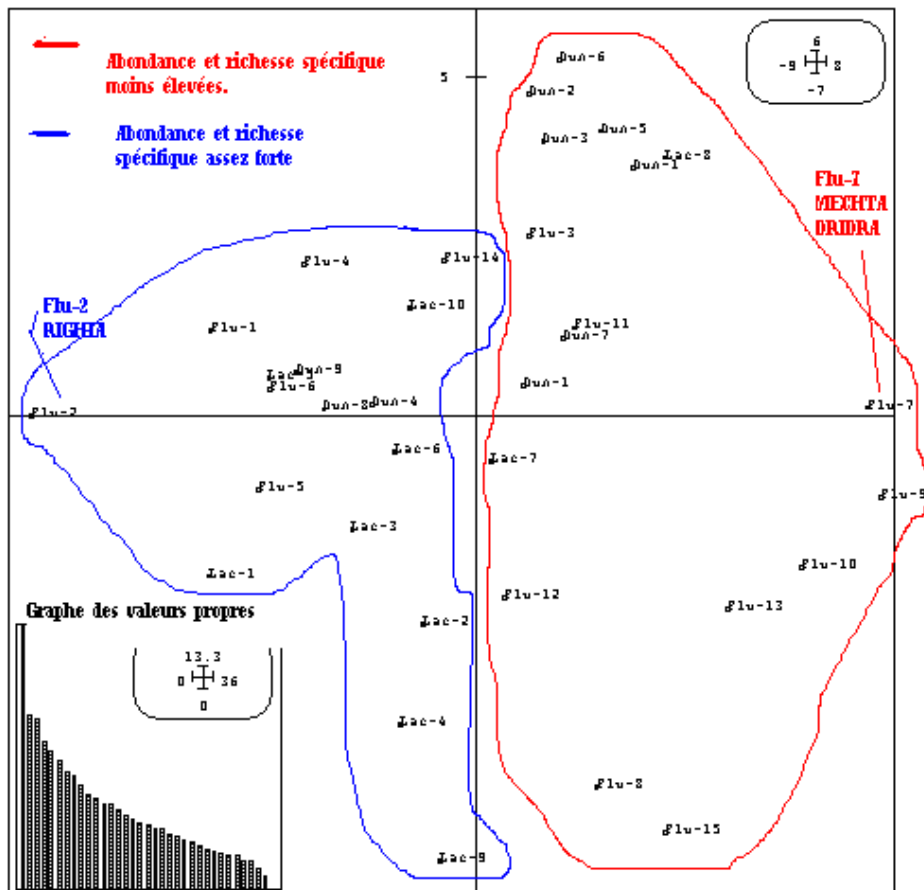


Figure 56 : ACP Stations/espèces (Axes 1,2)

En résumé, il existe deux groupes de stations nettement éloignés de l'axe 1 et donc clairement identifiables par les valeurs de l'abondance des espèces. En effet, par rapport à cet axe le **groupe 1** est représenté par les stations : **Flu** (3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15) ; **Lac** (7, 8) ; **Dun** (1, 2, 3, 5, 6, 10) dont l'abondance des espèces est plus basse ($29 < \text{Abondance} < 137$) par opposition au **groupe 2** rassemblant les stations suivantes : **Flu** (1, 2, 4, 5, 6) ; **Lac** (1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10) ; **Dun** (4, 7, 8, 9) dont les valeurs de l'abondance sont très élevées ($130 < \text{Abondance} < 244$) (Cf. Tab. 58).

Afin de visualiser la structure stationnelle, nous avons repris la même figure (56 bis) pour délimiter les trois types d'aulnaies qualifiées dans notre hypothèse par : aulnaies fluviales, aulnaies de lac et aulnaies de dépressions interdunaires. Sur la même figure nous avons indiqué les stations à *Nerium oleander*.

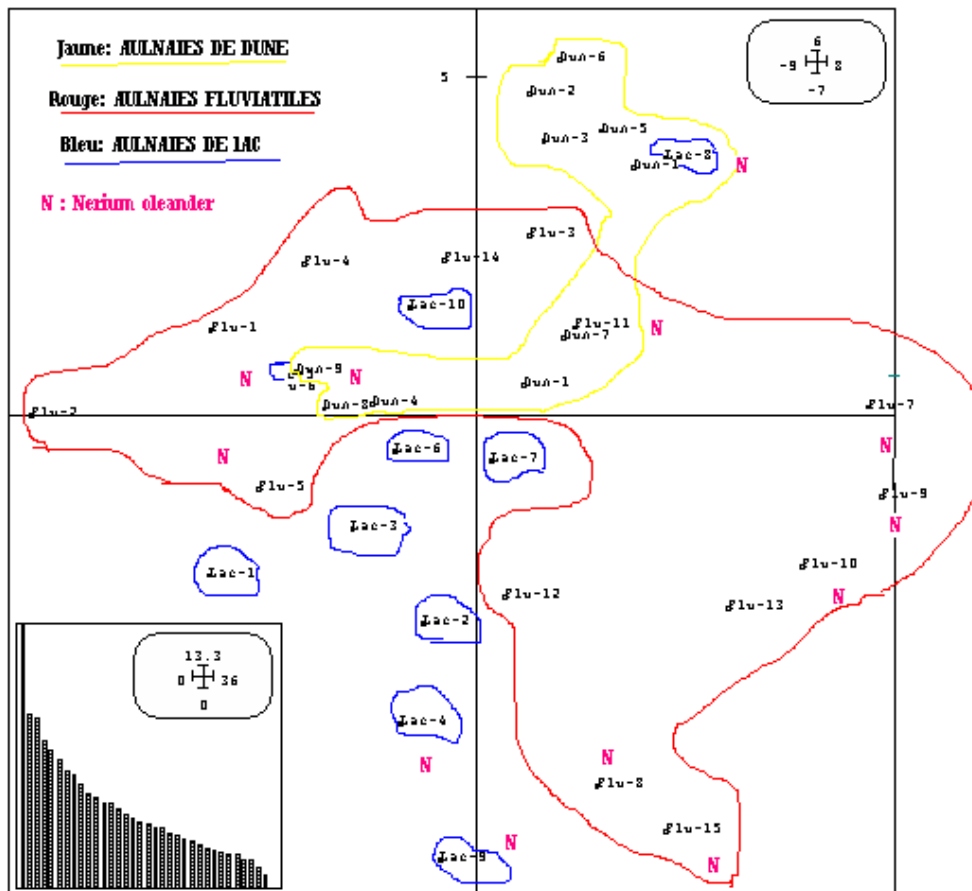


Figure 56 bis : Typologie des aulnaies et Stations à *Nerium oleander*: (N)

Par rapport à ces axes (1,2) d'autres groupes pourraient donner des indications sur l'existence d'une typologie des stations (relevés) à partir de leur contenu floristique. Exemple :

1)- les stations d'aulne des dépressions dunaires (Dun 1 à 10) dont la totalité forment une partition homogène par rapport à l'axe 2.

2)- les stations d'aulne fluviales : il est remarquable que *Nerium oleander* (242) (Fig. 55) a un statut particulier par rapport aux sites suivants : Flu7 (Mecheta dridra), Flu8 (Laouledj 1), Flu9 (Laouledj 2), Flu10 (Oued el Arg), Flu11 (Kef Oum Chetoub) Flu15 (Oued el Aneb) ; Lac 8 (Oued Mellah) ; Lac 9 (Brabtia) (Fig. 56 bis: "N").

On sait que *Nerium oleander* (242) est une espèce indicatrice de ripisylve. On l'a trouvée sur les berges des cours d'eau dans les aulnaies fluviales **Flu** (5, 7, 8, 9, 10, 11, 15) mais aussi dans des stations marécageuses exemple : (**Dun9** = Sidi freitis), ou à proximité de certaines aulnaies de lac, exemple des stations **Lac** (4, 5, 8, 9, 10) (Cf. Tab. Annexe 6).

3)- les aulnaies de lac : la totalité des stations d'aulne situées à proximité des lacs, forme un groupe plus ou moins rassemblé vers l'origine car celui-ci est mal défini par ces axes.

Cependant, il est remarquable que les 3 ensembles d'aulnaies (fluviales, dunaires et de lac) se "chevauchent" (Fig.56 bis) et à l'intérieur des aulnaies marécageuses de lac et de dune (dépressions dunaires) se développent sur les berges des cours d'eau les traversant, des espèces ripicoles. Le meilleur exemple pour mettre en évidence cette observation est la station Flu14 (Nechâa Khellalba) positionné sur l'axe 2 (Fig. 56 et 56 bis); Cette station que nous avons qualifiée de fluviale (Oued El Kebir Ouest) est une aulnaie marécageuse du complexe dunaire de Guerbès- Senhadja. Il en est de même pour la station Lac8 (Aulnaie de l'Oued Melah) qualifiée d'aulnaie de lac, du fait qu'elle se situe à proximité du lac Melah, mais qui fait partie de l'ensemble des stations d'aulne des dépressions interdunaires (Fig. 56).

2.2.3 - Structure du tableau des variables du milieu

La figure 57 représente l'ACP sur 8 descripteurs et 35 relevés. Carte factorielle (1 / 2).

La figure 58 représente l'ACP sur 35 relevés et 8 descripteurs. Carte factorielle (1 / 2).

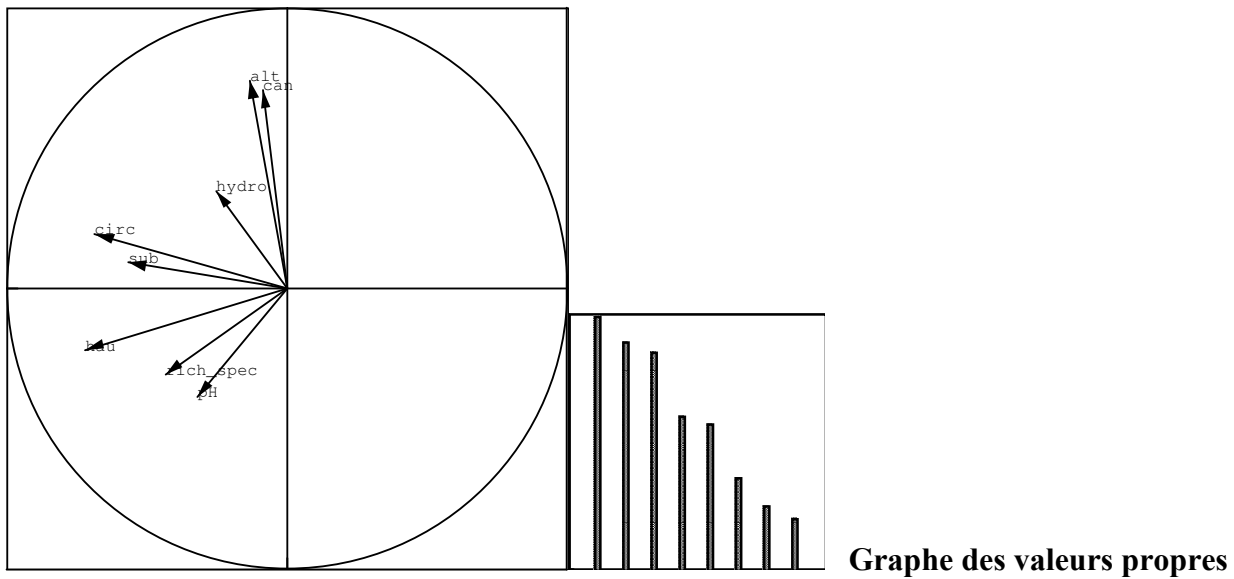


Figure 57 : Cercle de corrélations des variables environnementales avec les facteurs de l'ACP.

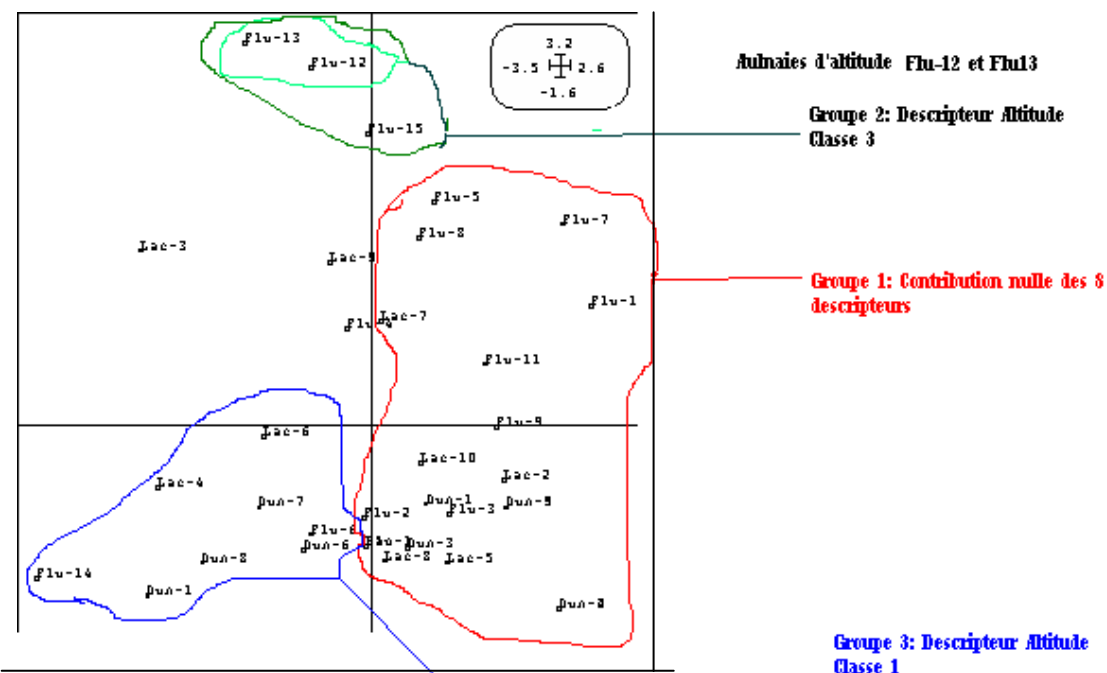


Figure 58 : Carte des relevés de l'ACP du milieu (ACP Variables stations- Axes 1 / 2)

– ACP sur 8 descripteurs par 35 relevés (Fig. 57)

Cette analyse statistique consiste à faire l'ACP du tableau des variables du milieu (Tab. 51) à l'aide de l'option **Covariance matrix PCA du module PCA**. Cette inertie affecte aux variables principales quatre valeurs propres, les plus fortes sont les suivantes : **F1 : 0,21 ; F2 : 0,19 ; F3 : 0,18 ; F4 : 0,13** (au total 71% de l'information). On choisit les trois premières pour la réalisation de l'ACP et on conserve comme pour l'analyse précédente 3 axes.

Dépouillement de la carte factorielle de l'ACP Variables /Stations (Axe 1,2) de la Fig. 57

Les variables (Fig. 57) Altitude, Canopée ; Circonférence ; hauteur » sont privilégiées. La carte des variables (option **Labels** du module **Scatters**) associe les fortes valeurs numériques de l'altitude et de la canopée. Ces deux dernières variables sont corrélées. L'altitude, la canopée, les circonférences et les hauteurs des arbres ont plus de poids par rapport aux autres descripteurs (pH, substrat, régime hydrologique et richesse spécifique) dont les contributions sur les axes sont plus faibles.

Le cercle de corrélations des variables de description avec les facteurs de l'ACP donne les cas de figures suivants :

Axe 1 : Tous les descripteurs ont une contribution nulle sur la partie positive de cet axe (Fig.56 et Fig.57). En effet, l'aide à l'interprétation montre que par rapport à cet axe, toutes les variables environnementales n'ont pas d'incidence sur les relevés des stations suivantes : **Flu** (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11), **Lac** (1, 2, 5, 7, 8, 10) ainsi que **Dun** (2, 3, 4, 5, 9, 10).

- La contribution la plus forte sur la partie négative de cet axe est la description : **circonférence moyenne des arbres (Classe 3)** qui a plus d'incidence par rapport au **substrat** sur le groupe des stations suivantes : **Flu** (13, 14) ; **Lac** (3, 4, 6, 9) et **Dun** (1, 6 et 8) (Cf.Tab.51). Cependant, la croissance radiale totale d'un arbre (diamètre et circonférence) dépend fortement du milieu et elle est plus sensible aux phénomènes de compétition inter-arbres, en particulier à la densité (Parde, 1961). On sait que la croissance en diamètre (Circonférence) de l'aulne est un paramètre en relation avec l'âge des arbres d'une même station, comme pour toutes les autres espèces forestières (Parde 1961) ; Chez cette espèce hygrophile, ce paramètre est lié aussi au régime hydrologique.

Axe 2 : - Sur la partie positive de cet axe, on relève une contribution plus forte de la description **Altitude (Classe 3)** et **la canopée (A-Q)** dans les stations **Flu** (12 et 13).

L'altitude est un facteur très important pour certaines espèces végétales. En ce qui concerne l'aulne glutineux, il peut croître jusqu'à 2000m au bord des oueds (Quézel et Santa 1962-1963) en Algérie, dans les conditions climatiques de la Numidie. Ainsi, il prospère assez bien sur le versant nord des montagnes atteignant 800m d'altitude à Seraidi et en Kabylie (Toubal-Boumaza, 1986 ; Bensettiti, 1995). Il présente, en fait, une large amplitude puisqu'on le trouve aussi au bord de la mer à 4m (Oued Melah) et à 2m d'altitude au lac Tonga, où l'aulnaie marécageuse occupe environ 57 Ha.

- Sur la partie négative de cet axe, **le pH (Classe 2)** a une plus forte incidence par rapport aux descripteurs (hauteur des arbres et richesse spécifique) dans les stations suivantes : **Flu** (4, 6, 14) ; **Lac** (4, 6) ; **Dun** (1, 6, 7, 8) (Cf. Tab. 51). La croissance en hauteur est un caractère plus fortement soumis à l'environnement qu'à la génétique et peut être utilisé comme un indicateur de fertilité du milieu (Parde, 1961).

Cette carte des relevés des descripteurs (de l'arbre et du milieu) rappelle certains points de la carte des relevés (Fig.56) (proximité des points **Flu 12** et **13** du point **Flu 15**). Les descripteurs : **substrat (Classe 4)** et régime hydrologique (**Classe 3**) rapprochent Flu 15 de ces deux dernières stations. Ce qui explique la structure particulière de ce groupe de stations d'aulne. On suppose a priori que les deux descripteurs (Substrat Sablo-limoneux et régime hydrologique semi-permanent) contribuent essentiellement à la structuration des aulnaies de ripisylve même s'ils ont moins d'incidence sur l'axe 2, par rapport à l'altitude et à la canopée.

Le substrat est important mais à un degré moindre car il pourrait exister des systèmes de compensation qui font que l'influence du substrat soit moins importante que celle du facteur hydrique.

En résumé, en comparant les **deux ACP (Fig 57 et Fig. 58)** (car on a le droit de les comparer mais on n'a pas le droit de les superposer), on peut distinguer 3 groupes :

- **le groupe 1** est composé par un grand nombre de relevés de végétation (stations) sur lesquels les variables environnementales choisies n'ont pas d'incidence par rapport à **l'axe 1**.

Ces résultats montrent que la quantification de l'influence des paramètres sur la végétation et leur incidence simultanée sur ces stations est difficile à mettre en évidence du fait de l'existence d'un noyau floristique commun à toutes les aulnaies de plaine étudiées.

- **le groupe 2** comprend les relevés des stations suivantes : **Flu** (13, 14) ; **Lac** (3, 4, 6, 9) et **Dun** (1, 6 et 8) pour lesquels la valeur de la circonférence est significative.

- **le groupe 3** : Flu (12, 13, 15) est marqué par l'influence de trois facteurs : l'altitude, la canopée et le type de régime hydrologique. La première variable est particulièrement significative pour les stations Flu 12 (Aïn Bergougaïa), Flu13 (Seraïdi) : (aulnaies de basse montagne). Ce dernier groupe mis en évidence par la carte factorielle (1,2), donne une indication sur les descriptions qui structurent au mieux les deux stations d'altitude et la station Flu15 (Oued El Aneb) (Altitude 52m), selon leur ressemblance physiologique en tant que ripisylve composée au minimum par deux espèces ligneuses (aulnaie mixte).

- Quand on examine chacun des **deux groupes (2) et (3)**, on constate la présence d'un gradient d'altitude descendant, allant des stations d'aulne les plus hautes (Altitude supérieure à 200m) en l'occurrence (Flu 12 : Aïn Bergougaïa et Flu13 : Seraïdi) vers les aulnaies de plaine suivantes : (Altitude inférieure à 50m) : (Flu6 =Bouglès ; Flu14 =Khellalba ; Lac4 =Ganthra el Hamra ; Lac6=Souk Errekibet ; Dun1=Berrihane1 ; Dun6 :=Sebâa 2 ; Dun7 =Demnet Attaoua ; Dun8=Sidi Makhoulf).

2.2.4 - Co-inertie des deux nuages (végétation et variables)

L'objet de l'analyse de la co-inertie va être de construire dans la logique de chaque analyse des cartes factorielles des relevés ayant une signification tout en optimisant la lecture simultanée.

L'application de cette méthode consiste à coupler l'analyse du tableau des variables et l'analyse du tableau de la végétation. Le couplage crée des fichiers qui symbolisent une analyse symétrique des deux tableaux. La co-inertie permet de quantifier l'influence des paramètres sur la végétation et leur incidence simultanée sur les 35 stations d'échantillonnage.

Le tableau croisé (**412 – 8**) est formé de covariances entre l'abondance des **412 espèces (Tab ; Annexe 6)** et les valeurs des **8 variables environnementales (Tab. 51)**. C'est une matrice de covariances inter - tableaux. L'avantage est de discuter de tous les éléments (lignes, colonnes et tableaux) dans un même espace ; car l'analyse de co-inertie ne cherche plus des axes d'inertie pour chaque nuage de **35 points** mais recherche des axes de co- inertie qui maximise la covariance des coordonnées des projections.

Une attention particulière est à porter au tableau suivant (Tab. 59) intégré à cette analyse.

Dans ce tableau, les colonnes INERT1 et INERT2 rappellent les inerties maximales qu'on peut projeter sur des axes dans chaque espace (obtenues par les analyses séparées). Les colonnes Varian1 et Varian2 donnent les inerties qu'on projette sur les axes de Co-inertie. Pour que les tests soient significatifs, il faut que les plans 1-2 de co-inertie soient très sensiblement de même qualité que les plans 1-2 de chaque analyse. Mais de plus les deux projections soient reliées par des corrélations (Correl.) entre systèmes de coordonnées de même rang, ici 0.92 et 0.95 respectivement sur l'axe 1 et 2 de co-inertie. Ces valeurs élevées sont obtenues partiellement par optimisation car on optimise la covariance c'est-à-dire le produit de la corrélation et des radicaux des variances projetées. On a donc obtenu de bonnes valeurs sur les trois éléments optimisés (35 relevés X 8 variables X 412 espèces) soient l'inertie projetée dans chaque espace et la corrélation des systèmes de coordonnées. Un test de signification est nécessaire avant le dépouillement afin de déterminer la pertinence d'une telle analyse. (Tableau 60).

2.2.6- Co-structure de deux analyses en composantes principales (co-inertie) (Fig. 60 et 60 bis)

Suivant les Axes 1 / 2 les figure 60 et 60 bis montre la projection simultanée en analyse de co-inertie (végétation-variables). Le graphe des facteurs utiles permet de retenir en fonction des pourcentages d'inertie les 4 premiers axes **F1 : 0.35** ; **F2 : 0.24** ; **F3 : 0.13** ; **F4 : 0.10** (au total 82% de l'information). Pour l'analyse nous retiendrons les trois premiers axes qui récoltent le maximum de l'information.

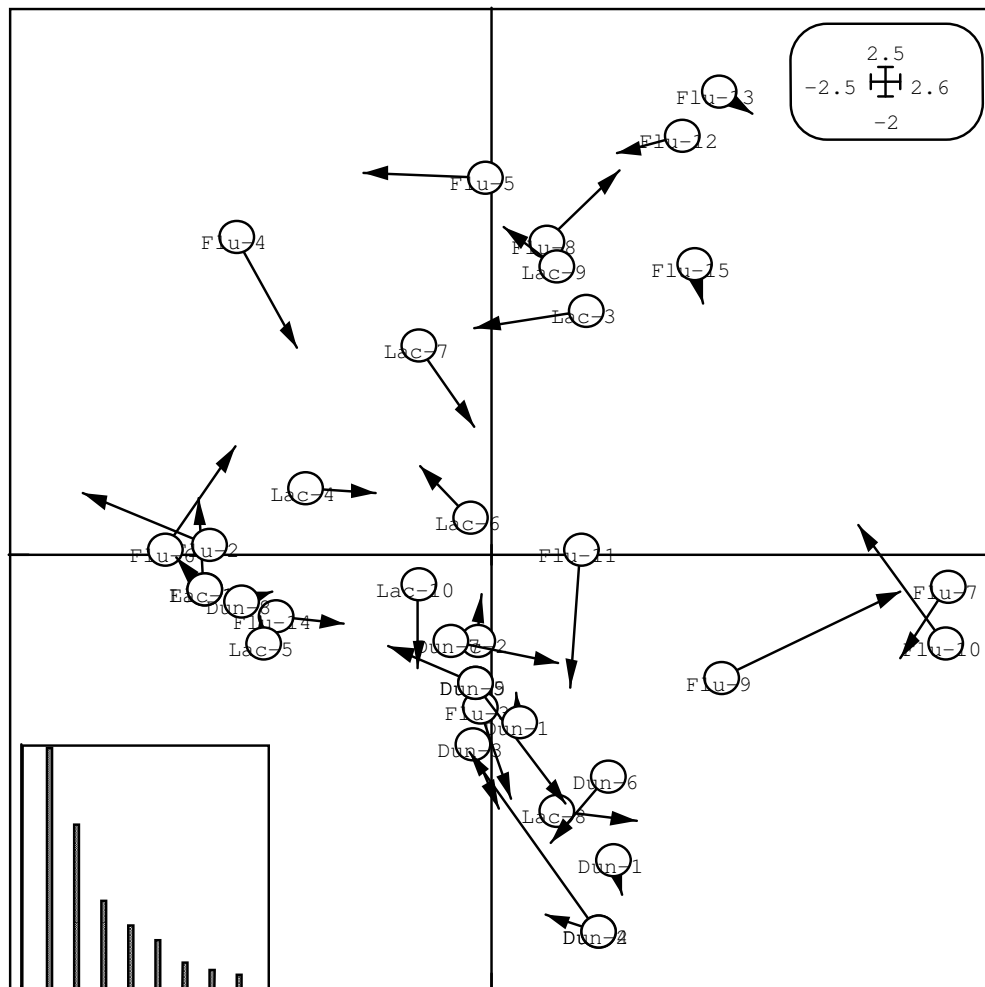


Figure 60 : Projection simultanée en analyse de Co-inertie (Axes 1,2)

Stations : ○ **Variables :** Le point portant une étiquette donne la position de la station vue à travers le milieu
 ↓
Espèces végétales : Le point à l'extrémité de la flèche donne la position de la station vue par la flore

(Chaque flèche représente chaque station par les variables du milieu (origine) et par la flore qu'on y trouve (extrémité)).

- Interprétation des graphiques de l'analyse de la co-inertie (Fig. 60 et 60 bis)

Sur la carte factorielle (Axes 1 / 2) (Fig. 60), le point portant une étiquette donne la position des stations vue à travers le milieu (Cf. Tab.50 et 51). Le point à l'extrémité de la flèche donne la position des stations vue par la végétation. Un aperçu sur la structure stationnelle des aulnaies étudiées est présenté ci-dessous (Fig. 60 bis).

L'analyse de la co-inertie affiche 4 axes rassemblant la majorité de l'information (respectivement 35%, 24%, 13% et 10%). Les axes (3 / 4) seront abordés mais ils apportent une information limitée.

L'aide à l'interprétation nous permet d'observer que :

L'axe 1 met en évidence dans la structure principale deux groupes par rapport à la richesse spécifique (et confirme les résultats présentés ci-dessus dans l'analyse de la structure stationnelle par les indices de biodiversité):

- **Groupe 1** (relevés moins riches en espèces) : rassemble les stations suivantes : Flu (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).

- **Groupe 2** (relevés plus riches en espèces) : Flu (1, 2, 3, 4, 5, 6, 14), Lac (1, 4, 5) et Dun8.

L'axe 2 fait ressortir une structure secondaire distinguant dans chacun des groupes un nouveau groupe définissant l'ensemble des **stations d'aulne dunaires** (Dun 1 à 10) qui forme un groupe homogène par rapport à cet axe, la station Lac8 fait partie aussi de ce groupe. La contribution du descripteur pH (Classe 2) est plus forte par rapport à cet axe.

L'axe 3 fait ressortir un groupe de stations représentées par l'ensemble des **aulnaies fluviales suivantes** : Flu (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) dont la contribution du descripteur "Hauteur moyenne des arbres" (Classe 1) est plus forte.

L'axe 4 fait apparaître le groupe de stations dont l'altitude est assez élevée : **Flu11** : Kef Oum Chetoub (**178m**) ; **Flu12** (Ain Bergougaiïa) : (**306m**) ; **Flu13** (Seraidi) : (**555m**). Les descripteurs : régime hydrologique (Classe 3), Hauteur moyenne des arbres (Classe 1), pH (Classe 2) et richesse spécifique (Classe 2) ont une contribution plus forte par rapport à cet axe.

Cette analyse permet une partition des 35 stations d'aulne de la manière suivante (Fig. 60 et Fig.60 bis):

- **du groupe 1** se détache le sous-groupe regroupant les deux stations Flu (7, 10) dont la richesse spécifique est la plus pauvre : **25 espèces** pour **Flu7** (Mechta dridra) et **52 espèces** pour **Flu10** (Oued El Arg). Les descriptions : Régime hydrologique (Classe 2), la hauteur (Classe 1) et le pH (Classe 1) ont une contribution plus forte sur ce groupe.
- Un deuxième sous-groupe rassemble les stations suivantes : Flu (8, 9, 11, 12, 13, 15) dans lesquelles la contribution du descripteur "régime hydrologique (Classe 3) est plus forte.
- **du groupe 2** se détache de la même manière un groupe de stations dont la richesse spécifique est la plus forte : **Flu1** (Oum laâgareb) : **111 espèces** ; **Flu2** (Righia) : **160** ; **Flu4** (Aïn Khia) : **113** ; **Flu6** (Bouglès) : **115** ; **Flu14** (Khellalba) : **100** ; **Lac 1** (Tonga) : **138** ; **Lac4** (Ganthra el Hamra) : **114** ; **Lac5** (Boumalek) : **130** et Dun8 (Sidi Makhlouf) : **126**. Pour ce groupe la contribution du descripteur pH (Classe 2) est la plus forte.

En résumé, L'analyse de la co-inertie (Axe 1 / 2) dégage 5 groupes de stations assez distincts pour lesquels les contributions de certains descripteurs peuvent être très fortes. Ces groupes sont clairement identifiables par leur richesse spécifique et la dominance de certaines espèces qu'ils contiennent ; (Cf. Fig. 60 bis) :

* **groupe 1 : aulnaies d'altitude (de basse montagne)** : Flu 12 (Aïn Bergougaiïa) et Flu13 (Seraidi) qui prospèrent sur substrat sablonneux-limoneux, et dont le régime hydrologique est semi-permanent et dont la canopée se caractérise par *Alnus glutinosa* et *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*.

Ces paramètres écologiques « substrat sablonneux-limoneux, régime hydrologique semi-permanent » caractérisent aussi la station Flu15 (Oued El Aneb) dont la canopée est composée par trois espèces (Aulne-Frêne-Orme).

* **groupe 2 : stations dont la canopée est composée d'aulne en mélange avec d'autres espèces ligneuses et où on trouve toujours de l'orme champêtre (Aulnaie -Ulmaie) :** Flu4 (Ain Khiar) : (A-U-F-Q), Flu5 (Bourdim) : (A-U-F-Q), Flu8 (Laouledj 1) : (A-F-U-S), Flu 15 (Oued el Aneb) : (A-U-F), Lac3 (Boumerchène) : (A-U) et Lac9 (Brabtia Zoo) : (A-U-S).

* **groupe 3 : aulnaies très dégradées (Nombre d'espèces inférieur à 55) :** Flu7 (Mechta Dridra), Flu9 (Laouledj 2) et Flu10 (Oued el Arg) caractérisées principalement par une faible richesse spécifique.

* **groupe 4 : Aulnaies à richesse spécifique élevée (supérieure ou égale à 100 espèces) :** Flu 1 (Oum laâgareb) ; Flu2 (Righia), Flu4 (Aïn Khiar) , Flu6 (Bouglès), Flu14 (Khellalba) ; **Lac 1**(Tonga), Lac4 (Ganthra el Hamra), Lac5 (Boumalek) et Dun8 (Sidi Makhoulouf). (A-U-F-Q),

* **groupe 5 : Aulnaies à richesse spécifique intermédiaire (55 < S <100) :** Ce groupe rassemble toutes les aulnaies dunaires (sauf Dun8) : Dun1 (Berrihane1), Dun2 (Berrihane 2), Dun3 (Berrihane 3), Dun 4 (Berrihane 4), Dun5 (Sebâa 1), Dun6 (Sebâa 2), Dun7 (Nechâat Demnet attaoua), Dun9 (Aulnaie de Sidi Freïtis) et Dun10 (Garâat Ouas) ainsi que Flu3 (Boumohacène) et Lac6 (Souk Errekibet), Lac7 (Dekhlil el N'Meur), Lac8 (Oued Melah et Lac10 (Aulnaie du lac bleu).

L'analyse de la co-inertie (végétation-variables) (Fig. 60 et 60 bis) met en évidence un ensemble de relevés qui permet une répartition des stations d'aulne en deux ensembles en fonction d'un **gradient altitudinal** descendant : Aulnaies d'altitude (de basse montagne) et aulnaies de plaine.

Aussi, cette analyse met en évidence un **gradient de dégradation anthropique** allant des stations les plus riches en biodiversité floristique vers les stations les plus dégradées en passant par des stades de dégradation intermédiaires (Maquis) ;

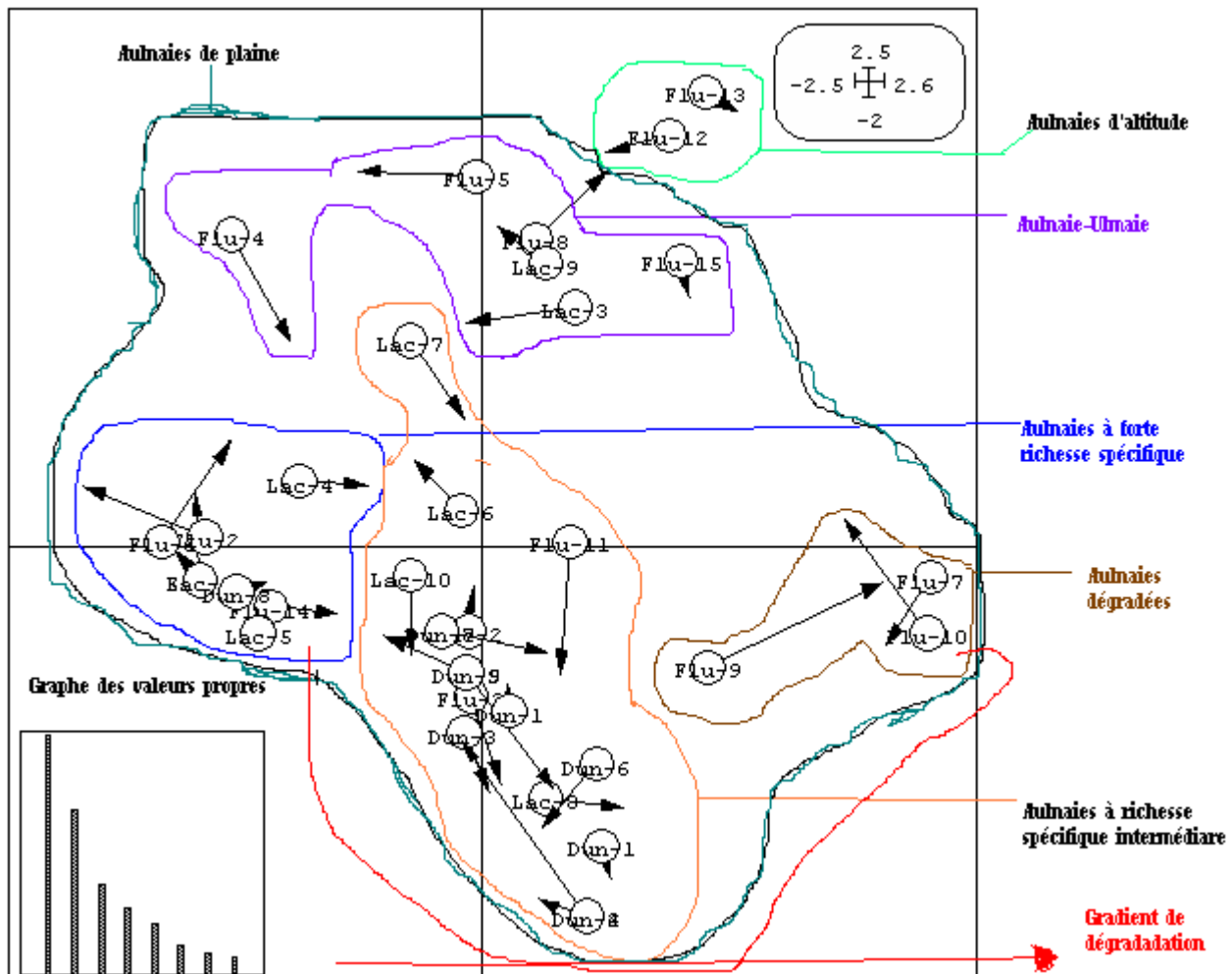


Figure 60 Bis : Groupes d'aulnaies formés par l'analyse de la co-inertie

La co-inertie met en évidence 5 groupes : (voir explications ci-dessus dans le texte)

1. **F (12 et 13) : (Aulnaies d'altitude)** par rapport à l'ensemble des autres stations qui sont des aulnaies de plaine : (33) ; Ces stations de plaine forme un grand ensemble divisé en **4 groupes** :
2. **Groupement : Aulnaie-Ulmaie ;**
3. **un groupe d'aulnaies dégradées à richesse floristique assez faible ;**
4. **un groupe d'aulnaies à richesse spécifique élevée**
5. **Aulnaies à richesse spécifique intermédiaire**

2.3 - Discussion

Les valeurs des indices de biodiversité indiquent que la répartition des espèces traduit une composition floristique d'une communauté à aulne glutineux assez complexe. On peut admettre selon Dajoz (1982) que l'abondance des espèces est fonction de la façon dont elles se partagent les ressources du milieu. Il existe en effet, plusieurs facteurs qui structurent ce peuplement dont l'équitabilité traduit une distribution proche de l'équilibre (0,9) (Frontier et Pichod Viale 1991) (Cf. Chapitre 2.1.2).

Généralement pour la plupart des stations, la formation à aulne glutineux est composée d'un fond floristique commun lié selon (Gillet, 2000) à une homogénéité floristique et géomorphologique qui caractérise de nombreux relevés de végétation.

- L'uniformité des conditions écologiques apparentes des stations d'aulne, est due à l'homogénéisation de la végétation indicatrice d'eutrophisation, qui peut s'expliquer par l'impact de l'action anthropique notamment (incendie, pompages irrationnels, défrichements, surpâturage etc. (Cf. Tab. 52).

Guinochet (1973) définit la surface homogène comme étant « une surface n'offrant pas d'écarts de composition floristique appréciables entre ses différentes parties ». Par ailleurs, Gounot (1969) prend en considération plusieurs critères d'homogénéité :

- l'uniformité des conditions écologiques apparentes,
- la dominance d'une ou plusieurs espèces,
- l'apparition régulière de combinaisons d'espèces définies dans des conditions écologiques semblables. Ainsi, ces groupements qui présentent souvent un aspect de mosaïque sont constitués par la répétition de motifs structuraux généralement liés à des variations concomitantes de composition floristique quantitative et qualitative (Gounot, 1969).

En effet, la distribution de cette mosaïque complexe représenté par : la formation forestière à aulne glutineux, par les maquis et/ou taillis tourbeux (stades intermédiaires de dégradation) ainsi que par les milieux ouverts " pelouses et/ou prairies marécageuses " (stade final si la pression humaine s'intensifie), dépend d'un certain nombre de variables imbriquées dans un environnement hétérogène et est liée à l'influence des facteurs topographiques, pédologiques et hydrologiques (Pautou et Descamps, 1985).

- L'analyse de la co-inertie (végétation-variables) (Fig. 60 et 60 bis) indique la contribution de quatre (4) facteurs du milieu sur les relevés de végétation. Deux autres descripteurs (2) sont liés aux caractères physiques de l'arbre (hauteur et circonférence) et les deux autres, caractérisent la flore par « la richesse spécifique et la canopée ». Les quatre derniers descripteurs sont évidemment influencés par les variables écologiques stationnels.

- Le descripteur **altitude** (facteur topographique) intervient pour séparer les stations en deux groupes : les aulnaies ripicoles d'altitude (Ain Bergougaiã et Seraïdi) et les aulnaies marécageuses de plaines (de faible pente). Thomas (1975) indique que la topographie semble conditionner l'action des autres facteurs qui sont les suivants : l'intervention de l'homme et de ses animaux, la nature du sous-sol, la nature de la couverture végétale (Cf. Annexe 7 et 8) ainsi que le facteur hydrique.

- Le descripteur **Canopée** caractérisée par la dominance d'une espèce : *Alnus glutinosa* (**A**) qui peut être en mélange avec une ou plusieurs espèces ligneuses dans un certain nombre de stations, pourrait être un **critère d'homogénéité** des formations étudiées si on se base sur les données de Gounot (1969) (voir ci-dessous la typologie des stations)

- Le descripteur **Hydro** (facteur hydrique) met en évidence l'influence d'un **gradient hydrologique** sur la distribution des relevés (Fig.55 bis). Lorsque l'impact de l'eau décroît, ce qui est dû à des facteurs de submersion plus ou moins courte, il y a augmentation des espèces ligneuses (Pautou et Descamps, 1985).
- En général le régime hydrologique permanent (eaux stagnantes) limite la croissance des arbres en **hauteur** (Thomas, 1975). En effet, l'aulne peut s'accommoder d'une inondation permanente, toutefois, avec une vitalité réduite (Lhote, 1985).
- l'abaissement excessif de la nappe phréatique contribue entre autres à la dégradation d'un certain nombre de stations par assèchement, et met en évidence **un gradient anthropique** indiqué par des espèces rudérales et nitratophiles.
- le descripteur **Substrat** (facteur pédologique) a une faible contribution sur la structure de la formation à aulne glutineux par rapport aux autres facteurs écologiques. Nous avons vu précédemment, en effet, que la nature du sol ne semble pas exercer une influence majeure sur la répartition de l'aulne, seule la présence d'une nappe d'eau superficielle ou peu profonde lui est indispensable pour qu'elle soit atteinte par ses racines traçantes. (Becker et al. 1982).

