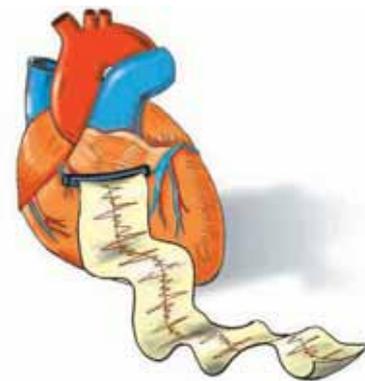


L'E.C.G. pour les nuls

Yannick GOTTWALLES



5 - Avoir le rythme dans la peau ...

L'interprétation de l'ECG débute par la détermination de la fréquence cardiaque et du rythme de base. La naissance de l'influx électrique normal se fait dans le nœud sinusal (*NS*), véritable pace maker naturel, localisé en haut et à droite de l'oreillette droite (*OD*). L'influx se propage de cellule à cellule, atteint le nœud auriculo-ventriculaire (*NAV*), puis passe par le faisceau de His, ses branches droite et gauche, les fibres du réseau de Purkinjé puis à nouveau de cellule à cellule (*Urg Prat 2008 ; 86 : 57-59*).

La fréquence cardiaque se détermine selon la règle des 300/150/100/75/60/50 (*Urg Prat 2008 ; 88 : 53-56*). Une fréquence cardiaque est dite normale entre 60 et 100 cycles par minute, bradycarde en dessous de 60, tachycarde au-dessus de 100.

Le rythme est dit sinusal lorsqu'il est engendré par le NS, il est dit ectopique lorsqu'il naît d'une autre source. En cas de défaillance du NS, une source d'automatisme électrique autre prend le relais. Il s'agit d'une sécurité de stimulation. Plus la source sera bas située sur le trajet électrique, plus sa fréquence de stimulation propre sera

Rythme		Onde P conductrice	Fréquence cycles / mn	Diagnostics possibles	
Régulier	Lent	Présente	≤ 60	Bradycardie sinusale	
		Absente	20 - 40	Echappement jonctionnel Echappement ventriculaire BAV III	
	Normal	Présente	60 - 100	Rythme normal Echappement atrial	
		Absente	60 - 100	Rythme d'échappement jonctionnel	
	Rapide	Absente	Présente	≥ 100	Tachycardie sinusale
			150	Flutter auriculaire à conduction 2/1	
180 - 200			Tachycardie jonctionnelle		
180 - 250			Tachycardie ventriculaire		
		250 - 350	Torsade de pointes		
Irrégulier	Lent	Présente	≤ 60	Bradycardie sinusale entrecoupée d'extra-systoles	
		Absente	≤ 60	Brady-arythmie par fibrillation auriculaire	
	Normal	Présente	60 - 100	Arythmie sinusale	
		Absente	60 - 100	Tachycardie atriale à conduction variable	
	Rapide	Présente	≥ 100	Tachycardie sinusale avec extra-systolie	
		Absente	≥ 100	Tachycardie atriale Fibrillation auriculaire Flutter auriculaire Fibrillation ventriculaire	

Tableau 2.

basse (*Tableau 1*). Tout foyer d'entraînement rapide inhibe un foyer plus lent sous-jacent, ce qui explique qu'en présence d'une automaticité normale du NS, les foyers plus bas situés sont inhibés (*voir schéma sur l'inhibition des foyers d'automatismes cardiaques*). Enfin, par définition, un automatisme électrique décharge à un rythme régulier.

La détermination rapide de la fréquence cardiaque permet également d'avoir une orientation diagnostique du trouble du rythme cardiaque en fonction de certaines fréquences types, ces dernières étant bien entendu sujettes à ralentissement en fonction d'un traitement chronotrope négatif ou anti-arythmique déjà en place.

LES TROUBLES DU RYTHME CARDIAQUE

Les arythmies cardiaques sont par définition des rythmes anormaux. Certains peuvent être physiologie comme l'arythmie sinusale liée à la respiration, d'autres sont pathologiques.

Leurs compréhensions nécessitent bien entendu de connaître la physiologie de l'influx nerveux et des autres composants électriques cardiaques, mais voici quelques repères majeurs :

- pour chaque étage (*oreillette, jonction auriculo-ventriculaire, et ventricule*), le rythme est soit trop lent, soit à une fréquence normale pour le niveau, soit trop rapide ;
- chaque étage peut se comporter comme un foyer d'automatisme, toujours régulier notamment lorsque son niveau supérieur est défaillant ;

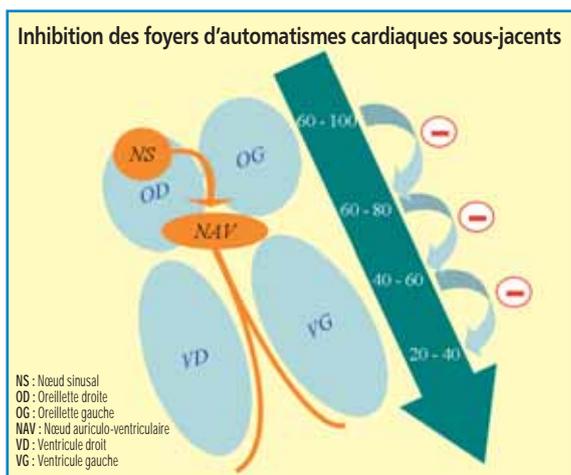
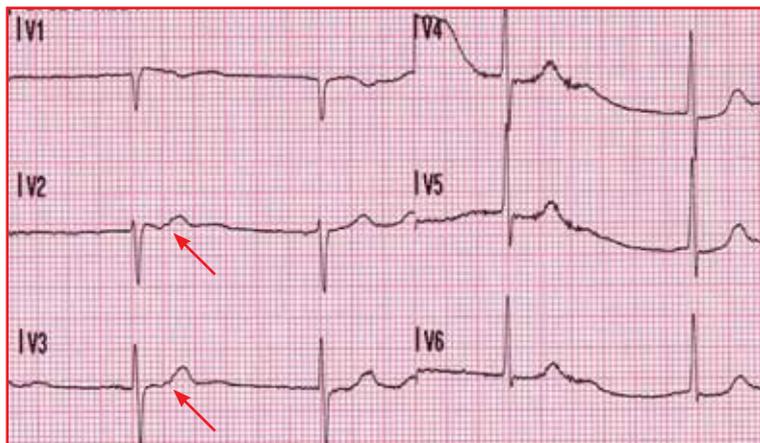
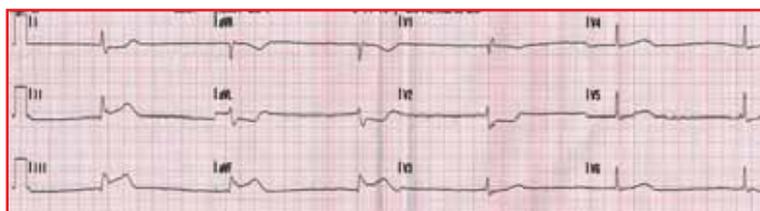


Tableau 1.