Nous avons vu précédemment aussi dans l'étude pédologique qu'en général dans les aulnaies, le pH est moyennement acide avoisinant le neutre ($6,2 < \text{pH} < 6,8$) dans les couches superficielles et prenant des valeurs plus basses en profondeur. L'acidité de ces milieux humides est due probablement au substratum géologique argilo-gréseux dans lequel percolent les eaux phréatiques mais aussi, à la richesse du sol en matière organique.

La variation du pH dans le profil pédologique, est due à la dilution des ions H^+ par les eaux de pluie, en saison humide. Cette variation pourrait être liée aussi aux phénomènes de nitrification qui en saison de forte activité biologique peuvent notablement abaisser le pH (Duchaufour, 1970).

Structure spatiale : Typologie des stations

Dans l'étude des types de stations d'aulne, on distingue quatre groupes signalés ci-dessus (Fig.55 et Fig.-60). Ces groupes ont été décrits par les phytosociologues comme appartenant au minimum à quatre ordres selon les espèces caractéristiques inventoriées dans chaque type de stations :

- **le groupe 1** correspondant au groupement à *Alnus glutinosa* associé avec *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* qui caractérise notamment les aulnaies d'altitude (Flu 12 et 13). Ce groupement hygrophile est inféodé à l'ordre des *Populetalia albae* Br. Bl. 1931 (Toubal- Boumâaza 1986).
- Les caractéristiques sont représentées par : *Alnus glutinosa*, *Fraxinus oxyphylla*, *Ulmus campestris*, *Populus alba* et *Torilis arvensis*
- Quant aux campagnes, elles sont les suivantes : *Mentha pulegium*, *Campanula dichotoma*, *Mentha aquatica*, *Asplenium adiantum nigrum*, *Juncus articulatus*, *Juncus acutus*, *Lythrum salicaria*, *Lythrum junceum*, *Mentha rotundifolia* et *Hypericum androsaemum*.
- Les transgressives des séries climaciques voisines ont été décrites par Toubal-Boumâaza (1986) (Cf. Chapitre 1.1.3.2 H). Certaines d'entre elles sont apparentes sur la Fig. 55 bis telles que : *Myrtus communis* et *Laurus nobilis*...

Quezel (1956) note que cette aulnaie s'avère être assez riche en biodiversité floristique. Par ailleurs, il signale l'existence de la sous-association à *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* et *Rubus incanescens* qui représente une forme de passage entre les peuplements de chênes à feuilles caduques et la ripisylve à *Alnus glutinosa*. L'auteur (ibid) considère que *Laurus nobilis* est une espèce importante qui confère un aspect spécial à la série du chêne zeen.

- **le groupe 2** : est inféodé à la classe des '*Nerio-Tamaricetea*' définie par Braun Blanquet et Bolos (1956). C'est une formation abondante dans le lit des petits cours d'eau à régime intermittent ; elle est

particulièrement répandue dans les oueds d'Afrique du Nord ; elle est appelée Nériaie ou oued à Laurier rose (Guittonneau, 1983).

La nériaie à *Nerium oleander* associé avec *Alnus glutinosa*, se rapproche de celle qui est associée à *Tamarix gallica* et décrite au niveau de la dorsale tunisienne par Boudouresque (1978). En général les *Nerio-Tamaricetea* prennent la place des *Populetalia albae* (Forêts riveraines méditerranéennes à irradiations européennes et atlantiques) dans les pays semi-arides chauds des régions méditerranéennes et irano-touraniennes (Br. Bl. Et Bolos 1957).

Ce groupement caractérise notamment **les aulnaies très dégradées** Flu7 (Mechta dridra), Flu9 (Laouledj 2) et Flu10 (Oued el Arg) (Fig.60 bis) où on compte plusieurs espèces rudérales représentées principalement par *Urtica membranacea* ; ces espèces rudérales sont généralement liées à des sols à forte teneur organique et bien aérés dans lesquels la nitrification est intense et conduit à une forte teneur en nitrates (Duchaufour, 1977)

On trouve également ce groupement dans les stations suivantes (Bourdim, Laouledj (1), Kef Oum Chetoub, Oued el Aneb, Ganthra el Hamra, Aulnaie de Boumalek, Oued Melah, Brabtia, l'aulnaie du lac bleu et celle de Sidi Freïtis) (Annexe 6).

Ces formations à *Nerium oleander* sont situées à la limite d'aire au contact des *Populetalia albae*. La plupart de ces nériaies à *Tamarix gallica* s'avèrent en effet infiltrées d'espèces de cet ordre et de la classe des *Querceto-Fagetea* telles que : *Fraxinus angustifolia*, *Alnus glutinosa* et *Ulmus campestris*. *Nerium oleander* et *Phragmites australis* font partie des caractéristiques des unités supérieures (alliance, ordre et classe) (Bensettiti, 1995 ; Toubal-Boumaâza, 1986). D'autres phanérophytes caractérisent ce groupement selon Guittonneau (1983): le Gattillier (*Vitex agnus castus*) que nous avons recensé dans l'aulnaie de Boumalek au bord du lac Melah ainsi que le laurier noble (*Laurus nobilis*) ou le Tamaris.

L'originalité des deux groupements : (*Alnus glutinosa* en association avec *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii*) et (*Alnus glutinosa* en association avec *Nerium oleander*) déterminés par les ACP axes (1/2) mérite d'être soulignée car elles occupent plus de la moitié du nombre des stations prospectées : cinq (5) pour le premier groupement et treize (13) pour le deuxième.

Cette originalité devrait être prise en charge et exige que l'on recherche en Algérie, la véritable place de ces deux groupements parmi tant d'autres, dans les vastes classes hétérogènes des formations humides que l'on divise en deux ensembles différents :

- d'une part, les aulnaies riveraines, développées sur des sols bien oxygénés et soumises à des alternances saisonnières d'inondation et d'assèchements, relèvent de la classe des *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieg. 1937 et de l'ordre des *Populetalia albae* Br.-Bl. 1931 (Bensettiti 1992) ;
- d'autre part, les aulnaies marécageuses, développées sur des sols en permanence engorgés et anoxiques, tourbeux ou paratourbeux (de type anmoor) sont assimilées à la classe des *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. & R.Tx 1943 et à l'ordre des *Alnetalia glutinosae* R.Tx 1937 (Gehu et al. 1994).

- **le groupe 3** : (*Alnus glutinosa* en association avec *Salix pedicellata*) : rassemble principalement les espèces suivantes : *Athyrium filix femina*, *Osmunda regalis*, *Carex remota*, *Nasturtium officinale*, *Iris pseudoacorus*, *Salix pedicellata*, *Laurus nobilis*, *Tamuscommunis* ...et caractérise les stations à forte richesse spécifique (Cf. Fig. 55 bis et 60 bis).

On retrouve certaines caractéristiques (*Athyrium filix femina*, *Osmunda regalis*, *Carex remota*) de l'association à *Alnus glutinosa* avec *Salix pedicellata* que Braun Blanquet (1943) rapproche des aulnaies à *Alnus glutinosa* et *Salix atrocinerea* de la France atlantique. Ainsi, « *Salix pedicellata* qui est méditerranéenne jouerait le rôle de vicariante du *Salix atrocinerea* plus septentrionale » (Bensettiti, 1995). Cette association est inféodée à la classe des *Querceto-Fagetea* (Groupements des forêts cadufoiliées sur sol faiblement acides, neutres ou basiques) (Walter, 2006); elle appartient aux *Populetalia albae* Br. Bl. 1931 (Forêts riveraines méditerranéennes à irradiations européennes et atlantiques) (Rivas

Martinez et al. 1990) (Fig.48) ; elle est inféodée à l'alliance *Osmundo-Alnion* qui a fait l'objet de nombreux travaux (Dierschke 1980, Rivas Martinez 1985, Gehu 1989). En effet, compte tenu de leur situation géographique à la frontière algéro-tunisienne, ces formations hygrophiles, apparaissent comme le prolongement des ripisylves de la Tunisie étudiées par Braun Blanquet (1943) et Debazac (1959).

A côté de la fougère royale (*Osmunda regalis*) initialement seule représentante de l'*Osmundo-Alnion*, il semble que l'on peut associer la fougère femelle (*Athyrium filix femina*) et *Iris pseudoacorus* qui semble également pouvoir être érigé en caractéristique locale (Bensettiti, 1995) bien qu'il soit représentatif des *Phragmitetea* R. et Tx et Preissing 1942 (Groupements des grandes herbes des bords des lacs, des étangs, des cours d'eau) (Walter, 2006).

Dans le **groupe 3**, on signale la présence de : *Apium nodiflorum* et *Nasturtium officinale* : espèces indicatrices de marais, de tourbières et de prairies hygrophiles plus ou moins marécageuses formé par :

- des grands héliophytes des *Phragmitetea* (Roselières et marais à grands *Carex*)

- et des taxa représentatifs des groupements de fossés et de ruisseaux à eau plus ou moins courante du *Glycerio-Sparganion* Br. Bl. Et Sissing 1942 comme : *Alisma plantago aquatica*, *Apium nodiflorum* et *Nasturtium officinale* qui sont en général associées à *Lycopus europaeus*, *Callitriche obtusangula* et *Veronica anagallis aquatica* (Bensettiti, 1995). Toutes ces espèces ont été citées dans la sous / alliance " *Campanulo-alatae-Alnenion glutinosae*" décrite par Bensettiti (1995) où *Campanula alata* : seule endémique nord africaine "caractéristique" de l'aulnaie glutineuse, constitue une bonne différencielle géographique.

- le **groupe 4** : ce groupe est constitué principalement par des espèces indicatrices de maquis: *Myrtus communis*, *Ulmus campestris*, et *Quercus suber* (en lisière) ainsi que *Pistacia lentiscus* et *Fraxinus angustifolia*. Ce groupe peut représenter plusieurs stades intermédiaires de l'évolution régressive de la formation à aulne glutineux (Aulnaie-saussaie-ulmaie-frênaie / subéraie) en fonction de l'abaissement de la nappe phréatique. Ces espèces apparaissent clairement sur la carte factorielle de l'ACP végétation (Fig. 55 bis).

Braun Blanquet et al. (1952) considèrent ce groupement comme étant un faciès de l'*Alno-Fraxinetum oxycarpae* Tchou 1947 inféodée à l'ordre des *Fagetalia sylvaticae* Br. Bl. 1931.

Récemment, ce groupement a été décrit dans des mémoires de l'Université d'Annaba (Habbache, 1991 et Fetni, 1992) portant sur l'étude du milieu tourbeux de l'aulnaie de Righia (Flu2-Fig. 60). Ces travaux universitaires ont décrit dans l'*Alno-Fraxinetum* le faciès à *Alnus glutinosa*, *Osmunda regalis* et *Carex remota* qui est progressivement supplanté par l'association *Quercetum suberis* lorsque la nappe phréatique s'abaisse dans les dépressions dunaires. En plus des espèces énumérées ci-dessus dans le groupe 4, ce faciès est accompagné par *Athyrium filix femina* et les phanérophytes lianoïdes suivantes: *Hedera helix*, *Rubus ulmifolius*, *Smilax aspera* et *Rubia peregrina*.

Auparavant Maire (1926) a signalé qu'en plaine aux environ d'El Kala et même en montagne (jusqu'à 1500m au moins dans les ravins), *Alnetum glutinosae* était concurrencé par l'*Ulmo-Fraxinetum* : « association assez résistante au froid, très exigeante en humidité du sol et où le niveau phréatique est assez élevé ». Cette formation peut en effet se présenter sous forme de peuplements semi-marécageux. Ainsi pouvons-nous avancer que le **groupe 4** serait un *Ulmo-Fraxinetum* sur alluvions argileuses et argilo-sableuses des plaines, ou un *Alno-Fraxinetum oxycarpae* concurrencés par le *Quercetum suberis* en terrains sablonneux et relativement secs comme l'a signalé Maire en 1926 ?

A titre d'information, En France, à la vaste classe hétérogène des *Querceto Fagetea*, on peut rattacher, les aulnais à frênes (*Pruno-Fraxinetum*) et les chênaies-ormais des bords de rivières (*Querceto-Ulmetum*) (Walter, 2006).

2.4 - Critique et limites de l'analyse en composantes principales

Une ACP envisagée uniquement comme complément important d'une description classique est une bonne solution surtout si le nombre d'échantillons et de paramètres est important (Gobat, 1984).

Cependant, même si la représentation des groupements floristiques est assez parlante (Fig. 55 bis et 60 bis) et caractérise bien l'évolution régressive des différentes formations à aulne glutineux, en fonction de deux gradients : anthropique et hydrologique, les résultats de l'ACP (flore-variables) doivent être considérés de manière critique, car ils sont issus d'analyses partielles, ne tenant pas compte de tous les éléments descriptifs des facteurs du milieu.

1)- le facteur édaphique :

Les facteurs physico-chimiques décrits dans La première partie (§ 2.2.3.2.4) : (C/N), K échangeable, Mg échangeable, Ca échangeable, Na échangeable, Fe échangeable, Mn mobile, Al mobile, taux de fibre, taux de matière organique...) n'apparaissent pas comme discriminants à l'analyse numérique sur le plan (1 / 2). Car, comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs facteurs ont une action simultanée sur l'évolution des sols hydromorphes. Ainsi, dans les dépressions humides par exemple, l'évolution des sols est conditionnée par le degré de saturation en eau, l'absence d'oxygène et la faible activité biologique dans une zone d'accumulation de débris, qui entretient une végétation dense et variée orientant l'évolution de ces sols, sous l'action de la matière organique. Par ailleurs, Outre l'anoxie, intervient le facteur Calcium dont la présence fait subir aux débris une humification et donne un matériau marron, amorphe, neutre (Grandvoininnet et al. 1987 et 1988).

2)- le facteur hydrique

Les mesures du niveau de la nappe phréatique doivent, dans la mesure du possible, être hebdomadaires dans les stations pour que les comparaisons soient significatives (Pautou et Descamps, 1980). Ainsi, il existe fréquemment des variations saisonnières du pH assez importantes, ces variations sont d'autant plus fortes que le milieu est plus mal tamponné : sol sableux acide. Les pseudogleys offrent une variation inverse par rapport aux sols podzoliques acides drainés. En période humide, correspondant à l'engorgement de l'horizon A2 (Duchaufour, 1977), la dilution des ions H^+ provoque une élévation du pH par rapport à la saison sèche.

3)- L'étude temporelle de la végétation n'est pas saisonnière à cause du grand nombre de stations et de l'étendue du terrain d'investigation.

Ces facteurs physico-chimiques cités ci-dessus, n'ayant pu être traités statistiquement par manque de données.

Les paramètres choisis comme les plus significatifs par l'analyse des données, sont tout de même assez importants pour amener des compléments aux descriptions classiques.

- L'altitude permet de différencier les aulnaies de plaine et les aulnaies de basse montagne sous l'effet d'un gradient altitudinal.
- Le pH : l'aulne glutineux recherche les sols moyennement acides ; Le frêne et l'orme sont des espèces très sensibles à l'acidification, elles sont neutrophiles.
- Deux groupements floristiques (*Alnus glutinosa* / *Quercus canariensis*), (*Alnus glutinosa*/*Nerium oleander*) prennent une place assez importante parmi les stations étudiées.

Pour mieux évaluer l'impact de l'action anthropique sur l'évolution régressive de l'aulnaie, nous complétons ce travail par la réalisation de deux analyses factorielles des correspondances.

2.5 - Analyse factorielle des correspondances

Les données pédologiques, écologiques et dendrométriques prélevées sur les différentes stations d'*Alnus glutinosa* et l'évaluation de la nature et de l'intensité des perturbations d'origine anthropique sont respectivement présentées Tableaux 50 et 52. Les aulnaies étudiées comprennent plus de 400 espèces,

dont 236 sont présentes dans au moins 5 des 255 relevés réalisés (Annexe 5). L'AFC réalisée sur l'ensemble des relevés (Fig. 61) met en évidence l'existence d'un gradient entre milieux fermés et milieux ouverts (compétition), ainsi qu'une forte hétérogénéité coenotique liée à un gradient hydrologique. Trois principales communautés à dominante herbacée peuvent ainsi être distinguées :

- La communauté hydrophytique est dominée par de grandes herbacées héliophytes (*Carex elata*, *C. paniculata*, *C. pendula*, *Cladium mariscus*, *Cyperus longus*, *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sparganium erectum*, *Typha domingensis*) et comprend des espèces aquatiques (*Baldellia ranunculoides*, *Helosciadium crassipes*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii*, *R. flammula*), ainsi que plusieurs Poaceae ubiquistes (*Cynosurus polybracteatus*, *Leersia hexandra*, *Holcus lanatus*, *Paspalum distichum*, *Polypogon monspeliensis*) ;
- La communauté amphibie est organisée autour de Ptéridophytes géophytes (*Isoetes histrix*, *I. velata*) et comprend diverses espèces annuelles (*Bellis annua*, *Briza minor*, *Juncus bufonius*, *J. capitatus*, *Lythrum hyssopifolia*, *Trifolium resupinatum*) ;
- La communauté méso-xérophile, enfin, est organisée selon un gradient depuis des fruticées ouvertes dominées par des phanérophytes arbustifs (*Chamaerops humilis*, *Daphne gnidium*, *Genista ferox*, *Halimium halimifolium*, *Quercus coccifera*) et de grandes monocotylédones bulbeuses (*Asphodelus aestivus*, *Charybdis maritima*) jusqu'à des formations herbacées naines comprenant *Erodium cicutarium*, *Euphorbia biumbellata*, *E. peplis*, *Filago pygmaea*, *Geranium molle*, *Paronychia argentea*, *Plantago lagopus*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Spergula arvensis*...

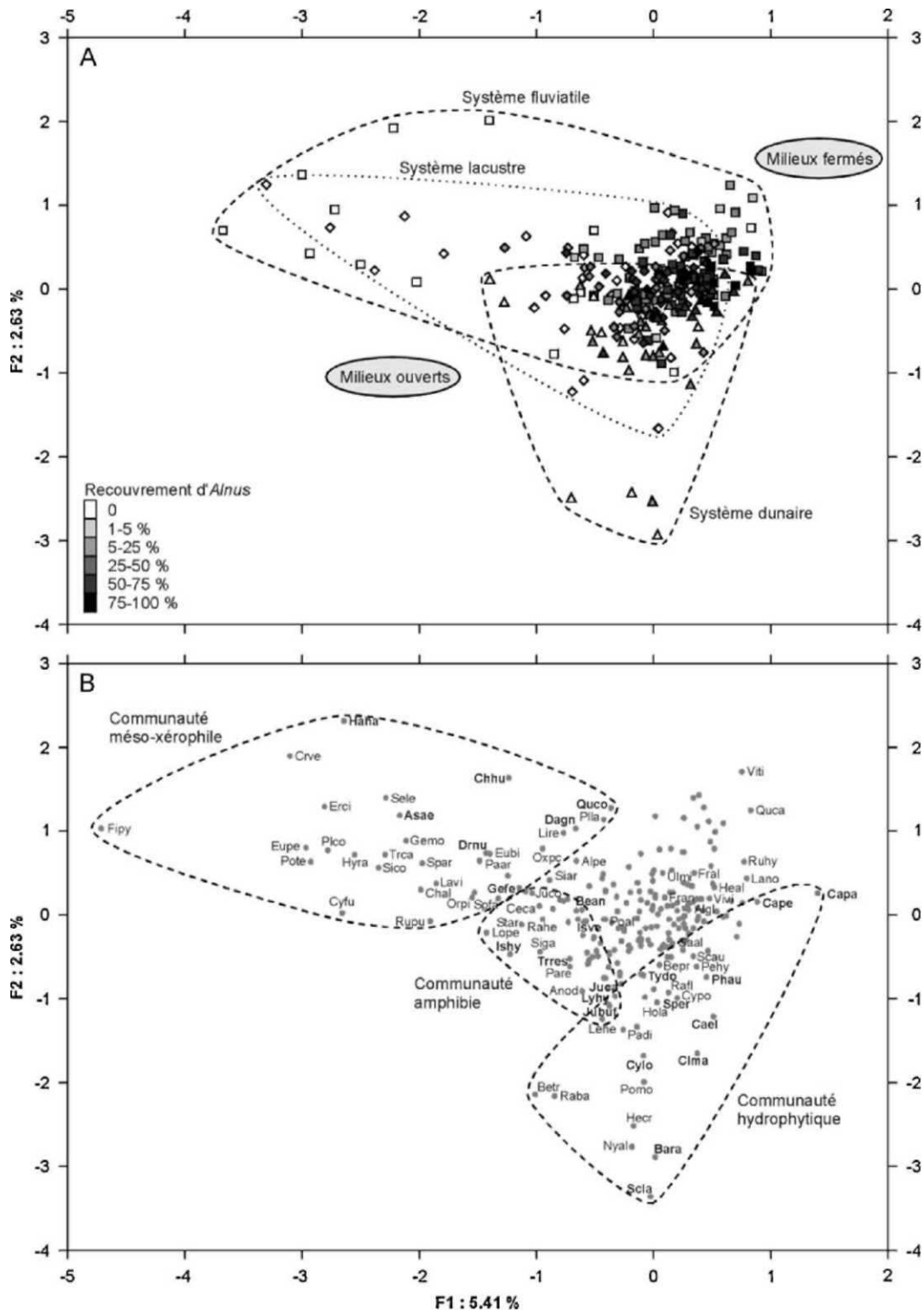


Figure 61 : Plan 1/2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur l'ensemble des 255 relevés (A) et sur 236 espèces (B). Les espèces notées en gras correspondent aux espèces dominantes des communautés distinguées (voir texte pour les détails). Les symboles identifient les différents systèmes : dunaire (triangles), fluviatile (carrés) et lacustre (losanges). La signification des codes des espèces est donnée (Annexe 5).

La Figure 61 ne permettant pas de mettre en évidence les éventuelles différences floristiques entre les aulnaies des différents systèmes, une seconde AFC a été réalisée sur les relevés comprenant plus de 25 % d'aulne. Les résultats, présentés Figure 62, révèlent l'existence d'un cortège spécifique aux aulnaies du

système fluviatile, qui apparaissent plus diversifiées que les aulnaies des deux autres systèmes. L'ensemble des aulnaies partage toutefois un fond floristique commun, avec :

- des ligneux arborescents ou arbustifs (*Calicotome villosa*, *Ficus carica*, *Frangula alnus*, *Hypericum afrum*, *Laurus nobilis*, *Rubus ulmifolius*, *Salix alba*, *S. atrocinerea* et/ou *S. pedicellata*) ;
- des lianes (*Calystegia sepium*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Tamus communis*, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) ;
- des herbacées hydrophiles (*Bellis prostrata*, *Carex remota*, *Helosciadium nodiflorum*, *Juncus bulbosus*, *J. effusus*, *Ludwigia palustris*, *Lythrum junceum*, *L. salicaria*) ;
- des Ptéridophytes (*Asplenium scolopendrium*, *Athyrium filix-femina*, *Equisetum telmateia*, *Osmunda regalis*, *Polystichum setiferum*, *Pteridium aquilinum*, *Thelypteris interrupta*, *T. palustris*).

Ce cortège est, selon les systèmes, mêlé d'espèces transgressives de différents milieux plus ou moins ouverts et plus ou moins hydrophiles :

- des espèces hélophytiques, comme *Carex elata*, *C. paniculata*, *C. pendula*, *Cladium mariscus*, *Cyperus longus*, *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sparganium erectum* et *Typha domingensis* ;
- des espèces forestières, comme *Acanthus mollis*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Cyclamen africanum*, *Prunus avium*, *Quercus canariensis* : (*Quercus faginea* subsp. *mirbeckii*), *Q. suber* et *Viburnum tinus*, surtout représentées dans le système fluviatile ;
- des espèces de matorral, comme *Asphodelus aestivus*, *Crataegus monogyna*, *Cytisus villosus*, *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Halimium halimifolium*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera* et *Rosa sempervirens*, surtout représentées dans le système fluviatile ;
- des espèces hydrophytiques, comme *Juncus acutus*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus baudotii* et *Utricularia vulgaris*, généralement très peu abondantes, mais qui présentent d'importants recouvrements dans un site du système dunaire dominé par *Populus alba* (Dun-7, Demnet Ataoua ; Fig. 36, Tab. 49) ;
- des espèces de pelouses, qui comprennent à la fois les espèces amphibies de mare temporaire (*Eleocharis palustris*, *Isoetes velata*, *Juncus heterophyllus*, *Ranunculus sardous*) et des espèces de pelouses thérophytiques (*Coleostephus myconis*, *Isoetes histrix*, *Juncus bufonius*, *J. capitatus*, *Silene gallica*).

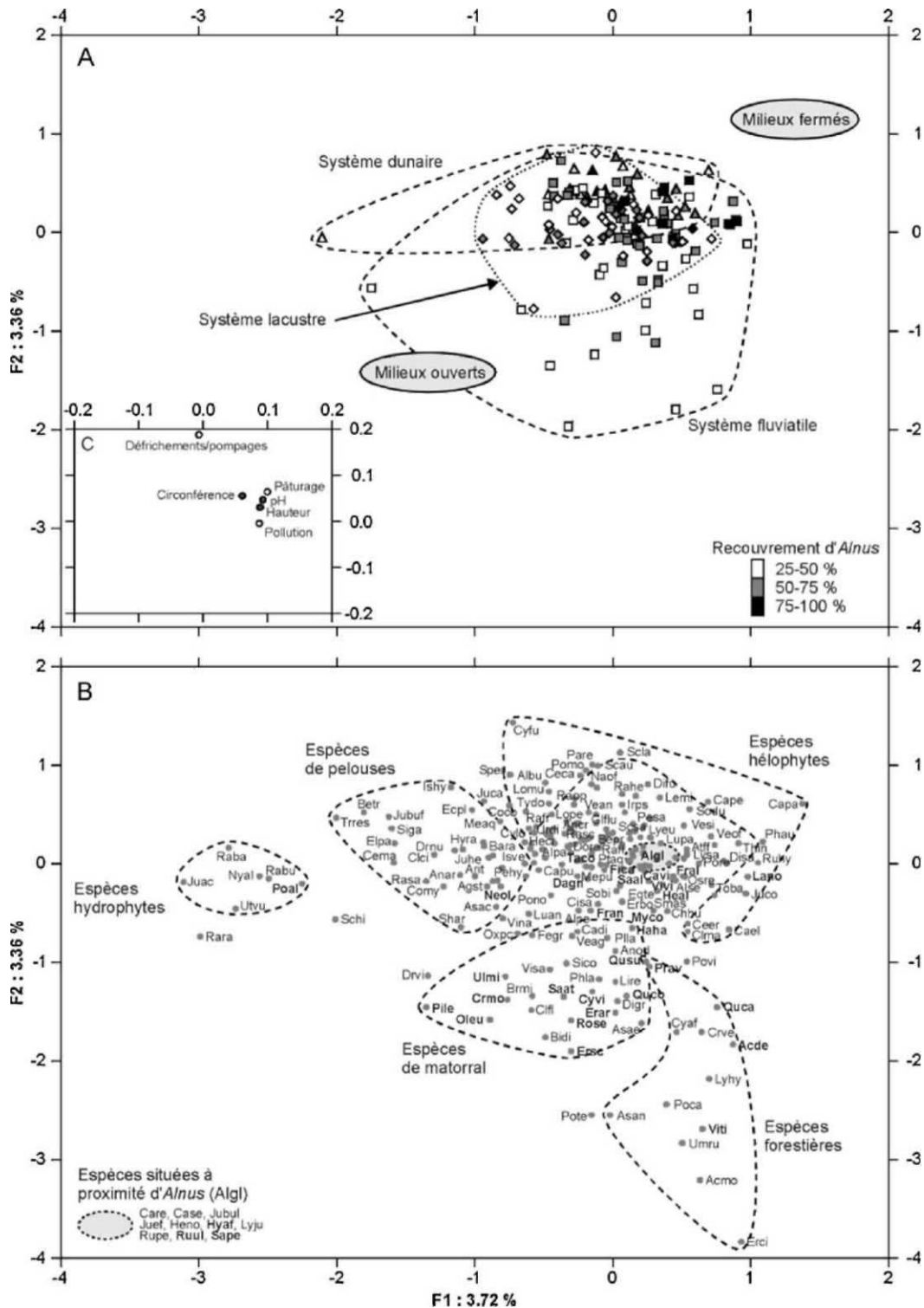


Fig 62 : Plan 1/2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur les 150 relevés contenant plus de 25% d'aulne (A) et sur les 234 espèces (B). Le pH, les perturbations et les caractéristiques dendrométriques ont été intégrés à l'AFC en tant que variables supplémentaires (C). Les espèces notées en gras correspondent aux phanérophytes. Les symboles identifient les différents systèmes : dunaire (triangles), fluviatile (carrés) et lacustre (losanges). La signification des codes des espèces est donnée (Annexe 5).

2.6 - Discussion

2.6.1- Composition et structure des aulnaies de Numidie

Les relevés floristiques réalisés révèlent, avec 404 espèces recensées (Annexe 5), la très grande richesse spécifique des aulnaies des régions d'Annaba-El Kala et de Guerbès-Senhadja. Ces espèces regroupent un cortège floristique caractéristique des aulnaies, relativement pauvre (espèces caractéristiques phytosociologiques) en comparaison du cortège des aulnaies européennes (Gehu et al. 1994, Bensettiti et Lacoste 1999), ainsi qu'un grand nombre d'espèces liées aux milieux ouverts (fruticées, pelouses et marais). La structure des aulnaies, caractérisée par le recouvrement de l'espèce dominante (*Alnus glutinosa*), influence fortement la composition floristique. Plusieurs communautés de dégradation peuvent ainsi être définies, en fonction de l'hydromorphie du substrat et du milieu environnant : (1) une communauté hydrophytique, dominée par des héliophytes et des espèces aquatiques, se développant sur des sols inondés toute l'année, surtout en bordure des lacs, (2) une communauté amphibie, comprenant les espèces caractéristiques des pelouses temporaires à isoètes, développée sur les substrats soumis à des inondations saisonnières, et (3) une communauté méso-xérophile transgressive des milieux environnants, qui remplace l'aulnaie sur substrat sec.

La structure verticale des aulnaies de Numidie est complexe et organisée en strates bien différenciées, similaires à celles qui ont été décrites pour les formations similaires d'Europe occidentale (Prieditis 1997, Rodriguez-González 2004). Elle comprend généralement une strate arborescente qui peut atteindre 20 à 25 m de hauteur (*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Quercus canariensis* : *Q. faginea* subsp. *mirbeckii*, *Salix alba*), une strate arbustive souvent à tendance laurifoliée (*Ficus carica*, *Hypericum afrum*, *Frangula alnus*, *Laurus nobilis*, *Rubus ulmifolius*, *Salix pedicellata*, *Ulmus minor* : *U. campestris*), une strate lianescente (*Calystegia sepium*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Tamus communis*, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) et une strate herbacée, composée d'espèces sciaphiles et hydrophiles (*Athyrium filix-femina*, *Carex remota*, *Ludwigia palustris*, *Osmunda regalis*, *Thelypteris interrupta*). Cette structure complexe témoigne de l'âge de ces formations (Margalef 1968, Odum 1969) qui, malgré la faiblesse de régénérations observées à l'intérieur des aulnaies fermées, semblent se régénérer à la faveur de chablis naturels et se maintenir ainsi sur le long terme. La dynamique de régénération est d'ailleurs extrêmement rapide et vigoureuse dans les zones récemment défrichées, à la fois à partir de graines et de rejets de souche.

La composition des aulnaies apparaît relativement constante sur l'ensemble de la Numidie algérienne, avec un cortège commun bien individualisé (Figs. 61 et 62). Seules les aulnaies du système fluvial se distinguent sensiblement des aulnaies des deux autres systèmes par la plus grande diversité des canopées, où *Alnus glutinosa* est souvent associé sinon co-dominant avec *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Quercus canariensis*, *Salix alba*, *S. atrocinerea* et/ou *S. pedicellata* et *Ulmus campestris* : *Ulmus minor*. *Salix atrocinerea* apparaît particulièrement lié aux aulnaies, dont il constitue un stade pionnier (saulaie rousse) et dont il structure souvent les manteaux de lisière (Gehu et al. 1994).

2.6.2- Phytosociologie des aulnaies de Numidie

Sur le plan phytosociologique, les aulnaies de Numidie appartiennent à deux ensembles différents. D'une part, les aulnaies riveraines, développées sur des sols bien oxygénés et soumises à des alternances saisonnières d'inondation et d'assèchements, relèvent de la classe des *Querceto-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieg. 1937 et de l'ordre des *Populetalia albae* Br.-Bl. 1931 (Bensettiti 1992) ; d'autre part, les aulnaies marécageuses, développées sur des sols en permanence engorgés et anoxiques, tourbeux ou paratourbeux (de type anmoor) sont assimilées à la classe des *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. & R.Tx 1943 et à l'ordre des *Alnetalia glutinosae* R.Tx 1937 (Gehu et al. 1994).

Les aulnaies riveraines, affines des aulnaies d'Europe sud-occidentale, sont rattachées à l'alliance de l'*Osmundo-Alnion* Drske. & Riv.-Mart. 1975, au sein de laquelle elles déterminent une sous-alliance de répartition nord-africaine, le *Campanulo alatae-Alnenion glutinosae* Bensettiti & Lacoste 1999. Ces

formations ont été attribuées à une association restreinte à la région Numidie-Kroumirie, le *Rubo caesii-Alnetum glutinosae* Bensettiti & Lacoste 1999 (Bensettiti et Lacoste 1999, Thomas 1975, Debazac 1959) considérée comme vicariante régionale de l'*Osmundo-Alnetum glutinosae* Van den Berghen 1971 européen. Cette dénomination nous paraît douteuse en regard de la grande rareté de *Rubus caesius* en Algérie, où il est limité aux Aurès (Quézel et Santa 1962-1963), et de son absence en Tunisie (Pottier-Alapetite 1979-1981, Le Floc'h 2010). Cette espèce pourrait avoir été confondue dans les études de Bensettiti (1992, 1995) et Bensettiti & Lacoste (1999) avec *Rubus ulmifolius*, très abondante dans les aulnaies de Numidie-Kroumirie. Outre les caractéristiques d'alliance (*Athyrium filix-femina*, *Circaea lutetiana*, *Iris pseudacorus* et *Osmunda regalis*), ce syntaxon est nettement différencié par la présence d'*Allium triquetrum*, *Helosciadium nodiflorum*, *Salix pedicellata*, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*, et surtout de *Campanula alata*, une endémique nord-africaine qui trouve son optimum dans les forêts d'*Alnus glutinosa* (Bensettiti & Lacoste 1999, Margalef 1968). Ces aulnaies riveraines sont en outre caractérisées par un contingent d'espèces des *Populetalia albae* (*Arum italicum*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Tamus communis*, *Ulmus minor*), auxquelles peuvent être ajoutées quelques transgressives des *Quercetea ilicis* qui y sont particulièrement abondantes (*Asparagus acutifolius*, *Ficus carica*, *Laurus nobilis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*) (Bensettiti & Lacoste 1999).

Les aulnaies marécageuses, surtout développées dans les systèmes dunaires et lacustres, se distinguent essentiellement des aulnaies riveraines par l'absence de la plupart des espèces des *Populetalia*, à l'exception notable de *Carex remota* et de quelques autres espèces beaucoup plus rares. Les conditions hydromorphes en permanence des sols et leur caractère tourbeux (Benslama 1993) paraissent notamment responsables de la disparition de *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba* et *Ulmus minor*, qui trouvent leur optimum dans les vallées alluviales, sur sol minéral, oxygéné et inondé par intermittence.

Les aulnaies marécageuses de la Numidie sont rattachées à l'alliance de l'*Alnion glutinosae* Malcuit 1929, dont elles constituent une forme méridionale, floristiquement appauvrie, en situation d'isolat périphérique, et à une association d'aire numidienne, le *Rusco hypophylli-Alnetum glutinosae* Géhu, Kaabeche & Gharzouli 1994 (Gehu et al. 1994). Cette association se distingue principalement des syntaxons vicariants d'Europe occidentale (le *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* médio-européen, le *Carici laevigatae-Alnetum glutinosae* atlantique, l'*Osmundo-Alnetum glutinosae* basquo-cantabrique, et l'*Hydrocotylo-Alnetum glutinosae* italien) par la présence de *Ruscus hypophyllum*. Ces aulnaies marécageuses sont en outre caractérisées par quelques rares espèces transgressives des *Populetalia albae* (*Athyrium filix-femina*, *Iris pseudacorus*, *Osmunda regalis*) et des *Quercetea ilicis* (*Ficus carica*, *Laurus nobilis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*), ici associées à *Carex pendula*, *Salix pedicellata*, *Thelypteris interrupta* et *T. palustris*. La succession hydrosérale de ces aulnaies marécageuses semblent faire intervenir deux stades décrits en Kroumirie (Tunisie) : le *Cariceto-Sphagnetum plumulosi* Labbe & Nègre 1952, caractérisé par *Carex punctata* et *Sphagnum auriculatum*, et l'*Osmundo-Ericetum scopariae* Nègre 1952, caractérisé par *Erica scoparia* et *Osmunda regalis* (Nègre 1952). Ces communautés pourraient jouer un rôle majeur dans le maintien à long terme des aulnaies marécageuses, dans le cadre d'une succession cyclique similaire à celle mise en évidence pour une aulnaie de plaine alluviale en République Tchèque (Pokorný 2000).

2.6.3 - Evolution récente, usages actuels et menaces

Les résultats obtenus mettent en évidence le déclin rapide des aulnaies de la Numidie algérienne. La comparaison de nos relevés de végétation avec ceux réalisés précédemment (de Bélair 1990, Thomas 1975, Fetni 1992) dans l'aulnaie de Righia (Flu-2), qui constitue, avec ses 400 ha, la plus grande aulnaie d'Afrique du Nord, révèle la dégradation rapide de cette forêt humide exceptionnelle. Ce n'est malheureusement pas un cas isolé, car la plupart des aulnaies ont subi de semblables dégradations au

cours des deux dernières décennies. C'est en particulier le cas des aulnaies d'Ain Bergouguaia et du Lac Bleu (Flu-12, Lac-10), qui sont aujourd'hui en grande partie détruites. Ces dégradations, sous l'influence des perturbations anthropiques généralisées (pompages excessifs et incontrôlés, défrichements à finalité agricole, surpâturage, incendies volontaires, coupes illicites, décharges sauvages, prélèvements non réglementés), se traduisent par : (1) le recul rapide des marges des aulnaies, principalement marécageuses, sous l'influence des défrichements pour l'agriculture (cultures maraîchères, arachides et pastèques) ; (2) l'assèchement du sol, la modification du régime hydrologique et la salinisation des eaux souterraines, sous l'influence des pompages réalisés directement dans les aulnaies ou dans les nappes souterraines, qui affectent en particulier les aulnaies de Sidi Freitis, de Righia et du Lac Bleu (respectivement, Dun-9, Flu-2, Lac-10) ; (3) la dégradation de la qualité de l'eau, sous l'influence des rejets d'eaux usées, des effluents industriels et du ruissellement des intrants d'origine agricole, entraînant des problèmes d'eutrophisation par exemple dans les bassins du Lac Oubeira et du Lac Bleu (respectivement, Lac-2, Lac-3, Lac-10) ; (4) la dégradation du couvert végétal et la pollution liée à l'installation de décharges sauvages dans certains sites, comme Berrihane, Ain Bergouguaia et Demnet Errihane (respectivement, Dun-1/4, Flu-12, Lac-2) ; (5) la régression des espèces présentant un intérêt économique pour les populations locales, comme la bourdaine (*Frangula alnus*) et le laurier noble (*Laurus nobilis*) ; (6) enfin, la modification des conditions locales et des équilibres compétitifs, liée à l'introduction d'espèces exogènes, telles que les acacias (*Acacia* spp.), les eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) ou le cyprès chauve (*Taxodium distichum*).

Ces changements s'accompagnent de la raréfaction voire de la disparition de certaines espèces caractéristiques, souvent restreintes à la Numidie. C'est notamment le cas de *Thelypteris palustris*, qui n'était connu que de l'aulnaie de Demnet Ataoua, dans la plaine de Guerbès-Senhadja (Quézel et Santa 1962-1963), ainsi que de *Thelypteris interrupta* (= *Dryopteris gongylodes* subsp. *propinqua*), qui était signalé dans la région d'El Kala (Quézel et Santa 1962-1963), où il n'a été retrouvé qu'à Oum Laâgareb, Righia, Bouglès, Kef Oum Chetoub et au Lac Bleu (respectivement, Flu-1, Flu-2, Flu-6, Flu-11, Lac-10). C'est également le cas de *Sphagnum auriculatum*, autrefois connue dans la plaine de Guerbès-Senhadja, au marais de Demet près d'El Kala, et à Demnet Errihane (Lac-2) (Gauthier-Lièvre 1931) et qui n'a plus été observée qu'à Ain Bergouguaia (Flu-12), près de la frontière algéro-tunisienne, où sa survie est menacée par les diverses perturbations qui affectent ce site. Nous pouvons également citer *Campanula alata*, qui était considérée comme assez commune en Numidie algérienne (Quézel et Santa 1962-1963), et qui n'a pourtant été retrouvée que dans les aulnaies de Sidi Makhlof (Dun-8) et Demnet er rihane (Lac-2), ainsi que *Borago longifolia* endémique des zones humides du nord de l'Algérie, considérée comme assez rare (Debazac 1959) et qui n'a été retrouvée qu'à Oum Laâgareb (Flu-1).

Les modifications des conditions environnementales responsables de ces régressions paraissent avoir en revanche favorisé un certain nombre d'espèces indicatrices de pollution et d'eutrophisation, comme les Lemnaceae (*Lemna minor*, *Wolffia arrhiza*), *Cotula coronopifolia* ou *Potamogeton trichoides*, apparus au Lac Bleu en 1997 (Samraoui et de Bélair 1997). Plusieurs espèces naturalisées (*Oxalis floribunda*, *Paspalum distichum*, *Phytolacca americana*, *Ricinus communis*) et certaines espèces indigènes (*Juncus heterophyllus*) s'intègrent probablement au cortège des aulnaies à la faveur de perturbations exogènes modifiant les conditions locales (ouverture de la canopée, assèchement du substrat). L'absence de corrélation claire entre l'abondance de ces différentes espèces et les dégradations observées dans le cadre de cette étude suggèrent une influence complexe des perturbations en fonction du système hydrologique, de la taille des aulnaies et de leur proximité avec les zones urbanisées. En outre, la rapidité du processus rend souvent difficile la perception et l'évaluation des différents types de perturbations.

QUATRIEME PARTIE : Implications en termes de conservation

La biodiversité des zones humides dans les régions d'Annaba-El Kala et de Guerbès –Senhadja est implacablement érodée par les activités anthropiques. Et comme pour toutes les forêts algériennes, ceci serait lié à l'action conjuguée des trois facteurs suivants :

1. la croissance démographique
2. les changements climatiques
3. l'inexistence de méthodes de gestion de cette biodiversité.

On aboutit alors à une régression du patrimoine naturel qu'il serait urgent d'évaluer, d'identifier avec précision avant d'envisager toute action de préservation, dans le but d'un développement et d'une utilisation durable des ressources naturelles.

La déclaration de Grado (Italie, 1991) demande que l'on adopte le but suivant : arrêter la perte et la dégradation des zones humides méditerranéennes et inverser les tendances (Anonyme, 1992). Ainsi, il est nécessaire de pouvoir disposer de systèmes permettant de suivre les changements dans les zones humides. Le suivi étant défini comme le recueil d'informations afin d'évaluer la conformité avec une norme prédéterminée -Situation de référence- (Tomàs-Vives, 1996)

Six types de changements retiennent l'attention si nous considérons particulièrement les aulnaies :

1. Modifications de la superficie de la zone humide, exemples : la ripisylve d'Ain Bergouguaia et l'aulnaie marécageuse du lac bleu.

Les observations sur le terrain ont permis de constater deux faits impressionnants :

- a)- la conversion de toutes les aulnaies marécageuses et tourbeuses à l'agriculture (Cultures maraîchères, arachides et pastèques).
- b)- l'utilisation inconsciente de certains sites comme dépôts d'ordures. Exemples : Ain Bergouguaia, Demnet Errihane et Berrihane...

2. Modifications du régime hydrologique : c'est le cas du lac Bleu ; lac Sidi Freitis et Righia.

L'irrigation à partir des aulnaies ou l'exploitation des nappes souterraines ont eu et auront un impact certain sur les zones humides. Le programme de suivi devrait au minimum comporter (Samraoui et de Bélair, 1998) :

- une mesure directe des niveaux d'eau de surface et souterraine
- le calcul du bilan hydrologique
- la salinité (conductivité électrique)
- le rapport entre espèces annuelles et pérennes
- le nombre relatif d'espèces végétales, aquatiques, amphibies et terrestres
- la présence d'invertébrés de grande taille : zooplancton
- la présence de poissons

3. Modifications de la qualité de l'eau

Les deux risques majeurs sont : (Samraoui et de Bélair, 1998)

- a)- le rejet d'eaux usées, d'effluents industriels et ruissellement d'éléments nutritifs d'origine agricole dans les oueds ce qui crée des problèmes d'eutrophisation particulièrement dans les lacs Oubeira et Bleu.
- b)- la salinisation des eaux souterraines dues aux pompages excessifs des nappes d'eau. Le suivi doit s'intéresser :

- au bilan des éléments nutritifs (azote, phosphore)
- au potentiel redox
- à la transparence de l'eau
- à la teneur en oxygène et le pH

- à la composition spécifique, la diversité et la production
- aux macrovertébrés
- à la composition en espèces des communautés de poissons

4. Exploitation des produits de la zone humide : "aulnaie"

Le suivi doit pouvoir répondre aux questions suivantes par des recherches plus approfondies :

- Y a-t-il surexploitation de certaines espèces médicinales telle le laurier noble ?
- Y a-t-il surexploitation des tourbières ?
- Y a-t-il surpâturage des zones humides ?
- Y a-t-il expansion ou au contraire dégradation et donc régression des aulnaies et peut-on renverser la tendance ? : étude expérimentale à envisager dans l'ensemble des formations à aulne glutineux...

5. Introduction d'espèces exogènes comme les différentes espèces d'eucalyptus et d'acacia. Des études ont été initiées sur ce volet, elles méritent d'être poursuivies.

6. Changements dus aux actions de gestion et de restauration. L'exemple le plus surprenant est la disparition du lac noir dans la région d'El Tarf avec toute sa biodiversité à cause des pompages répétés de la nappe phréatique (urbanisation et pression démographique).

Il est évident que la plupart des programmes de suivi des zones humides doivent comporter un volet consacré aux questions économiques et aux données financières. Les zones humides contribuent de manière décisive à la vocation agro-pastorale et touristique des régions d'El Tarf, Annaba et de Skikda.

Ainsi les résultats d'un programme de suivi doivent être intégrés dans un système de gestion basé sur un concept de développement durable. Aussi l'élaboration du programme de suivi doit être réalisée avec soin et ne doit pas être assimilée à une surveillance (Finlayson et al, 1992), entreprise où la récolte de données est faite sans objectif clair ou assigné au préalable. Par ailleurs, les plans de développement doivent à tout pris inclure des idées écologiques et être gérés par des autorités compétentes, initiées et averties ; car, malgré l'ampleur de la dégradation de ces écosystèmes et toutes les bonnes volontés, les efforts visant à la conservation de ces milieux restent confrontés à d'énormes difficultés liées au manque de formation, d'information et de sensibilisation. Pour parier à ces obstacles, il est impératif de définir la nature, l'ampleur et la cause de la dégradation du milieu.

L'élaboration d'un programme de suivi bien conçu, est destinée à pallier à ce manque de données. L'information recueillie doit impérativement contribuer à l'efficacité du plan de gestion. Et le respect d'un cadre de conception d'un programme de suivi des zones humides est nécessaire (Finlayson et al, 1992).

Dans un premier temps, les données obtenues dans le cadre de cette modeste étude pourraient

1) - apporter un plus à l'étude écologique des écotones : zones de transition entre les biocoenoses des zones humides. On mettra en évidence l'intérêt écologique de ces milieux très riches du point de vue biodiversité ; ces zones de transition entre systèmes écologiques adjacents (aulnaie/oued ; aulnaie/lac ; aulnaie/subéraie ; aulnaie/zênaie) ont des caractéristiques uniques et sont parmi les milieux les plus menacés qu'il faut à tout prix conserver dans la Numidie algérienne.

2) - compléter les données existantes sur l'inventaire et l'impact des espèces exogènes sur le développement des aulnaies. C'est un autre volet sensible où l'aspect socio-économique est intimement lié aux problèmes de conservation.

3) - attirer l'attention sur l'état de dégradation alarmant des aulnaies en l'occurrence les sites faisant partie de la liste Ramsar.

Dans un deuxième temps, participer à l'étude de la pollution des cours d'eau coulant dans les aulnaies. Cette étude est impérative tant l'ampleur de la dégradation des cours d'eau est alarmant par exemple dans les sites de Demnet Errihane, Ain Khiar, Boumohacène et Demnet Attaoua.

Conclusion et perspectives

L'étude de la flore des aulnaies marécageuses et ripicoles réalisée entre 1998 et 2011 au niveau de 35 stations de la Numidie sublittorale (Annaba – El Kala et Guerbès-Senhadja) a abouti à un inventaire botanique de plus de 400 espèces (si l'on considère les faciès de dégradation).

Ces aulnaies sont considérées comme le terme régional de la succession hydrosérale des dépressions humides d'eau douce (Nègre 1952). Leur grande richesse floristique est en partie liée à leur localisation géographique, au carrefour entre des influences biogéographiques d'origine tropicale, atlantique, méditerranéenne et euro-sibérienne. Cette particularité régionale a récemment motivé la définition de la région Kabylies-Numidie-Kroumirie en tant que point-chaud de biodiversité, au sein de l'ensemble méditerranéen (Vela et Benhouhou 2007). Les aulnaies de Numidie abritent en particulier une riche flore d'origine euro-sibérienne, ici en situation d'isolement périphérique, ce qui leur confère une importance particulière en termes de conservation de la diversité génétique des espèces considérées (Hampe 2005, Hampe et Petit 2005).

Ainsi, l'étude des indices de biodiversité a permis de séparer les stations étudiées en deux groupes : des aulnaies riches en biodiversité floristique et des stations plus dégradées, caractérisées par un cortège floristique très pauvre. L'équitabilité élevée ($=0,9$) dans toutes les stations, montre qu'elles sont structurées par de nombreux facteurs du milieu (Frontier et Pichod Vialet, 1991). La valeur élevée de l'équitabilité pourrait être la conséquence de la longue évolution de cette communauté (Dajoz, 1982). Cependant, une question se pose d'elle-même : « Quelle est la capacité de résilience de ces écosystèmes remarquables face aux perturbations, sachant que leur vulnérabilité est considérable, puisque l'empreinte destructrice de l'homme dépasse la capacité de leur régénération, et les menaces d'extinction d'espèces demeurent alors même que leur connaissance reste incomplète ? » (Etude ultérieure à initier).

L'interprétation des ACP et des AFC montrent clairement l'évolution régressive de ces formations forestières humides :

- l'ACP (Végétation/ Stations) met en évidence **un gradient hydrologique** descendant et discrimine les relevés en deux ensembles de groupements : - (1)- la formation à *Alnus glutinosa* et *Salix pedicellata* et - (2) les formations qui remplacent successivement le groupement *Alnetum glutinosae* en fonction de l'abaissement du niveau de la nappe phréatique en l'occurrence : a)- Aulnaie mixte à frêne et Orme ; b)- Maquis ; c)- Pelouse hygrophile et/ou prairie marécageuse (si la pression anthropique s'accroît progressivement).

- La typologie des stations (structure stationnelle) met en évidence un seul groupe de stations homogènes (Aulnaies de dépressions interdunaires) car il y a une certaine hétérogénéité dans les systèmes d'aulnaies lacustres et fluviales. En effet, l'hypothèse - vraisemblable - (aulnaies fluviales- aulnaies de lac- aulnaies de dunes) émise au départ ne peut pas être mise en évidence étant donnée la relative homogénéité des aulnaies étudiées.

- La co-inertie (flore-variables) fait apparaître la combinaison de plusieurs groupes de stations (relevés). Elle met en évidence, en effet, **un gradient altitudinal** séparant les 35 stations étudiées : en aulnaies d'altitude (qui sont au nombre de deux : F12 et F13) et en aulnaies de plaine (le reste). Ce résultat est partiellement valide étant donnée la sur-représentation des aulnaies sublittorales. Ce qui nous permet de poser la question suivante : le facteur topographique « altitude » mériterait-il d'être étudié plus profondément, par la multiplication du nombre de stations de montagne telles que celles "de Segleb" à proximité de la frontière algéro-tunisienne et celle de Aïn Barbar dans le mont de L'Edough (Aulnaie-saulaie) ? De plus, des investigations plus importantes, réalisées à des altitudes différentes apporteraient probablement un élément nouveau à la réflexion !

- Par ailleurs, la co-inertie fait ressortir la contribution parallèle de deux gradients dans l'évolution régressive des aulnaies de Numidie (**un gradient hydrologique descendant et un gradient anthropique**

de dégradation) en séparant : (1)- Les stations les plus riches en biodiversité floristique, (2)- les stations à richesse spécifique intermédiaire et (3)- Les aulnaies à biodiversité pauvre (stations dégradées).

- L'étude de la co-structure (végétation-variables) fait apparaître quatre groupements phytosociologiques

- *Alnus glutinosa* associé avec *Quercus faginea* subsp. *Mirbeckii* (*Q. canariensis*)
- La nériaie à *Nerium oleander* associé à *Alnus glutinosa*
- *Alnus glutinosa* en association avec *Salix pedicellata*
- *Alno-Fraxinetum oxycarpae* et *Ulmo-Fraxinetum* (faciès de dégradation de l'aulnaie par abaissement du niveau de la nappe phréatique).

Il est probable qu'il existe des états intermédiaires entre ces communautés décrites. Ces états intermédiaires pourraient être interprétés comme des mélanges entre deux communautés dus à l'imperfection de l'échantillonnage, ou à des états transitoires et instables d'une communauté en évolution.

- L'AFC réalisée sur l'ensemble des relevés met en évidence l'existence d'un gradient entre milieux fermés et milieux ouverts (compétition) ainsi qu'une forte hétérogénéité coenotique liée à un gradient hydrologique distinguant trois principales communautés à dominante herbacée :
 - la communauté hydrophytique
 - la communauté amphibie
 - la communauté méso-xérophile

- L'AFC réalisée sur les relevés comprenant plus de 25% d'aulne révèle l'existence d'un cortège spécifique aux aulnaies du système fluvial, qui apparaissent plus diversifiées que les aulnaies des deux autres systèmes. Toutefois, l'ensemble de ces formations hygrophiles partage un fond floristique commun avec :
 - des ligneux arborescents ou arbustifs,
 - des lianes
 - des herbacées hydrophiles
 - des Ptéridophytes.

Ces aulnaies rassemblent des communautés floristiques diversifiées uniques dans le bassin méditerranéen, caractérisées par l'existence de beaucoup d'espèces rares à très rares en Algérie ; elles sont partiellement d'origine tropicales (15) et majoritairement inféodées à la seule Numidie (de Bélair, 2005). Cette originalité confère donc aux aulnaies glutineuses de Numidie un intérêt patrimonial indéniable.

Au vu de l'importance majeure et de la vulnérabilité de leurs communautés biologiques, la situation préoccupante et le déclin rapide des milieux humides du nord-est algérien (Géhu et al. 1993, 1994, Samraoui et al. 1992, de Bélair et Samraoui 1994, Stevenson et al. 1988) qui, comme le révèle la présente étude, affecte fortement les aulnaies, devrait se traduire de toute urgence par la mise en place de mesures de protection adaptées et d'une gestion raisonnée des activités humaines. L'implémentation de telles mesures conservatoires aurait dû être facilitée depuis plus de 20 ans par l'élection de nombreux habitats au statut de sites Ramsar ou par l'inclusion de certains d'entre eux dans le périmètre du Parc National d'El Kala.

Les plus grandes menaces qui pèsent actuellement sur les aulnaies de la Numidie algérienne sont incontestablement liées aux activités humaines, dont l'impact croissant atteint des proportions alarmantes : urbanisation incontrôlée, intensification des incendies criminels, sablières, développement anarchique du réseau routier et prélèvement non réglementé d'espèces en déclin comme le laurier noble (*Laurus nobilis*) et la bourdaine (*Frangula alnus*). Le morcellement et la perte d'intégrité des aulnaies les rendent d'autant plus vulnérables aux perturbations et à l'assèchement du climat prévu pour les décennies à venir (GIEC 2007). Il devient urgent d'identifier avec précision les causes ultimes de la dégradation de

ce patrimoine naturel exceptionnel, et d'en évaluer l'ampleur et les conséquences structurelles et fonctionnelles avant d'envisager toute action de préservation ou de restauration. La responsabilité de ce travail revient aux organismes gestionnaires (conservation des forêts, parc national, Agence nationale pour la protection de la nature ...), avec le concours de scientifiques spécialistes des disciplines nécessaires et l'aide financière de la communauté internationale.

Des efforts sont consentis mais beaucoup reste à faire car l'administration du Parc National (PNEK) se trouve dans l'incapacité de convaincre et faire respecter un cadre juridique particulier (CENEAP-PNEK, 2011 ; Roche et Yavercovski, 1990).

La politique du Parc doit inclure des campagnes continues de sensibilisation à l'intention du public qui souvent fait peu cas (par méconnaissance) de l'importance de la valeur d'un patrimoine naturel, culturel et scientifique.

La conservation des zones humides de Numidie algérienne en général, et des aulnaies en particulier, implique donc de mieux comprendre à la fois les relations entre les populations locales et les écosystèmes naturels, et le fonctionnement de ces écosystèmes.

- Le premier volet, qui devrait intégrer l'étude socio-économique des comportements, des besoins et des motivations qui amènent les habitants des zones concernées à surexploiter parfois jusqu'à leur destruction complète les ressources naturelles (Thomàs-Vives 1996), devrait permettre de proposer des modes de fonctionnement alternatifs compatibles avec une gestion durable des milieux naturels. Une des pistes à explorer pourrait être le développement de l'écotourisme, sur la base des paysages et du patrimoine naturel exceptionnels de la région.
- Le second volet, concernant l'étude des milieux naturels, devrait apporter une meilleure compréhension de leur fonctionnement et de leur réponse aux perturbations. Pour cela, il apparaît nécessaire de poursuivre les études hydrologiques (variations saisonnières des niveaux d'eau, qualité des eaux...) et écologiques (flore, faune, plancton...) (Samraoui et de Bélair, 1997), et de mettre en place des programmes de suivi dans le temps de l'évolution des écosystèmes (Hampe 2005). L'ensemble de ces données constituera la base indispensable à l'élaboration de plans de gestion dans une optique de développement durable de la Numidie algérienne.
- Dans l'attente de la réalisation de ces différentes études, il est toutefois nécessaire, afin de gérer les problèmes immédiats et d'enrayer à court terme la régression des zones humides de la région, de mettre en place immédiatement des zones de réserve intégrale, totalement interdites d'accès.

Bibliographie

- [1] Abdellioua N., (1995) : Contribution à l'étude du sol du complexe humide de l'Algérie nord-orientale. Cas de Garaât El Stah, Boumohacène, Righia et l'aulnaie du Tonga. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Univ. d'Annaba 67 p.
- [2] Abdenouri N., (1996) : Contribution à l'étude du sol et de la végétation dans la région de Sidi Mahkhoulouf. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Univ. d'Annaba 54 p.
- [3] Albert D. et Tamier P.H., (2003) : Plantes aquatiques et de Berges. Ed. Ulmer, Paris, p.7.
- [4] Allaoua S., (1996/1997) : Contribution à l'étude du sol du complexe humide de l'Algérie nord-orientale. Cas d'Aïn Khia, Demnet-Errihane et El Khoubzi. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Univ. d'Annaba 54 p.
- [5] Allorge P., (1922) : Les associations végétales du Vexin français. Thèse univ. Paris : 342 p.
- [6] Anonyme (1992): A strategy to stop and reverse wetland loss and degradation in the Mediterranean basin. I. W. R. B. and Regione Friuli-Venezia Giulia, Trieste, Italy. 40 p.
- [7] Anonyme (2010): Les méthodes d'analyse des données. Annexe A.htm pp.1-8.
- [8] Aouadi H., (1989) : La végétation de l'Algérie Nord orientale : histoire des relations anthropiques et cartographie à 1/200.000. Univ. Joseph Fourier, Grenoble I. 108 p.
- [9] Aounallah O., Bensouilah W., (1991) : Contribution à l'étude du sol et de la végétation des aulnais du lac Melah. Thèse d'ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Université d'Annaba. 87 p.
- [10] Arènes J., (1951) : A propos des connexions ibéro-marocaines et siculo-tunisiennes. C. R. Somm. Séances Soc. Biogéog. 241 ; 67-72.
- [11] Arrignon J., (1976) : Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Ecologie fondamentale et appliquée. 3ème Ed. Bordas. Paris. 340 p.
- [12] Baize D., Girard M. C., (1990): Référentiel pédologique français 3ème proposition.
- [13] Bagnouls F., et Gaussen H., (1953) : Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse. Tome 88, pp. 193-239.
- [14] Bagnouls F., et Gaussen H., (1948) : Carte pluviométrique de l'Aigérie au 1/500 000 (période 1913-1947). Gouvernement général de l'Algérie.
- [15] Barbero M., Quezel P. et Rivas-Martinez S., (1981) : Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. Phytocoenologia, 9 (3) : 311-412. Stuttgart.
- [16] Becker M., Picard J.F., et Timbal J., (1982) : Larousse des arbres, arbustes et des arbrisseaux de l'Europe occidentale. Ed : Librairie Larousse p. 95 et p. 96.
- [17] Bédidiar A., Mekadem M., (2008) : *Alnus glutinosa* L. Gaertn., un arbre précieux à sauvegarder dans les écosystèmes humides du Nord-Est algérien. Sciences & Technologies C-N°28, pp. 46-52.
- [18] Bélair (de) G., (1990) : « Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux » (El Kala, Est algérien). Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier 193p. 36 tabl, 38 fig, 10 cartes.
- [19] Bélair (de) G., (1995) : Habitats dulçaquicoles en Numidie algérienne. Communication présentée au colloque scientifique Bio'mes 97 (7^{ème} rencontre de l'ARPE, Dignes les bains).
- [20] Bélair (de) G., (1996) : Une poche phytogénétique tropicale relictuelle : la Numidie algérienne. Communication présentée au séminaire national sur la biodiversité phytogénétique à l'Univ. de Constantine : 8p. et 4 tableaux et 5 figures.
- [21] Bélair (de) G., (2005) : Dynamique de la végétation des mares temporaires en Afrique du Nord (Numidie orientale, NE Algérie),. Ecol. Medit. Tome 31. Fascicule1. pp. 83-100.
- [22] Bélair (de) G., (2006) : Vulnérabilité de la flore des zones humides dans l'Est algérien (Numidie et hautes plaines constantinoises). Rencontres méditerranéennes d'Ecologie du 07 au 09 Novembre. Univ. A. mira. Béjaia.

- [23] Bélair (de) G., Samraoui B., (1994): Death of lake: lac noir in Northeastern Algeria. *Environmental Conservation*, vol. 21(2) : 169-172.
- [24] Bélair (de) G., et Bencheikh-lehocine M., (1987) : Composition et déterminisme de la végétation d'une plaine côtière marécageuse : La Mafragh (Annaba, Algérie). *Bull. Ecol.* t. 18 (4) : 393-407.
- [25] Belouahem-Abed D., (1993) : Détection de la pollution atmosphérique fluorée d'origine industrielle à l'aide de certaines espèces végétales bioaccumulatrices dans les régions de Annaba et El Tarf. Thèse de Magister en sciences agronomiques. Option : Aménagement et mis en en valeur. INA. El Harrach. 179 p.
- [26] Belouahem-Abed D., Belouahem F., de Bélair G. (2009): Biodiversité Floristique et Vulnérabilité des Aulnaies Glutineuses de la Numidie Algérienne (N.E algérien). *E.J.S.R.* Vol. 32 N°3, pp. 329-361.
- [27] Belouahem-Abed D., Belouahem F., de Bélair G., Benslama M., Muller S.D., (2011): Les aulnaies glutineuses de Numidie (N.E algérien) : biodiversité floristique, vulnérabilité et conservation. *C. R. Biologies* 334, pp. 61-73.
- [28] Beloued A., (1998) : Plantes médicinales d'Algérie. OPU. Alger.
- [29] Bensaid S., Gasmi A., Benhafied I., (2006): Les forêts d'Algérie de Cesarée la romaine à ce jour, *Forêt Méditerranéenne* tome XXVII, n° 3 :267-274.
- [30] Beniston NT. NW (1984): Fleurs d'Algérie. E.N.L 359 p.
- [31] Bensettiti F., (1985): Les forêts à *Populus alba* L. dans la région algéroise. Approche phytosociologique. Thèse de Magister en sciences agronomiques. I.N. A d' El Harrach, 136p. Alger.
- [32] Bensettiti F., (1992) : Approche phytosociologique des aulnaies de la région d'EL Kala (Algérie). Documents phytosociologiques NS vol. XIV. Camerino. Octobre 1992.
- [33] Bensettiti F., (1995) : Contribution à l'étude phytosociologique des ripisylves du Nord de l'Algérie. Essai de synthèse à l'échelle de la Méditerranée occidentale. Thèse de Docteur en sciences. Univ. de Paris – Sud Centre Orsay. 141 p.
- [34] Bensettiti F. et Lacoste A., (1999) : Les ripisylves du Nord de l'Algérie : Essai de synthèse synsystématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale. *Ecol. Medit.* 25 : 13-39.
- [35] Benslama M., 1993 : Couverture écopédologique et rôle de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier. (Cas du bassin versant du lac Tonga). Thèse de Magister. INA. El Harrach 183 p.
- [36] Benslama M., (2001) : Etude du pollen analytique de quelques marais tourbeux de l'Algérie Nord orientale : « cas du Lac Noir, de Nechâa Righia et du marais d'El Ghourrah » : XVII^{ème} symposium de l'association des palynologues de langue française. Arles 24-26 Septembre 2001.
- [37] Benslama M., et Zanache H., (2001) : Relation végétation actuelle et pluie pollinique dans la Numidie orientale : XVII^{ème} symposium de l'association des palynologues de langue française. Arles 24-26 Septembre 2001.
- [38] Benslama M., et Zanache H., (2006) : Etude palynologique des marais tourbeux du complexe humide d'El Kala : « cas de Bourdim (Alt : 12m) et de Garaet el Ouez (Alt : 45m) » *Revue des sciences et de la technologie.* Synthèse N°15. Publication de l'Université Badji Mokhtar- Annaba pp. 15-20.
- [39] Benslama M., Andrieu-Ponel V., Guiter F., Reille M., de Beaulieu J. L., Migliore J., Djamali M., (2010) : Nouvelles contributions à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation en Algérie : analyses polliniques de deux profils sédimentaires du complexe humide d'El Kala. *C. R. Biologies* 333 : 744 -754.
- [40] Bentiba B., (1995) : Cinq millénaires d'histoire de la végétation à Djebel El- Goura. Tunisie septentrionale, 2^{ème} Symposium International de Palynologie Africaine. Tervuren (Belgique).

- [41] Benyacoub S., Chabi Y., (2000) : Diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'El Kala. Revue des sciences et de la technologie. Synthèse N°2, Publication de l'Université Badji Mokhtar-Annaba pp. 90-101.
- [42] Blamey M., et Grey – Wilson C., (1993) : Toutes les fleurs de Méditerranée : les fleurs, les graminées, les arbres et arbustes. Ed. Delachaux et Niestle 560 p.
- [43] Bouazza F., (1982) : Contribution à l'étude de la végétation et des phénomènes de dégradation du Mont Babor en vue de la protection du site. Thèse d'ingénieur agronome INA. El Harrach. 64 p.
- [44] Boudy P., (1948) : Economie forestière nord-africaine Tome I. Milieu physique et milieu humain. Edit. Larose- Paris 686 p.
- [45] Boudy P., (1955) : Economie forestière nord-africaine Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Edit. Larose- Paris 686 p.
- [46] Boudouresque E., (1978) : Etude bioclimatique et phytosociologique de l'ensemble orographique du Djebel Mansour (Tunisie). Th7se de Doc. 3^{ème} cycle. Univ. Aix-Marseille III. 154 p.
- [47] Boulekroud Z. & Zerkout E.F., (2001-2002) : Contribution à la caractérisation des eaux de surface et souterraine de la vallée de l'Oued El Kebir – Ouest. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Géologie. Option : Sciences Et Techniques de L'eau. 73p. + Annexes.
- [48] Boumezber A., (2001) : Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Conception infographique : African Geosystem Company avec la collaboration de la Revue Symbiose. Copyright : Direction Générale des forêts, Octobre 2001. Publié par la Direction Générale des forêts, Algérie avec l'aide financière du WWF - International et sa campagne « Eaux vivantes » et de la Société Nationale d'Electricité et de Gaz (Sonelgaz) ; 56 p.
- [49] Boumezber A., (2002) : Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale. Copyright : Direction Générale des forêts, Novembre 2002. Publié par la Direction Générale des forêts, Algérie avec l'aide financière du WWF – International/Living. Waters Programme. 89 p.
- [50] Bousnouba H., Chettab N., Kherici N., Rousset Cl., (2004) : Evaluation et exploitation des ressources en eau dans un système aquifère sud méditerranéen, exemple Annaba – El Tarf (Nord-Est algérien). Revue des sciences et de la technologie. Synthèse N° 13. Juin 2004: 76-84.
- [51] Braun Blanquet J., (1932): Plant sociology, the study of plant community. McGraw Hill Book. New York. (Translation by H.S. Conard, G. D; Fuller).
- [52] Braun Blanquet J., (1949-1950) : Ubersicht der pflanzengesellschaften ratiens (VI). Vegetation, Vol. II., : 341-357.
- [53] Braun Blanquet J., Negre R., et Roussine N., (1952) : Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297 p.
- [54] Braun Blanquet J., (1954) : Irradiations européennes dans la végétation en Kroumirie. S.I.G.M.A., Montpellier n° 12. Vegetatio, IV. Fasc. 3, pp : 181-195.
- [55] Braun Blanquet J., et de Bolos O., (1957) : Les groupements végétaux du bassin de l'Ebre et leur dynamisme. Anales de la Estacion Experimental de Anla dei, 5 : 204 -213.
- [56] Brethes A., (1989) : La typologie des stations forestières. Recommandations méthodologiques. Rev. For. Fr. XLI-1- pp : 7-27.
- [57] Buttler A., (1983): La rive sud du lac de Neychâtel : Histoire et végétation. Bull. Groupe travail pour l'enseignement de l'écologie. Eco. Information 8 : 1-16 p.
- [58] Buttler A., (1987): Etude écosystémique des marais boisés de la rive sud du lac Neuchâtel (Suisse). Phytosociologie, pédologie, hydrodynamique et hydrochimie, production végétale, cycles

biogéochimique et influence du fauchage sur la végétation. Thèse de doctorat. Univ. de Neuchâtel (Suisse).

[59] Buttler A., Gobat J.M., (1991) : Les sols hydromorphes des prairies humides de la rive sud du lac Neuchâtel (Suisse). Bull. Ecol. 405-418.

[60] Callon M., Lascoumes P., Barthes Y., (2001) : « Agir dans un monde incertain. Essai sur la démoncratie technique » in « Biodiversité et développement durable : Quels indicateurs ? », Levrel H., Thèse, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 406 p.

[61] Caltechnica S. A., (1973) : Projet de reboisement sur 25.000 ha dans la Wilaya de Annaba et El Kala. Etudes générales (volumes 1 et 2) 161 p.

[62] Carbiener R., (1970) : Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan (*Fraxino-Ulmetum* Oberd. 1953). Intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermophiles, *Vegetatio*, XX (1-4) : 97-148.

[63] Cauboue M., Lafond A., Paille G., (1977) : Une application de l'analyse factorielle en écologie forestière. Note technique n° 5. Le fond de recherches forestières de l'Université Laval. 20 p.

CEMAGREF., (2006) : Forest Focus. Info DFCEI, Bulletin du centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie. CEMAGREF, pp. 57-13.

[64] CENEAP-PNEK., (2011) : Actualisation du zonage du Parc National d'El Kala. Phase 1 : 199 p. ; Phase 2 : 141 p.

[65] Chalabi B., Skinner J., Harrison J. et Van Dijk G., (1985) : Les zones humides du N.E algérien en 1984. Observations ORNITHOLOGIQUES. Report n°8. Stichting WIWO, 45p. Nederland.

[66] Chaumont C. et Paquin A., (1971) : Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie 1/300.000. : Bull. Soc. His. Nat. de l'Afrique du Nord. Alger.

[67] Chessel D., Carrel G., Barthelemy D., & Auda Y., (1984) : Approche graphique de l'analyse en composantes principales normées-utilisation en hydrobiologie, travaux effectués dans le cadre de PIREN "Recherches méthodologiques appliquées à la gestion écologique des systèmes fluviaux" 11 p.

[68] Chessel D., Burneaud M., (1987) : Progrès récents en analyse des données écologiques. *Ecologie des eaux douces*. U.A, C.N.R.S 367 Université Lyon.1. 69622. Cedex.

[69] Chessel D., Doledec S., Olivier J.M., Thioulouse J., (1995): Programmathèque A. D. E-4. Analyses multivariées et expressions graphiques des données environnementales, 27p. Fiches Modules-2. Analyses élémentaires. C.N.R.S – Université Lyon 1.

[70] Cibois P. (1983) : L'analyse factorielle. Analyse en composantes principales et analyse des correspondances. Presses universitaires de France (Vendôme) Coll. « Que sais-je ? » 127 p.

[71] Colin P. Y. & Jappiot M., (2001) : Politiques de prévention et de réhabilitation en réponse aux origines des incendies de forêts. Exemple de quatre pays du bassin méditerranéen (Chypre, Maroc, Syrie, Tunisie). Info D.F.C.I. Bulletin du centre de Documentation Forêt Méditerranéenne et Incendie, CEMAGREF 47, 1-5.

[72] Cosson E., (1885) : Note sur la flore de la Kroumirie centrale. Bull. Soc. Bot. Fr. 32 : 5-33

[73] Cote M. (1974) : Carte bioclimatique de l'Est algérien. Institut des sciences de la terre. Univ. Constantine, C.U.R. E. R., carte au 1/1000 000^{ème} + notice.

[74] Cote M., (1983) : L'espace algérien. Les prémices d'un aménagement O.P.U., Alger, 278 p.

[75] C. P. C.S (1967) : Classification des sols. INRA, Paris, 87 p.

[76] Dajet J., (1976) : Les modèles mathématiques en écologie. Coll. d'écologie. 8 Ed. Masson. 172 p.

[77] Dajet Ph., (1977) : Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, mode de caractérisation. *Vegetatio* 34 (1) : 1-20.

[78] Dajet Ph., (1977) : Le bioclimat méditerranéen : analyses des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* 34 (2) : 87-104.

- [79] Dajoz R., (1982) : Précis d'écologie. "Ecologie fondamentale et appliquée". Quatrième Ed. Gauthiers villars. Bordas. Paris. 493p.
- [80] Dajoz R., (1985) : Précis d'écologie. Ed. Dunod Paris, 500 p.
- [81] Debazac E.F. (1959) : La végétation forestière de la Kroumirie, Ann. Ecol. Nat. Eaux Forêts et St. Rech. Exp. Nancy, 16 : 1-131.
- [82] Delcourt F., (1983) : Les formes d'humus : identification et description. Les naturalistes belges, 3 : 64
- [83] Demelon A., (1966) : Principe d'agronomie : dynamique du sol. Edition Dunod 512 p.
- [84] Dinel H., Levesque N., (1976) : Une technique simple pour l'analyse granulométrique de la tourbe en milieux aqueux. Canada. J. Soil. Sci. 56: pp: 119-120.
- [85] Dinel H., Levesque N., (1989) : L'importance de la composition botanique des matériaux tourbeux. Nat. Can. (Rev. Ecol. Syst.), 116.pp: 125-130.
- [86] Diamond J. (2005): Collapse. How societies chose to fail or succeed, Viking Penguin, London.
- [87] Djellal M. (1992-1993): Contribution à la cartographie des sols des régions humides (Bassin versant du lac Oubeïra-El Kala). Essai de caractérisation biochimique et physique de deux tourbières. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Spécialité : sciences du sol.
- [88] Doledec S. & Chessel D. (1997) : Co-structure de deux analyses en composantes principales. ADE-4/ Fiche thématique 4.1. 20 p.
- [89] Duchaufour Ph., (1965): Précis de pédologie. Deuxième édition entièrement refondue avec 78 figures et 23 planches. Masson & C^{ie}Editeurs 481 p.
- [90] Duchaufour Ph., (1970) : Précis de Pédologie. 3^{ème} Ed. Masson et C^{ie} Paris, 481p.
- [91] Duchaufour Ph., (1977) : Pédologie et classification. Masson & C^{ie}Editeurs. Paris. T. 1, 477p. ; T. 2, 495 p.
- [92] Duchaufour Ph., (1984) : Pédologie 1 : pédogénèse et classification. Masson & C^{ie}Editeurs. 2^{ème} édition 477 p.
- [93] Duchaufour Ph., (1989) : Pédologie et groupes écologiques. Rôle des facteurs physiques : Aération et nutrition en eau. Bull. Ecol. T 20 (2) pp 99-107.
- [94] Duchaufour Ph. et Toutain F., (1985) : Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes. Bull. Ecol. T. 17 (1) pp. 1-9.
- [95] Dumé G., (1984) : Guide-âne pour la réalisation d'un catalogue des stations forestières. Rev.Forêt-entreprise N°19 pp. 34 -38
- [96] Durand J.H., (1954) : Les sols d'Algérie. Direction du service de la Colonisation et l'Hydraulique. Service des Etudes scientifiques. Gouvernement Général de l'Algérie ; Alger 254 p.
- [97] Edlin H., Nimmo M., (1982) : Encyclopédie visuelle des arbres. Ed. Bordas p. 142.
- [98] Emberger, L., (1952) : Sur le quotient pluviothermique. C. R. Acad. Sci., 234 : 2508-2510.
- [99] FAO, (2007) : Situation des forêts du monde (synthèse mondiale). Partie 1 : progrès vers la gestion durable des forêts. pp. 4-13 & 64-72. www.fao.org.
- [100] Feltzines J. C., (1984) : Etude dynamique, sociologique et écologique de la végétation des étangs du centre-Est de la France. Importance de la compétition interspécifique dans l'organisation de la végétation et la distribution des groupements et des associations. Thèse de 3^{ème} cycle U.S.T. Lille 498p + Annexes.
- [101] Fenelon J.P. (1981) : Qu'est ce que l'analyse des données. Lefonen. 311 p.
- [102] Fennane M., Ibn Tatou M., Mathez J., Ouyahya A., El Oualidi J., (1999) : Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires, vol.1. Travaux de l'Institut Scientifique, Sér. Bot. 36, Rabat, 1999.
- [103] Fetni S., (1992) : Contribution à l'étude du sol et de la végétation dans la Nechâa Righia. Thèse d'Ingénieur d'Etat. Univ d'Annaba 67p. + Carte.

- [104] Finlayson C.M., Hollis G.E., & Davis T.J. (eds) (1992): *Managing Mediterranean wetlands and their birds*. I.W.R.B. special publication 20, Slimbridge, U.K. 285 p.
- [105] Fitter R., Fitter A., Farrer A., (1997) : *Guide des graminées Carex., jons et fougères*. Ed. Delachaux et Niestle. 255 p.
- [106] Fournier S., (1940-1952) : *Arbres et arbustes et fleurs de pleine terre. Flore illustrée des jardins et des parcs*. Encyclopédie biologique (4 vols), 1284 genres, 6730 espèces dont 2020 figures Ed. Paul Lechevalier. Paris.
- [107] Frontier S., (1983) : *Stratégie d'échantillonnage en écologie*. Coll. d'écologie. 17 Ed. Masson. 294p.
- [108] Frontier S., Pichod-Viale D., (1991) : *Ecosystèmes, structure-fonctionnement, évolution*. Coll. d'Écol. 21. 1^{ème} Ed. Masson. 373 p.
- [109] Frontier S., Pichod-Viale D., (1993) : *Ecosystèmes, structure-fonctionnement, évolution*. Coll. d'Écol. 21. 2^{ème} Ed. Masson. 447 p.
- [110] Furon R., (1972) : *Eléments de paléoclimatologie. De l'enseignement à la recherche*. Sciences de la terre. Ed : Vuibert. 214 p.
- [111] Gaouas A., (1992) : *Cours photocopié : Système de classification climatique de Papadakis*, INA, El Harrach, 19 p.
- [112] Gaussen H., (1954) : *Géographie des plantes*. Col. Armand Colin, n° 152.
- [113] Gautier E. F., (1930) : *Un siècle de colonisation*. Lib. F. Alean, Coll. Centenaire, Paris, 350 p.
- [114] Gauthiers-Lièvre L., (1931) : *Recherches sur la flore des eaux continentales de l'Afrique du Nord*. Mémoire hors-série. Bull. Soc. Hist. Nat. de l'Af. du Nord. Alger 299p. 14 pl., 1carte.
- [115] Géhu J.M., Kâabeche M., Gharzouli R., (1992) : *L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala (Annaba, Algérie)*. Fitosociologia. Pavia (Texte distribué au Congreso della Societa italiana di Fitosociologia à Pavia les 26-28 nov.1992).
- [116] Géhu J.M., Kâabeche M., Gharzouli R., (1993) : *Phytosociologie et Typologie des habitats des rives des lacs de la région d'El Kala (Algérie)*. Colloques phytosociologiques XXII. Sytaxonomie typologique des Habitats. Bailleul 1993.pp : 296-332.
- [117] Géhu J.M., Kâabeche M., Gharzouli R., (1994) : *L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala (la Calle), Annaba, Algérie : une remarquable irradiation biogéographique européenne en Afrique du Nord*. Fitosociologia 27 : 67-71.
- [118] Geluck J.C., Suykens T., Vandeputte M.R., (1993) : *Le guide du plateau des hautes Fagnes*. Les éditions de l'Octogone. Bruxelles. 433 p.
- [119] GIEC (2007) : *Bilan 2007 des changements climatiques : rapport de synthèse*. www.ipcc.ch.
- [120] Gillet, F., (2000) : *la phytosociologie synusiale intégrée : guide méthodologique*. Doc. Univ. Neuchâtel. 68 p.
- [121] Gobat J. M., (1984) : *Ecologie des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut – Jura suisse*.Thèse Doctorat ès Sciences. Univ. Sci-Neuchâtel 255 p.
- [122] Gobat J. M. et Portal J. M. (1985) : *Caractérisation de 5 tourbes oligotrophes représentatives d'une dynamique de la végétation dans le Jura suisse* pp. 59-74.
- [123] Gobat J. M., Grosvernier P. H. et Matthey Y. (1986) : *Les tourbières du Jura Suisse. Milieux naturels, modification humaine, caractère des tourbes, potentiel de régénération*. Actes Soc. Jurass. Emul : 313-315.
- [124] Gobat J. M., Grosvernier Ph. Matthey Y., Buttler A. (1991) : *Un triangle granulométrique pour les tourbes : Analyse semi-automatique et représentation graphique*. Science du sol. Vol. 29, 1, pp. 23-35.
- [125] Gobat J. M., Aragno M. et Matthey Y., (2003) : *Le sol vivant*. 2^{ème} édition. Presse polytechnique et universitaire romandes, 192 p.
- [126] Daget Ph., Godron M., (1982) : *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Ed. Masson. 163 p.