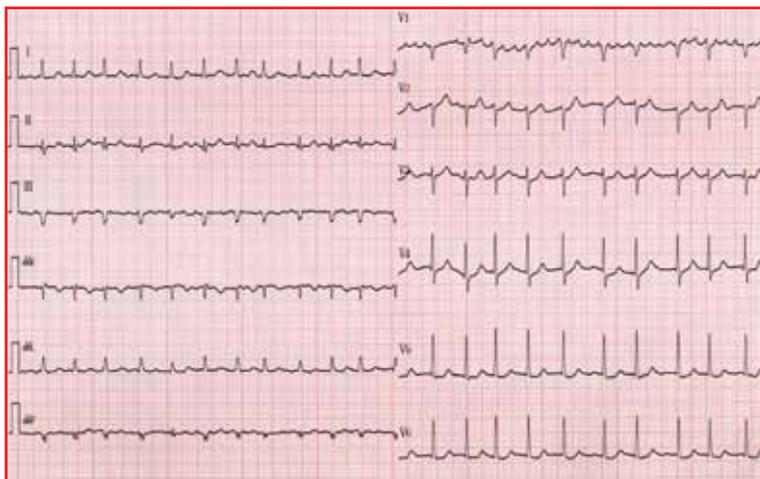
Rythme	Lieu de naissance	Fréquence cycles / mn
Sinusal	nœud sinusal	60 - 100
Non sinusal	oreillettes	60 - 80
	jonction auriculo-ventriculaire	40 - 60
	ventricules	20 - 40



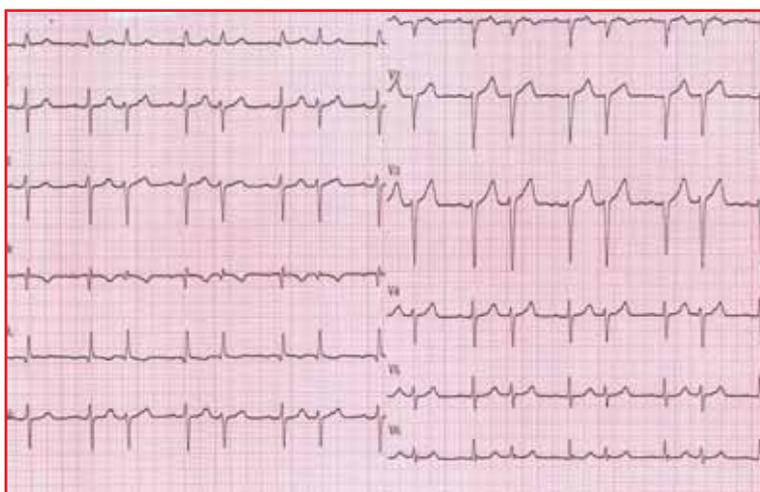
Tracé 1 : Echappement jonctionnel à une fréquence de 50 cycles/mn, avec onde P rétrograde (flèche) bien visible dans le début de l'onde T en V2 et V3, complexes QRS fins.



Tracé 2 : Echappement ventriculaire à 34 cycles / mn, sur SCA ST+ en inférieur ; les QRS restent fins, sans onde P.



Tracé 3 : TA rapide (fréquence atriale de l'ordre de 350 / mn), bien visible en V1, à conduction variable, avec pseudo-ondes P qui restent encore bien organisées.



Tracé 4 : TA bien plus lente (fréquence atriale à 148 / mn) avec conduction « normale » de 2 cycles, puis blocage d'une onde P, puis reprise du schéma ; le blocage est en fait dû à sa survenue dans la période réfractaire du complexe précédent, il ne peut donc pas stimuler ; à noter, l'analyse isolée de V3 pourrait faire dire : complexe sinusal suivi d'une extra-systole supra-ventriculaire bigémisée, ce qui est rectifié sur V1.

3. - le NAV est un filtre physiologique de la conduction électrique, et un foyer d'automatisme ; en cas de rythme trop rapide en amont, il ne laissera passer que les influx nécessaires à préserver une activité hémodynamique compatible par les ventricules ; une compression carotidienne (*à ne réaliser qu'en l'absence de souffle carotidien, et toujours sous enregistrement*) va stimuler le pouvoir bloquant du NAV, et va permettre de démasquer l'activité sous-jacente lorsqu'elle existe ;

4. - en déterminant 3 caractères, à savoir la présence ou non d'une onde P conductrice, la régularité ou non des complexes, et la fréquence chiffrée, les diagnostics peuvent être évoqués (Tableau 2 en page 53).