- [127] Godron M., (1982) : Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Ed. Masson. 163 p.
- [128] Gounot M., (1969) : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie. Paris, 314 p.
- [129] Grandvoinet D., Bruckert S., Campy M., (1987): Analyse de la structure et des constituants d'une tourbière à sphaignes du Jura en relation avec les principales phases de sa formation. Ann. Sc. Fasc. 7 : 3-10.
- [130] Grandvoinet D., Bruckert S., Campy M., (1988): Formation et organisation d'une tourbe acide du Jura. Sciences du sol. Vol. 26/2 pp. 55-64.
- [131] Guinochet M., (1973) : Phytosociologie. Ed. Masson. Paris, 227 p.
- [132] Guittonneau G-G., (1983) : Connaître et reconnaître la flore et la végétation méditerranéennes. Ed. Andre Huon. Ouest France. 331p.
- [133] Gorenflot R., (1980) : Biologie végétale. Plantes supérieures. 1. Appareil végétatif. ABREGES. Ed. Masson. 217 p.
- [134] Guyot L., (1969) : Histoire de la flore terrestre. Presses universitaires de France. Coll. « Que sais-je ? » n° 201, 3^{ème} éd. 127 p.
- [135] Habbache F., Habbache N., (1991) : Contribution à l'étude de la végétation et du sol des zones humides. Cas de la nechaâ Righia (Wilaya d'El Tarf). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Biologie végétale et Ecologie. Univ. d'Annaba. 65 p.
- [136] Hadjadji S., (1996) : Contribution à l'étude de la dynamique post-incendie d'une forêt de chêne liège (El Kala). Thèse d'ing. D'Etat. INA d'El Harrach.
- [137] Haif A., (2009) : Contribution à la cartographie des sols hydromorphes de la plaine de Guerbès-Senhadja (Wilaya de Skikda). Mémoire de Master, Département de Biologie. Univ. d'Annaba.
- [138] Halimi A., (1980) : L'Atlas blidéen: Climats et étages végétaux. Ed. N° 648 O.P.U, Alger, 523 p.
- [139] Hampe A., (2005): Fecundity limits in *Frangula alnus* (Rhamnaceae) relict populations at the species southern range margin. Ecologia 143; 377-386.
- [140] Hampe A., Petit R., (2005): Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters, Ecol. Lett. 8; 461-467.
- [141] Haou S., (1998/1999) : Etude synchronique post-incendie de la végétation des suberaies de la Numidie orientale. Thèse de Magister en Ecologie et Environnement ; Option : Pathologie des Ecosystèmes. Univ. d'Annaba. 72 p.
- [142] Huetz de Lemps A., (1970): La végétation de la terre. Initiation aux études de Géographie. Collection dirigée par J. Pelletier. Ed. MASSON et Cie. Paris. 133 p.
- [143] Ibncherif H., (2006) : Contribution à l'étude palynologique des sédiments tourbeux du marais de Bourdim (complexe Humide d'El Kala, N. E algérien) : Histoire de la végétation et du paléoenvironnement. Thèse de Magister en Biologie végétale. Option : Palynologie et Applications. Univ. d'Annaba 115 p.
- [144] IDF., (1984) : La typologie et les catalogues de stations forestières- Revue : Forêt – entreprise. Bulletin de la vulgarisation forestière. N° 19. 51p.
- [145] IDF/DUREN Centre (2000) : Les aulnaies-frênaies. Code Natura 91 E O ; Code Corine. 44.3.
- [146] IFEN SOeS Environnement, (2010) : Les tourbières. Institut Français de l'environnement. Office National des zones humides.
- [147] INRA, (1995) : La gestion intégrée des zones humides. Courrier de l'environnement de L'INRA n°26, pp. 57-59.
- [148] Joleaud L., (1912) : Etude géologique de la chaîne numidique et des monts de Constantine (Algérie). Thèse de Doct. Es Sc. Nat, Paris, 342 p.

- [149] Joleaud L., (1936) : Etude géologique de la région de Bône et de la Calle. Bulletin du service de la Carte géologique d'Algérie Imp. Typo – Litho et Cie, Alger, 2^{ème} série, stat. descriptions régionales, n°12, 185p. 4p. 25 fig et tab.
- [150] Junqua C. (1954) : A propos de *l'Hydrocirius columbiae* S., et de l'intérêt biogéographique de la Calle. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. du N., t. 45, 7-8, pp. 318-322.
- [151] Kaila A., (1956): Détermination of the degree of humification in peat samples. MAATALOUS AEKAOSHUKA 28, pp. 18-35.
- [152] Khammar C., (1981) : Contribution à l'étude hydro-géologique de la vallée de l'Oued El Kébir-Ouest Wilaya de Skikda. Thèse de doctorat. Université scientifique et médicale de Grenoble 181p.
- [153] Khaled-Khodja S., (1998) : Approche écologique de deux sites dulçaquicoles de la Numidie algérienne / la Garaâ de Bourdim et la Nechaâ Oum laâgareb. Thèse de Magister.Univ. de Annaba 87p.
- [154] Khelifi D., (1999) : Essai de Biotypologie des zones humides de Guerbes-Senhadja (Numidie occidentale). Thèse d'ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Université d'Annaba. 30 p.
- [155] Kuprianova L. A., (1960): Polynological data contributing to the history of *Liquidambar*. Pollen et Spores, vol. 2, pp. 71-88.
- [156] Lapie G., (1909): Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse pour obtenir le grade de Docteur es sciences naturelles. Faculté des sciences de l'Université de Paris, 153 p.
- [157] Lebart L., Morineau A., Piron M., (1995) : Statistique exploratrice multidimensionnelle. 2^{ème} ed. Dunod, Paris, 439 p.
- [158] Le Floch E., & Boulos L., (2008) : Flore de Tunisie, Catalogue synonymique commenté. E. Le Floch (ed.), Montpellier. 461 p.
- [159] Le Floch E., Boulos L., Véla E (2010) : Flore de Tunisie. Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie, Banque Nationale de Gènes, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Tunis.
- [160] Legendre L., et Legendre P. (1984) : Ecologie numérique. (1) : Le traitement multiple des données écologiques. (2) : La structure des données écologiques Coll. Ecol. 12 et 13. 2^{ème} Ed. Masson et Presses de l'Université du Québec. (1) : 260p ; (2) : 336.
- [161] Lemée G., (1967) : Précis de Biogéographie. Masson et Cie Ed., Paris, 358 p.
- [162] Lemée G., (1978) : Précis d'écologie végétale. Ed. Masson, 285 p.
- [163] Lepart J., Escarre J., (1983) : La succession végétale. Mécanismes et modèles-Analyse bibliographique-Bull. Ecol. t. 14 (3) : 133-178.
- [164] Levesque M., Dinel H., Marcoux R., (1980) : Evaluation des critères de différenciation pour la classification de 92 matériaux tourbeux du Québec et de l'Ontario. Can J. Soil Sci. N° 60, 479-486.
- [165] Levesque M., Dinel H., Lord T., & Lurtie G., (1987): The characterization of organic soils developed on peat and limnic materials in British Columbia. Research Branch. Agriculture Canada, Technical Bulletin 5E, 40 p.
- [166] Lezreg A., (1983) : Etude des changements de la végétation à l'embouchure de l'Oued Reghaïa. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. INA d'El Harrach. 84 p.
- [167] Leutreuch-Belarouci N., (1991) : Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. (2vols).O.P.U, Alger.
- [168] Lhôte P., (1985) : Etude écologique des aulnes dans leur aire naturelle en France. Rapport IDF, ENGREF, Univ. France comté Besançon, 67 p. + annexes.
- [169] Long G., (1974) : Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. Principes généraux et méthodes. Coll. d'Ecol. 4. Masson et C^{ie} éditeurs. Paris.
- [170] Maire R., (1926) : Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. + Notice publiée par ordre du G.G.G. A. 48 p., 60 planches.
- [171] Maire R., (1952-1987): Flore de l'Afrique du Nord. Ed. Lechevalier, Paris. Vol I-XVI: 5559 p.

- [172] Maignien R., (1980) : Manuel pour la description des sols sur le terrain O.R.S.T.O.M- PARIS-112 p.
- [173] Majour H., & Ouelaa K., (1990): Approche des transmissivités dans la vallée du Kébir-Ouest. Thèse d'ingénieur d'Etat en hydrogéologie. Univ de Annaba. 103 p. 32fig. 10tab.
- [174] Malcuit G., (1929): Contribution à l'étude phytosociologique des Vosges méridionales saônoises. Les associations végétales de la vallée de la lanterne, Thèse Univ. Lille : 221 p.
- [175] Margalef D.R., (1968): Perspectives in Ecological Theory. University of Chicago Press. Chicago, 196.
- [176] Marre A., (1987): Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne. Université Aix –Marseille II. U.E.R de Géographie, 559 p. + cartes.
- [177] Marre A., (1992): Le Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne. Etude géomorphologique. OPU. Alger Vol 1 et 2, 153p-624 p.
- [178] Medail F., & Quezel P., (1999): Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: Setting global conservation priorities. Conservation Biol., 13 (06): 1510-1513.
- [179] Medour-Sahar O., Meddour R., Derridj A., (2008): Le contexte des feux de forêts dans le bassin méditerranéen. Technologie-Environnement. Guide technique en environnement ; écologie et développement durable, pp. 1-9.
- [180] Medour R., (1983) : Etude de la régénération naturelle du *Cedrus atlantica* Man. et de divers pins après incendie en relation avec les groupements végétaux à Meurdja. Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. INA d'El Harrach. 97p.
- [181] Mekadem M., (1999) : Les possibilités de régénération naturelle de l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa* L. Gaertn) dans la région d'El Kala. 44 p.
- [182] Menut G., (1974) : Recherche écologique sur l'évolution de la matière organique des sols tourbeux. Thèse. Univ. Nancy 1. 189 p.
- [183] M'hirit O., (1999) : La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social. Unasylva, 197 (50).
- [184] Montegut J., (1987): "Le milieu aquatique" (milieu aquatique-entretien-desherbage). (4 vols): Tome I 60p, II 60p, III 45p, IV 40p. - Acta.
- [185] Morgan N.C., (1982): An ecological survey of standing waters in North West Africa: II. Site descriptions of Tunisia and Algeria, Biol. Conserv. 24: 83-113.
- [186] Muller S.D., Daoud-Bouattour A., Belouahem-Abed D., Ben Haj Jilani I., Ben Saad-Limam S., Benslama M., Ferchichi-Ben Jamaa H, Rhazi L. & Ghrabi-Gammar- Z., (2010): Peat mosses (*Sphagnum*) and related plant communities of North Africa. I. The Numidian- Kroumirian range (Algeria-Tunisia). Flora Mediterranea 20: pp. 160-178.
- [187] Munaut A. V., (1967): Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique, Acta Geogr. Lovaniensia, 6 : 191p. + Diagrammes h.t.
- [188] Muséum National d'Histoire Naturel (2003-2006) : Inventaire national du patrimoine naturel. <http://inpn.mnhn.fr> Ed. MNHN 2003-2006.
- [189] Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B & Kent J., (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities- Nature, 403: 853-858.
- [190] Neffar F., (1991): Contribution à l'analyse phyto-écologique du lac Bleu (Vieille Calle).Thèse d'Ing. d'Etat en écologie et environnement. Pathologie des écosystèmes. Univ. Annaba. 76 p.
- [191] Nègre R. (1952): Note phytosociologique sur quelques mares et tourbières de Kroumirie. Bull. Soc. Bot. Fr. 99 : 16-22.
- [192] Odum E. P., (1969): The strategy of ecosystem development, Science 164: 262-270.
- [193] Ouelmouhoub S., Laboudi B., (1999): Etude synchronique et diachronique d'une subéraie incendiée dans la subéraie de la région d'El Kala. Thèse d'Ing. agro. INA d'El Harrach. 86p + annexes.

- [194] Othmani-Sendid A.R., (2000): Typologie et cartographie des zones humides de la Numidie orientale. Thèse de Magister en écologie-Option « Ecosystèmes aquatiques et terrestres » 95 p.
- [195] Ozenda P., (1982): Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin. Paris, 431p.
- [196] Paccalet Y., (1981): La flore méditerranéenne Ed. Hatier, Paris 126 p.
- [197] Parde J., (1961) : Dendrométrie. Ecole Nationale des eaux et forêts. Nancy. 350 p.
- [198] Pautou G., Girel J., Lachet B., Ain G., (1979) : Recherches écologiques dans la vallée du Haut-Rhône français. Doc. Cartog. Ecol. XXII, Univ. Grenoble, pp. 5-63
- [199] Pautou G., Descamps H., (1985): Ecological interactions between the alluvial forest and hydrology of the Upper Rhone. Arch. Hydrobiol. 104 (1) : 13-37. Stuttgart.
- [200] Pautou G., Majchrzak Y., Manneville O., Gruffaz R., Moreau D., (1991) : Dynamique de la végétation et gestion de la réserve naturelle du marais de Lavours (Ain). Revue de géographie de Lyon. Vol. 66 n°1, pp. 61-70.
- [201] Pesson P. (1980): Actualités d'écologie forestière. Sol, flore, faune. Formation permanente en écologie et biologie. Ed. Gauthiers-Villars, 517 p.
- [202] Pokorny P., Klimesová J., Klimes (2000): Late Holocene history and vegetation dynamics of a floodplain alder carr : a case study from eastern Bohemia, Czech Republic, Folia Geobot. 35; 43-58.
- [203] Poletti A., (1998): Fleurs et Plantes médicinales. Deuxième édition : Delachaux et Niestle S.A, Neuchâtel Suisse, 222 p.
- [204] Poncelet J., (1999) : L'aulne glutineux Gaertn. La forêt privée 1999 n° 249.
- [205] Pons A., (1969) : Flore et végétation du pliocène de France. Supplém. Bull. A. F.E.Q.
- [206] Poruba M., Pokorny J., Rabsteinek O., Hrabák R. (1980): Guide du promeneur dans la forêt. 500 illustrations en couleur. Adaptation française par F. Kahn et J. Millien. Ed. Hatier. 307 p.
- [207] Pottier-Alapetite G., (1979-1980): Flore de la Tunisie (2volumes). Publications scientifiques tunisiennes, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique. Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- [208] Prevot A.R., (1970): Humus. Biogenèse, Biochimie, Biologie. La tourelle, France. 342 p.
- [209] Prieditis N.,(1997): *Alnus glutinosa*-dominated wetland forests of the Baltic Region: Community structure, syntaxonomy and conservation, Plant Ecol, 129: 49-94.
- [210] Quezel P., (1956) : Contribution à l'étude des forêts de chêne à feuilles caduques d'Algérie. Mém. Soc. Hist. nat. Afrique du Nord, nouv. série 1-57.
- [211] Quezel P., (1957) : Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Encyclopédie Biogéographique et Ecologique. Ed. Lechevalier-Paris. 464 p.
- [212] Quezel P., Santa S., (1962-1963) : Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (2 vols.). C.N.R.S. Paris, 1170 p.
- [213] Quezel P., (1965): La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Gustav Fisher, Stuttgart, 333 p.
- [214] Quezel P., Bounaga D., (1974): Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore de l'Algérie et de la Tunisie. Colloque du C.N.R.S, n° 235, Montpellier, 4 p.
- [215] Quezel P., (1978): Analysis of the flora of mediterranean and Saharan Africa, Ann.Missouri, Bot. Gard. 65: 479-534.
- [216] Quezel P., Barbero M., Bonin G., Loisel R., (1980): Essai de corrélations phytosociologiques et bioclimatiques entre quelques structures actuelles et passées de la végétation méditerranéenne. In Dénizot
- [217] M., Sauvage C., (Eds) : La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéennes. Actes du Colloque organisé à l'Institut de Botanique de Montpellier par la fondation L. EMBERGER. Naturalia monspeliensia, pp. 41-51.
- [218] Quezel P., Barbero M., (1982): Definition and characterization of mediterranean-type ecosystems. Ecolo. Medit. 8 : 15-29.

- [219] Quezel P., (1983) : Flore et végétation actuelles de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures des végétations passées. *Bothalia* 14 (3 et 4) 411-416.
- [220] Quezel P., Barbero M., (1993) : Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : enseignement de la flore et de la végétation actuelles. *Bull. Ecol.*, tome 24 (3-4) : 191-202.
- [221] Quezel P., Médail F., (2003) : Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Sc. Méd. Elsevier SAS. Paris, 571p.
- [222] Quinty F., Rochefort L., (2003) : Guide de restauration des tourbières. 2^{ème} édition. Association Canadienne de mousse de sphaigne et Ministère des ressources Naturelles du Nouveau-Brunswick. Québec. 4 p.
- [223] Ramade F., (1982) : Eléments d'écologie (Ecologie appliquée). Ed. McGraw-Hill. Paris 452p.
- [224] Ramade F., (1984) : Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed. McGraw-Hill. Paris 397p.
- [225] Rameau J.C., et Chouffot E., (1984) : Etablissement et utilisation des catalogues de stations forestières. *Rev. Forêt-entreprise* N° 19 pp. 12-15.
- [226] Rameau J.C et Chouffot E., (1984) : Etablissement et utilisation des catalogues de stations forestières. *Rev. Forêt-entreprise* N°19 pp. 12-15.
- [227] Rielev J., Page S.E., (1987): Eutrophisation of Wybunbury moss national nature reserve, Cheshire, U.K. *International peat journal*, 2, pp.29-44.
- [228] Rivas-Martinez S., (1975) : La vegetacion de la clase Quercetea ilicis en Espana y Portugal. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 31 : 285-406.
- [229] Roche J., & Yavercovski N., (1990) : El Kala : Richesse du Maghreb. *Le courrier de la nature* n° 125 pp : 18-24.
- [230] Rodriguez-González P. M., Ferreira M.T., Ramil Rego P. (2004): Northern Ibero-Atlantic wetland woods. *Vegetation types and within-stand structure*, *For. Ecol. Man.* 203; 261-272.
- [231] Rolandez J.L., (1990): Les chauves-souris. Eléments préliminaires à la définition des potentialités de la Réserve Naturelle du Marais de Lavours. *Rapport CORA-Ain*, 19 p.
- [232] Roux M. (1999): *Statoscope (STATOS) version 1, 7*. Logiciel de statistiques, Université d'Aix Marseille -3.
- [233] Salamani M., (1991) : Premières données palynologiques sur l'histoire holocène du massif de l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Ecologia Mediterranea* XVII., : 145-159.
- [234] Samraoui B., de Bélair G., et Benyacoub S., (1992): A much threatened lake: lac des oiseaux in Northeastern Algeria. *Environ. Conserv. Vol 19 (3): 264-267 + 276.*
- [235] Samraoui B., Benyacoub S., Mecibah S., et Dumont H.J., (1993) : Afrotropical libellulids (Insecta : Odonata) in the lake district of El Kala, Northeast Algeria, with a rediscovery of *Urothemis edwardsi* (Selys) and *Acisoma panorpoïdes ascalaphoïdes* (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae), *Odonatologica* 22/3: 365-372.
- [236] Samraoui B., de Bélair G., (1997): The guerbes/Sanhadja Wetlands (N.E Algérie) Part I: An Overview. *Ecologie*, 28 (3): 233-250.
- [237] Samraoui B., Bélair G. de (1998): Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Revue des sciences et technologies. Synthèse* N° 4. Univ. d'Annaba, Algérie 90p.
- [238] Shaw D.R., (1830) : Voyage dans la régence d'Alger. Merlin Editeur, Paris. 402 p.
- [239] Schoenenberger A., Salsac L., et Timbal J., (1970) : Principales plantes caractéristiques des forêts de chêne liège et de chêne zeen de Kroumirie et des Mogods. – *Var. Sci. I NRF, Tunisie*, 3, 35 p., 40 pl. h. t.
- [240] Seltzer P. (1946): Le climat de l'Algérie. *Travaux de l'Inst. Météo. et physique du globe. Alger*, 219p.

- [241] S. ET. HY.CO. (1983) : Etude agropédologique des berges du lac Tonga. Min. Hyd., Annaba, 1000 p.
+ Cartes.
- [242] S. S. S. A. (1974): Soil Taxonomy. Soil. Conserv. Serv. U. S. D. A. n° 436, 347 p.
- [243] Semadi A. (1989): Effets de la pollution atmosphérique sur la végétation dans la région de Annaba (Algérie). Thèse Doct. Etat Sc. Nat., Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 339 p.
- [244] Stevenson A.C., Skinner J., Hollis G.E., Smart M., (1988): The El Kala National Park and environs, Algeria: an ecological evaluation. Environ. Conserv. Vol.15, n°4: 335-348.
- [245] Stewart P., (1969) : Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. Bull. Sté Hist. Nat. Af. du N. t. 59, Fasc. 1-4 : 23-26.
- [246] Tavernier R., Wanbeke Van A., (1976): Détermination du régime hydrique d'après Newhall. Ann. Agro. Vol. VII, 2, pp. 6-24.
- [247] Tchou Y. – T., (1948-1949): Etudes écologiques et phytosociologiques sur les forêts riveraines du Bas Languedoc. Vegetatio 1/2 : 2-28, 93-128, 217-257, 347-384. Den Haag.
- [248] Thioulouse J., Chessel D., Doledec S., Olivier J.M (1996): ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. Stat. Comput. 7 : 75-83.
- [249] Thomas J. P., (1975) : Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala (Est algérien). Thèse de spécialité en écologie végétale, U.S.T.L, Montpellier, 113 p.
- [250] Tomaselli R., (1976) : La dégradation du maquis méditerranéen. In Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement. Unesco, Note techn. M.A.B. n°2, Paris, pp. 35-76.
- [251] Tir K., (2008-2009) : Climagramme d'Emberger. Analyse et correction dans quelques stations météorologiques de l'Est algérien. Thèse de Magistère en Ecologie et Environnement. Université Mentouri de Constantine. 99 p.
- [252] Thomas-Vives P., (1996): Monitoring Mediterranean wetlands: a methodological guide, MedWet Publication, Slimbrudge UK and Lisbon Portugal.
- [253] Toubal-Boumaza O. (1986) : Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25 000^{ème}, U.S.T.M. Univ. Grenoble, Doct. 3^{ème} cycle, 111p.
- [254] Tucker L.R (1958): An Inter-battery method of factor analysis. Psychometrika: 23, 2, 111-136.
- [255] UNESCO 1971 : Convention Ramsar. Office des Normes Internationales et des affaires juridiques. UNESCO.
- [256] U. S. D. A. (1975): Soil Taxonomy a basic système of soil surveys. Agriculture Hand Books n° 436. WASHINGTON, 756 p.
- [257] Valdès B., Redjali M., Achhal El Kadmiri A., Jury J.-L & Montserrat J. M., (2002) : Catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc, incluant des clés d'identification. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, Madrid. Vol. I & II, 1007 p.
- [258] Van Campo M., et al. (1966) in Furon (1972): Nouvelle flore pollinique des alluvions pleistocènes d'un bassin versant Sud du Hoggar. C. R. Ac. Sc., t. 263, pp. 487-490.
- [259] Van Campo M., (1967) : Etude de la desertification du massif du Hoggar par la méthode de l'analyse pollinique. Rev. Paleobot. et Palynology, Amsterdam, vol. 2, pp. 281-289.
- [260] Van Dijk G., et Ledant J.P., (1983) : La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. Biologic. Conserv. 26 : 215-226.
- [261] Vela E., et Benhouhou S., (2005) : Enjeux de conservation de la flore méditerranéenne en Algérie. Colloque international « conservation de la flore méditerranéenne dans un environnement changeant ». Hyères, 29 septembre-2 octobre 2005.

- [262] Vela E., & benhouhou S., (2007) : Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord) C.R Biologies 2007. Académies des sciences. Publié par Elsevier Masson et Cie.
- [263] Vila J.M., (1980) : La plaine alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de Doc. Sc. Nat. Univ. P et M. Curie. Paris VI, 2 tomes, 665 p.
- [264] Visset L. (1986) : Les tourbières de Mazerolles dans la vallée de l'Erdre (Loire atlantique), flore, végétation, évolution. Bull. Soc. Bot. Fr., 133 lettres bot. (1) pp. 81-96.
- [265] Volàk J., Stodola J., & Severa F., (1983-1987) : Plantes médicinales Ed. Gründ. Paris 319 p.
- [266] Vuckovic M., Stamenkovic V., Grbic J., (1991): Development and growth of white willow and black alder on the alluvion of the valley C.R.N.A.R.E.K.A (Black River) (Serbia yougoslavia) Sumarstvo-V. 44 (2) p. 712.
- [267] Walter J-M. N (1994-2006) : Méthodes d'étude de la végétation. Méthodes du relevé floristique. 1^{ère} partie : Introduction ; 2^{ème} partie : Exercice. Institut de Botanique-Faculté des sciences de la Vie- Université Louis Pasteur. Strasbourg. Jean-michel.walter@bota-ulp.u-strasbg.fr
- [268] WWF, (2001) : Les forêts de Méditerranée, une nouvelle stratégie de conservation. Rome. Italie, 15 p.
- [269] Zeraia L., (1983) : Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. I.N.R.F. Alger, 136 p.
- [270] Zeraia L., (1984) : Etude phytosociologique des groupements végétaux forestiers du Parc National de Chrea. INRF. Alger. 30 p.

Sites électroniques consultés :

- Tela botanica- "Eflora" : Base de données. Nomenclaturale de l'Afrique du Nord par Dobignard A., (2006-2012).
- Wikipedia
- (http://fr.wikipedia.org/wiki/Aulne_glutineux).
- (hippocratus.com e-formation sur les plantes médicinales. Fiche plante : AULNE GLUTINEUX, *Alnus glutinosa* Gaertn.).

Journaux

1. Sommet de la Terre de Rio – Journal officiel français du 12 Avril 2009.
2. Jouzel (2011) : Article sur les changements climatiques paru sur le Journal El WATAN du 23 mars 2011.

Résumé

Titre : Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de Skikda, Annaba et El Tarf (Nord-Est algérien).

La Numidie (Nord-Est algérien) rassemble un vaste ensemble de zones humides réparties en deux complexes, celui d'Annaba-El Kala et celui de Guerbès-Senhadja. Ces deux complexes humides abritent des aulnaies glutineuses qui ont fait l'objet d'une étude phytoécologique sur une période de 15 ans. Durant cette étude, 35 sites inexplorés pour la plupart ont été visités dans des conditions de travail souvent difficiles. L'étude réalisée révèle que ces habitats d'affinité septentrionale présentent une très grande richesse spécifique (> 400 espèces) et des structures complexes qui plaident pour leur origine ancienne. Sur le plan phytosociologique, elles sont rattachées principalement à deux syntaxa : le *Campanulo alatae-Alnenion glutinosae* (aulnaies riveraines) et le *Rusco hypophylli-Alnetum glutinosae* (aulnaies marécageuses). Par ailleurs, les deux faciès (1. *Alnus glutinosa* en association avec *Quercus canariensis* et 2. *A. glutinosa* en association avec *Nerium oleander*) prennent une place considérable dans les stations étudiées.

L'état de dégradation de ces aulnaies et leur dynamique régressive, observées au cours des 15 années de l'étude, révèlent leur statut extrêmement précaire et leur déclin rapide sous l'influence de perturbations anthropiques incontrôlées (défrichement, incendies, drainage, pollution...). Au vu de leur importance (écologique, historique et patrimoniale), ces écosystèmes particuliers du bassin méditerranéen, doivent rapidement faire l'objet de mesures de protection, dans le but d'assurer la pérennité des cortèges floristiques exceptionnels qui les constituent.

Mots clés : *Alnus*/ Classifications – Biodiversité- Conservation des ressources naturelles – Ecosystème – Environnement- Richesses spécifique – tourbière - zones humides.

Summary

Title: Ecological study of forest stands of wetlands in areas of Skikda, Annaba and El Tarf (Eastern Algeria).

Numidia (Eastern Algeria) collects a wide range of wetlands distributed in two complexes, one of Annaba and El Kala-than-Guerbes Senhadja. Both complexes are home to moist glutinous alder that were studied phytoecological over 15 years. During this study, 35 sites mostly unexplored were visited in the often difficult working conditions. The study reveals that these habitats of northern affinity exhibit a very high species richness (> 400 species) and complex structures that argue for their ancient origin. From a phytosociological, they are linked mainly to two syntaxa: the *Campanulo alatae-Alnenion glutinosae* (alder riparian) and *Rusco-hypophylli Alnetum glutinosae* (alder swamp). Moreover, the two facies (1. In association with *Alnus glutinosa* and *Quercus canariensis* 2. *A. glutinosa* in association with *Nerium oleander*) take up considerable space in the stations studied.

The state of degradation of these alder and regressive dynamics, observed during 15 years of the study reveal their status highly precarious and their rapid decline under the influence of uncontrolled human disturbance (clearing, fire, drainage, pollution. ..). Given their importance (ecological, historical and heritage), these particular ecosystems, the Mediterranean, must soon be subject to safeguards, in order to ensure the sustainability of exceptional floristic that constitute them.

Key words: *Alnus* / Classifications - Biodiversity-Conservation of natural resources - Ecosystem - Environment-Specific Resources - bog - wetlands.

الملخص

العنوان: دراسة بيئية لغابات الأراضي الرطبة في مناطق سكيكدة و عنابة الطارف (شمال شرق الجزائر).

نوميديا (شمال شرق الجزائر) تحتوي على مجموعة واسعة من الأراضي الرطبة ، وزعت على مجموعتين : المركب الرطب " عنابة - القالة " و المركب الرطب " قرياس - صنهاجة " كلا المركبين هما ملجأ لمجموعة العود الأحمر (أو جار الماء) التي تمت دراستها الفيتو إيكولوجيا (Phytoécologie) خلال أكثر من 15 عاما .
- خلال هذه الدراسة تمت زيارة 35 موقع معظمها غير مكتشفة في ظروف دراسة صعبة .

- إن هذا الوسط يميل إلى الشمال نظرا لغطائه النباتي الغني جدا (> 400 نوع)

و عن فئته المعقدة التي تجادل عن أصولها القديمة :

من الناحية الفيتو سوسولوجية (دراسة المجموعات النباتية) ترتبط في أغلب الأحيان إلى 2 سانتا كسا (Syntaxa) - *Le Campanulo alatae-Alnenion glutinosae* - (مجموعات عود الأحمر النهرية)

Le Rusco Hypophylli- Alnetum glutinosae - مجموعة عود الأحمر للمستنقعات) و

علاوة عن ذلك فإن السحنتين الوجهين): شجرة العود الأحمر *Alnus glutinosa* الذي ينمو جماعيا مع 1 . بلوط الكناريا - *Quercus canariensis* و مع 2. الدفلة (*Nerium oleander*) تأخذ مساحة كبيرة في المحطات التي شملتها الدراسة .

3- حالة تدهور هذه الديناميات الرجعية لمجموعات العود الأحمر التي لوحظت في 15 عاما من

الدراسة تكشف عن وضعها غير المستقر للغاية و تدهورها السريع تحت تأثير اضطرابات الإنسان غير المنضبطة (المقاصة ، و الحرائق ، و تصريف المياه و التلوث ...)

نظرا لأهميتها (البيئة و التاريخية و التراث) ، من الواجب حماية هذه النظم البيئية كونها الوحيدة من نوعها في حوض البحر الأبيض المتوسط و هذا لضمان إستدامة المجموعة النباتية الاستثنائية التي تشكلها .

مفتاح الكلمات: *Alnus* / تصنيفات - التنوع البيولوجي، الحفاظ على الموارد الطبيعية - النظام البيئي - البيئة، أنواع نباتات ثرية - المستنقع - الأراضي الرطبة.

ANNEXE 1

Liste des espèces inventoriées et synonymes
(Quézel et Santa, 1962-1963)

1. *Acacia horrida* Sim. (Originaire de l'Afrique du Sud)
2. *Acacia dealbata* Link (Originaire de l'Australie)
3. *Acacia melanoxylon* R.Br. (Originaire de l'Australie)
4. *Acanthus mollis* L.
5. *Adiantum capillus-veneris* L.
6. *Agrostis semi-verticillata* (Forsk). Christ.= *Polypogon viridis*
7. *Agrostis stolonifera* L. subsp. *scabrighumis* (B. et R.) M.
8. *Aira cupaniana* Guss. = *A. uniaristata*
9. *Alisma plantago aquatica* L.
10. *Alliaria officinalis* Andr. = *Sisymbrium alliaria*
11. *Allium triquetrum* L.
12. *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.
13. *Alopecurus bulbosus* Gouan. = *Alopecurus pratensis*
14. *Althernanthera sessilis* (L.) R. Br.
15. *Amaranthus angustifolius* Lamk. subsp. *silvestris* (Desf.) Maire et Weiller
16. *Ampelodesma mauritanicum* (Poir.) Dur. et Schinz = *A. tenax* ;
= *Arundo mauritanica*
17. *Anagallis arvensis* L.
18. *Anagallis crassifolia* Thore.
19. *Anagallis monelli* L. = *Anagallis monelli* subsp. *collina* ; *A. collina*
20. *Anthemis arvensis* L.
21. *Anthoxantum odoratum* L.
22. *Antirrhinum orontium* L.
23. *Apium crassipes* Reich. = *Helosciadum crassipes*
24. *Apium nodiflorum* Lag. = *Sium nodiflorum* = *Helosciadum nodiflorum*
25. *Arisarum vulgare* Targ. Tozz. subsp. *exsertum* M. et W.
26. *Aristolochia longa* L. subsp. *paucinervis* Pom. & Batt.
27. *Arum italicum* Mill.
28. *Arundo donax* L.
29. *Asparagus acutifolius* L. = *A. nervosus* = *A. morisianus*
30. *Asphodelus aestivus* Brot. = *A. microcarpus*
31. *Asplenium adiantum nigrum* L.
32. *Asplenium trichomanes* L.
33. *Aster squamatus* (Speng.) Hieron
34. *Astragalus lusitanicus* Lam.
35. *Athyrium filix femina* (L.) Roth.
36. *Avena sterilis* L.
37. *Bellardia trixago* (L.) All. = *Trixago apula*. = *Rhinanthus trixago*=*Bartsia trixago*
38. *Bellis annua* L.
39. *Bellis repens* Lamk. = *B. prostrata* = *B. radicans*
40. *Biscutella didyma* L. = *B. apula*
41. *Biserrula pelecinus* L. = *Astragalus pelecinus*
42. *Borago longifolia* Poiret.
43. *Borago officinalis* L.
44. *Brachypodium distachyum* (L.) P.Beauv.
45. *Brachypodium sylvaticum* (Huds) P.Beauv.

46. *Brassica procumbens* (Poiret) O. E. Schultz = *Sinapis procumbens*
47. *Briza maxima* L.
48. *Briza minor* L.
49. *Bromus sterilis* L.
50. *Bryonia dioica* Jacq.
51. *Callitriche palustris* L. subsp. *obtusangula* Le Gall.
52. *Calycotome villosa* (Poiret) Link.
53. *Calystegia sepium* (L.) R.Br = *Convolvulus sepium*
54. *Campanula alata* Desf.
55. *Campanula dichotoma* L.
56. *Campanula rapunculus* L.
57. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.
58. *Cardamine hirsuta* L. subsp. *hirsuta* Syme
59. *Carduus nutans* L. subsp. *numidicus* Dur. = *Carduus numidicus*
60. *Carex acutiformis* Ehrh. = *C. paludosa*
61. *Carex distans* L. subsp. *eu-distans* M.
62. *Carex divisa* Huds. var. *chaetophylla* (Steud.) Dav.
63. *Carex elata* All. = *C. stricta*
64. *Carex flacca* Shreb. = *C. glauca*
65. *Carex muricata* L. subsp. *divulsa* (Stoks.) Syme.
66. *Carex paniculata* L.
67. *Carex pendula* Huds. = *C. maxima*
68. *Carex pseudo-cyperus* L.
69. *Carex punctata* Gaudin
70. *Carex remota* L.
71. *Carex sylvatica* Huds var. *algeriensis* (Nelmes) M. & W.
72. *Carex vulpina* L. subsp. *nemorosa* (Rebent). Maire
73. *Carlina racemosa* L.
74. *Centaurea calcitrapa* L.
75. *Centaurea napifolia* L.
76. *Centaurium spicatum* (L.) Fritsch.
77. *Centaurium umbellatum* (Gibb.) Beck. subsp. *grandiflorum* (Biv.) Maire
= *Erythraea centaurium*
78. *Cerastium glomeratum* Thuill.
79. *Cerastium pentandrum* L. subsp. *gussonei* (Todano) Maire et Weiller
= *C. pumilum*
80. *Ceratophyllum demersum* L.
81. *Cerinthe major* L.
82. *Chamaerops humilis* L.
83. *Chenopodium album* L. subsp. *album* Ludwig
84. *Chrysanthemum myconis* L. = *Kremeria myconis* = *Myconia myconis*
= *Coleostephus myconis*.
85. *Chrysanthemum fontanaseii* (B. et R.) Q.et S. = *Leucanthemum fontanaseii*
= *Plagius virgatus*
86. *Circaea lutetiana* L.
87. *Cistus monspeliensis* L.
88. *Cistus salvifolius* L.
89. *Cladium mariscus* (L) R.Br.
90. *Clematis cirrhosa* L.
91. *Clematis flammula* L.

92. *Colocasia antiquorum* Schott. var. *typica* Engl.
93. *Conyza naudini* Bonnet = *Conyza altissima*
94. *Convolvulus althaeoides* L. subsp. *elegantissimus* (Mill) Fiori
95. *Convolvulus arvensis* L.
96. *Cotula coronopifolia* L.
97. *Cotyledon umbilicus veneris* L. subsp. *pendulina* (DC.) Batt.
= *Umbilicus pendulinus*
98. *Crataegus azarolus* L.
99. *Crataegus oxyacantha* L. subsp. *monogyna* (Jacq) Rouy et Camus
100. *Crepis vesicaria* L. subsp. *eu-vesicaria* M.
101. *Cyclamen africanum* Boiss. et Reut.
102. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.
103. *Cynoglossum cherifolium* L.
104. *Cynosurus elegans* Desf. subsp. *aurasiacus* (Murb.) M.
105. *Cynosurus polybracteatus* Poiret = *C. cristatus* = *C. cristagalli*
106. *Cyperus esculentus* L. = *C. melanorhizus* = *Pycneus esculentus*
107. *Cyperus flavescens* L.
108. *Cyperus fuscus* L.
109. *Cyperus longus* L. subsp. *eu-longus* Asch et Gr.
110. *Cytisus monspessulanus* L. = *Genista candicans*
111. *Cytisus triflorus* L'Her. = *C. villosus*
112. *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Asch. Et Schw. = *D. egyptiacum*
113. *Dactylis glomerata* L.
114. *Daphne gnidium* L.
115. *Datura stramonium* L.
116. *Daucus carota* L. subsp. *maritimus* (Lamk.) Spreng.
117. *Daucus carota* L. subsp. *maximus* (Desf.) Batt.
118. *Daucus virgatus* (Poiret) Maire = *Caucalis virgata* = *D. laserpitioïdes*
119. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. = *Panicum sanguinale*
120. *Dipsacus sylvestris* Miller. = *Dipsacus fullonius*
121. *Dorycnium rectum* (L) Ser. = *Bonjeania recta*
122. *Dryopteris aculeata* (L.) O.K. = *Polypodium aculeatum* = *Polystichum aculeatum*
= *Polystichum setiferum*
123. *Dryopteris gongyloides* (Schk.) O.K. subsp. *propinqua* (R.Br.) Christ
= *Nephrodium unitum* subsp. *callense* = *Polypodium unitum*
124. *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. = *Panicum crus_galli* = *Oplismenus crus-galli*
125. *Echinodorus ranunculoides* (L.) Engelm. = *Baldellia ranunculoides*
= *Alisma ranunculoides*
126. *Echinops spinosus* L.
127. *Echium plantagineum* L.
128. *Eleocharis multicaulis* Sm. = *Scirpus multicaulis*
129. *Eleocharis palustris* (L.) R.Br. = *Scirpus palustris*
130. *Epilobium hirsutum* L.
131. *Equisetum maximum* Lamk.
132. *Equisetum ramossissimum* Desf.
133. *Eragrostis atrovirens* (Desf.) Trin var. *fontanesiana* Maire
134. *Eragrostis pilosa* (L.) P.Beauv.
135. *Erica arborea* L.
136. *Erica scoparia* L.
137. *Erodium botrys* (Cav.) Bertol.

138. *Erodium cicutarium* l'Her
139. *Eryngium barrelieri* Boiss.
140. *Eryngium tricuspdatum* L.
141. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Originaire de l'Australie : Tasmanie).
142. *Eucalyptus gomphocephala* D.C. (Originaire de l'Australie : Tasmanie).
143. *Euphorbia biumbellata* Poiret
144. *Euphorbia helioscopia* L.
145. *Euphorbia paralias* L.
146. *Euphorbia peplis* L.
147. *Euphorbia terracina* L. = *E. provincialis*
148. *Evax pigmaea* (L.) Brot. = *Evax asteriscifolia*.
149. *Fedia graciliflora* Fischer & Meyer
150. *Ficus carica* L.
151. *Filago gallica* L. = *Logfia gallica*
152. *Fimbristylis squarrosa* (Poir.) Vahl.
153. *Fraxinus angustifolia* Vahl. = *F. oxyphylla* = *F. Oxycarpa*
154. *Fuirena pubescens* (Poir.) Kunth. = *Scirpus pubescens*
155. *Fumaria capreolata* L.
156. *Funaria hygrometrica* Hedw.
157. *Galactites tomentosa* (L.) Moench.
158. *Galium ellipticum* (Willd.) Horn. = *G. rotundifolium* subsp. *ovalifolium*
159. *Galium palustre* L. var. *elongatum* (Presl.) Lauge = *G. debile*
160. *Genista ferox* Poiret
161. *Geranium dissectum* L.
162. *Geranium molle* L.
163. *Geranium robertianum* L.
164. *Glaucium flavum* Crantz.
165. *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.
166. *Gymnogramma leptophylla* (L.) Desv. = *Grammitis leptophylla*
= *Anogramma leptophylla*
167. *Halimium halimilium* (L.) Willk = *Helianthemum halimifolium* = *Cistus halimifolius*
168. *Hedera helix* L.
169. *Holcus lanatus* L.
170. *Hordeum murinum* L.
171. *Hyoseris radiata* L. = *H. blechnoides*
172. *Hypericum aefrum* Desf.
173. *Hypericum androsaemum* L. = *Androsaemum officinalis*
174. *Hypericum perforatum* L.
175. *Hypochoeris radicata* L. var. *heterocarpa* Moris
176. *Illecebrum verticillatum* L.
177. *Inula graveolens* (L.) Desf. = *Dittrichia graveolens*
178. *Inula viscosa* (L.) Ait = *Dittrichia viscosa*
179. *Iris planifolia* (Mill.) Dur & Sch. = *I. alata* ; *I. scorpioïdes*
180. *Iris pseudo-acorus* L.
181. *Iris unguicularis* Poiret = *I. stylosa*
182. *Isoetes hystrix* Dur.
183. *Isoetes velata* A. Br. subsp. *typica* (Fiori et Paol.) Maire et Weiller
184. *Juncus acutus* L.
185. *Juncus articulatus* L. = *J. lempocarpus*
186. *Juncus bufonius* L. subsp. *eu-bufonius* Bris.

187. *Juncus bulbosus* L = *J. supinus*
188. *Juncus capitatus* Weig.
189. *Juncus conglomeratus* L.
190. *Juncus effusus* L.
191. *Juncus heterophyllus* Desf.
192. *Juncus maritimus* Lamk.= *Juncus rigidus*
193. *Juncus pigmaeus* Rich. ex Thuill.
194. *Juncus tenageia* Ehrh. subsp. *eu-tenageia* M.
195. *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (S. et Sm.) Ball.
196. *Koeleria hispida* (Savi) D.C.
197. *Lactuca muralis* (L.) Fres. = *L. atlantica*
198. *Lactuca viminea* (L.) J. Presl. var. *chondrilliflora* (Bor.) Car. et Saint léger
199. *Lagurus ovatus* L.
200. *Lamarckia aurea* (L.) Moench.
201. *Lamium bifidum* Cyr.
202. *Lamium flexuosum* Ten.
203. *Lamium purpureum* L.
204. *Laurentia bicolor* (Batt.) Maire & Steph. = *Solenopsis bicolor*
205. *Laurus nobilis* L.
206. *Lavandula stoechas* L.
207. *Lavatera cretica* L. = *L. sylvestris*
208. *Lavatera olbia* L.
209. *Leersia hexandra* Sw. = *Oryza hexandra*
210. *Lemna gibba* L.
211. *Lemna minor* L.
212. *Linaria commutata* Chaz. = *L. graeca*
213. *Linaria flava* (Poir.) Desf.
214. *Linaria pinnifolia* (Poir.) Maire. = *L. reticulata*
215. *Linaria reflexa* Desf.
216. *Linum usitatissimum* L. subsp. *angustifolium* (Huds) Fiori
217. *Lolium multiflorum* Lamk.
218. *Lotus corniculatus* L. subsp. *decumbens* (Poiret) Briq.
219. *Lotus edulis* L.
220. *Lotus hispidus* Desf. ex DC.
221. *Lotus pedunculatus* Cav. = *L. uliginosus* = *L. major*
222. *Ludwigia palustris* (L.) Elliot = *Isnardia palustris*
223. *Lupinus angustifolius* L.
224. *Lupinus luteus* L.
225. *Luzula forsteri* (Sm.) DC.
226. *Lycopus europaeus* L.
227. *Lythrum junceum* Soland.= *L. graeffi* ; *L. flexuosum* ; *L. meonanthum*
228. *Lythrum hyssopifolia* L.
229. *Lythrum salicaria* L.
230. *Malcomia parviflora* DC. = *Hesperis ramosissima*
231. *Medicago orbicularis* (L.) All.
232. *Melica minuta* L. subsp. *major* (Parl.) Trab.
233. *Melilotus infestus* Guss.
234. *Mentha aquatica* L.
235. *Mentha pulegium* L.
236. *Mentha rotundifolia* L.

237. *Mibora minima* (L.) Desv.
 238. *Myosotis collina* Hoffm. = *Myosotis hispida*
 239. *Myosotis lingulata* Lehm. var. *sicula* (Guss.) Batt.
 240. *Myriophyllum alterniflorum* DC.
 241. *Myrtus communis* L.
 242. *Narcissus tazetta* L.
 243. *Nasturtium officinalis* R. Br. = *Rorripa nasturtium aquatica*
 244. *Nerium oleander* L.
 245. *Nymphaea alba* L.
 246. *Oenanthe fistulosa* L.
 247. *Oenanthe globulosa* L.
 248. *Olea europea* L. var. *oleaster*
 249. *Ononis pubescens* L.
 250. *Ononis repens* L.
 251. *Ormenis mixta* L. = *Chamaemelum mixtum*
 252. *Ornithopus pinnatus* (Mill) Druce = *O. ebreacteatus* = *Arthrolobium ebreacteatum*
 253. *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch et Schw.
 254. *Osmunda regalis* L.
 255. *Oxalis cernua* Thumb. = *O. pes-caprae* (Originaire d'Afrique du Sud et du Cap).
 256. *Oxalis corniculata* L.
 257. *Oxalis floribunda* Lehm = *O. articulata*
 258. *Panicum repens* L.
 259. *Paronychia argentea* (Pourr.) Lamk
 260. *Paspalum distichum* L. = *Panicum vaginatum*
 261. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. = *P. communis* subsp. *gigantea* = *Arundo phragmites* =
Phragmites humilis = *P. gigantes* = *P. pungens*
 262. *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm. = *Scolopendrium vulgare*. = *S. officinale*
 263. *Phillyrea latifolia* L. = *P. angustifolia* subsp. *latifolia*
 264. *Phytolacca americana* L. = *P. decandra* = *P. acinos* (Originaire d'Amérique du
 Nord. Naturalisée).
 265. *Pinus maritima* Lamk = *P. pinaster*
 266. *Pistacia lentiscus* L.
 267. *Plantago coronopus* L. subsp. *macrorrhiza* (Poir.) Fiori
 268. *Plantago crassifolia* Forssk.
 269. *Plantago lanceolata* L.
 270. *Plantago major* L.
 271. *Plantago psyllium* L. = *P. afra*
 272. *Poa annua* L.
 273. *Poa trivialis* L.
 274. *Polycarpon tetraphyllum* L.
 275. *Polygonum hydropiper* L. = *Persicaria hydropiper*
 276. *Polygonum lapathifolium* L. = *Persicaria lapathifolia*
 277. *Polygonum salicifolium* Brouss.
 278. *Polygonum senegalense* Meiss. var. *numidicum* Maire
 279. *Polypodium vulgare* L. = *P. cambricum*
 280. *Polypogon maritimum* Willd. subsp. *subspathaceus* (Req.) Asch. & Graebn.
 281. *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.
 282. *Populus alba* L.
 283. *Populus nigra* L.
 284. *Potamogeton lucens* L.

285. *Potamogeton nodosus* Poir = *P. fluitans*
 286. *Potamogeton trichoides* Cham. et Schl.
 287. *Potentilla reptans* L.
 288. *Prunella vulgaris* L. = *Brunella vulgaris* = *B. algeriensis* = *B. parviflora*
 289. *Prunus avium* L. = *Cerasus avium*
 290. *Prunus padus* L. = *Padus avium*
 291. *Pteris aquilina* L. = *Pteridium aquilinum*
 292. *Puccinellia distans* (L.) Parl. subsp. *eu-distans* M. et W. = *Atropis distans*
 293. *Quercus coccifera* L.
 294. *Quercus faginea* Lamk. Subsp. *mirbeckii* Lamk.
 295. *Quercus suber* L.
 296. *Ranunculus baudotii* Godr.
 297. *Ranunculus bulbosus* L.
 298. *Ranunculus ficaria* L. = *Ficaria verna*
 299. *Ranunculus flammula* L.
 300. *Ranunculus hederaceus* L. = *R. homoephyllus* = *R. mauritanicus*
 301. *Ranunculus macrophyllus* Desf.
 302. *Ranunculus muricatus* L.
 303. *Ranunculus ophioglossifolius* Villars
 304. *Ranunculus parviflorus* L.
 305. *Ranunculus sardous* Crantz.
 306. *Ranunculus sceleratus* L.
 307. *Ranunculus trichophyllus* Chaix.
 308. *Raphanus raphanistrum* L.
 309. *Retama monosperma* L. subsp. *bovei* (spach.) Maire
 310. *Rhamnus alaternus* L. subsp. *eu-alaternus* Maire
 311. *Rhamnus frangula* L. = *Frangula alnus*
 312. *Ricinus communis* L. (originaire des Indes).
 313. *Romulea bulbocodium* (L.) Seb & Maur. subsp. *rouyana* (Batt.) M. et W.
 314. *Rorripa amphibia* (L.) Besser
 315. *Rosa canina* L.
 316. *Rosa sempervirens* L.
 317. *Rubia peregrina* L.
 318. *Rubus incanescens* (DC.) Bertol = *R. numidicus*
 319. *Rubus ulmifolius* Schott = *R. discolor* = *R. atlanticus*
 320. *Rumex bucephalophorus* L.
 321. *Rumex conglomeratus* Murr.
 322. *Rumex pulcher* L.
 323. *Ruscus hypophyllum* L.
 324. *Sagina procumbens* L.
 325. *Salix alba* L.
 326. *Salix cinerea* L. = *S. atrocinerea*
 327. *Salix pedicellata* Desf.
 328. *Salvinia natans* (L.) All.
 329. *Sambucus ebulus* L.
 330. *Sambucus nigra* L.
 331. *Sanguisorba mauritanica* Desf. = *Poterium Duriaei* ; = *P. numidicus*
 332. *Satureja calamintha* Scheele subsp. *adscendens* (Jord.)
 333. *Shoenus nigricans* L.
 334. *Scilla aristidis* Coss.

335. *Scilla autumnalis* L.
336. *Scirpus cernuus* Vahl. = *Isolepis cernua*
337. *Scirpus holoschoenus* L. = *S. ramosus* = *Scirpoides holoschoenus*
338. *Scirpus inclinatus* (Del.) Asch. et Sw.
339. *Scirpus lacustris* L. = *Schoenoplectus lacustris*
340. *Scirpus maritimus* L. = *Bolboschoenus maritimus*
341. *Scirpus setaceus* L. = *Isolepis setacea*
342. *Scleropoa rigida* (L.) Gris = *Desmazeria rigida* = *Sclerochloa rigida*
343. *Scolymus hispanicus* L.
344. *Scorpiurus vermiculatus* L.
345. *Scrophularia aquatica* Loefl. ex L. subsp. *auriculata* (L.) Nov
346. *Scrophularia sambucifolia* L.
347. *Scrophularia tenuipes* Coss. & Dur.
348. *Sedum album* L. subsp. *album*
349. *Sedum caeruleum* L.
350. *Selaginella denticulata* (L.) Link.
351. *Senecio jacobae* L. = *Senecio erraticus*
352. *Senecio leucanthemifolius* Poiret subsp. *poiretianus* M.
353. *Senecio vulgaris* L.
354. *Sherardia arvensis* L.
355. *Sideritis romana* L. subsp. *numidica* Batt.
356. *Silene coeli rosa* (L.) A. Br. = *Lychnis coeli-rosa* = *Eudianthe coeli-rosa*
357. *Silene colorata* Poiret = *S. bipartita*
358. *Silene gallica* L.
359. *Silene cucubalus* Wibel = *S. inflata*
360. *Silybum marianum* (L.) Gaertn.
361. *Sinapis arvensis* L.
362. *Sinapis pubescens* L. subsp. *eu-pubescens* Maire & Weiller
363. *Smilax aspera* L.
364. *Solanum dulcamara* L.
365. *Solanum nigrum* L. subsp. *eu nigrum* Rouy
366. *Solanum sodomaeum* L.
367. *Sonchus asper* (L.) Hill.
368. *Sonchus oleraceus* L.
369. *Sparganium erectum* L. subsp. *polyedrum* = *S. ramosum*.
370. *Specularia falcata* (Ten.) A. DC. = *Legousia falcata*
371. *Spergula arvensis* L.
372. *Spergularia bocconi* (Scheele) Asch.
373. *Spergula flaccida* (Roxb) Asch. = *Spergula fallax*
374. *Sphagnum auriculatum* Schimp. = *S. denticulatum*
375. *Stachys arvensis* L.
376. *Stachys marrubifolia* Viv.
377. *Stellaria media* (L.) Vill
378. *Tamarix gallica* L (Originaire des Canaries).
379. *Tamus communis* L.
380. *Taxodium distichum* (L.) Rich.
381. *Tetragonolobus biflorus* Ser. = *Lotus biflorus*
382. *Tetragonolobus maritimus* (L.) Roth.
383. *Tetragonolobus purpureus* Moench.
384. *Tolpis barbata* (L.) Gaertn.

385. *Torilis arvensis* (Huds.) Link subsp. *neglecta* Thell. = *T. infesta*
386. *Torilis nodosa* (L.) Gaertn.
387. *Tribulus terrestris* L. = *T. terrester*
388. *Trifolium angustifolium* L.
389. *Trifolium arvense* L.
390. *Trifolium campestre* Schreb.
391. *Trifolium filiforme* L. = *T. micranthum*
392. *Trifolium ishmocarpum* Brot. var. *jaminianum* (Boiss) Gib et Belli.
393. *Trifolium pratense* L.
394. *Trifolium repens* L.
395. *Trifolium resupinatum* L.
396. *Trifolium squarrosum* L.
397. *Trifolium subterraneum* L.
398. *Typha angustifolia* L.
399. *Typha latifolia* L. subsp. *latifolia* Gr.
400. *Ulmus campestris* L.
401. *Urginea maritima* (L.) Baker = *Scilla maritima*
402. *Urtica dioica* L.
403. *Urtica membranacea* Poir.
404. *Urtica pilulifera* L.
405. *Utricularia exoleta* R. Br.
406. *Utricularia vulgaris* L. subsp. *major*
407. *Verbascum sinuatum* L.
408. *Verbena officinalis* L.
409. *Veronica agrestis* L.
410. *Veronica cymbalaria*
411. *Veronica anagallis aquatica* L.
412. *Viburnum tinus* L.
413. *Vicia altissima* Desf.
414. *Vicia hirsuta* (L.) S.F Gray.
415. *Vicia narbonensis* L.
416. *Vicia sativa* L.
417. *Vicia sativa* L. subsp. *angustifolia* (L.) Gaudin.
418. *Viola denhardtii* Ten.
419. *Vitex agnus castus* L.
420. *Vitis vinifera* L.
421. *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.
422. *Xanthium spinosum* L.

Remarque :

Cette liste est basée sur la nomenclature et les synonymes cités dans la flore de : Quézel et Santa (1962-1963).

Les noms des espèces sont actualisés ci-dessous dans une autre liste selon Le Floc'h (2010)- (Cf. ANNEXES 5)

ANNEXE 2

Origine biogéographique, degré de rareté national (D.R.N) et degré de rareté local (D.R.L) des espèces inventoriées
Nomenclature de Quézel et Santa (1962-1963)

Famille	Espèce	Origine biogéographique	D.R.N	D.R.L
Acanthaceae	<i>Acanthus mollis</i>	Méd.	R.	CC.
Alismataceae	<i>Alisma plantago aquatica</i>	Circumbor.	R.	CC.
	<i>Echinodorus ranunculoides</i>	Atl-Méd.	AC : Tell constantinois et algérois	C.
Amaranthaceae	<i>Amaranthus angustifolius</i> subsp. <i>sylvestris</i>	Cosm.	-	C.
	<i>Alternanthera sessilis</i>	Pan-trop.	RR.	RR.
Amaryllidaceae	<i>Narcissus tazetta</i>	Méd.	AC.	AC.
Vitaceae (Ampelidaceae)	<i>Vitis vinifera</i>	Méd.	CC.	CC.
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i>	Méd.	CC.	CC.
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Méd.	CC.	CC.
Araceae	<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>exsertum</i>	CircumMed.	Rare à l'ouest	C.
	<i>Arum italicum</i>	Atl-Méd	AR. à l'ouest d'Alger	C.
	<i>Colocasia antiquorum</i> var. <i>typica</i>	Trop.	R. K 2-3	R.
Araliaceae	<i>Hedera helix</i>	Euro-Méd.	CC.	C.
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia longa</i> subsp. <i>paucinervis</i>	Méd.	R:K 1-2; A1 ; O3	R.
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i>	Paléotemp.	AR K 1-2-3; 0-2000m	C.
Boraginaceae	<i>Borago longifolia</i>	End -N.A	AR.A1-K3	AR.
	<i>Borago officinalis</i>	W.Méd	CC. dans tout le Tell	CC.
	<i>Cerithe major</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Méd.	C.	CC.
	<i>Echium plantagineum</i>	Méd.	CC. dans tout le Tell	CC.
	<i>Myosotis collina</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Myosotis lingulata</i> var. <i>sicula</i>	Circumbor.	RR.	AR.
Callitrichaceae	<i>Callitriche obtusangula</i>	Europ.	AC dans tout le Tell.	AC.
Campanulaceae	<i>Campanula alata</i>	End. Alg -Tun.	AC K1-K2-K3; R O1-O2	R.
	<i>Campanula dichotoma</i>	Méd.	C.	AC.
	<i>Campanula rapuncululus</i>	Euro-Méd.	C.ds tte l'Alg; sauf sur les Hts plateaux, R:AS	C.

Campanulaceae	<i>Laurentia bicolor</i>	End-Num.	AC. K3; RR : K1 Cap Sigli.	AC.
	<i>Specularia falcata</i>	Méd.	AR.	R.
Caprifoliaceae	<i>Sambucus ebulus</i>	Euras	AR A1-2, K1-2-3,C, AS3- RR ailleurs:O3	R.
	<i>Sambucus nigra</i>	S.Europ.	R spontané dans les mont. du constant.	R.
	<i>Viburnum tinus</i>	Med.	C.	C.
Caryophyllaceae S/F Alsinoideae	<i>Cerastium glomeratum</i>	Cosm.	C.	C.
	<i>Cerastium pentandrum</i> subsp. <i>gussonei</i>	Méd.	AC. : littoral constantinois	C.
	<i>Sagina procumbens</i>	Cosm.	RR. Edough	RR.
	<i>Stellaria media</i>	Cosm.	C.	C.
Caryophyllaceae S/F paronychioideae	<i>Illecebrum verticillatum</i>	Méd-Atl.	RR.	RR.
	<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	Méd.	C.	CC.
	<i>Paronychia argentea</i>	Méd.	C.	CC.
	<i>Spergula arvensis</i>	Cosm.	C.	C.
	<i>Spergula flaccida</i>	Méd.	C. AR:SS, SC	C.
	<i>Spergularia bocconeii</i>	Subcosm.	CC. sauf en altitude	CC.
Caryophyllaceae S/F Silénoideae	<i>Silene coeli-rosa</i>	W.Méd	C.Tell algéro–constantinois R:Oran.	C.
	<i>Silene colorata</i>	Méd.	C. dans l'algérois	C.
	<i>Silene cucubalus</i>	Euras.	C: Tell, Hts plateaux, Atlas sahariens	C.
	<i>Silene gallica</i>	Méd.	CC. Tell; R ailleurs AS3.	CC.
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cosm.	C. Tell	C.
Cistaceae	<i>Cistus monspeliensis</i>	Méd,	CCC.	C.
	<i>Cistus salviifolius</i>	Euras- Méd.	CC.	CC.
	<i>Halimium halimifolium</i> subsp. <i>halimifolium</i>	W-Méd.	AC.	CCC.
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> subsp. <i>album</i>	Cosm.	AC. : dans le Tell, R. ailleurs.	C.
Composées (Asteraceae) (tubuliflores)	<i>Anthemis arvensis</i>	Méd.	C.; R : A1	CC.
	<i>Aster squamatus</i>	Pl. d'Am du sud nat. en Alg.	CC.	CC.
	<i>Bellis annua</i>	Circum - Méd.	CCC.	CCC.
	<i>Bellis repens</i>	Circum - Méd.	R?	AR.
	<i>Chrysanthemum fontanaseii</i>	Endémique N-A	C:Tell algéro - constantinois.	C.
	<i>Chrysanthemum myconis</i>	Méd.	C. Tell RR. ailleurs	C.
	<i>Conyza naudini</i>	Originaire d'Amérique	C.	C.
	<i>Cotula coronopifolia</i>	Sub - cosm.	Inc.	CC.
	<i>Evax pigmaea</i>	Circum-Méd.	CCC.	CCC.
<i>Filago gallica</i>	Sub - Méd; Sub - Atl.	CC.	CC.	

Composées (Asteraceae) (tubuliflores)	<i>Inula graveolens</i>	Sub - Méd.	CC.	CC.
	<i>Inula viscosa.</i>	Circum - Méd.	CC:Tell ; RR ailleurs	CC.
	<i>Ormenis mixta</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Senecio jacobae</i>	Euras - N.A	CC. dans les marais du Tell	CC.
	<i>Senecio leucanthemifolius</i> subsp. <i>poiretianus</i>	W-Méd-Canar-Syrie	CC dans le Tell.	CC.
	<i>Senecio vulgaris</i>	Subcosm.	CCC.	CCC.
	<i>Xanthium spinosum</i>	Sub - cosm.	C.	C.
Composées (Asteraceae) (cinarocéphales)	<i>Carlina racemosa</i>	Iber N.A - Sicile	C.	CCC.
	<i>Centaurea calcitrapa</i>	Euro-Méd.	CCC.	CCC.
	<i>Centaurea napifolia</i>	W.Méd	CC.Tell	CC.
	<i>Carduus numidicus</i>	Euro Sib.N.A.	Bône, Collo, Djurdjura	AC.
	<i>Echinops spinosus</i>	Sud - Méd -Sah.	C.	C.
	<i>Galactites tomentosa</i>	Circum - Méd.	CCC.	CCC.
	<i>Silybum marianum</i>	Cosm.	CCC.	CCC.
Composées (Asteraceae) (liguliflores)	<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>eu-vesicaria</i>	Eur.Méd.	C: Tell constantinois- Aurès	C.
	<i>Lactuca muralis</i>	Eur, Alg, Maroc.	R: K1: Djurdjura, K2: Babors; AS3:Aurès	RR.
	<i>Lactuca viminea</i> var. <i>chondrilliflora</i>	Méd.	CCC. Partout	CCC.
	<i>Hyoseris radiata</i>	Euro - Méd.	CC.	CC.
	<i>Hypochoeris radicata</i> var. <i>heterocarpa</i>	Euras.	CC.	CC.
	<i>Scolymus hispanicus</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>eu-asper</i>	Cosm.	CC. Partout	CC.
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cosm.	CC: dans toute l'Algérie	CC.
	<i>Tolpis barbata</i>	Méd.	C.	CC.
Convolvulaceae	<i>Calystegia sepium</i>	Paléo - temp.	C. Tell	C.
	<i>Convolvulus althaeoïdes</i> subsp. <i>elegantissimus</i>	Macar - Méd.	CC:dans toute l'Algérie surtout en montagne	CC.
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Euras.	CC.	AC.
Crassulaceae	<i>Cotyledon umbellicus veneris</i>	Méd-Atl.	Partout Murs, broussailles, rochers	C.
	<i>Sedum album</i> subsp. <i>album</i>	Euras.	C. dans toute l'Algérie	C.
	<i>Sedum ceruleum</i>	Cent. Méd.	CC.dans tout le Tell, Aurès	CC.
Cruciferaea (Brassicaceae)	<i>Alliaria officinalis</i>	Euras.	AC. K1, 2, 3.	AC.
	<i>Biscutella didyma</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Brassica procumbens</i>	End-Num.	C.	C.
	<i>Capsella bursa pastoris</i>	Méd.	CC.	CC.

Cruciferaea (Brassicaceae)	<i>Cardamine hirsuta</i> subsp. <i>hirsuta</i>	Circum-bor	C. partout sauf dans le Sud	C.
	<i>Malcomia parviflora</i>	Méd.	C:sables littoraux; R:littoral	CC.
	<i>Melilotus infestus</i>	S.Méd.	AC : Bône, Mitidja, Dahra	AC.
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Méd.	AC dans le Tell	CC.
	<i>Nasturtium officinale</i>	cosm.	C.	C.
	<i>Sinapis pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>	W.Méd.	C.	C.
	<i>Sinapis arvensis</i>	Paléotempéré	AC.	AC.
	<i>Rorripa amphibia</i>	Holart.	RR. Lacs de la Calle : Tonga, K2 : Collo.	RR.K3
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i>	Euras.	CC. Tell; R ailleurs.	CC.
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	Atl-Circum-Méd.	C.surtout sur le littoral	C.
Cyperaceae	<i>Carex acutiformis</i>	Euras.	R: K3: Bône, A1:Alger,O1: Mostaganem	R.
	<i>Carex distans</i> subsp. <i>eu-distans</i>	Paléo-tempéré	C: dans le Tell, AR:ailleurs, RR:SC.	C.
	<i>Carex divisa</i> var. <i>chaetophylla</i>	Atl-Méd.	C.	C.
	<i>Carex elata</i>	Europ.	RR.K3.	AR.
	<i>Carex flacca</i>	Subcosm.	AC Tell, AS3 Aurès.	AC.
	<i>Carex muricata</i> subsp. <i>divulsa</i>	Euras.	C.	C.
	<i>Carex paniculata</i>	Europ.	RR. non citée par Q & S (1962-1963)	RR.
	<i>Carex pendula</i>	Euras.	AC. Tell - AS3: Aurès.	AC.
	<i>Carex pseudo - cyperus</i>	Subcosm.	RR.	RR.
	<i>Carex punctata</i>	Atl-Méd.	AR.K1-2-3.	AR.
	<i>Carex remota</i>	Circumbor.	AR.K1-2 -3.A1, Alger C1.	C.
	<i>Carex sylvatica</i> var. <i>algeriensis</i>	Europ.	R:K1-2-3	RR.
	<i>Carex vulpina</i> subsp. <i>nemorosa</i>	Paléo-tempéré	AR K 1-2-3; C1 A2.	AR.
	<i>Cladium mariscus</i>	Subcosm.	R K 3 - A1.	R.
	<i>Cyperus esculentus</i>	Subtrop.	R:K2-3, A1, Alger	C.
	<i>Cyperus fuscus</i>	Paléo-tempéré	CC. Tell, Hauts pl. Atl.Sah, Oasis du Sah.	CC.
	<i>Cyperus flavescens</i>	Subcosm.	R:K2-3, A2: la Chiffa, O.el Alleug.	R.
	<i>Cyperus longus</i> subsp. <i>eu-longus</i>	Paléo et subtrop.	RR.K3:Bône, K2: O.Zhour	C.
	<i>Eleocharis multicaulis</i>	Subatl - Europ.	RR.K3:la Calle - Senhadja.	RR.
	<i>Eleocharis palustris</i>	Subcosm.	CC. en Algérie, R.SS, SC	CC.
	<i>Fimbristylis squarrosa</i>	Trop.et subtrop.	R. K3 Bône, la calle.	RR.
	<i>Fuirena pubescens</i>	Pléo-trop.	RR:K3:la Calle.	R.
	<i>Schoenus nigricans</i>	Subcosm.	AC. Tell, Hauts Plateaux, Atlas saharien	AC.
	<i>Scirpus cernuus</i>	Subcosm.	CC.Tell.	CC.

Cyperaceae	<i>Scirpus setaceus</i>	Paléotempéré - Subtrop.	Lieux humides RR: O3	RR.
	<i>Scirpus holoschoenus</i>	Paléotempéré	CC. ; R: SS, SC.	CC.
	<i>Scirpus inclinatus</i>	Trop.	RR:K3, Senhadja au lac des Canards	RR.
	<i>Scirpus lacustris</i>	cosm.	AC K1-2-3 C1; A1; O1.	AC.
	<i>Scirpus maritimus</i>	cosm.	CC.Tell, Hts plateaux, Atl.Sah,Oasis du Sah.	CC.
Dipsacaceae	<i>Dipsacus fullonius</i>	Eur - As.	CC. Tell.	CC.
Dioscoreaceae	<i>Tamus communis</i>	Atl - Méd.	C. Tell.	C.
Equisetaceae	<i>Equisetum maximum</i>	Circumbor. Tempéré	AC. dans le Tell algéro-constantinois	AC.
	<i>Equisetum ramosissimum</i>	Circum - bor.	C.	AC.
Ericaceae	<i>Erica arborea</i>	Méd.	CC. Tell jusqu'en montagne	CC.
	<i>Erica scoparia</i>	Méd - Atl.	AR. K1 - 2 - 3.	AR.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia biumbellata</i>	W.Méd	R. K2 - 3	C.
	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euras.	CC.	CC.
	<i>Euphorbia paralias</i>	Méd-Atl.	C.	CC.
	<i>Euphorbia peplis</i>	Méd-Atl.	AC: sur tout le littoral	AC.
	<i>Euphorbia terracina</i>	Méd.	C.	C.
	<i>Ricinus communis</i> (introduite)	Trop.	AC.	AC.
Fumariaceae	<i>Fumaria capreolata</i>	Méd.	C.	C.
Fagaceae	<i>Quercus coccifera</i>	W. Méd.	C. Tell à l'Est d'Alger.	CC.
	<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>mirbeckii</i>	Méd - Atl.	AC.	AC.
	<i>Quercus suber</i>	W.Méd	C.	C.
Gentianaceae	<i>Centaurium spicatum</i>	Méd.	C. dans toute l'Algérie. R: SS, SC	C.
	<i>Centaurium umbellatum</i> subsp. <i>grandiflorum</i>	Eur - Méd.	C.	C.
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Méd.	C.	CCC.
	<i>Erodium botrys</i>	Méd.	C. Tell.	C.
	<i>Geranium dissectum</i>	Euras.	R.	R.
	<i>Geranium molle</i>	Euras.	CC.	CC.
	<i>Geranium robertianum</i> subsp. <i>purpureum</i>	Cosm.	CC. dans toute l'Algérie	CC.
Graminaea (Poaceae)	<i>Agrostis semi - verticillata</i>	Paléo - temp.	C. sauf au Sahara; R:SC.	C.
	<i>Agrostis stolonifera</i> subsp. <i>scabriglumis</i>	Circumbor.	AC K2 - K3	AC.
	<i>Aira cupaniana</i>	W. Méd-Crête	AC: dans tout le Tell.	AC.
	<i>Alopecurus bulbosus</i>	Méd - Atl.	AC. K3 - K2; A1	AC.
	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	W. Méd.	CC:Tell, AR:AS2-3	CC.
	<i>Anthoxantum odoratum</i>	Circumbor.	C.	C.

Graminaea (Poaceae)	<i>Arundo donax</i>	Méd.	C. Tell, Hauts plateaux, SS2 : Biskra.	C.
	<i>Avena sterilis</i>	Macar-Méd-Irano- Tour.	CC.	CC.
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Paléo - temp.	C. Tell	C.
	<i>Brachypodium distachyum</i>	Paléo - subtrop.	CC.	CC.
	<i>Briza minor</i>	Thermo - subcosmo.	C. Tell	C.
	<i>Briza maxima</i>	Paléo - temp.	CC.	CC.
	<i>Bromus sterilis</i>	Paléo - temp.	AC K1 - 2; A2 - AS1 AS2 -3.	AC.
	<i>Cynodon dactylon</i>	Thermo.cosmo.	CC.	C.
	<i>Cynosurus elegans</i> subsp. <i>aurasiacus</i>	Endémique	C:Tell, Hauts Plateaux, Atlas Saharien	C.
	<i>Cynosurus polybracteatus</i>	End - Algéro - Tun.	C.	C.
	<i>Dactylis glomerata</i>	Paléo - temp.	C. du littoral à l'Atlas saharien	C.
	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	Pan.Trop.	R.	R.K3
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Thermo.cosmo.	CC.	CC.
	<i>Echinochloa crus - galli</i>	Cosm.	Partout	AC.
	<i>Eragrostis atrovirens</i> var. <i>fontanesiana</i>	Paléo et Nétropical	RR.	RR.K3
	<i>Eragrostis pilosa</i>	Thermo.cosmo.	RR:la Calle, AR:SC, SM,SO	RR.
	<i>Glyceria fluitans</i>	Subcosm.	K1 - 2 - 3; O3	C.
	<i>Hordeum murinum</i>	Circumbor.	CC.	R.
	<i>Holcus lanatus</i>	Circumbor.	RR.	CC.
	<i>Koeleria hispidula</i>	Ital - Sicile - Sardaigne.	CC. Est; RR. Ouest.	CC.
	<i>Lagurus ovatus</i>	Macar - Méd.	CC.	CC.
	<i>Lamarckia aurea</i>	Macar - Méd. Ethiopie.	CC: Tell	AC.
	<i>Leersia hexandra</i>	Trop et Subtrop.	R.	AC.
	<i>Lolium multiflorum</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>	Méd.	C. dans le Tell.	C.
	<i>Mibora minima</i>	Atl-Méd.	RR.	RR.K3
	<i>Oryzopsis miliacea</i>	Méd-Iran-Tour.	C. du littoral au sahara	C.
	<i>Panicum repens</i>	Macar - Méd - Trop.	C.	C.
	<i>Paspalum distichum</i>	Trop.	R. A1; O1.	AC.
	<i>Phragmites australis</i>	Cosm.	C.	C.
	<i>Puccinella distans</i> subsp. <i>eu-distans</i>	Paléo - temp.	C.	AC.
	<i>Poa annua</i>	cosm.	C.	C.
<i>Poa trivialis</i>	Atl - Sah - Macar - Euras.	AC.	AC.	
<i>Polypogon maritimum</i> subsp. <i>subspathaceus</i>	Atl - Med – As. occident.;Sib.	C.	AC.	

Graminaea (Poaceae)	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Paléo - sub trop.	CC.	CC.
	<i>Scleropoa rigida</i>	Macar - euras.	CC:Tell R: AS.	C.
Halorrhagaceae	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Eur.	R:K1-2-3, A1	R.
Hypericaceae	<i>Hypericum androsaemum</i>	Méd - Atl.	R K1, 2, 3, C1,	R,
	<i>Hypericum afrum</i>	End - Numidie.	AC K2 - K3; RR: K1.	AC.
	<i>Hypericum perforatum</i>	Euras.	C:Tell; R: ailleurs; Aurès - Bellezma.	C.
Isoetaceae	<i>Isoetes hystrix</i>	Atl - Méd.	AC Tell.	AC.
	<i>Isoetes velata</i> subsp. <i>typica</i>	Méd.	RR.	C.
Iridaceae	<i>Iris planifolia</i>	Méd.occid.	AC.	AC.
	<i>Iris pseudo-acorus</i>	Euras.	C.	C.
	<i>Iris unguicularis</i>	End - algéro - Tun.	CC. Tell constantinois et algérois	CC.
	<i>Romulea bulbocodium</i>	Méd.	C: K1 - 2 - 3, H2, A1.	C.
Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	Sub cosm.	CC.	CC.
	<i>Juncus articulatus</i>	Circumbor.	C dans le Tell, RR: AS1 Ain sefra, SC.	C.
	<i>Juncus bufonius</i> subsp. <i>eu-bufonius</i>	cosm.	R:K : K1 - 2 - 3, C1, C2	CC.
	<i>Juncus bulbosus</i>	Europ.	RR.	R.
	<i>Juncus capitatus</i>	Atl - Méd.	AC.	AC.
	<i>Juncus conglomeratus</i>	Paléo - bor.	AC	AC.
	<i>Juncus effusus</i>	Europ.	AC: Tell.	AC.
	<i>Juncus heterophyllus</i>	Alt - W - Méd.	R: K1 - 2 - 3	AR.
	<i>Juncus maritimus</i>	Subcosm.	C.	CC.
	<i>Juncus pigmaeus</i>	Atl-Méd.	AC:dans le Tell, RR: ailleurs.	CC.
	<i>Juncus tenageïa</i> subsp. <i>eu-tenageïa</i>	paléo - temp.	AC constantinois R: O3.	AC.
	<i>Luzula forsteri</i>	Subatl - Subméd.	AC: Tell.	AR.
Lamiaceae (Labiée)	<i>Lamium bifidum</i>	Méd.	RR.K3:la Calle	RR.
	<i>Lamium flexuosum</i>	W - Méd.	AC:A1-2, K1-2-3, C1.	AC.
	<i>Lamium purpureum</i>	Euras	R: épars dans le Tell, surtout en montagne	R.
	<i>Lavandula stoechas</i>	Méd.	CC. Dans tout le Tell	CC.
	<i>Lycopus europeus</i>	Circum - bor.	AR:Tell.	AR.
	<i>Mentha aquatica</i>	Paléo - temp.	AR:Tell. Lieux humides.	AR.
	<i>Mentha pulegium</i>	Euras.	AC: Tell	C.
	<i>Mentha rotundifolia</i>	Atl - Méd.	CC.	CC.
	<i>Prunella vulgaris</i>	Eur - Méd.	AR:A1 - 2; K1 - 2 - 3; C1 - AS3,	AR.
<i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>adscendens</i>	Euras	CC:dans tout le Tell	CC.	

Lamiaceae (Labiée)	<i>Sideritis romana</i> subsp. <i>numidica</i>	Méd.	RR K2 - K3	RR.
	<i>Stachys arvensis</i>	Eur - Méd.	CC.	CC.
	<i>Stachys marrubifolia</i>	Tyrrh.	R K1, 2, 3	AR.
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i>	Méd.	AC.Tell.	AC.
(Legumineuses-Papilionacées) (Fabaceae)	<i>Astragalus lusitanicus</i>	Méd.	C.	AR.
	<i>Bisserula pelecinus</i>	Méd.	AR.	AR.
	<i>Calycotome villosa</i>	Méd.	AC. à l'Est de Skikda littoral	C.
	<i>Cytisus monspessulanus</i>	Méd.	AC: Tell.	AC.
	<i>Cytisus triflorus</i>	W - Méd.	C:Tell constantinois; R: ailleurs.	C.
	<i>Genista ferox</i>	End - N-A	AR: à l'Est d'Alger. RR. à l'intérieur	AR.
	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>decumbens</i>	Euras.	AC.	AC.
	<i>Lotus edulis</i>	Méd.	C: Tell.	C.
	<i>Lotus hispidus</i>	Europ.	C.	C.
	<i>Lotus pedunculatus</i>	Euras.	R: Tell	R.
	<i>Lupinus angustifolius</i>	Méd.	C: Tell.	C.
	<i>Lupinus luteus</i>	Méd.	AC: Tell	AC.
	<i>Medicago orbicularis</i>	Méd.	C:Tell, R: H1-2, AS1-2-3	C.
	<i>Ononis pubescens</i>	Méd.	AC. Tell. RR.ailleurs	AC.
	<i>Ononis repens</i>	Eur.As.	C: K1 - 2 - 3, R: A2:O1-2-3.	C.
	<i>Ornithopus pinnatus</i>	Méd.	C : Tell algéro-constant.;R:Tell oranais	C.
	<i>Retama monosperma</i> subsp. <i>bovei</i>	Ibero - maur.	AC:Littoral; R: Bône.	AC.
	<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	Méd.	C.	C.
	<i>Tetragonolobus biflorus</i>	Italo - algér.	AC.	AC.
	<i>Tetragonolobus maritimus</i>	Europ.	R.	AC.
	<i>Tetragonolobus purpureus</i>	Méd.	C.	C.
	<i>Dorycnium rectum</i>	Méd.	C: Tell.	AR.
	<i>Trifolium angustifolium</i>	Méd.	C.	C.
	<i>Trifolium arvense</i>	Paléo - temp.	CC. Tell	CC.
	<i>Trifolium campestre</i>	Paléo - temp.	CC.	CC.
	<i>Trifolium filiforme</i>	S.Europ.	AR: Tell.	AR.
	<i>Trifolium ishmocarpum</i>	Méd.	C. Tell,	C.
<i>Trifolium pratense</i>	Euras.	AR:Tell, RR:ailleurs	AR.	
<i>Trifolium repens</i>	Circum - bor.	C: Tell.	C.	
<i>Trifolium resupinatum</i>	Méd.	C: Tell; R: AS	C.	

(Legumineuses-Papilionacées) (Fabaceae)	<i>Trifolium squarrosus</i>	Méd.	C: Tell.	C.
	<i>Trifolium subterraneum</i>	Méd - Atl.	AC. dans le Tell	AC.
	<i>Vicia altissima</i>	Italo - algér.	AC.	AC.
	<i>Vicia hirsuta</i>	N. Trop.	AR:O1-2-3 - A1-2	AR.
	<i>Vicia narbonensis</i>	Méd.	AR.	AR.
	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Eur - Méd.	R: Tell	R.
	<i>Vicia sativa</i>	Eur - Méd.	C: Tell; R: Ailleurs	C.
Lemnaceae	<i>Lemna gibba</i>	Sub - cosm.	R.	-
	<i>Lemna minor</i>	Sub - cosm.	R.	R.
	<i>Wolffia arrhiza</i>	paléo - temp.	RR : K3 Lac des Senhadja	RR.
Lentibulariaceae	<i>Utricularia exoleta</i>	Trop.	RR:K3	RR.
	<i>Utricularia vulgaris</i>	Circumbor.	R. K1, 2, 3	R.
Liliaceae / Alliaceae	<i>Allium triquetrum</i>	Méd.	C. à l'Est; AR à l'Ouest	C.
Liliaceae / Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i>	Méd.	CC :Tell; AR au Sahara.	AC.
Liliaceae / Asphodelaceae	<i>Asphodelus aestivus</i>	Canar - Méd.	CC.	CC.
Liliaceae / Ruscaceae	<i>Ruscus hypophyllum</i>	Madère.Eur - Méd.	AC Tell.	C.
Liliaceae / Hyacinthaceae	<i>Scilla aristidis</i>	End.Num(Alg-Tun).	AC.	AC.
Liliaceae / Hyacinthaceae	<i>Scilla autumnalis</i>	Sub - Méd	C.	C.
Liliaceae / Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i>	Macar - Méd - Ethiop.Inde.	CC.	CC.
Liliaceae / Hyacinthaceae	<i>Urginea maritima</i>	Can - Méd	AC K1 - K 2 - K3	CC.
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i>	Méd.	CC.	CC.
Lythraceae	<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Cosm.	CC.	CC.
	<i>Lythrum junceum</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Lythrum salicaria</i>	Cosm.	C:Tell; R: ailleurs.	C.
Malvaceae	<i>Lavatera cretica</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Lavatera olbia</i>	Méd.	C. dans le Tell.	C.
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Méd.	C.	C.
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i>	Méd.	CC.Tell algéro-constant.	CC.
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea alba</i>	Euras.	RR.	C.
Ombelliferae (Apiaceae)	<i>Apium crassipes</i>	W - Méd.	RR:A1 le Corso K2 - 3	AC.
	<i>Apium nodiflorum</i>	Atl - Med.	CC.	CC.
	<i>Daucus virgatus</i>	Méd.	R. K2 - 3	R.
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritimus</i>	Méd.	R.	R.
	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i>	Méd.	C: Tell.	C.