LES DIFFÉRENTS TROUBLES DU RYTHME

1 - LES RYTHMES RÉGULIERS :

A. Les rythmes lents ou d'échappement :

En cas d'arrêt d'automatisme du NS, un rythme d'échappement prend le relais afin d'assurer une activité électrique. Cet échappement, par définition à rythme régulier, peut être de niveau atrial, jonctionnel, ou ventriculaire.

Echappement atrial.

Le nœud sinusal n'assure plus sa fonction, un foyer atrial prend le relais. Sur le tracé, cela se traduit par des complexes PQRS à une fréquence de 60 à 100 cycles / mn, mais à une fréquence un peu moindre que celle habituelle chez un patient donné, et la morphologie de l'onde P diffère légèrement de celle de l'onde P « naturelle » chez ce même patient. Enregistré sur le même tracé ou sur un holter, la distinction est aisée, mais sur un tracé en échappement atrial sans tracé antérieur connu, le tracé ressemblera à si méprendre à un tracé sinusal.

Echappement jonctionnel.

Le foyer automatique se situe au niveau du NAV, et n'est plus inhibé par une fréquence plus élevée du NS ou d'un foyer atrial. Le début de la conduction se faisant à l'étage supra-ventriculaire, la morphologie de l'ECG sera un tracé avec des complexes QRS habituels du patient, sans onde P préalable. Une onde P rétrograde est possible car les fibres électriques restent fonctionnelles, ce n'est que la batterie de démarrage qui fait défaut (Tracé 1).

Echappement ventriculaire.

Les foyers actifs de stimulation sont très bas situés sur les ventricules, avec par définition une naissance dans les ventricules : les complexes QRS seront élargis. Il existe essentiellement deux situations cliniques où cela peut se voir :

- soit un échappement ventriculaire avec absence totale d'autres activités : c'est le cas de la défaillance de tous les autres foyers plus haut placés (sinus, atrial, NAV), le tracé révèle des complexes QRS larges (*d'autant plus larges que le foyer est bas situé*) entrecoupés d'une ligne iso-électrique ;
- soit un échappement ventriculaire sur bloc auriculo-ventriculaire du troisième degré : le tracé révèle des complexes QRS larges à une fréquence propre, avec une activité auriculaire à une fréquence propre également, les deux étant indépendantes l'une de l'autre (Tracé 2).

B. Les rythmes rapides

Tachycardie atriale (TA)

Un foyer de décharge, à une fréquence régulière plus rapide que celle du nœud sinusal, stimule les ventricules. La transmission se fera en fonction du rôle filtre du NAV, ne laissant passer qu'un stimulus sur 2, 3, 4, 5 ou plus, afin de préserver une compatibilité entre la fréquence ventriculaire et l'efficacité hémodynamique. Le rapport des ondes P sur

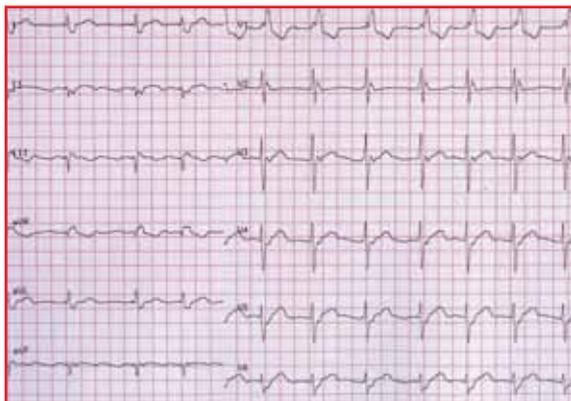
celui des QRS donnera la fréquence cardiaque. Le blocage peut être régulier ou non (Tracé 3 et 4).

Flutter auriculaire.