Ombelliferae (Apiaceae)	<i>Eryngium Barelieri</i>	Méd.	R: Tell	C.
	<i>Eryngium tricuspdatum</i>	W - Méd.	CC. R:K3, C1.	R.
	<i>Oenanthe fistulosa</i>	Euras.	CC. Tell	CC.
	<i>Oenanthe globulosa</i>	Euro - Méd.	CC.	CC.
	<i>Torilis arvensis</i> subsp. <i>neglecta</i>	Paléo - temp.	CC. dans toute l'Algérie	CC.
	<i>Torilis nodosa</i>	Euras.	CC.	CC.
Oleaceae	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Europ.	C.	C.
	<i>Olea europea</i> var. <i>oleaster</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Phillyrea angustifolia</i> subsp. <i>latifolia</i>	Méd.	CC. dans le Tell, RR ailleurs	CC.
Onagraceae (Oenanthaceae)	<i>Circaea lutetiana</i>	Circumbor.	AC : K1-2-3, R.:A2.	AC.
	<i>Epilobium hirsutum</i>	Eur - Méd.	C. ; RR:SC.	AR.
	<i>Ludwigia palustris</i>	Circumbor.	RR.	C.
Osmundaceae	<i>Osmunda regalis</i>	Subcosm.	K1-2-3.	AR.
Oxalidaceae	<i>Oxalis articulata</i>	Orig.Brésil.-(Subspont.)	-	-
	<i>Oxalis cernua</i>	Orig. du Cap.	CC. R:ailleurs.	CC.
	<i>Oxalis corniculata</i>	Cosm.	CC.	CC.
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	Subcosm.	C.	CC.
	<i>Anagallis crassifolia</i>	Atl.	R:K3	RR.
	<i>Anagallis monelli</i>	Med.occidentale.	AC.	AC.
	<i>Cyclamen africanum</i>	End.E-N-A.	CC:Tell littotal algéro -constantinois	C.
Palmae	<i>Chamaerops humilis</i>	W - Méd.	CC.	CC.
Papaveraceae	<i>Glaucium flavum</i>	Méd.	C.	C.
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i>	Naturalisée à la Calle.	-	C.
Pinaceae	<i>Pinus maritima</i>	W - Méd.	AR:K2-3	C.
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> subsp. <i>macrorrhiza</i>	Euras.	CC.	CC.
	<i>Plantago crassifolia</i>	Méd.	AR. Marais littoraux, RR:A1.	AR.
	<i>Plantago lanceolata</i>	Euras.	AC.	AC.
	<i>Plantago major</i>	Euras.	CC.	AR.
	<i>Plantago psyllium</i>	Sub.Méd.	CC.	AC.
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i>	Circumbor.	R.	R.
	<i>Potamogeton nodosus</i>	Subcosm.	C.Tell	C.
	<i>Potamogeton trichoides</i>	Euras. Afr - Austr.	AR.K2-3; A1-2.	AR.
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiper</i>	Circumbor.	RR:K3	AC.
	<i>Polygonum lapathifolium</i>	cosm.	C.Tell; RR:ailleurs.	C.

Polygonaceae	<i>Polygonum salicifolium</i>	Trop.Méd.	AC:Tell.	AC.
	<i>Polygonum senegalense</i>	Asie et Afr. trop.	RR:K3	RR.
	<i>Rumex bucephalophorus</i>	Méd.	CC:dans le Tell, AC:aill. : Atl. sah.	CC.
	<i>Rumex conglomeratus</i>	cosm.	C.	C.
	<i>Rumex pulcher</i>	Méd.	CC : Tell, R: ailleurs	CC.
Polypodiaceae / Adiantaceae	<i>Adiantum capillus veneris</i>	Atl-pseudo-Méd.	AC: Tell; Hts plateaux;AR:Sah.	AC.
Polypodiaceae / Pteridaceae	<i>Anogramma leptophylla</i>	Cosm. Subtrop.	C. dans le Tell.	C.
Polypodiaceae / Aspleniaceae	<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	Subcosm.	C:Tell; AS1-3; K3.	AR.
Polypodiaceae / Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i> subsp. <i>quadrivalens</i>	Cosm.temp.subarct.	C: Tell, As	C.
Polypodiaceae / Woodsiaceae	<i>Athyrium filix femina</i>	Circumbor.	AR:K1-2-3; A2.	AR.
Polypodiaceae / Dryopteridaceae	<i>Dryopteris aculeata</i> -(<i>Polysticum setiferum</i>)	Macar-Euras	R: K1 - 2 - 3, A2, O3: Mts de Tlemcen	R.
Polypodiaceae / Dryopteridaceae	<i>Dryopteris gongylodes</i> subsp. <i>propinqua</i>	Trop.	RR:K3	RR.
Polypodiaceae / Aspleniaceae	<i>Phyllitis scolopendrium</i>	Circumbor.	AC: Tell const., RR: A2: Chiffa, O. El Kebir	R.
Polypodiaceae	<i>Polypodium vulgare</i>	Subcosm.	CC.	CC.
Polypodiaceae / Dennstaedtiaceae	<i>Pteris aquilina</i>	Subcosm.	C.	CC.
Ranunculaceae	<i>Clematis cirrhosa</i>	Méd.	C. zones littorales	C.
	<i>Clematis flammula</i>	Méd.	C., R:AS1, AS2, AS3.	AC.
	<i>Ranunculus aquatilis</i> subsp. <i>baudotii</i>	Cosm.	C.	C.
	<i>Ranunculus bulbosus</i>	Euras.	R; C:en Oranie.	AC.
	<i>Ranunculus ficaria</i>	Euras.	C. zones littorales	C.
	<i>Ranunculus flammula</i>	Euras.	RR:lacs de la Calle.	AR.
	<i>Ranunculus hederaceus</i>	Méd - Atl.	AC:Tell.RR:ailleurs.	AC.
	<i>Ranunculus macrophyllus</i>	W - Méd.	CC:Tell; R ailleurs.	CC.
	<i>Ranunculus muricatus</i>	Méd.	C:Tell; R:ailleurs	C.
	<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Méd.	CC:Tell; R:Hauts plateaux.	CC.
	<i>Ranunculus parviflorus</i>	Méd - Atl.	R. dans le Tell littoral	R.
	<i>Ranunculus sardous</i>	Méd.	C:Tell.	C.
	<i>Ranunculus sceleratus</i>	Paléo - temp.	R:Tell; RR:ailleurs.	R.
	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Europ.	AC:Tell.	AC.
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Rhamnus frangula</i>	Eur - As.	RR.	RR.
Rosaceae	<i>Crataegus oxyacantha</i> subsp. <i>monogyna</i>	Euro - Méd.	C.	C.

Rosaceae	<i>Crataegus azarolus</i>	E - Méd.	AR:Tell.	AR.
	<i>Potentilla reptans</i>	Euras.	AC.	R.
	<i>Prunus avium</i>	Euras.	AC. K1, 2, 3.	AC.
	<i>Prunus padus</i>	Euras.	-	RRR.
	<i>Rosa canina</i>	Euras.	C:Tell.	C.
	<i>Rosa sempervirens</i>	Euras.	C:Tell.	C.
	<i>Rubus incanescens</i>	W - Méd.	K1-2-3, Ouarsenis	AC.
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Eur - Méd.	C.	C.
	<i>Sanguisorba mauritanica</i>	Ibéro - maur	AC:Tell.	AC.
Rubiaceae	<i>Galium ellipticum var. elongatum</i>	Euras.	CC:Tell.	CC.
	<i>Galium palustre</i>	Euras.	C.	C.
	<i>Rubia peregrina</i>	Med - Atl.	CC.	CC.
	<i>Sherardia arvensis</i>	Euras.	CC.	CC.
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Paléo - temp.	CC.	CC.
	<i>Populus nigra</i>	Paléo - temp.	R:K1-2-3; AS3, O3; Mts de Tlemcen.	R.
	<i>Salix alba</i>	Paléo - temp.	CC.	CC.
	<i>Salix cinerea</i>	Paléo - temp.	R:de Bougie à la frontière tunisienne	R.
	<i>Salix pedicellata</i>	Méd.	C.	C.
Salviniaceae	<i>Salvinia natans</i>	Paléo - temp.	RR.	RR.
Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum Orontium</i>	Méd.	AC.	AC.
	<i>Bellardia trixago</i>	Méd.	CC:Tell.	CC.
	<i>Linaria commutata</i>	Euro - Méd.	AC:Tell.	AC.
	<i>Linaria flava</i>	W - Méd.	K3.	R.
	<i>Linaria pinnifolia</i>	E.N.A.	R:K1-2-3.	AC.
	<i>Linaria reflexa</i>	C. Méd.	CCC.	CC.
	<i>Scrophularia aquatica</i> subsp. <i>auriculata</i>	Euro - Méd.	CC.	CC.
	<i>Scrophularia sambucifolia</i>	W - Méd.	CC:Tell.	CC.
	<i>Scrophularia tenuipes</i>	Endémique	R.K1-2-3	R.
	<i>Verbascum sinuatum</i>	Méd.	CC.	CC.
	<i>Veronica agrestis</i>	Euro.	AC:K1-2; H1-2-AS1-2-3.	AC.
	<i>Veronica anagallis aquatica</i>	Circumbor.	CCC.	CCC.
	<i>Veronica cymbalaria</i>	Méd.	CCC.	CCC.
Selaginellaceae	<i>Selaginella denticulata</i>	Atl - Méd.	CC.	CC.
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>	Cosm.	AC.	AC.

Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i>	Paléo - temp.	AR:Tell.	AR.
	<i>Solanum sodomaeum</i>	Méd.S.Afr.	C: Tell Alger, Bône, La Calle, Constantine	C.
	<i>Solanum nigrum</i>	Cosm.	CC.	CC.
Sparganiaceae	<i>Sparganium erectum</i>	Euras.	RR:K3; AC:K1-2-3;C, A1,O3.	AC.
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	N.Trop.	AC.	AC.
Thymeleaceae	<i>Daphne gnidium</i>	Méd.	C.	C.
Thyphaceae	<i>Thypha angustifolia</i>	Sub-Circumb.	CC. Tell,Hauts plateaux. SS,SC.	CC.
	<i>Thypha latifolia</i> subsp. <i>latifolia</i>	Subcosm.	AR:K3; A2;O3: Mascara	AR.
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Cosm.	AC:K1-2-3; AR:A1-2.	AC.
	<i>Urtica membranacea</i>	Méd.	C. dans leTell	C.
	<i>Urtica pilulifera</i>	Euras.	AC.	AC.
Ulmaceae	<i>Ulmus campestris</i>	Euras.	C:K1-2-3; AR:A1-AS3-O3.	C.
Valerianaceae	<i>Fedia cornucopiae</i> var. <i>graciliflora</i>	Méd.	CC.	CC.
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i>	Paléo - temp.	CC.	CC.
	<i>Vitex agnus castus</i>	Méd.	AR	AR
Violaceae	<i>Viola denhardtii</i>	S - Eur.	C.	AR.
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	Paléotropical.	CC.	CC.

ANNEXE 3 :

Tableau des noms vernaculaires français et des noms algériens locaux

Espèces	Noms vernaculaires français	Noms algériens locaux
<i>Acacia horrida</i>	Mimosa	-
<i>Acacia dealbata</i> subsp. <i>decurens</i>	Mimosa argenté	-
<i>Acacia melanoxylon</i>		
<i>Acanthus mollis</i>	Acanthe molle; Branc-usine	Bakhbakh; Cabounia
<i>Adiantum capillus veneris</i>	Cheveux de Vénus; Capillaire de Montpellier	Achebet el ma; Sak lakehal
<i>Agrostis atrovirens</i>		Naïm
<i>Agrostis semi-verticillata</i>	Jouet du vent; Agrostide	Naïm
<i>Agrostis stolonifera</i>	Trainasse; Agrostide	Naïm
<i>Aira cupaniana</i>	Aira	-
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Plantain d'eau; Fluteau	Semouné; Oudhen el Sloughi
<i>Alliaria officinalis</i>	Alliaire officinale; Herbe aux Aulx (Ail)	Hchichat el Thoum
<i>Allium triquetrum</i>	Ail à tige triquètre; Ail forestier	Tsoum el ghaba; Bsal el dhib Bibras; Boubraïs
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux; Vergne; Verne; Aune; Anois	El Oud Lahmer; El Hamraï; Asghar bouacif; Asgharcif; Oud el ma; Tamtouala
<i>Alopecurus bulbosus</i>	Vulpin bulbeux; Queue de Renard	-
<i>Althernanthera sessilis</i>	-	-
<i>Amaranthus angustifolius</i>	Amarante	Bellitou; Chedache
<i>Ampelodesma mauritanica</i>		Diss
<i>Anagallis arvensis</i>	Mouron des champs; Mouron rouge; Baromètre du pauvre	Lzireg; Meridjana
<i>Anagallis crassifolia</i>	Mouron	Ain Gathous
<i>Anagallis monelli</i>	Mouron	Ain Gathous
<i>Anthemis arvensis</i>	Fausse camomille; Camomille des champs	Nouged
<i>Gymnogramma leptophylla</i>	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	Dhel el Far
<i>Apium crassipes</i>	Celeri ou Ache	-
<i>Apium nodiflorum</i>	Ache aquatique	-
<i>Arisarum vulgare</i>	Capuchon de moine; Gouet à capuchon	Begouga
<i>Aristolochia longa</i>	Aristolochie longue	Guitsa ou guita el haya
<i>Arum italicum</i>	Arum d'Italie; Gouet d'Italie Pied de veau	Begouga; Bou Qesas; ouden el fil
<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouille Canne de Provence	Ksob; Bou frici; Ar'anim
<i>Asparagus acutifolius</i>	Asperge des fleuristes; A. à feuilles aigus, piquantes	Asekoum; Asferadj; Aneb el dhib; Chebrok
<i>Asphodelus aestivus</i>	Asphodèle à petits fruits Bâton de Saint Joseph	Berouag; Ançal; Belouaz
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	Capillaire noir; Rue de muraille	Berchoussane; Zeïta
<i>Asplenium trichomanes</i>	-	-

<i>Aster squamosus</i>	Aster	-
<i>Astragalus lusitanicus</i>	Astragalle	-
<i>Athyrium filix-femina</i>	Fougère femelle	Fersiou
<i>Avena sterilis</i>	Avoine sterile	El khortane
<i>Bellardia trixago</i>	Bellardie	-
<i>Bellis annua</i>	Pâquerette annuelle Petite marguerite	Beriana
<i>Bellis repens</i>	Pâquerette rampante	-
<i>Biscutella didyma</i>	Biscutelle didyme; Lunetière	Goulgralane
<i>Bisserula pelecinus</i>	Bissérule	-
<i>Borago longifolia</i>	Bourrache à longues feuilles	Haboun ei Adjouza Ilès Tfounasth
<i>Borago officinalis</i>	Bourrache officinale	El Harcha; Bouchenouf Boukerich; cheikh labkoul
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Brachypode	Châariya
<i>Brachypodium distachyum</i>	Brachypode	Halgan el raïan
<i>Brassica procumbens</i>	-	-
<i>Briza maxima</i>	Grande brize; Langue de femme; Amourette	-
<i>Briza minor</i>	Petite brise; Amourette	Djou'er et Tiouïnas
<i>Bromus sterilis</i>	Brome sterile	-
<i>Bryonia dioica</i>	Bryone dioïque; Navet du diable	Fachira; Querouiou'aâ
<i>Callitriche obtusangula</i>	Callitriche; Capillaire d'eau	-
<i>Calycotome villosa</i>	Calycotome à gousses velues Guendoul	
<i>Calystegia sepium</i>	Liserons des haies	Fenadjel
<i>Campanula alata</i>	Campanule ailée	Djaraça
<i>Campanula dichotoma</i>	Campanule dichotome	Djaraça
<i>Campanula rapunculoides</i>	Campanule reponce	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Capselle; Bourse à pasteur Bourse à Berger	Keïss erraï
<i>Cardamine hirsuta</i>		
<i>Carduus numidicus</i>	Chardon de Numidie	Chardon: Achikaou Asnan b'-ourioul
<i>Carex acutiformis</i>	Laïche ou Carex	Choubb; Sâad; Sarad; Souâdi
<i>Carex divisa</i>	Laïche divisé	
<i>Carex distans</i>	Laïche	
<i>Carex elata</i>	Laïche élevé	
<i>Carex flacca</i>	Laïche ou Carex	
<i>Carex muricata</i> subsp. <i>divulsa</i>	Laïche ou Carex muriqué	
<i>Carex paniculata</i>	Laïche paniculé	
<i>Carex pendula</i>	Laïche à épis pendants	
<i>Carex pseudo-cyperus</i>	Laïche ou Carex	
<i>Carex punctata</i>	Laïche ou Carex	
<i>Carex remota</i>	Laïche espacé	
<i>Carex sylvatica</i>	Laïche sylvestre	
<i>Carex vulpina</i>	Laïche des renards	
<i>Carlina racemosa</i>	Carlina	Bou neggar, hassak
<i>Centaurea calcitrapa</i>	Chardon chausse-trape Chardon étoilé	-
<i>Centaurea napifolia</i>	Centaurée	-
<i>Centaurium spicatum</i>	-	-

<i>Centaureum umbellatum</i>	Petite centaurée	-
<i>Cerastium glomeratum</i>	Ceraiste aggloméré	-
<i>Cerastium pentandrum</i>	Ceraiste	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Cornifle; Populage des marais	-
<i>Cerinth major</i>	Grand mélinet	Kera el N'hal; Fouila
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmier nain	Doum d'Afrique
<i>Chenopodium album</i>	Chenopode blanc	Saltan el bheïr
<i>Chrysanthemum myconis</i>	Chrysanthème de Mycon	Zed; Rezima
<i>Chrysanthemum fontanaseii</i>		
<i>Circaea lutetiana</i>	Circe de Lutesce	-
<i>Cistus salvifolius</i>	Ciste de Montpellier	Oum aliya; Tame itibt
<i>Cistus monspeliensis</i>	Ciste à feuilles de sauge	Cfeïra; Irgel; Touzzala
<i>Cladium mariscus</i>	Marisque	-
<i>Clematis cirrhosa</i>	Clématite à vrilles; Clématite d'Automne	Zenzou; Chaham el Atrous Thouzimt
<i>Clematis flammula</i>	Clématite brûlante Clématite flammette	Sebenq; Nar Beurda; Yasmine berri; Azenzou; Zenzou
<i>Colocasia antiquorum</i>	Colocase	Ker; Kour; Kolhas; Siaoun
<i>Conyza naudinii</i>	Vergerette	-
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Liseron fausse-guimauve Liseron de Provence	Louia; Alleïg
<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron	Rhourime; Lebena; Douilat
<i>Cotula coronopifolia</i>	-	-
<i>Cotyledon umbellicus veneris</i>	Nombril de Vénus	Ouden Cheikh; El Khazzaz
<i>Crataegus azarolus</i>	Aubépine; Azerolier Azarolle d'Espagne	Zaâroura
<i>Crataegus oxyacantha</i> subsp. <i>monogyna</i>	Aubépine; Epine blanche	Bou Mkhherri; Emim; Admim Idmamen
<i>Crepis vesicaria</i>	Crépide	
<i>Cyclamen africanum</i>	Cyclamen	Hadebi; Adrioun; Tazerdat
<i>Cynodon dactylon</i>	Cynodon dactyle Chiendent pied de poule	Endjil; Nedjem; Kesmir Tsil; Oubel
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Cynoglosse; langue de chien	Oudnine el Djediane
<i>Cynosurus elegans</i>	Cretelle	
<i>Cynosurus polybracteatus</i>	Cretelle	Redjal el Hadja
<i>Cyperus flavescens</i>	Souchet	
<i>Cyperus fuscus</i>	Souchet brun	Nerh'il
<i>Cyperus esculentus</i>	Souchet	Hab el Haziz; Hab el Zelim
<i>Cyperus longus</i> subsp. <i>eu-</i> <i>longus</i>	Souchet odorant	Berbik; Saâd
<i>Cytisus monspessulanus</i>	Cytise de Montpellier	-
<i>Cytisus triflorus</i>	Cytise à trois fleurs	Gikio; Bouharis
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	Nedjma; Doukna; Nichia
<i>Dactyloctenium aegyptiaca</i>		
<i>Daphne gnidium</i>	Garou; Daphne; Sain-bois; bois gentil	Iazzaz; Init; Bousalah
<i>Datura stramonium</i>	Datura; Stramoine; bois gentil	Mandj
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritimus</i>	Carotte sauvage	Sennaria; Asfarnaia
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i>	Carotte sauvage	
<i>Daucus virgatus</i>	-	-
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Digitaire	Demmyia
<i>Dipsacus fullonius</i>	Cardère; Cabaret des oiseaux	Belgradis; Habachou

<i>Dorycnium rectum</i>	Bongéanie dressée; Pied de coq; Badasse dressée	-
<i>Dryopteris aculeata</i>	-	-
<i>Dryopteris gongylodes</i> subsp. <i>propinqua</i>	-	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Pied de coq; Panic pied de coq; Panisse	
<i>Echinodorus ranunculoides</i>	-	-
<i>Echinops spinosus</i>	Oursin épineux	Fouga el Djemel; Kachir Sor
<i>Echium plantagineum</i>	Viperine pourpre	Lçane Tsour
<i>Eleocharis multicaulis</i>	-	-
<i>Eleocharis palustris</i>	Scirpe des marais	-
<i>Epilobium hirsutum</i>	Epilobe hirsute	Hachich el châaba
<i>Equisetum maximum</i>	Prêle; Queue de cheval	Dheil el Kheil; Dheil el fars
<i>Equisetum ramossissimum</i>	Prêle rameuse	//
<i>Eragrosis atrovirens</i>	-	-
<i>Eragrostis pilosa</i>	-	-
<i>Erica arborea</i>	Bruyère arborescente	Chedef; Ariga; Akhlendj Bouhadad
<i>Erica scoparia</i>	Bruyère à balai	Bouhadad
<i>Erodium cicutarium</i>	Bec de grue	-
<i>Erodium botrys</i>	Bec de grue	-
<i>Eryngium barrelieri</i>	Panicaut	Chouk
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	Panicaut tricuspidé	Aïchakoum gourika
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalyptus	Kalitous
<i>Eucalyptus globulus</i>	Gommier bleu de Tasmanie	Kalitous
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	Eucalyptus	Kalitous
<i>Euphorbia biumbellata</i>	Euphorbe à deux ombelles	Oum el lebina; Ayefki tar'ioult
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe	Halib el diba; Tanahout
<i>Euphorbia paralias</i>	Euphorbe	Ngess
<i>Euphorbia peplis</i>	Euphorbe	Kharrara
<i>Euphorbia terracina</i>	Euphorbe	Tafouri n'isquaren
<i>Evax pigmaea</i>	Evax nain	-
<i>Fedia gracilifolia</i>	Corne d'abondance	Halhalat el naâdja
<i>Ficus carica</i>	Figuier commun	Kerma; Tagrout; Kartouss; Thaneglets
<i>Filago gallica</i>	Cotonnière	Guenounet el Naâdja
<i>Fimbristylis squarrosa</i>	-	-
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frêne à feuilles étroites	Derdar; Sella; Raslent; Touzzalt
<i>Fuirena pubescens</i>	-	-
<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpante	Guessis; Hchichet el Siban
<i>Funaria hygrometrica</i>	-	-
<i>Galactites tomentosa</i>	Galactite tomenteuse Chardon tomenteux	Akichaou; Chouk el Hamir
<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais	Fouaou
<i>Galium ellipticum</i>	Gaillet	Fouaoua
<i>Genista ferox</i>	Genêt feroce	Guendoul; Azzezou
<i>Geranium dissectum</i>	Geranium	
<i>Geranium molle</i>	Geranium mou	Ahtercha; Hchichet el Ater
<i>Geranium Robertianum</i>	Geranium de Robert	-
<i>Glaucium flavum</i>	Glaucie	Cheguig el Asfour
<i>Glyceria fluitans</i>	Glycerie flottante; Manne de Pologne; Brouille	-

<i>Halimium halimifolium</i>	Hélianthème à feuilles d'halimione; halime	
<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant;	Quessous; Laouaia; Defare
<i>Holcus lanatus</i>	Houlque laineuse; Houlque velue	Tam; Touurna;Dourha -
<i>Hordeum murinum</i>	Orge queue de rat	Sboulet el far; Babous el far Gourt el far
<i>Hyoseris radiata</i>	Chicorée des porcs; Hyoseris rayonnante	Dirz el Djouz
<i>Hypericum afrum</i>	Millepertuis de Numidie	-
<i>Hypericum androsaemum</i>	Millepertuis androsème	-
<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis officinal	Berslouna; Mesmoum
<i>Hypochoeris radicata</i>	Porcelle radiée	-
<i>Illecebrum verticillatum</i>	-	-
<i>Inula graveolens</i>	Inule	Toubaga; Afchedad
<i>Inula viscosa</i>	Aunée ou Inule visqueuse	Tourbaya; amagrammane Mersitt
<i>Iris unguicularis</i>	Iris onguiculé	Kenouet et Ouacif
<i>Iris planifolia</i>	Iris	-
<i>Iris pseudo-acorus</i>	Iris jaune des marais; Iris pseudacore;Iris d'eau;faux acore / Souçane el Asfeur	
<i>Isoetes hystrix</i>	Isoete épineux	-
<i>Isoetes velata</i>	Isoete velu	-
<i>Juncus acutus</i>	Jonc maritime; Jonc aigu	Semar; Azemaï
<i>Juncus articulatus</i>	Jonc articulé	Semar; Azemaï
<i>Juncus bufonius</i>	Jonc des crapauds	Semmira
<i>Juncus bulbosus</i>	Jonc bulbeux	-
<i>Juncus capitatus</i>	Jonc capité	-
<i>Juncus conglomeratus</i>	Jonc aggloméré	Semar; Azemaï
<i>Juncus effusus</i>	Jonc diffus; Jonc épars	Semar; Azemaï
<i>Juncus heterophyllus</i>	Jonc	-
<i>Juncus maritimus</i>	Jonc maritime	Semar; Azemaï
<i>Juncus pigmaeus</i>	Jonc nain	-
<i>Juncus tenageia</i>	Jonc des marais	-
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Genévrier oxycèdre;ou Cade	Taga
<i>Koeleria hispida</i>	Kélerie hispide	Lahyèt el Atrous
<i>Lactuca muralis</i>		
<i>Lactuca viminalis</i>	Laitue	
<i>Lagurus ovatus</i>	Queue de lièvre; Gros minet	Dhil el ferrouche; Babous el hamar
<i>Lamarckia aurea</i>	Lamarckie dorée	Sboulet ed deheb
<i>Lamium bifidum</i>		
<i>Lamium flexuosum</i>		
<i>Lamium purpureum</i>		
<i>Laurentia bicolor</i>	Laurence bicolor	-
<i>Laurus nobilis</i>	Laurier noble; Laurier sauce	Rand
<i>Lavandula stoechas</i>	Lavande stoechade Lavande des Maures	Helhal; Boulemhaguen; Amezzir
<i>Lavatera olbia</i>	Lavatère d'Hyères	Chedjret el Khobbiz
<i>Lavatera cretica</i>	Lavatère de Crête	-
<i>Leersia hexandra</i>	-	Chilhadj
<i>Lemna gibba</i>	Lentille bossue	Adès el ma
<i>Lemna minor</i>	petite lentille;lentille mineure	Bélismane;Thaleb;adès el ma

<i>Linaria commutata</i>	Linaire	
<i>Linaria flava</i>	Linaire	
<i>Linaria pinnifolia</i>	Linaire	
<i>Linaria reflexa</i>	Linaire	Hlib el Ouaâl; Chaïba
<i>Linum usitatissimum</i>	Lin cultivé	-
<i>Lolium multiflorum</i>	Ivraie; Ray gras d'Italie	-
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé	Bouguern; BouKheris; medjem
<i>Lotus edulis</i>	Lotier	Guern el Ferd
<i>Lotus hirsutus</i>	Lotier hirsute	-
<i>Lotus pedunculatus</i> subsp. <i>decumbens</i>	Lotier des marais	-
<i>Ludwigia palustris</i>	Isnardie	-
<i>Lupinus angustifolius</i>	Lupin à feuilles étroites	Termouss
<i>Lupinus luteus</i>	Lupin jaune	Rebib el drias
<i>Luzula forsteri</i>	Luzule	-
<i>Lycopus europaeus</i>	Lycophe d'eau; Patte du loup Chanvre d'eau	Zekza
<i>Lythrum hyssopifolia</i>	Salicaire	-
<i>Lythrum junceum</i>	Salicaire	Rihan el ma
<i>Lythrum salicaria</i>	Salicaire	Rihan el ma
<i>Malcomia parviflora</i>	Malcomie	-
<i>Medicago orbicularis</i>	Luzerne orbiculaire	
<i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>	Mélique	
<i>Melilotus infestus</i>	Méillot	Nefet; Kassaba
<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique; M. d'eau	Habaq el ma; Foudanedj
<i>Mentha pulegium</i>	Menthe Pouliot	Feliou
<i>Mentha rotundifolia</i>	Menthe à feuilles rondes	Mersit; Timijo; El Doumrane
<i>Mibora minima</i>	-	-
<i>Myosotis collina</i>	Myosotis	Ouden el far
<i>Myosotis lingulata</i>	Myosotis	Ouden el far
<i>Myosotis sicula</i>		
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		
<i>Myrtus communis</i>	Myrte commun ou Nerte	Rihane; Halmouche
<i>Narcissus tazetta</i>	Narcisse à bouquet	Nardjess; BouNardjess; Behar; Berengat; Teïf el Dhib
<i>Nasturtium officinale</i>	Cresson de fontaine	Guerninouche
<i>Nerium oleander</i>	Laurier rose; Oléandre	Defla; illili; ilela
<i>Nymphaea alba</i>	Nénuphar blanc; Nymphe blanche/ Néloufar abiod	
<i>Oenanthe fistulosa</i>	Oenanthe fistileuse	-
<i>Oenanthe globulosa</i>	Oenanthe globuleuse	-
<i>Olea europea</i>	Oléastre; Olivier commun	Zitoun; Zbboudj; Tazemmourth pl. (Tizemrin)
<i>Ononis pubescens</i>	Bugrane pubescente	
<i>Ononis repens</i>	Bugrane rampante	
<i>Ormenis mixta</i>	Ormenis; Camomille	
<i>Ornithopus pinnatus</i>	Pied d'oiseau	-
<i>Oryzopsis miliacea</i>		Meurdja; Hchich safi
<i>Osmunda regalis</i>	Osmonde royale; Fougère royale	Frech bint el soltane
<i>Oxalis cernua</i>	Vinaigrette; Surelle; O. penché	Quarça
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalis corniculé	Hamadid
<i>Oxalis floribunda</i>	Oxalis florifère; O. articulé	-

<i>Panicum repens</i>	Millet	Nitsil; Otseba; Nedjama
<i>Paronychia argentea</i>	Paronyque argentée	-
<i>Paspalum distichum</i>	Paspale	-
<i>Phragmites australis</i>	Roseau à balai; Phragmite commun	Ksob
<i>Phyllitis scolopendrium</i>	Scolopendre langue de cerf	Leçane el Khil; leçane el Ayel
<i>Phyllirea latifolia</i>	Filaire à feuilles larges; Alavert// "Qtem" ; "Tamtouala"	
<i>Phytolacca americana</i>	Raisin d'Amérique	-
<i>Pinus maritima</i>	Pinus maritima	Snouber; Taïda
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pistachier lentisque; Lentisque d'Espagne	Darou; Tadist
<i>Plantago coronopus</i>	Plantain; Pied de corbeau Plantain corne de Cerf	Boudjeneh; Derhis
<i>Plantago crassifolia</i>	Plantain à feuilles épaisses	
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé; Oreille de lièvre// "Ouden el Kebch"	
<i>Plantago major</i>	Grand plantain	Meçaïça; Seif el ma
<i>Plantago psyllium</i>	Herbe aux puces	Asludj; El Merouach
<i>Poa annua</i>	Pâturin annuel	Hacich el Arneb
<i>Poa trivialis</i>	Pâturin commun	-
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	Polycarpe à quatre feuilles	Boudeguega
<i>Polygonum hydropiper</i>	Poivre d'eau	Fefel el ma
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Saulcette	Araklioun
<i>Polygonum salicifolium</i>	Renouée; Persicaire	-
<i>Polygonum senegalense</i>	Renouée; Persicaire	-
<i>Polypodium vulgare</i>	Polypode commun; Réglisse des bois	Maàs; Besbidj
<i>Polypogon maritimum</i>	Polypogon maritime	Sboul el far; Dhil el Tsaleb; Sar el far
<i>Polypogon monspeliensis</i>	Polypogon de Montpellier	Sboul el far; Dhil el Tsaleb; Sar el far
<i>Polystichum setiferum</i>		
<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	Safsaf el Abiod
<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	Safsaf
<i>Potamogeton lucens</i>	Potamot luisant	-
<i>Potamogeton nodosus</i>	Potamot des rivières	-
<i>Potamogeton trichoides</i>	Potamot chevelu	-
<i>Potentilla reptans</i>	Potentille; Quinquefeuille	Bentalis
<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle; Brunelle	Nouria
<i>Prunus avium</i>	Cerisier sauvage=Merisier; Cerisier des oiseaux	Quiraçya; Tardr'imt; ard'rim
<i>Prunus padus</i>	Merisier à grappes	-
<i>Pteris aquilina</i>	Fougère aigle; F. impériale; F. commune; Grande fougère	Fersiou; Fersiq
<i>Puccinella distans</i>	Puccinellie	-
<i>Quercus coccifera</i>	Chêne-kermes; Ch. coccifère	Kerrouche el Kermès; Kechrir
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>Mirbeckii</i>	Chêne-zeen; Chêne fagine	Zehn; Techta
<i>Quercus suber</i>	Chêne-liège; Surier; Suve	Fernane; Fersi; Chouber Kechouch; Feline
<i>Ranunculus baudotii</i>	Renoncule aquatique	Merrheris; bouibicha
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule à bulbes	-

<i>Ranunculus ficaria</i>	Ficaire; Fausse renoncule; petite éclair; Herbes aux hémorroïdes	"Berouna"
<i>Ranunculus hederaceus</i>	Renoncule à feuilles de lierre	-
<i>Ranunculus flammula</i>	Renoncule flamette; Renoncule petite douve// -	
<i>Ranunculus macrophyllus</i>	Renoncule à grandes feuilles	Kef el Djranna
<i>Ranunculus muricatus</i>	Renoncule à fruits muriqués R. à petites pointes	Ouden el Halouf
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	R. à feuilles d'ophioglosse	-
<i>Ranunculus parviflorus</i>	R. à petites fleurs	
<i>Ranunculus sardous</i>	Renoncule des marais; Sardonie	
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Renoncule scelerate	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Radis-ravenelle; Ravenelle	-
<i>Retama monosperma</i> subsp. <i>bovei</i>	Retam	Rtem
<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterne; Alardier	Melila; Gaced; M'liles; Amlas essoufdyr
<i>Rhamnus frangula</i>	Bourdain; Bois noir; Nerprun noir	Ahemraï; Aoussed; Assoued
<i>Ricinus communis</i>	Ricin commun	Aourioun; Kiroua
<i>Romulea bulbocodium</i>	Romulée	Zhithout; Zita
<i>Rorripa amphibia</i>		
<i>Rosa canina</i>	Eglantier	Ouerd; Thiaferth
<i>Rosa sempervirens</i>	Eglantier toujours vert Eglantine	Ouerd el Zroub
<i>Rubia peregrina</i>	Garance voyageuse	Fouaou; Alizari
<i>Rubus incanescens</i>		
<i>Rubus ulmifolius</i>	Ronce à feuilles d'Orme	Allaïg; Lendj; El hils
<i>Rumex bucephalophorus</i>	Patience ; Oseille	
<i>Rumex conglomeratus</i>	Patience; Oseille	Rumex=Hameïda; Lissan el Ferd; Rumex=Tasmoumt
<i>Rumex pulcher</i>	Patience; Oseille	Hemmeïda el bekeur
<i>Ruscus hypophyllum</i>	Fragon; Petit houx	Habbenar; Ouafandar; Kakka fil Ourka
<i>Sagina procumbens</i>	Sagine	Mekrada
<i>Salix alba</i>	Saule blanc	Oud el ma; Khilaf
<i>Salix atrocinerea</i> et/ou <i>cinerea</i>	Saule cendré	Oud el ma
<i>Salix pedicellata</i>	Salix pédicellé	Oud el ma; Tachia; Tafsent
<i>Salvinia natans</i>	Salvinie nageante	-
<i>Sambucus ebulus</i>	hièble	
<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir	
<i>Sanguisorba mauritanica</i>	-	-
<i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>adscendens</i>	Calament	
<i>Scilla autumnalis</i>	Scille d'Automne	Beçal el Far
<i>Scirpus cernuus</i>	-	-
<i>Scirpus holochoenus</i>	Scirpe en jonc	Sommid; Semmar
<i>Scirpus inclinatus</i>	Scirpe incliné	
<i>Scirpus lacustris</i>	Jonc des tonneliers; joncs des chaisiers; Scirpe des marais; Scirpe des lacs	"Merdja"
<i>Scirpus maritimus</i>	Scirpe maritime	Nemous; Debcha; Mou el hamra

<i>Scleropoa rigida</i>	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i>	Scolyme d'Espagne; Chardon	-
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	Chenillette; Scorpiure à fleurs rouges; vermillon	
<i>Scrofularia aquatica</i> subsp. <i>auriculata</i>	Scrofulaire auriculée; S.aquatique	-
<i>Scrofularia tenuipes</i>		
<i>Scrofularia sambucifolia</i>	Scrofulaire	
<i>Sedum album</i>	Orpin blanc	
<i>Sedum caeruleum</i>	Orpin bleu	
<i>Selaginella denticulata</i>	Selaginelle denticulée ou dentée	-
<i>Senecio jacobae</i>	Seneçon de Jacob	Debboz el Areb
<i>Senecio leucanthemifolius</i>	S. à feuilles épaisses du littoral	
<i>Senecio vulgaris</i>	Seneçon commun	Achbet Salema
<i>Sherardia arvensis</i>		Fouaou
<i>Sideritis romana</i> subsp. <i>numidica</i>	Crapaudine romaine	-
<i>Silene coeli-rosa</i>	Rose celeste	-
<i>Silene colorata</i>	Silène bigaré	Gesmir ; Kesmir
<i>Silene gallica</i>	Oeillet de France à 5 tâches	-
<i>Silene inflata</i>		
<i>Silybum marianum</i>	Chardon Marie	
<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde des champs; Sinapis=Sanve; Sénévé	Khardel; Left
<i>Sinapis pubescens</i> subsp. <i>pubescens</i>	Moutarde pubescente	Lebsen
<i>Smilax aspera</i>	Salsepareille d'Europe Smilax âpre	Chekrouda; Asref; Alenda Skridja; Alaïq
<i>Solanum dulcamara</i>	Douce-amère; Morelle	Tchouchchanine
<i>Solanum nigrum</i>	Morelle noire	-
<i>Solanum sodomaeum</i>		
<i>Sonchus asper</i>		
<i>Sonchus oleraceus</i>		
<i>Sparganium erectum</i>	Ruban d'eau; Rubanier	Chboua
<i>Specularia falcata</i>		
<i>Spergula arvensis</i>	Spergulaire	Ouden el far
<i>Spergularia bocconeii</i>	Spergulaire	-
<i>Spergula flaccida</i>	Spergulaire	-
<i>Sphagnum auriculatum</i>	Shaïne auriculée ou sphaïne à feuilles denticulées	
<i>Stachys arvensis</i>	Epiaire	-
<i>Stachys marrubifolia</i>	Epiaire à feuilles de Marube	-
<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux; Stellaire	-
<i>Tamarix gallica</i>	Tamaris de France; Tamarin	Tarfaïa; Tarfa
<i>Tamus communis</i>	Tamier; Taminier; Herbe aux femmes battues	Kerma el souda; Ben memoun Bouthania
<i>Taxodium distichum</i>	Cyprès chauve	
<i>Tetragonolobus biflorus</i>	Lotier à deux fleurs	-
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	Lotier maritime	Guern el Kebch
<i>Tetragonolobus purpureus</i>	Lotier rouge	Guernich; Guerfa; Garaubouche
<i>Tolpis barbata</i>	-	-
<i>Torilis arvensis</i>	Torilis	-

<i>Torilis nodosa</i>	Torilis	-
<i>Tribulus terrester</i>	Tribule terrestre; Croix de Malte	-
<i>Trifolium arvense</i>	Trèfle	Nefet ou Nefel ou Fesa
<i>Trifolium angustifolium</i>	Trèfle à feuilles aigus	Aoundja
<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle champêtre	Nefet ou Nefel ou Fesa
<i>Trifolium filiforme</i>	Trèfle	
<i>Trifolium isthmocarpum</i>	Trèfle	-
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle	
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc; Trèfle rampant	-
<i>Trifolium resupinatum</i>	Trèfle	-
<i>Trifolium squarrosum</i>	Trèfle	-
<i>Trifolium subterraneum</i>	Trèfle sous terrain	-
<i>Typha angustifolia</i>	Massette à feuilles pointues; Quenouille d'eau	Bourdi; Berdi
<i>Typha latifolia</i>	Massette à feuilles larges; Roseau de la passion	Bourdi; Berdi
<i>Ulmus campestris</i>	Orme champêtre; Ormeau	Nechem; Oulmou
<i>Urginea maritima</i>	Scille de mer; Jacinthe de mer; Scille rouge	Feraoun; silla; beçal el far Anaçil
<i>Urtica dioica</i>	Grande ortie	Haraïq; Bout e Nar
<i>Urtica pilulifera</i>	Ortie à pilules	Gourice
<i>Urtica membranacea</i>	Ortie	-
<i>Utricularia exoleta</i>	Utriculaire	-
<i>Utricularia vulgaris</i>	Utriculaire	-
<i>Verbascum sinuatum</i>	Molène à feuilles sinuées	Bouçira
<i>Verbena officinalis</i>	Verveine officinale	-
<i>Veronica agrestis</i>	Véronique	-
<i>Veronica anagallis aquatica</i>	Mouron d'eau	-
<i>Veronica cymbalaria</i>	Véronique cymbalaire	-
<i>Viburnum tinus</i>	Laurier-tin; Viorne-tin	Rand hrami; Mourhira
<i>Vicia altissima</i>	Vesce élevée	Djelbans; Djilbana
<i>Vicia angustifolia</i>	Vesce à feuilles aigues	-
<i>Vicia hirsuta</i>	Vesce hirsute	-
<i>Vicia narbonensis</i>	Vesce de Narbonne	Bakher
<i>Vicia sativa</i>	vesce cultivée	Djelbans; Nefet
<i>Viola denhardtii</i>	Violette; pensée	-
<i>Vitex agnus-castus</i>	Gattilier; Poivre des moines Poivrier sauvage; Agneau chaste " Boumettin"	
<i>Vitis vinifera</i>	Vigne commune; V. cultivée	Dalia; Tizourine
<i>Wolffia arrhiza</i>	lentille	-
<i>Xanthium spinosum</i>	Lampourde; Gloutteron; Herbe aux écrouettes	Iboul el Far

ANNEXE 4 : Tableau des types biologiques des espèces inventoriées

HELOPHYTES	AMPHIPHYTES
1 <i>Acanthus mollis</i>	1 <i>Agrostis semi verticillata</i>
2 <i>Allium triquetrum</i>	2 <i>Agrostis stolonifera</i>
3 <i>Alnus glutinosa</i>	3 <i>Alisma plantago aquatica</i>
4 <i>Adiantum capillus veneris</i>	4 <i>Alopecurus bulbosus</i>
5 <i>Alternanthera sessilis</i>	5 <i>Amaranthus angustifolius</i>
6 <i>Anogramma leptophylla</i>	6 <i>Anagallis crassifolia</i>
7 <i>Anthoxanthum odoratum</i>	7 <i>Apium crassipes</i>
8 <i>Arisarum vulgare</i>	8 <i>Apium nodiflorum</i>
9 <i>Aristolochia longa</i>	9 <i>Campanula alata</i>
10 <i>Arum italicum</i>	10 <i>Carex distans</i> subsp. <i>distans</i>
11 <i>Arundo donax</i>	11 <i>Carex divisa</i>
12 <i>Asplenium adiantum nigrum</i>	12 <i>Carex flacca</i>
13 <i>Asplenium trichomanes</i>	13 <i>Cladium mariscus</i>
14 <i>Athyrium filix femina</i>	14 <i>Cyperus flavescens</i>
15 <i>Bellis annua</i>	15 <i>Cyperus longus</i>
16 <i>Bellis repens</i>	16 <i>Echinodorus ranunculoïdes</i>
17 <i>Brachypodium distachyum</i>	17 <i>Equisetum maximum</i>
18 <i>Brachypodium sylvaticum</i>	18 <i>Equisetum ramossissimum</i>
19 <i>Carex acutiformis</i>	19 <i>Fuirena pubescens</i>
20 <i>Carex elata</i>	20 <i>Galium palustre</i>
21 <i>Carex muricata</i> subsp. <i>divulsa</i>	21 <i>Glyceria fluitans</i>
22 <i>Carex paniculata</i>	22 <i>Holcus lanatus</i>
23 <i>Carex pendula</i>	23 <i>Illecebrum verticillatum</i>
24 <i>Carex pseudocyperus</i>	24 <i>Iris pseudo acorus</i>
25 <i>Carex punctata</i>	25 <i>Juncus acutus</i>
26 <i>Carex remota</i>	26 <i>Juncus bufonius</i>
27 <i>Carex sylvaticus</i> subsp. <i>algeriensis</i>	27 <i>Juncus capitatus</i>
28 <i>Carex vulpina</i>	28 <i>Juncus heterophyllus</i>
29 <i>Centaurium spicatum</i>	29 <i>Juncus pigmaeus</i>
30 <i>Cerastium glomeratum</i>	30 <i>Juncus tenageia</i>
31 <i>Cerastium pentandrum</i>	31 <i>Nasturtium officinale</i>
32 <i>Chenopodium album</i>	32 <i>Phragmites australis</i>
33 <i>Circaea lutetiana</i>	33 <i>Ranunculus ophioglossifolius</i>
34 <i>Colocasia antiquorum</i>	34 <i>Ranunculus sceleratus</i>
35 <i>Cotula coronopifolia</i>	35 <i>Rorripa amphibia</i>
36 <i>Cynosurus polybracteatus</i>	36 <i>Schoenus nigricans</i>
37 <i>Cyperus esculentus</i>	37 <i>Scirpus cernuus</i>
38 <i>Cyperus fuscus</i>	38 <i>Scirpus lacustris</i>
39 <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maximus</i>	39 <i>Sparganium erectum</i>
40 <i>Digitaria sanguinalis</i>	40 <i>Thypha angustifolia</i>
41 <i>Dipsacus sylvestris</i>	41 <i>Thypha latifolia</i>
42 <i>Dorycnium rectum</i>	42 <i>Veronica anagallis aquatica</i>
43 <i>Dryopteris aculeata</i>	CHAMEPHYTES
44 <i>Dryopteris gongyloides</i>	1 <i>Euphorbia biumbellata</i>
45 <i>Dryopteris thelypteris</i>	2 <i>Euphorbia paralias</i>
46 <i>Eleocharis multicaulis</i>	3 <i>Euphorbia terracina</i>
47 <i>Eleocharis palustris</i>	4 <i>Scrofularia sambucifolia</i>
48 <i>Epilobium hirsutum</i>	5 <i>Sideritis romana</i> subsp. <i>numidica</i>
49 <i>Echinochloa crus - galli</i>	EPIPHYTES
50 <i>Eryngium barrelieri</i>	1 <i>Polypodium vulgare</i>
51 <i>Fimbristylis squarrosa</i>	2 <i>Cotyledon umbellicus veneris</i>

52 <i>Geranium dissectum</i>	BRYOPHYTES
53 <i>Hypericum afrum</i>	1 <i>Funaria hygrometrica</i>
54 <i>Hypericum perforatum</i>	2 <i>Sphagnum denticulatum</i>
55 <i>Isoetes hystrix</i>	HYDROPHYTES
56 <i>Isoetes velata</i>	1 <i>Callitriche obtusangula</i>
57 <i>Juncus articulatus</i>	2 <i>Ceratophyllum demersum</i>
58 <i>Juncus bulbosus</i>	3 <i>Lemna gibba</i>
59 <i>Juncus conglomeratus</i>	4 <i>Lemna minor</i>
60 <i>Juncus effusus</i>	5 <i>Ludwigia palustris</i>
61 <i>Juncus maritimus</i>	6 <i>Myriophyllum alterniflorum</i>
62 <i>Laurentia bicolor</i>	7 <i>Nymphaea alba</i>
63 <i>Leersia hexandra</i>	8 <i>Potamogeton lucens</i>
64 <i>Lotus decumbens</i>	9 <i>Potamogeton nodosus</i>
65 <i>Lotus edulis</i>	10 <i>Potamogeton trichoides</i>
66 <i>Lotus pedunculatus</i>	11 <i>Ranunculus aquatilis</i>
67 <i>Luzula forsteri</i>	12 <i>Ranunculus baudotii</i>
68 <i>Lycopus europaeus</i>	13 <i>Ranunculus hederaceus</i>
69 <i>Lythrum junceum</i>	14 <i>Ranunculus trichophyllum</i>
70 <i>Lythrum hyssopifolia</i>	15 <i>Salvinia natans</i>
71 <i>Lythrum salicaria</i>	16 <i>Utricularia exoleta</i>
72 <i>Melilotus infestus</i>	17 <i>Utricularia vulgaris</i> subsp. <i>major</i>
73 <i>Mentha aquatica</i>	18 <i>Wolffia arrhiza</i>
74 <i>Mentha pulegium</i>	HEMICRYPTOPHYTES
75 <i>Mentha rotundifolia</i>	1 <i>Alliaria officinalis</i>
76 <i>Narcissus tazetta</i>	2 <i>Anagallis monelli</i>
77 <i>Oenanthe fistulosa</i>	3 <i>Carlina racemosa</i>
78 <i>Oenanthe globulosa</i>	4 <i>Carduus numidicus</i>
79 <i>Osmunda regalis</i>	5 <i>Centaurea calcitrapa</i>
80 <i>Panicum repens</i>	6 <i>Centaurea napifolia</i>
81 <i>Paspalum distichum</i>	7 <i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>eu-vesicaria</i>
82 <i>Phyllitis scolopendrium</i>	8 <i>Cynodon dactylon</i>
83 <i>Plantago coronopus</i>	9 <i>Cynoglossum cheirifolium</i>
84 <i>Plantago major</i>	10 <i>Dactylis glomerata</i>
85 <i>Poa annua</i>	11 <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritima</i>
86 <i>Poa trivialis</i>	12 <i>Daucus virgatus</i>
87 <i>Polycarpon tetraphyllum</i>	13 <i>Echinops spinosus</i>
88 <i>Polygonum hydropiper</i>	14 <i>Echium plantagineum</i>
89 <i>Polygonum lapathifolium</i>	15 <i>Eragrostis atrovirens</i> var. <i>fontanesiana</i>
90 <i>Polygonum salicifolium</i>	16 <i>Eryngium tricuspdatum</i>
91 <i>Polygonum senegalense</i>	17 <i>Gallium rotundifolium</i>
92 <i>Polypogon maritimum</i>	18 <i>Glaucium flavum</i>
93 <i>Polypogon monspeliensis</i>	19 <i>Hyoseris radiata</i>
94 <i>Potentilla reptans</i>	20 <i>Hypochoeris radicata</i>
95 <i>Prunella vulgaris</i>	21 <i>Lactuca viminea</i> var. <i>chondrilliflora</i>
96 <i>Puccinella distans</i>	22 <i>Linaria pinnifolia</i>
97 <i>Ranunculus bulbosus</i>	23 <i>Lolium multiflorum</i>
98 <i>Ranunculus ficaria</i>	24 <i>Oryzopsis miliacea</i>
99 <i>Ranunculus flammula</i>	25 <i>Oxalis cernua</i>
100 <i>Ranunculus macrophyllum</i>	26 <i>Oxalis corniculata</i>
101 <i>Ranunculus muricatus</i>	27 <i>Oxalis floribunda</i>
102 <i>Ranunculus sardous</i>	28 <i>Plantago lanceolata</i>
103 <i>Rumex conglomeratus</i>	29 <i>Phytolacca americana</i>
104 <i>Rumex pulcher</i>	30 <i>Pteris aquilina</i>
105 <i>Sambucus ebulus</i>	31 <i>Sanguisorba mauritanica</i>

106 <i>Sagina procumbens</i>	32 <i>Scolymus hispanicus</i>
107 <i>Scirpus holoschoenus</i>	33 <i>Stachys marrubifolia</i>
108 <i>Scirpus inclinatus</i>	34 <i>Tetragonolobus maritimus</i>
109 <i>Scirpus maritimus</i>	35 <i>Trifolium pratense</i>
110 <i>Scrofularia aquatica</i> subsp. <i>auriculata</i>	36 <i>Urtica dioica</i>
111 <i>Scrofularia tenuipes</i>	37 <i>Verbascum sinuatum</i>
112 <i>Selaginella denticulata</i>	
113 <i>Solanum dulcamara</i>	GEOPHYTES
114 <i>Spergula arvensis</i>	1 <i>Antirrhinum orontium</i>
115 <i>Spergularia bocconii</i>	2 <i>Asphodelus aestivus</i>
116 <i>Spergula flaccida</i>	3 <i>Bryonia dioica</i>
117 <i>Stachys arvensis</i>	4 <i>Convolvulus althaeoides</i>
118 <i>Trifolium filiforme</i>	5 <i>Convolvulus arvensis</i>
119 <i>Trifolium repens</i>	6 <i>Cyclamen africanum</i>
120 <i>Trifolium resupinatum</i>	7 <i>Iris planifolia</i>
121 <i>Verbena officinalis</i>	8 <i>Iris unguicularis</i>
THEROPHYTES	9 <i>Romulea bulbocodium</i>
1 <i>Aira cupaniana</i>	10 <i>Scilla aristidis</i>
2 <i>Anagallis arvensis</i>	11 <i>Scilla autumnalis</i>
3 <i>Anthemis arvensis</i>	12 <i>Tamus communis</i>
4 <i>Aster squamatus</i>	13 <i>Urginea maritima</i>
5 <i>Avena sterilis</i>	PHANEROPHYTES
6 <i>Bellardia trixago</i>	1 <i>Calycotome villosa</i>
7 <i>Biscutella didyma</i>	2 <i>Chamaerops humilis</i>
8 <i>Bisserula pelecinus</i>	3 <i>Crataegus azarolus</i>
9 <i>Borago longifolia</i>	4 <i>Crataegus monogyna</i> subsp. <i>oxyacantha</i>
10 <i>Borago officinalis</i>	5 <i>Cytisus monspessulanum</i>
11 <i>Brassica procumbens</i>	6 <i>Cytisus triflorus</i>
12 <i>Briza maxima</i>	7 <i>Erica arborea</i>
13 <i>Briza minor</i>	8 <i>Erica scoparia</i>
14 <i>Bromus sterilis</i>	9 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
15 <i>Campanula dichotoma</i>	10 <i>Eucalyptus globulus</i>
16 <i>Campanula rapunculus</i>	11 <i>Ficus carica</i>
17 <i>Capsella bursa pastoris</i>	12 <i>Fraxinus angustifolia</i>
18 <i>Cardamine hirsuta</i> subsp. <i>hirsuta</i>	13 <i>Genista ferox</i>
19 <i>Centaureum umbellatum</i>	14 <i>Halimium halimifolium</i>
20 <i>Cerinthe major</i>	15 <i>Juniperus oxycedrus</i>
21 <i>Chrysanthemum fontaneseii</i>	16 <i>Laurus nobilis</i>
22 <i>Chrysanthemum myconis</i>	17 <i>Myrtus communis</i>
23 <i>Conyza naudinii</i>	18 <i>Nerium oleander</i>
24 <i>Cynosurus elegans</i> subsp. <i>aurasiacus</i>	19 <i>Olea europea</i>
25 <i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	20 <i>Phyllirea latifolia</i>
26 <i>Datura stramonium</i>	21 <i>Pinus pinaster</i>
27 <i>Eragrostis pilosa</i>	22 <i>Pistacia lentiscus</i>
28 <i>Erodium cicutarium</i>	23 <i>Populus alba</i>
29 <i>Erodium botrys</i>	24 <i>Populus nigra</i>
30 <i>Euphorbia helioscopia</i>	25 <i>Prunus avium</i>
31 <i>Euphorbia peplis</i>	26 <i>Prunus padus</i>
32 <i>Evax pigmaea</i>	27 <i>Quercus coccifera</i>
33 <i>Fedia cornucopiae</i>	28 <i>Quercus faginea</i> subsp. <i>mirbeckii</i>
34 <i>Filago gallica</i>	29 <i>Quercus suber</i>
35 <i>Fumaria capreolata</i>	30 <i>Retama monosperma</i>
36 <i>Galactites tomentosa</i>	31 <i>Rhamnus alaternus</i>
37 <i>Geranium molle</i>	32 <i>Rhamnus frangula</i>
	33 <i>Ricinus communis</i>

38 <i>Geranium robertianum</i> subsp. <i>purpureum</i>	34 <i>Rosa canina</i>
39 <i>Hordeum murinum</i>	35 <i>Rosa sempervirens</i>
40 <i>Inula graveolens</i>	36 <i>Salix alba</i>
41 <i>Koeleria hispida</i>	37 <i>Salix atrocinerea</i>
42 <i>Lagurus ovatus</i>	38 <i>Salix pedicellata</i>
43 <i>Lamarckia aurea</i>	39 <i>Sambucus nigra</i>
44 <i>Lamium flexuosum</i>	40 <i>Senecio jacobae</i>
45 <i>Lamium purpureum</i>	41 <i>Tamarix gallica</i>
46 <i>Lavatera critica</i>	42 <i>Ulmus campestris</i>
47 <i>Legousia falcata</i>	43 <i>Viburnum tinus</i>
48 <i>Linaria commutata</i>	44 <i>Vitex agnus castus</i>
49 <i>Linaria flava</i>	PHANEROPHYTES LIANOIDES
50 <i>Linaria reflexa</i>	45 <i>Asparagus acutifolius</i>
51 <i>Linum usitatissimum</i>	46 <i>Calystegia sepium</i>
52 <i>Lotus hirsutus</i>	47 <i>Clematis cirrhosa</i>
53 <i>Lupinus angustifolia</i>	48 <i>Clematis flammula</i>
54 <i>Lupinus luteus</i>	49 <i>Hedera helix</i>
55 <i>Malcomia parviflora</i>	50 <i>Lavatera olbia</i>
56 <i>Medicago orbicularis</i>	51 <i>Rubus incanescens</i>
57 <i>Mibora minima</i>	52 <i>Rubus ulmifolius</i>
58 <i>Myosotis collina</i>	53 <i>Smilax aspera</i>
59 <i>Myosotis lingulata</i>	54 <i>Vitis vinifera</i>
60 <i>Ononis pubescens</i>	NANOPHANEROPHYTES
61 <i>Ononis repens</i>	1 <i>Ampelodesma mauritanica</i>
62 <i>Ormenis mixta</i>	2 <i>Cistus monspeliensis</i>
63 <i>Ornithopus pinnatus</i>	3 <i>Cistus salvifolius</i>
64 <i>Paronychia argentea</i>	4 <i>Daphne gnidium</i>
65 <i>Plantago psyllium</i>	5 <i>Hypericum androsaemum</i>
66 <i>Ranunculus parviflorus</i>	6 <i>Inula viscosa</i>
67 <i>Raphanus raphanistrum</i>	7 <i>Lavandula stoechas</i>
68 <i>Scorpiurus vermiculatus</i>	8 <i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>
69 <i>Scleropoa rigida</i>	9 <i>Rubia peregrina</i>
70 <i>Sedum album</i> subsp. <i>album</i>	10 <i>Ruscus hypophyllum</i>
71 <i>Sedum ceruleum</i>	11 <i>Satureja calamintha</i> subsp. <i>adscendens</i>
72 <i>Senecio leucanthemifolius</i>	12 <i>Sedum album</i> subsp. <i>album</i>
73 <i>Senecio vulgaris</i>	13 <i>Solanum sodomaeum</i>
74 <i>Sherardia arvensis</i>	THEROPHYTES Suite...
75 <i>Silene coeli - rosa</i>	91 <i>Trifolium arvense</i>
76 <i>Silene colorata</i>	92 <i>Trifolium campestre</i>
77 <i>Silene cucubalus</i>	93 <i>Trifolium ishmocarpum</i>
78 <i>Silene gallica</i>	94 <i>Trifolium squarrosum</i>
79 <i>Silybum marianum</i>	95 <i>Urtica membranacea</i>
80 <i>Sinapis arvensis</i>	96 <i>Urtica pilulifera</i>
81 <i>Sinapis pubescens</i>	97 <i>Veronica agrestis</i>
82 <i>Sonchus asper</i> subsp. <i>eu-asper</i>	98 <i>Veronica cymbalaria</i>
83 <i>Sonchus oleraceus</i>	99 <i>Vicia altissima</i>
84 <i>Stellaria media</i>	100 <i>Vicia narbonense</i>
85 <i>Tetragonolobus biflorus</i>	101 <i>Vicia sativa</i>
86 <i>Tetragonolobus purpureus</i>	102 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>
87 <i>Tolpis barbata</i>	103 <i>Vicia hirsuta</i>
88 <i>Torilis arvensis</i> subsp. <i>neglecta</i>	104 <i>Viola denhardtii</i>
89 <i>Torilis nodosa</i>	105 <i>Xanthium spinosum</i>
90 <i>Trifolium angustifolium</i>	

Légende du tableau ANNEXE 4 :

Plantes vasculaires:

Hélophytes=121; Thérophytes=105; Phanérophytes + Phanérophytes lianoïdes=54;
Amphiphytes=42; Hémicryptophytes=37; Hydrophytes=18; Géophytes=13;
Nanophanérophytes=13; Chaméphytes=05; Epiphytes=02;

Plantes non vasculaires: 02 Bryophytes.

ANNEXE 5

Liste des espèces avec codes et nomenclature actualisée (Le Floc'h, 2010)

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Acde	<i>Acacia dealbata</i> Link	Leguminosae	
Acme	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Leguminosae	
Acmo	<i>Acanthus mollis</i> L.	Acanthaceae	
Adcv	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Pteridaceae	
Agst	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Poaceae	
Aicu	<i>Aira cupaniana</i> Guss.	Poaceae	
Albu	<i>Alopecurus bulbosus</i> Gouan	Poaceae	<i>A. pratensis</i>
Algl	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Betulaceae	
Alpa	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Alismataceae	<i>A. plantago</i>
Alpe	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb) Cavara & Grande	Cruciferae	<i>A. officinalis</i> , <i>Sisymbrium alliaria</i>
Alse	<i>Althernanthera sessilis</i> (L.) DC.	Amaranthaceae	
Altr	<i>Allium triquetrum</i> L.	Alliaceae	
Amgr	<i>Amaranthus graecizans</i> L. subsp <i>sylvestris</i> (Vill.) Wacht.	Amaranthaceae	<i>A. angustifolius</i> subsp <i>silvestris</i>
Amma	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T.Durand & Schinz	Poaceae	
Anar	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	
Anarv	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	
Ancr	<i>Anagallis crassifolia</i> Thore	Primulaceae	
Anle	<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link	Pteridaceae	<i>Grammitis leptophylla</i> , <i>Gymnogramma leptophylla</i>
Anmo	<i>Anagallis monelli</i> L.	Primulaceae	<i>A. collina</i>
Anod	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	
Apcr	<i>Apium crassipes</i> (Koch ex Rchb.) Rchb.f.	Umbelliferae	<i>Helosciadium crassipes</i>
Apno	<i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag.	Umbelliferae	<i>Helosciadium nodiflorum</i>
Ardo	<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	
Arit	<i>Arum italicum</i> Mill.	Araceae	
Arpa	<i>Aristolochia paucinervis</i> Pomel	Aristolochiaceae	<i>A. longa</i> subsp <i>paucinervis</i>
Arvu	<i>Arisarum vulgare</i> Targ. Tozz. subsp <i>exertum</i> Maire & Weiller	Araceae	
Asac	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Asparagaceae	<i>Asparagus nervosus</i> Pomel. , <i>A. Morisianus</i> Parl.
Asae	<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Asphodelaceae	<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm. & Viv.
Asan	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	Aspleniaceae	
Assq	<i>Aster squamatus</i> (Speng.) Hieron	Asteraceae	
Astr	<i>Asplenium trichomanes</i> L.	Aspleniaceae	
Atff	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	Athyriaceae	
Avst	<i>Avena sterilis</i> L.	Poaceae	
Bara	<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl. indifférenciée	Alismataceae	<i>Echinodorus ranunculoides</i> (L.) Engelm., <i>Alisma ranunculoides</i> L.
Bean	<i>Bellis annua</i> L.	Asteraceae	
Bere	<i>Bellis repens</i> Lamk	Asteraceae	<i>Bellis prostrata</i> Pomel, <i>Bellis radicans</i> Coss et Dur
Betr	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Scrofulariaceae	<i>Trixago apula</i> Stev., <i>Rhinanthus trixago</i> , <i>Bartsia trixago</i>
Bidi	<i>Biscutella didyma</i> L.	Cruciferae	<i>Biscutella apula</i> L.
Bipe	<i>Biserrula pelecinus</i> L.	Legumineuseae	<i>Astragalus pelecinus</i>
Bolo	<i>Borago longifolia</i> Poir.	Boraginaceae	
Boof	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	
Brdi	<i>Bryonia dioica</i> Jacq	Cucurbitaceae	
Brma	<i>Briza maxima</i> L.	Poaceae	
Brmi	<i>Briza minor</i> L.	Poaceae	
Brpr	<i>Brassica procumbens</i> (Poir.) O. E. Schultz	Cruciferae	<i>Sinapis procumbens</i> Poir.
Brst	<i>Bromus sterilis</i> L.	Poaceae	
Brsy	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds) P. Beauv.	Poaceae	
Caac	<i>Carex acutiformis</i> Ehrh .	Cyperaceae	<i>C. paludosa</i> Good.
Caal	<i>Campanula alata</i> Desf.	Campanulaceae	
Cabp	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Cruciferae	
Cadi	<i>Campanula dichotoma</i> L.	Campanulaceae	
Cadi	<i>Carex distans</i> L.	Cyperaceae	
Cadivi	<i>Carex divisa</i> Huds. var <i>chaetophylla</i> (steud.) Daveau.	Cyperaceae	<i>Carex divisa</i> Huds.
Cadivv	<i>Carex divulsa</i> Stoks.	Cyperaceae	<i>Carex muricata</i> L. subsp <i>divulsa</i> (Stoks) Syme.
Cael	<i>Carex elata</i> All.	Cyperaceae	<i>C. stricta</i> Good.

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Cafl	<i>Carex flacca</i> Shreb. indifférencié	Cyperaceae	<i>C. glauca</i> Scop.
Cahi	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	Crucifereae	
Cane	<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi.	Lamiaceae	<i>Satureja calamintha</i> subsp <i>adscendens</i> (Jord.) Briq.
Canu	<i>Carduus numidicus</i> Durieu	Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L. subsp <i>numidicus</i> Durieu
Caob	<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall.	Callitrichaceae	
Capa	<i>Carex paniculata</i> L.	Cyperaceae	
Cape	<i>Carex pendula</i> Huds.	Cyperaceae	<i>C. maxima</i> Scop.
Caps	<i>Carex pseucyperus</i> L.	Cyperaceae	
Capu	<i>Carex punctata</i> Gaudin	Cyperaceae	
Cara	<i>Campanula rapunculus</i> L.	Campanulaceae	
Cara	<i>Carlina racemosa</i> L.	Asteraceae	
Care	<i>Carex remota</i> L.	Cyperaceae	
Cari	<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubb.	Poaceae	<i>Desmazeria rigida</i> , <i>Scleropoa rigida</i> (L.) Gris
Case	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br	Convolvulaceae	<i>Convolvulus sepium</i> L.
Casy	<i>Carex sylvatica</i> Huds. subsp. <i>pau</i> (Sennen) A. Bol.	Cyperaceae	<i>Carex sylvatica</i> Huds var. <i>algeriensis</i> (Nelmes) M. & W.
Cavi	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link.	Fabaceae	
Cavu	<i>Carex vulpina</i> L.	Cyperaceae	
Ceca	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	Asteraceae	
Cede	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Ceratophyllaceae	
Ceer	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.	Gentianaceae	<i>Centaurium umbellatum</i> (Gibb) Beck., <i>Erythraea centaurium</i> (L.) (Pers.)
Cegl	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Caryophyllaceae	
Cema	<i>Cerithe major</i> L.	Boraginaceae	
Cena	<i>Centaurea napifolia</i> L.	Asteraceae	
Cepe	<i>Cerastium pentandrum</i> L.	Caryophyllaceae	<i>Cerastium pumilum</i> Curt.
Chal	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	
Chhu	<i>Chamaerops humilis</i> L.	Palmae	
Chma	<i>Charybdis maritima</i> (L.) Speta	Liliaceae	<i>Scilla maritima</i> L., <i>Urginea maritima</i> (L.) Baker
Chma	<i>Chamaemelum mixtum</i> (L.) All.	Asteraceae	<i>Ormenis mixta</i> DC, <i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Oberpr. & Vogt.
Chpe	<i>Chamaesyce peplis</i> (L.) Prokn.	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplis</i> L.
Cilu	<i>Circaea lutetiana</i> L.	Onagraceae	
Cimo	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	Cistaceae	
Cisa	<i>Cistus salviifolius</i> L.	Cistaceae	
Clci	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Renonculaceae	
Clfl	<i>Clematis flammula</i> L.	Renonculaceae	<i>Clematis flammula</i> var. <i>maritima</i> (Lam.) DC.
Clma	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl.	Cyperaceae	
Coal	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Convolvulaceae	
Coar	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	
Cobo	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist.	Asteraceae	<i>Conyza altissima</i> Deb., <i>Conyza naudinii</i> Bonnet
Coco	<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Asteraceae	
Coes	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.	Araceae	<i>Colocasia antiquorum</i> Schott. var <i>typica</i> Endl.
Comy	<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Cass ex Rchb.	Asteraceae	<i>Chrysanthemum myconis</i> L. , <i>Kremeria myconis</i> L. M.
Craz	<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	
Crmo	<i>Crataegus monogyna</i> (Jacq)	Rosaceae	<i>Crataegus oxyacantha</i> L. subsp <i>monogyna</i> (Jacq) Rouy et Camus
Crve	<i>Crepis vesicaria</i> L.	Asteraceae	
Cyaf	<i>Cyclamen africanum</i> Boiss et Reut.	Primulaceae	
Cyar	<i>Cytisus arboreus</i> (Desf.) DC.	Fabaceae	<i>Sarothamnus arboreus</i> (Desf) Boiss)
Cych	<i>Cynoglossum cheirifolium</i> L.	Boraginaceae	
Cyda	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	
Cyel	<i>Cynosurus elegans</i> Desf.	Poaceae	
Cyes	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	<i>Cyperus melanorhizus</i> , <i>Pycneus esculentus</i>
Cyfu	<i>Cyperus fuscus</i> L.	Cyperaceae	
Cylo	<i>Cyperus longus</i> L. subsp <i>eu – longus</i> Asch et Gr.	Cyperaceae	
Cypo	<i>Cynosurus polybracteatus</i> Poir.	Poaceae	<i>Cynosurus cristatus</i> Poir., <i>C. cristagalli</i> Mynby
Cyvi	<i>Cytisus villosus</i> Pourr.	Fabaceae	<i>Cytisus triflorus</i> (L.) Her.
Daae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Ash. Schw.	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptiaca</i> (L.) Willd.
Dacamr	<i>Daucus carota</i> L. subsp <i>maritimus</i> (Lamk.) Batt.	Umbelliferae	
Dacamx	<i>Daucus carota</i> L. subsp <i>maximus</i> (Desf.) Ball.	Umbelliferae	

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Dagn	<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymeleaceae	
Dast	<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	
Davi	<i>Daucus virgatus</i> (Poiret) Maire	Umbelliferae	<i>Caucalis virgata</i> Poiret; <i>Daucus laserpitoides</i> DC.
Difu	<i>Dipsacus fullonum</i> L.	Dipsacaceae	<i>Dipsacus sylvestris</i> Miller.
Digr	<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	Asteraceae	<i>Inula graveolens</i> (L.) Desf.
Disa	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L) Scop.	Poaceae	<i>Panicum sanguinale</i> L.
Dore	<i>Dorycnium rectum</i> (L) Ser.	Fabaceae	<i>Bongeania recta</i> Reich
Drvi	<i>Dittrichia viscosa</i> L. Greuter	Asteraceae	<i>Inula viscosa</i> (L.) Ait.
Eccg	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	<i>Panicum Crus-galli</i> (L.) P.Beauv., <i>Oplismenus Crus-galli</i> (L.) Kunth.)
Ecpl	<i>Echium plantagineum</i> L.	Boraginaceae	
Ecsp	<i>Echinops spinosus</i> L.	Asteraceae	.
Elmu	<i>Eleocharis multicaulis</i> Sm. Desv.	Cyperaceae	<i>Scirpus multicaulis</i> Sm.
Elpa	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	Cyperaceae	<i>Scirpus palustris</i> L.
Ephi	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Onagraceae	
Eqra	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	Equisetaceae	
Eqte	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	Equisetaceae	<i>Equisetum maximus</i> Lamk.
Erar	<i>Erica arborea</i> L.	Ericaceae	
Erat	<i>Eragrostis atrovirens</i> (Desf.) Trin. var. <i>Fontanesiana</i> M.	Poaceae	
Erba	<i>Eryngium barrelieri</i> Boiss.	Umbelliferae	<i>Eryngium pusillum</i> L.
Erbo	<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol.	Geraniaceae	
Erci	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) l'Her	Geraniaceae	
Erpi	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae	
Ers	<i>Erica scoparia</i> L.	Ericaceae	
Ertr	<i>Eryngium tricuspidatum</i> L.	Umbelliferae	
Euba	<i>Europhaca baetica</i> (L.) Boiss	Mimosaceae	<i>Astragalus lusitanicus</i> Lam.
Eubi	<i>Euphorbia biumbellata</i> Poiret.	Euphorbiaceae	
Euca	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Myrtaceae	
Eugo	<i>Eucalyptus gomphocephala</i> D.C	Myrtaceae	
Euhe	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae	
Eupa	<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbiaceae	
Eute	<i>Euphorbia terracina</i> L.	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia provincialis</i> Willd.
Feco	<i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn.	Valerianaceae	
Fica	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	
Fipy	<i>Filago pygmaea</i> L.	Asteraceae	<i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot. ; <i>Evax asteriscifolia</i> Poir.
Fisq	<i>Fimbristylis squarrosa</i> (Poir.) Vahl.	Cyperaceae	
Fral	<i>Frangula alnus</i> Mill.	Rhamnaceae	<i>Rhamnus frangula</i> L.
Fran	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Oleaceae	<i>F. oxyphylla</i> M.B. = <i>F. Oxycarpa</i> Willd.
Fuca	<i>Fumaria capreolata</i> L.	Fumariaceae	
Fuhy	<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	Funariaceae	
Fupu	<i>Fuirena pubescens</i> (Poir.) Kunth.	Cyperaceae	<i>Scirpus pubescens</i> Poir.
Gael	<i>Galactites elegans</i> (All.) Soldano	Asteraceae	<i>Galactites tomentosa</i> (L.) Moench.
Gapa	<i>Galium palustre</i> L.subsp. <i>elongatum</i> (C.Presl) Lange	Rubiaceae	<i>G. debile</i> Desf.
Gasc	<i>Galium scabrum</i> L.	Rubiaceae	<i>Galium ellipticum</i> (Willd.) Horn. = <i>G. rotundifolium</i> L.
Gedi	<i>Geranium dissectum</i> L.	Geraniaceae	
Gefe	<i>Genista ferox</i> (Poir.) Dum. Cours	Fabaceae	<i>Genista ferox</i> Poiret.var. <i>salditana</i> Pomel Batt.
Gemo	<i>Geranium molle</i> L.	Geraniaceae	
Gero	<i>Geranium robertianum</i> L.	Geraniaceae	
Glfla	<i>Glaucium flavum</i> Crantz.	Papaveraceae	
Glflu	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br. indifférenciée	Poaceae	
Haha	<i>Halimium halimifolium</i> (L.) Willk	Cistaceae	<i>Helianthemum halimifolium</i> Willk, <i>Cistus halimifolius</i>
Hehe	<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	
Hola	<i>Holcus lanatus</i> L.	Poaceae	
Homu	<i>Hordeum murinum</i> L.	Poaceae	
Hyaf	<i>Hypericum afrum</i> (Desf.) Lam.	Hypericaceae	
Hyan	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	Hypericaceae	<i>Androsaemum officinale</i> All., <i>Hypericum bacciferum</i> Lam.
Hype	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	
Hyra	<i>Hyoseris radiata</i> L.	Compositae	<i>Hyoseris blechnoides</i> Pomel
Hyra	<i>Hypochaeris radicata</i> L. subsp <i>heterocarpa</i> (Moris)	Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L. var <i>neapolitana</i> DC.

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
	Maire.		
Ilve	Illecebrum verticillatum L.	Caryophyllaceae	
Irpl	Iris planifolia (Mill.) Fiori & Paol	Iridaceae	Iris alata Poirét, Iris scorioïdes Desf.
Irps	Iris pseudacorus L.	Iridaceae	
Irun	Iris unguicularis Poir.	Iridaceae	Iris stylosa Desf.
Isce	Isolepis cernua Vahl. Roemer & Schultes	Cyperaceae	Scirpus savii, S. cernuus Vahl.
Ishy	Isoetes hystrix Bory	Isoetaceae	
Isps	Isolepis pseudosetacea (Daveau) M. La	Cyperaceae	Scirpus setaceus L.
Isve	Isoetes velata A. Braun.	Isoetaceae	
Juac	Juncus acutus L.	Juncaceae	
Juar	Juncus articulatus L.	Juncaceae	J. lempocarpus Ehrh.
Jubuf	Juncus bufonius L.	Juncaceae	
Jubul	Juncus bulbosus L.	Juncaceae	J. supinus Moench.
Juca	Juncus capitatus Weigel	Juncaceae	
Juco	Juncus conglomeratus L.	Juncaceae	
Juef	Juncus effusus L.	Juncaceae	
Juhe	Juncus heterophyllus Dufour	Juncaceae	
Juma	Juncus maritimus Lamk.	Juncaceae	Juncus rigidus Desf.
Juox	Juniperus oxycedrus L.	Cupressaceae	
Jupy	Juncus pygmaeus Rich. ex Thuill.	Juncaceae	
Jute	Juncus tenageia Ehrh. ex L.f.	Juncaceae	
Kico	Kickxia commutata (Reichenb.) Fritsch.	Scrophulariaceae	Linaria commutata Bernh. in Maire, Linaria graeca Chav
Laau	Lamarckia aurea (L.) Moench.	Poaceae	Cynosurus aureus L.
Labi	Lamium bifidum Cirillo	Lamiaceae	
Lacr	Lavatera cretica L.	Malvaceae	L. sylvestris Brot.
Lafl	Lamium flexuosum Ten.	Lamiaceae	
Lamu	Lactuca muralis (L.) Gaertn.	Asteraceae	
Lano	Laurus nobilis L.	Lauraceae	
Laol	Lavatera olbia L.	Malvaceae	
Laov	Lagurus ovatus L.	Poaceae	
Lapu	Lamium purpureum L.	Lamiaceae	
Last	Lavandula stoechas L.	Lamiaceae	
Lavi	Lactuca viminea (L.) J. Presl & C. Presl	Asteraceae	
Lefa	Legousia falcata (Ten.) Janch.	Campanulaceae	Specularia falcata (Ten.) A.D.C
Lemi	Lemna minor L.	Lemnaceae	
Leor	Leersia oryzoides (L.) Sw.	Poaceae	Oryza hexandra, Leersia hexandra Sw.
Lifl	Linaria flava (Poir.) Desf.	Scrophulariaceae	
Lipi	Linaria pinifolia (Poir.) Tell.	Scrophulariaceae	Linaria reticulata Desf.
Lire	Linaria reflexa (L.) Chaz	Scrophulariaceae	
Lius	Linum usitatissimum L. subsp angustifolium (Huds) Fiori	Linaceae	
Loco	Lotus corniculatus L. subsp. preslii (Ten.) P. Fourn.	Fabaceae	Lotus preslii Ten.
Loed	Lotus edulis L.	Fabaceae	
Loga	Logfia gallica Coss. et Germ.	Asteraceae	Filago gallica L.
Lohi	Lotus hispidus Desf. ex D.C.	Fabaceae	L. angustissimus subsp. hispidus, L. subbiflorus
Lomu	Lolium multiflorum Lamk.	Poaceae	
Lope	Lotus pedunculatus Cav.	Fabaceae	L. decumbens; L. uliginosus Schk. ; Lotus major Sm
Luan	Lupinus angustifolius L.	Fabaceae	
Lufo	Luzula forsteri (Sm.) DC.	Juncaceae	
Lulu	Lupinus luteus L.	Fabaceae	
Lupa	Ludwigia palustris (L.) Elliot	Onagraceae	Isnardia palustris L.
Lyeu	Lycopus europaeus L.	Lamiaceae	
Lyhy	Lythrum hyssopifolia L.	Lythraceae	
Lyju	Lythrum junceum Banks & Sol.	Lythraceae	Lythrum junceum Soland.
Lysa	Lythrum salicaria L.	Lythraceae	
Mapa	Malcomia parviflora D.C.	Cruciferae	Hesperis ramosissima Biv.
Meaq	Mentha aquatica L.	Lamiaceae	
Mein	Melilotus infestus Guss.	Fabaceae	
Memi	Melica minuta L. subsp major (Lange) Trab.	Poaceae	Melica minuta L. subsp major Lange.
Meor	Medicago orbicularis (L.) Bartal.	Fabaceae	

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Mepu	<i>Mentha pulegium</i> L.	Lamiaceae	
Mesu	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Lamiaceae	<i>Mentha rotundifolia</i> L.
Mimi	<i>Mibora minima</i> (L.) Desv.	Poaceae	
Myal	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> D.C.	Haloragaceae	
Myco	<i>Myrtus communis</i> L.	Myrtaceae	
Myra	<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel.	Boraginaceae	<i>Myosotis hispida</i> Schl., <i>Myosotis collina</i> Hoffm.
Mysi	<i>Myosotis sicula</i> (Guss).	Boraginaceae	<i>Myosotis debilis</i> , <i>M. lingulata</i> Lehm. var <i>sicula</i> (Guss.) Batt.
Naof	<i>Nasturtium officinale</i> R. Brown	Cruciferae	<i>Rorripa nastursium-aquatica</i> (L.) Hayek
Nata	<i>Narcissus tazetta</i> L.	Amaryllidaceae	
Neol	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	
Nyal	<i>Nymphaea alba</i> L.	Nymphaeaceae	
Oefi	<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	Umbelliferae	
Oegl	<i>Oenanthe globulosa</i> L.	Umbelliferae	
Oleu	<i>Olea europaea</i> L. subsp <i>oleaster</i> (Hoffmanns.& Link) Negodi.	Oleaceae	
Onpu	<i>Ononis pubescens</i> L.	Fabaceae	
Onsp	<i>Ononis spinosa</i> subsp. subsp. <i>maritima</i> (Dumort. Ex Piré) P.Fourn.	Fabaceae	<i>Ononis repens</i> L.
Orpi	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill) Druce.	Fabaceae	<i>O. ebreacteatus</i> Brott. ; <i>Arthrolobium ebreacteatum</i> . D.C.
Osre	<i>Osmunda regalis</i> L.	Osmundaceae	
Oxce	<i>Oxalis cernua</i> Thumb.	Oxalidaceae	<i>O. pes-caprae</i> L.
Oxco	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	
Oxfl	<i>Oxalis floribunda</i> Lehm.	Oxalidaceae	<i>O. articulata</i> Savigny.
Paar	<i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lamk.	Caryophyllaceae	
Padi	<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae	<i>Panicum vaginatum</i> G.G.B et T
Pare	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae	
Pehy	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiper</i> L.
Pela	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray	Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.
Pesa	<i>Persicaria salicifolia</i> (Willd.) Assenov	Polygonaceae	<i>Polygonum salicifolium</i> Brouss. Ex Willd. ; <i>P. serrulatum</i> Lag.
Pese	<i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soj.	Polygonaceae	<i>Polygonum senegalense</i> Meisn. var. <i>numidicum</i> Maire
Pham	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	<i>P. decandra</i> L.
Phau	<i>Phragmites australis</i> (Cav) Steud.	Poaceae	<i>P. communis</i> Trin. subsp <i>gigantea</i> ; <i>Arundo phragmites</i> L.
Phla	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Oleaceae	
Phsc	<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newm.	Aspleniaceae	<i>Scolopendrium vulgare</i> Sm.; <i>S. officinale</i> Sm.
Pile	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	
Pimi	<i>Piptathemum miliaceum</i> (L.) Coss.	Poaceae	<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.) Asch. And Graebn.
Pipi	<i>Pinus pinaster</i> Aiton.	Pinaceae	<i>Pinus maritima</i> Lamk
Plcr	<i>Plantago crassifolia</i> Forssk.	Plantaginaceae	<i>Plantago afra</i> L.
Plla	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	
Plmac	<i>Plantago macrorrhiza</i> Poir.	Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> L. subsp <i>macrorrhiza</i> (Poiret) Argang.
Plmag	<i>Plagius maghrebinus</i> Vogt and Greuter	Asteraceae	<i>Chrysanthemum fontanasaii</i> (B. et R.) Q. et S.
Plmaj	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	
Plps	<i>Plantago psyllium</i> L.	Plantaginaceae	
Poal	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae	
Poan	<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	
Poca	<i>Polypodium cambricum</i> L.	Polygonaceae	<i>Polypodium vulgare</i> L.
Poma	<i>Polypogon maritimus</i> Willd.	Polypodiaceae	
Pomo	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf.	Poaceae	
Poni	<i>Populus nigra</i> L.	Salicaceae	
Pono	<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton fluitans</i> Roth.
Pore	<i>Potentilla reptans</i> L.	Rosaceae	
Pose	<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woyn.	Dryopteridaceae	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth, <i>Dryopteris aculeata</i> subsp <i>aculeata</i> (L.) OK
Pote	<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	Caryophyllaceae	
Potr	<i>Poa trivialis</i> L.	Poaceae	
Potr	<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schltld	Potamogetonaceae	
Povi	<i>Polypogon viridis</i> (Gouan) Breistr.	Poaceae	<i>Agrostis semi-verticillata</i> (Forsk) Christ.
Prau	<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta	Lamiaceae	<i>Scilla autumnalis</i> L.

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Prav	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Rosaceae	<i>Cerasus avium</i> L.
Prvu	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Lamiaceae	<i>Brunella vulgaris</i> ; <i>Brunella algeriensis</i> de Noé; <i>Brunella parviflora</i> Poiret
Ptaq	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	Hypolepidaceae	<i>Pteris aquilina</i> L.
Pudi	<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.) Parl.	Poaceae	<i>Atropis distans</i> Gris
Pyfl	<i>Pycreus flavescens</i> (L.) Rchb	Cyperaceae	<i>Cyperus flavescens</i>
Quca	<i>Quercus canariensis</i> Willd.	Fagaceae	<i>Quercus faginea</i> Lamk. subsp <i>mirbeckii</i> (Durieu) Emb.
Quco	<i>Quercus coccifera</i> L.	Fagaceae	
Qusu	<i>Quercus suber</i> L.	Fagaceae	
Raba	<i>Ranunculus baudotii</i> Godr.	Ranunculaceae	<i>Ranunculus peltatus</i>
Rabu	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Ranunculaceae	
Rafi	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	Ranunculaceae	<i>Ficaria verna</i> Huds.
Rafl	<i>Ranunculus flammula</i> L.	Ranunculaceae	
Rahe	<i>Ranunculus hederaceus</i> L.	Ranunculaceae	<i>Ranunculus homoeophyllus</i> Ten.; <i>R mauritanicus</i> Pomel.
Rama	<i>Ranunculus macrophyllus</i> Desf.	Ranunculaceae	
Ramu	<i>Ranunculus muricatus</i> L.	Ranunculaceae	
Raop	<i>Ranunculus ophioglossifolius</i> Villars.	Ranunculaceae	
Rara	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Cruciferae	
Rasa	<i>Ranunculus sardous</i> Crantz.	Ranunculaceae	
Rasc	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	Ranunculaceae	
Ratr	<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix.	Ranunculaceae	
Rera	<i>Retama raetam</i> subsp. <i>bovei</i> (Spach.) Talavera & Gibbs	Leguminosae	<i>Retama monosperma</i> L. subsp <i>bovei</i> (spach.) Maire
Rhal	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae	
Rico	<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	
Roam	<i>Rorripa amphibia</i> (L.) Besser	Cruciferae	
Robu	<i>Romulea bulbocodium</i> (L.) Seb. & Maur.	Iridaceae	
Roca	<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	
Rohi	<i>Rostraria hispida</i> (Savi) Dogan	Poaceae	<i>Koeleria hispida</i> (Savi) D.C.
Rose	<i>Rosa sempervirens</i> L.	Rosaceae	
Rubu	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Polygonaceae	
Ruco	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Polygonaceae	
Ruhy	<i>Ruscus hypophyllum</i> L.	Liliaceae	
Ruin	<i>Rubus incanescens</i> (D. C.) Bert.	Rosaceae	<i>Rubus numudicus</i> Focke
Rupe	<i>Rubia peregrina</i> L.	Rubiaceae	
Rupu	<i>Rumex pulcher</i> L.	Polygonaceae	
Ruul	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	Rosaceae	<i>R. discolor</i> W et N. <i>R. atlanticus</i> Pomel.
Saal	<i>Salix alba</i> L.	Salicaceae	
Saat	<i>Salix atrocinerea</i> (L.) Brot.	Salicaceae	<i>Salix cinerea</i> L.
Saeb	<i>Sambucus ebulus</i> L.	Caprifoliaceae	
Sama	<i>Sanguisorba mauritanica</i> Desf.	Rosaceae	
Sana	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	Salviniaceae	
Sape	<i>Salix pedicellata</i> Desf.	Salicaceae	
Scau	<i>Scrophularia auriculata</i> Loefl. ex L.	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia aquatica</i> L. subsp <i>auriculata</i> (L.) Nov
Schi	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae	
Scho	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak subsp <i>holoschoenus</i>	Cyperaceae	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.
Scin	<i>Scirpus inclinatus</i> (Del.) Asch et Sw.	Cyperaceae	
Scla	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Cyperaceae	<i>Scirpus lacustris</i> L.
Scsa	<i>Scrophularia sambucifolia</i> L.(Poiret)	Scrophulariaceae	
Scsp	<i>Schenkia spicata</i> (L.) Mansion	Gentianaceae	<i>Centaurium spicatum</i> (L.) Fritsch.
Scte	<i>Scrophularia tenuipes</i> Coss & Durieu	Scrophulariaceae	
Scve	<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.	Leguminosae	
Seal	<i>Sedum album</i> L.	Crassulaceae	
Sece	<i>Sedum ceruleum</i> L.	Crassulaceae	
Sede	<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Spring.	Selaginellaceae	<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Link.
Seja	<i>Senecio jacobaea</i> L.	Asteraceae	<i>Senecio erraticus</i> Bert.
Sele	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poiret	Asteraceae	
Sevu	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Asteraceae	
Shar	<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae	
Siar	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Cruciferae	

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Sice	<i>Silene coeli-rosa</i> (L.) Godr.	Caryophyllaceae	<i>Lychris coeli-rosa</i> (L.) Desf, <i>Eudianthe coeli-rosa</i> Fenzl.
Sico	<i>Silene colorata</i> Poir.	Caryophyllaceae	<i>Silene bipartite</i> Desf.
Siga	<i>Silene gallica</i> L.	Caryophyllaceae	
Sima	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	
Sipu	<i>Sinapis pubescens</i> L. subsp. <i>pubescens</i> Maire et Weiller.	Cruciferae	
Siro	<i>Sideritis romana</i> L. subsp. <i>numidica</i> Batt.	Lamiaceae	
Sivu	<i>Silene vulgaris</i> (Moench.) Garcke. subsp. <i>vulgaris</i>	Caryophyllaceae	<i>Silene inflata</i> Sm.
Smas	<i>Smilax aspera</i> L.	Liliaceae	
Soas	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Asteraceae	
Sodu	<i>Solanum dulcamara</i> L.	Solanaceae	
Sola	<i>Solenopsis laurentia</i> (L.) C. Presl.	Campanulaceae	<i>Laurentia bicolor</i> (Batt.) Maire et Steph.
Soli	<i>Solanum linnaeanum</i> Hepper & Jaeger	Solanaceae	<i>Solanum sodomaeum</i>
Soni	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	
Sool	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	
Spar	<i>Spergula arvensis</i> L.	Caryophyllaceae	
Spbo	<i>Spergularia bocconei</i> (Sheele) Asch. & Graebn.	Caryophyllaceae	<i>Spergularia rubra</i>
Spde	<i>Sphagnum auriculatum</i> Schimp.	Sphagnaceae	<i>Sphagnum denticulatum</i> Brid.
Sper	<i>Sparganium erectum</i> L. indifférenciée	Sparganiaceae	<i>S. ramosum</i> Huds, <i>S neglectum</i> Beeby.
Spfa	<i>Spergula fallax</i> (Lowe) E.H.L. Krause	Caryophyllaceae	<i>Spergula flaccida</i> (Roxb) Asch
Star	<i>Stachys arvensis</i> L.	Lamiaceae	
Stma	<i>Stachys marrubiiifolia</i> Viv.	Lamiaceae	
Stme	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill	Caryophyllaceae	
Taca	<i>Tamarix canariensis</i> Willd.	Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i> L.
Taco	<i>Tamus communis</i> L.	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin
Tadi	<i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	Taxodiaceae	
Tebi	<i>Tetragonolobus biflorus</i> (Desr.)	Fabaceae	<i>Lotus biflorus</i> Desr.
Thin	<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) Iwatsuki	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris gongyloides</i> (Shk)OK subsp. <i>propinqua</i> (R.Br) Christ.
Toar	<i>Torilis arvensis</i> (Huds) Link.	Umbelliferae	
Toba	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	
Tono	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	Umbelliferae	
Tran	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Leguminosae	
Trar	<i>Trifolium arvense</i> L.	Leguminosae	
Trca	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Leguminosae	
Trdi	<i>Trachynia distachya</i> (L.) Link.	Poaceae	<i>Brachypodium distachyum</i> (L) P.Beauv.
Trmi	<i>Trifolium micranthum</i> Viv.	Leguminosae	<i>Trifolium filiforme</i> L. subsp. <i>micranthum</i> (Viv) Bonnier & Layens
Trpr	<i>Trifolium pratense</i> L.	Leguminosae	
Trrep	<i>Trifolium repens</i> L.	Leguminosae	
Trres	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Leguminosae	
Trsq	<i>Trifolium squarrosum</i> L.	Leguminosae	
Trsu	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	Leguminosae	
Tydo	<i>Typha domingensis</i> (Pers.) Poir. ex Steud.	Thyphaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.
Ulmi	<i>Ulmus minor</i> Mill	Ulmaceae	<i>Ulmus campestris</i> L.
Umru	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	Crassulaceae	<i>Cotyledon umbilicus veneris</i> L. subsp. <i>pendulina</i> (DC) Batt.
Urdu	<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	
Urme	<i>Urtica membranacea</i> Poir.	Urticaceae	
Urpi	<i>Urtica pilulifera</i> L.	Urticaceae	
Utgi	<i>Utricularia gibba</i> L.	Lentibulariaceae	<i>Utricularia exoleta</i> R. Br.
Utvu	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Lentibulariaceae	
Veag	<i>Veronica agrestis</i> L.	Scrophulariaceae	
Veau	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. <i>aquatica</i> (L) Gaudin	Scrophulariaceae	
Veof	<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbenaceae	
Vesi	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	Scrophulariaceae	
Viac	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Verbenaceae	
Vial	<i>Vicia altissima</i> Desf.	Fabaceae	
Vide	<i>Viola alba</i> subsp. <i>denhardtii</i> (Ten.) W. Becker.	Violaceae	<i>Viola denhardtii</i> Ten.
Vihi	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S.F Gray.	Fabaceae	
Vina	<i>Vicia narbonensis</i> L.	Fabaceae	

Code	Espèce	Famille	Synonyme(s)
Visa	<i>Vicia sativa</i> L.	Fabaceae	
Visn	<i>Vicia sativa</i> L. subsp <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp <i>angustifolia</i> (L.) Batt.
Viti	<i>Viburnum tinus</i> L.	Caprifoliaceae	
Vivi	<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>sylvestris</i> (C.C.Gmel) Berger and Hegi	Vitaceae	
Woar	<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	Lemnaceae	
Xasp	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Asteraceae	

Remarque : Liste utilisée pour la réalisation des AFC.

ANNEXE 6

Tableau synthétique des relevés floristiques par site d'échantillonnage
(35 relevés cumulés) (412 espèces)

SITES ESPECES	F	F	F	F	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI	FI	L	L	L	L	L	L	L	L	L	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	a	a	a	a	a	a	a	a	a	u	u	u	u	u	u	u	u	u		
<i>Acacia horrida</i>															2																			
<i>Acacia dealbata</i>					3	3																												
<i>Acacia melanoxylon</i>						2																												
<i>Acanthus mollis</i>								2	2		2																							
<i>Adiantum capillus veneris</i>						1				1																								
<i>Agrostis semi-verticillata</i>	2		2		1						1	2							1										1	1	1			
<i>Agrostis stolonifera</i>			1								1	1	1					1	1	2					1									
<i>Aira cupaniana</i>											1																							
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1	2	1	1	1	1			2	2		1	2	1	2	1	2	1	1				1	2	1	1	1	2	1	1	1			
<i>Alliaria officinalis</i>		1	1	1				1	1					1	1	1																		
<i>Allium triquetrum</i>	2	2	3	1	2	2		2				1	1	2	3	1	2	1	3	1	2	1		1	2	1		1	1	1	1			
<i>Alnus glutinosa</i>	4	4	2	4	4	4	1	4	3	2	4	3	3	4	3	4	4	5	3	4	4	4	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4		
<i>Alopecurus bulbosus</i>					1												1									1								
<i>Althernanthera sessilis</i>	2		1	1							1				1	1			1	1		2		1			2				2			
<i>Amaranthus angustifolius</i>																			1			2												
<i>Ampelodesma mauritanica</i>											2																							
<i>Anagallis arvensis</i>		1	1		1		1	1		2	1	1			1	1	1		1	1	1	1	1	2				2	1		2			
<i>Anagallis crassifolia</i>					1													1						1				1	1	2				
<i>Anagallis monelli</i>	1																2																	
<i>Anthemis arvensis</i>	1	1	1												2									1	2					2	1			
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	1									1	2			1	1	1	1	1	1	1							1	1				
<i>Apium crassipes</i>	1				1							1			2		1						1		1					3				
<i>Apium nodiflorum</i>	1	1	2	2	2	2	1	1		1	1		2	2		2	1		2	1	2	2		2	4	2	1		2	2	1	1		
<i>Arisarum vulgare</i>			2	1	1	1		1			2	2			1	2	2	2		2			1	2			3	1	1	2	2	1		
<i>Aristolochia longa</i>	1																																	
<i>Arum italicum</i>		1		1					1			2	1		1																1			
<i>Arundo donax</i>																2		2									2							
<i>Asparagus acutifolius</i>				1		1										1			1				1	1							2			
<i>Asphodelus aestivus</i>	2				1	1		2							1			1	2	2														
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>								1				1	2																		2			
<i>Asplenium trichomanes</i>													1																					
<i>Aster squamatus</i>	1	1		3		2							2		2	1		2		1							2	1						
<i>Astragalus lusitanicus</i>																3				1														
<i>Athyrium filix-femina</i>	3	3	1	3	2	3	1				1	2	1	2		2		2	2	2	2						2	2	2	3	2	2		
<i>Avena sterilis</i>				1								1					1																	
<i>Bellardia trixago</i>																	1							1		1				1				
<i>Bellis annua</i>	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2		1		3	2	1	1	2	1	1	1	2		1		2	2	1	2	2	1	1	1

<i>Bellis repens</i>	3	2			3					2			2						2	2	1				1	1															
<i>Biscutella didyma</i>	2							1																	1																
<i>Bisserula pelecinus</i>	1																																								
<i>Borago longifolia</i>	1																																								
<i>Borago officinalis</i>										3										2																					
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	3			2	1																					1															
<i>Brachypodium distachyum</i>																										1															
<i>Brassica procumbens</i>										1	1															1															
<i>Briza maxima</i>		1		1																					1																
<i>Briza minor</i>	1							1													1	1	1	1	1	2		1	1												
<i>Bromus sterilis</i>																												1													
<i>Bryonia dioica</i>																																									
<i>Callitriche obtusangula</i>	3	2	2	1	3	2		2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1			3	1	1	2	1	3	3	1	2								
<i>Calycotome villosa</i>	2	2	1	1	2	2				1	2				3	2	1	3	2	2					2				3		2		2								
<i>Calystegia sepium</i>	2	2	1	1	1	2	1			2	1	1	2	1	1			2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1							
<i>Campanula alata</i>		1										1																					1								
<i>Campanula dichotoma</i>	1	1										1												1																	
<i>Campanula rapunculoides</i>												1																													
<i>Capsella bursa-pastoris</i>			1	1																																					
<i>Cardamine hirsuta</i>											1																														
<i>Carduus numidicus</i>													1	1																											
<i>Carex elata</i>	1	2			2	1					1																														
<i>Carex remota</i>	3	3	2	3	2	3		1	1		1	1	2	3		2	2	3	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2						
<i>Carex acutiformis</i>																																				1	1				
<i>Carex divisa</i>												1																								1	1				
<i>Carex distans</i>																																									
<i>Carex flacca</i>	1					1																																			
<i>Carex muricata</i> subsp. <i>divulsa</i>																																									
<i>Carex paniculata</i>		2																																			3				
<i>Carex pendula</i>	1	2		2	1	1																															2				
<i>Carex pseudocyperus</i>		1																																			1				
<i>Carex punctata</i>	2				1	1		1			1																										2				
<i>Carex sylvatica</i>					1							1																													
<i>Carex vulpina</i>			1																																		1				
<i>Carlina racemosa</i>																																									
<i>Centaurea calcitrapa</i>																																						1			
<i>Centaurea napifolia</i>																																					1	1			
<i>Centaureum spicatum</i>																																						1	2		
<i>Centaureum umbellatum</i>	1				1	1																																			
<i>Cerastium glomeratum</i>	2		1				1	1		1	2		1																									1	1	1	
<i>Cerastium pentandrum</i>	1	2	2		1			1		1																												2			
<i>Ceratophyllum demersum</i>																																						2	1		
<i>Cerintho major</i>																																							1	2	1
<i>Chamaerops humilis</i>	2				1																																				

<i>Solanum nigrum</i>	1		2	1	1					1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Solanum sodomaeum</i>	1														2	1																			1	1			
<i>Sonchus asper</i>													1																										
<i>Sonchus oleraceus</i>																																				1			
<i>Sparganium erectum</i>			1	2								3	1																				1			3	2	1	
<i>Specularia perfoliata</i>															1																								
<i>Spergula arvensis</i>		1													2																								
<i>Spergularia bocconi</i>																																							
<i>Spergula flaccida</i>		1	1																																		2	1	
<i>Sphagnum auriculatum</i>																																							
<i>Stachys arvensis</i>	1	1	1																																				
<i>Stachys marrubifolia</i>																																							
<i>Stellaria media</i>	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	3	1	1	1																					1	1
<i>Tamarix gallica</i>		1																																					
<i>Tamus communis</i>	2	1	2	3	1	2																																	1
<i>Taxodium distichum</i>																																							
<i>Tetragonolobus biflorus</i>	2																																						
<i>Tolpis barbata</i>	2		1																																				
<i>Torilis arvensis</i>																																							
<i>Torilis nodosa</i>																																							
<i>Tribulus terrestris</i>																																							
<i>Trifolium arvense</i>	2																																						
<i>Trifolium repens</i>	1	2	2	2	1	1	1	1																															
<i>Trifolium angustifolium</i>	2																																						
<i>Trifolium campestre</i>	1																																						
<i>Trifolium filiforme</i>																																							
<i>Trifolium isthmocarpum</i>	1																																						
<i>Trifolium pratense</i>																																							
<i>Trifolium resupinatum</i>																																							
<i>Trifolium squarrosum</i>	1																																						
<i>Trifolium subterraneum</i>																																							
<i>Typha angustifolia</i>																																							
<i>Typha latifolia</i>	2																																						
<i>Ulmus campestris</i>																																							
<i>Urginea maritima</i>	1																																						
<i>Urtica dioica</i>																																							
<i>Urtica pilulifera</i>																																							
<i>Urtica membranacea</i>																																							
<i>Utricularia exoleta</i>																																							
<i>Utricularia vulgaris</i>																																							
<i>Verbascum sinuatum</i>																																							
<i>Verbena officinalis</i>		1																																					
<i>Veronica agrestis</i>	1																																						
<i>Veronica anagallis aquatica</i>	2	2																																					
<i>Viburnum tinus</i>																																							
<i>Vicia altissima</i>																																							

ANNEXE 7 : APPROCHE SYNTAXONOMIQUE DE L'AULNAIE DE SERAIDI (Oued Hrou)

Situation des stations				
Latitude	36°54'43.7"N	36°54'43.7"N	36°54'46,6"N	36°54'46,6"N
Longitude	7°39'19.8"E	7°39'19.8"E	7°39'20.9"E	7°39'20.9"E
Altitude (m)	555	555	517	517
Numéros des relevés	209	248	249	250
Surface en m ²	400	400	200	200
Date : jour	22	27	27	8
mois	12	5	5	6
année	2006	2008	2008	2008
Exposition	N.W	N.W	N.W	N.W
Roche mère	Micaschiste	Micaschiste	Micaschiste	Micaschiste
Sol	Alluvions	Alluvions	Alluvions	Alluvions
Pente	10%	10%	5%	5%
Recouvrement (%): a	30	50	50	50
b	5	5	2	2
c	70	50	30	40
Hauteur moyenne des Arbres (m): Aulne	12,82			
Chêne zeen (à proximité)	15-16m			
Circonférence des aulnes (cm)	92,4			
Nombre d'aulne/station	5			
Nombre d'esp. /relevé	38	58	37	45
Caractéristiques du lamio- flexuosi - Alnetum glutinosae. (Bensettiti 1995)				
<i>Alnus glutinosa</i>	2	2	3	3
<i>Lamium flexuosum</i>		2	2	2
Transgressives des Fagetalia sylvaticae(Quercu-fagetea)				
<i>Athyrium filix femina</i>		1	1	
<i>Sambucus nigra</i>				2
<i>Carex sylvatica</i>			1	
<i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>		1	2	1
Caractéristiques des Unités supérieures: Quercu-fagetea et Populetalia albae (Br. Bl. 1931)				
<i>Polysticum setiferum</i>	3	1	3	
<i>Carex remota</i>		1	1	2
<i>Hedera helix</i>	2	3	2	2
<i>Geranium Robertianum</i>		1		1
<i>Arisarum vulgare</i>	2		2	
<i>Rubus ulmifolius</i>	3	2	3	
<i>Vitis vinifera</i>		1	2	
<i>Ficus carica</i>			2	2
<i>Osmunda regalis</i>				1

<i>Torilis arvensis</i>		1		1
<i>Laurus nobilis</i>	2	2	3	2
<i>Arum italicum</i>	2			
Compagnes hygrophiles				
<i>Callitriche obtusangula</i>	1	1		
<i>Lythrum junceum</i>			1	1
<i>Juncus articulatus</i>		1		1
<i>Scirpus cernuus</i>		1		
<i>Mentha pulegium</i>		2		
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>	1	2		
<i>Mentha rotundifolia</i>		1		
<i>Androsaemum officinale</i>	2	2	2	2
<i>Asplenium trichomanes</i>	1	1	2	2
<i>Cotyledon umbellicus veneris</i>	1	2	1	2
<i>Gymnogramma leptophylla</i>	1	1		1
<i>Erodium botrys</i>	1	1		
<i>Polypodium vulgare</i>	1	2	1	2
<i>Sedum ceruleum</i>	2	1	1	1
<i>Sedum album</i>	1	1	1	1
<i>Selaginella denticulata</i>	1			
<i>Apium nodiflorum</i>		3	1	2
<i>Carex divisa</i>		1		
<i>Juncus effusus</i>		1	1	
<i>Juncus tenageia</i>		1		1
<i>Phyllitis scolopendrium</i>			1	
<i>Sagina procumbens</i>			1	
<i>Galium palustre</i>				1
<i>Lythrum hyssopifolia</i>			1	1
<i>Maranchesia (mousse)</i>				1
<i>Funaria hygrometrica (mousse)</i>	2			
Espèces rudérales et nitratophiles				
<i>Acanthus mollis</i>		2	2	3
<i>Pteris aquilina</i>	2			
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	1	1		
<i>Stellaria media</i>	2			
<i>Anthemis sp.</i>	n'est pas portéé sur le tableau final			1
<i>Sisymbrium sp.</i>	"	"	"	1
<i>Fumaria capreolata</i>		1		
<i>Galactites tomentosa</i>		2		
<i>Cerastium glomeratum</i>		1		
<i>Fedia gracilifolia</i>		2		
<i>Hypochoeris radicata</i>		1		
<i>Trifolium campestre</i>		1		1
<i>Bellis annua</i>		1		
<i>Euphorbia biumbellata</i>		1		
<i>Cerastium pentandrum</i>				1
<i>Urtica membranacea</i>	1			
<i>Campanula dichotoma</i>				1
<i>Erodium cicutarium</i>				1

Transgressives des séries				
climaciques voisines				
(Quercetalia ilicis)				
<i>Prunus avium</i>	2	2	2	
<i>Smilax aspera</i> subsp. <i>mauritanica</i>	2			
<i>Ruscus hypophyllum</i>		1		
<i>Myrtus communis</i>	2	2	2	
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>Mirbeckii</i>	3	3	3	
<i>Quercus suber</i>	3			
<i>Erica arborea</i>	2	2	2	
<i>Cyclamen africanum</i>	1			
<i>Cytisus triflorus</i>	2	3		
<i>Clematis flammula</i>	1	1		
<i>Rubia peregrina</i>	1			
<i>Viburnum tinus</i>	2	2	2	
<i>Calystegia sepium</i>	1	2	1	1
Autres espèces				
<i>Rubus incanescens</i>	3	2	1	
<i>Ampelodesma mauritanica</i>				2
<i>Ranunculus parviflora</i>				1
<i>Galium rotundifolium</i> (<i>G. ellipticum</i>)		1		1
<i>Scrofularia tenuipes</i>		2		
<i>Aira cupaniana</i>		1		
<i>Veronica agrestis</i>				1
<i>Agrostis semi verticillata</i>		1	1	1
<i>Lactuca muralis</i>				1
<i>Agrostis stolonifera</i>				1
<i>Poa annua</i>		1		1
<i>Poa trivialis</i>		1	1	
<i>Campanula rapunculoides</i>			1	
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritimus</i>				1
<i>Anthoxantum odoratum</i>		1		1
<i>Specularia falcata</i>			1	1
<i>Iris inguicularis</i>	2			
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>				1
<i>Ononis pubescens</i>		1		
<i>Solanum dulcamara</i>	1			

Commentaire du tableau phytosociologique de l'aulnaie ripicole de Seraidi (Oued Hrouer)
(Tab. ANNEXE 7)

L'aulnaie de Seraidi (Oued Hrouer) pourrait être représentée par l'association suivante :

“*Lamio-flexuosi-Alnetum glutinosae*” définie par O. de Bolos 1954 qui a été déterminée en Algérie dans les localités de Meurdja, Beni Arif, l'Arboretum de Meurdja, Hakou Feraoun, Chrea, Oued Aioun et Oued Guerroumen par Bensettiti (1995). Selon l'auteur, le *Lamio-flexuosi-Alnetum glutinosae* (O. Bolos 1954) est localisé dans l'étage méditerranéen au sein des *Quercetea ilicis* mais où trouvent refuge de nombreuses espèces médio-européennes.

Inféodée à l'alliance : *Alno-Ulmion*, à l'ordre des *Fagetalia sylvaticae* et à la classe des *Querco-fagetea*, le *lamio-Alnetum-glutinosae* (O. Bolos 1954) peut être en contact avec “le *Carici-pendulae-Alnetum-glutinosae*” (O. Bolos et Oberd in Oberd 1953) Braun Blanquet 1967, largement décrite par Bensettiti (1992-1995) dans les aulnaies algériennes. En effet, ces deux dernières associations sont de même répartition et sont caractérisées par *Alnus glutinosa*, *Carex remota*, *Carex pendula*, *Athyrium filix femina*. Par contre *Osmunda regalis* y est plus rare. Néanmoins entre 500 et 600m d'altitude, il nous a été donné de relever la présence d'autres fougères telles que : *Phyllitis scolopendrium*, *Dryopteris aculeata* (*Polysticum setiferum*) ainsi que *Gymnogramma leptophylla* au fond des vallées dans les endroits suintants et *Asplenium trichomanes* à proximité de l'aulnaie sur les murailles et les rochers. D'autres espèces caractéristiques de ce milieu sont abondantes sur les berges du cours d'eau. On y distingue principalement : l'espèce hivernante appelé communément l'iris onguiculé : *Iris inguicularis* (ou *I. stylosa*) et l'androsème ou passezure : *Hypericum androsaemum* (ou *Androsaemum officinale*) qui est endémique à l'Algérie et à la Tunisie. Cette dernière espèce s'associe à *Alnus glutinosa* pour constituer les espèces caractéristiques de l'association : “*Hyperico-androsaemi-Alnetum-glutinosae*” inféodée à la sous alliance : *Hyperico-alnenion glutinosae* et à l'alliance *Alno-Ulmion* si l'on se base sur le synsystème élaboré par Rivas Martinez (1985) pour les forêts riveraines de la Péninsule ibérique.

Une étude phytosociologique basée sur des relevés exhaustifs pourrait le préciser ultérieurement pour le cas des aulnaies ripicoles d'altitude en Algérie.

ANNEXE 8

APPROCHE SYNTAXONOMIQUE DE L'AULNAIE D'ALTITUDE D'AIN BERGOUGAIA

Situation du site	36° 50.952' N, 8° 35.419'E										
Numéros des relevés	44	45	46	149	178	222	251	252	253	254	146
Surface en m²	400	400	400	400	400	400	400	400	800	20	100
Date : jour	29	29	29	3	16	24	17	17	17	17	20
mois	4	4	4	9	5	3	8	8	8	8	1
année	1998	1998	1998	2001	2005	2008	2009	2009	2009	2009	2010
Altitude	entre 303 et 309m										
Exposition	NNE	NE	NNE	NE	NE	NE	NNE	NNE	NE	NE	NNE
Roche mère- sol (G-A : Grès-argile)	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A	G-A
Pente	2	2	2	2	1	1	2	1	2	mare	1
Recouvrement (%):a	60	75	50	40	80	60	70	5	90	-	5
b	20	20	20	25	20	25	20	25	20	-	25
c	20	1	30	25	20	30	10	25	5	-	75
Hauteur moyenne des arbres(m): Aulne	14,9	8,35	9,19								
Chêne zeen		16m	15m		16m				16m		
Circonférence des aulnes (cm)	84,4	39,7	24,8								
Nombre d'aulne/station	10	3	4								
Nombre d'esp. /relevé	23	9	21	36	41	35	29	34	17	22	37
Osmundo- alnetum glutinosae											
<i>Alnus glutinosa</i>	3	1	2	2	3	2	2	2	1	1	3
<i>Prunus avium</i>	2			2	2	2					1
<i>Ulmus campestris</i>	1		2				1				
<i>Salix pedicellata</i>				2	2	2					
<i>Ruscus hypophyllum</i>	1				1				1		
Caractéristiques de l'alliance Osmundo- alnetum glutinosae											
<i>Osmunda regalis</i>			2		3	1	2	2			2
<i>Athyrium filix femina</i>	2		1	1		1	1	2			1
Différentielle territoriale											
<i>Vitis vinifera</i>	2		1	1		1		1		3	
Caractéristiques des Unités supérieures: Querco-fagetea et Populetalia albae (Br BI 1931)											
<i>Carex remota</i>	1		3	1	1	3	1	1		1	
<i>Hedera helix</i>	2	2	1	2	3	3	2		3		1
<i>Pteris aquilina</i>	2			2	2		2		2		1
<i>Crataegus oxyacantha</i> subsp. <i>monogyna</i>									1		
<i>Ficus carica</i>	1									2	

<i>Carex pendula</i>					1						
Compagnes hygrophiles											
<i>Rhamnus frangula</i>	2		1				1	2			
<i>Callitriche obtusangula</i>	1					2		2			1
<i>Lythrum junceum</i>			1	2	2	1	1	2		1	1
<i>Ludwigia palustris</i>			1					2		3	1
<i>Scirpus cernuus</i>			1	1			1	1		1	1
<i>Potamogeton nodosus</i>			1	1		1	1				2
<i>Lythrum salicaria</i>	2		1	1		1	1	2		1	
<i>Oxalis corniculata</i>				1						2	
<i>Hypericum afrum</i>				1	1		2	3	2		2
<i>Laurencia bicolor</i>				1	1		1	1		2	
<i>Dorycnium rectum</i>				2	2					2	1
<i>Mentha pulegium</i>				1	2		1	2	3		1
<i>Potentilla reptans</i>					1		1	2			
<i>Asplenium adiantum nigrum</i>					1						
<i>Alisma plantago aquatica</i>					1	2	1	1		2	1
<i>Mentha rotundifolia</i>					2				2		
<i>Potamogeton trichoides</i>						2					
<i>Scirpus setaceus</i>								1			1
<i>Galium palustre</i>						1					
<i>Nasturtium officinale</i>				1							1
<i>Fuirena pubescens</i>							1	2			
<i>Carex punctata</i>							1	1			
<i>Glyceria fluitans</i>							1				
<i>Panicum repens</i>										3	
<i>Lotus pedunculatus</i>								1			
subsp. <i>decumbens</i>											
<i>Juncus heterophyllus</i>								1			1
<i>Juncus bulbosus</i>								1			2
<i>Juncus tenageia</i>								1			
<i>Anagalis crassifolia</i>											1
<i>Funaria hygrometrica</i>	1			1		1					1
Sphagnum auriculatum					3	2		3			4
Rynchospora glauca				1			1	1	1	1	
Transgressives des séries climaciques voisines											
<i>Rubus ulmifolius</i>	3	3	2	2	3	3	3	3	3	1	3
<i>Rubia peregrina</i>	1	1	1		1	1					1
<i>Smilax aspera</i> subsp. <i>mauritanica</i>	2	2	2	3	2	2	1		2	1	1
<i>Phyllirea angustifolia</i>	2			2	2	2	2	2	2	1	2
<i>Myrtus communis</i>	2			1	2	3	2	3	3	1	3
<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>Mirbeckii</i>	2	4	2	2	5	2	1		5	1	
<i>Quercus suber</i>	2		1	2	3	2		2	2	3	
<i>Erica arborea</i>		2	1	2	3	2	2	2	2		2
<i>Erica scoparia</i>				2			1	2			3
<i>Cytisus triflorus</i>				1	1		1	2	2		1
<i>Cistus salvifolius</i>				1	1						
<i>Halimium halimifolium</i>				1							

<i>Calycotome villosa</i>				1	2			2		
<i>Viburnum tinus</i>		2			2	2				2
<i>Calystegia sepium</i>	1	1	1	1	2	1	1	1		1
Autres espèces										
<i>Bellis annua</i>			1		1	1		2		1
<i>Anagalis arvensis</i>				1	2	1				
<i>Medicago orbicularis</i>				2						
<i>Cardamine hirsuta</i>				1						
<i>Trifolium repens</i>				2						
<i>Stellaria media</i>					2	1				1
<i>Urginea maritima</i>					1	1				
<i>Silene colorata</i>					1					
<i>Echium plantagineum</i>					1	1				
<i>Verbena officinalis</i>					1	1				
<i>Erodium botrys</i>					1	1				1
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>					2	2				
<i>Prunus padus</i>	1									
<i>Vicia sativa</i>								1		
<i>Centaurea calcitrapa</i>									3	
<i>Plantago coronopus</i>									1	1
<i>Linaria commutata</i>									1	
<i>Ranunculus macrophyllus</i>										1

Commentaire du tableau phytosociologique de l'aulnaie ripicole d'Ain Bergouguaia
(Tab. ANNEXE 8)

Dans le tableau de présence des espèces, l'ensemble des caractéristiques et compagnes d'assez grande fréquence forme le noyau spécifique complet propre à une association végétale donnée. Cet ensemble apparaît dans le tableau d'association. Généralement cet ensemble est rarement réalisé au complet dans un individu d'association.

Par ailleurs, une association ou (type de groupement) ne peut pas être représentée par seulement onze relevés mais au minimum par une trentaine (Gounot, 1969) qui donnent le noyau spécifique. Par conséquent, il est impossible de déterminer exactement l'association représentative de l'aulnaie d'Ain Bergouguaia avec les relevés présentés dans le (Tab. Annexe 8) qui sont loin d'être exhaustifs. Néanmoins, la position syntaxonomique de cette aulnaie ripicole d'altitude mérite d'être discutée.

Ainsi l'analyse synthétique du cortège floristique permet de faire des rapprochements avec l'alliance : *Osmundo-alnion* (Dierschke 1980, Rivas Martinez 1985 et Gehu 1989) inféodée à l'Ordre des *Populetalia albae* et la Classe des *Quercu fagetea* Br Bl et Vlieg 1937.

Nous avons remarqué aussi en analysant la composition floristique que l'aulnaie d'Ain Bergouguaia présente une particularité par rapport aux autres stations étudiées. En effet la présence sur terrain d'un tapis spongieux turfigène de quelques mètres carrés dénote qu'il y a présence d'une sphaigne identifiée comme *Sphagnum auriculatum* Schimp., par S. Muller (Université de Montpellier-2) nouvellement découverte pour l'Algérie et qui est la seule espèce de sphaigne que l'équipe de S. Muller a retrouvée en Kroumirie. Ceci pourrait être intéressant pour chercher à connaître le stade d'évolution de cette aulnaie menacée de disparition compte tenu de l'action anthropique permanente et très accentuée.

Cette pression menace également une espèce très rare qui est assez présente dans ce site :

Rynchospora glauca.

Pour l'étude de la position syntaxonomique de cette formation d'aulne, nous nous sommes inspirés de plusieurs travaux phytosociologiques :

(Bensettiti 1992,1995 ; Gehu et al. 1994 ainsi que Lhote 1985). Ceci nous a conduit à prendre comme base de référence l'association '*Osmundo-Alnetum glutinosae*' définie par (Venden Berghen 1971 et Gehu et al. 1994). Cette association est appelée aussi *Sphagno-Alnetum glutinosae* par Lhote 1985.

ANNEXE 09

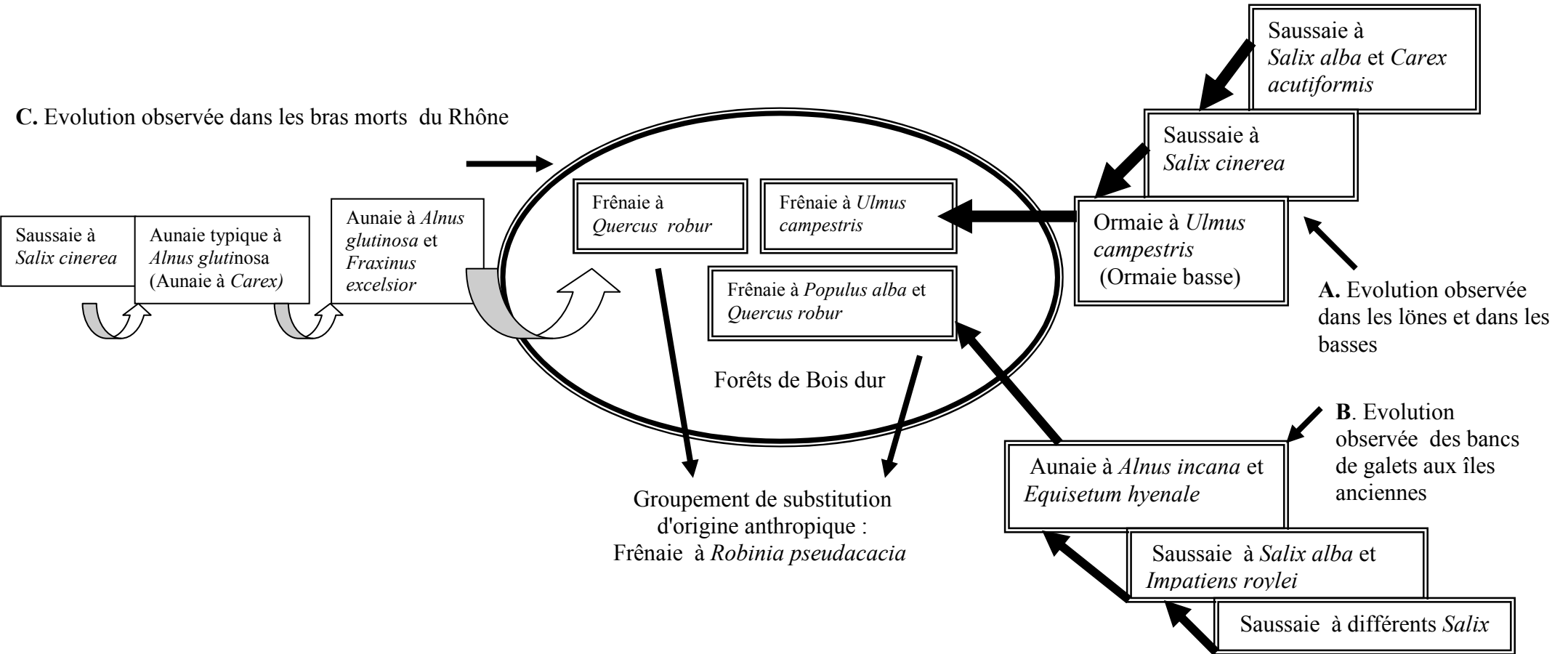


Fig. ANNEXE 9 : Convergence de séries. L'exemple choisi est ici celui des formations des rives du Rhône dans la région située entre Lyon et le Jura (France) (d'après Pautou in Ozenda, 1982).

Les trois séries commencent par des groupements à Saules qui sont différents suivant la nature locale des sédiments (A, sur graviers ; B, sur galets ; C, sur limons dans les bras morts ou à faible courant) et convergent à mesure que le sol se consolide vers un climax unique dits à « bois durs » (Frênes, Ormes et Chênes, par opposition aux « bois tendres », saules et Aunes) souvent dégradé secondairement en un bois de Robinier.

ANNEXE 10

Lexique local des zones humides

- Ain = Source - Aïoun = Sources
- Argoub = mamelon, colline au pluriel = chaînes de collines, piémonts
- Bir = puits
- Bordj = contrefort.
- Chaaba ou châba = ravin.
- Daïa = mare d'eau douce.
- Daïra = cercle, sous préfecture.
- Dar = maison, habitation
- Demnat = Groupement végétal envasé ou enfoui dans la vase.
- Demnat errihane = Groupement végétal constitué de myrtes engorgé d'eau.
- Djebel = montagne.
- Douar = Village rural composé d'habitations éparpillées
- Fedj = col, défilé, passage entre deux montagnes.
- Feïd = pente douce (exemple : Feïd el Omrane)
- Garâa ou Garaet = Marais ou marécage.
- Jabbana : Cimetière
- Kef = roc, roche à pic, escarpement, talus, falaise
- Khelidj = Ravin resserre et fourré, canal, rivière factice, bras de rivière.
- Koudia ou Koudiat = Petite colline, colline, hauteur, tas, tertre.
- Madjen = Etang naturel, réservoir d'eau.
- Mechta = Habita rural dispersé.
- Medjez = Passage, gué
- M'krada = *Sagina procumbens*.
- Mzara = Lieu de visite, prairie constituée de graminées.
- Nechâ = Prairie humide constituée d'une petite quantité d'eau.
- Seybouse = - *Phalaris bulbosa*
 - *Phalaris trunctata*
 - *Andropogon hirtum*