Il s'agit d'un phénomène de macro-réentrée donnant un aspect caractéristique du tracé en toit d'usine, à une fréquence de 300 cycles par minute. La conduction vers les ventricules est en général régulière, après le rôle filtre du NAV, avec 1 influx sur 2, 3 ou 4 de transmis : fréquence ventriculaire résultante à 150, 100 ou 75 par minute (Tracé 5 et 6).



Tracé 5 : Flutter auriculaire avec fréquence du flutter à 300 / mn, conduction ralentie au niveau du NAV en 2/1, avec fréquence ventriculaire résiduelle à 150 / mn.



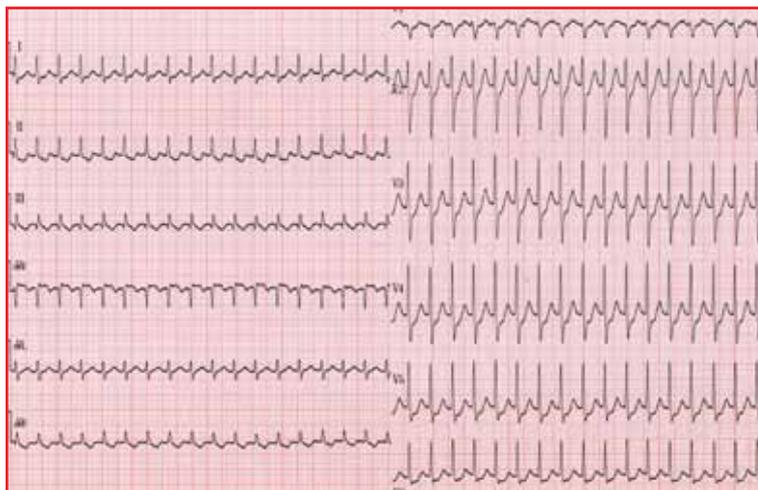
Tracé 6 : Flutter auriculaire visible en V2, ralenti par un traitement par amiodarone, à une fréquence de 190 / mn, avec une conduction variable de type 2/1 (fréquence ventriculaire à 95 / mn) ou 3/1 (fréquence ventriculaire à 65 / mn).

Tachycardie jonctionnelle.

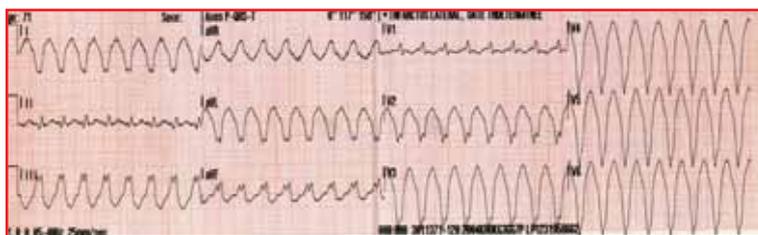
Les stimuli démarrent au niveau du NAV, soit par un mécanisme direct de décharge, soit par ré-entrée intra-nodale, véritable court-circuit auto-entraîné. La fréquence est de l'ordre de 150 à 250 cycles par minute. Les complexes sont généralement fins, des ondes P rétrogrades sont parfois possibles (Tracé 7).

Tachycardie ventriculaire (TV).

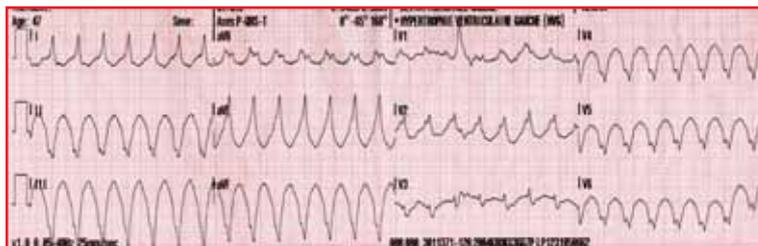
La fréquence est élevée, due à un foyer excitable et irritable qui va décharger rapidement (de 150 à 250 par minute) induisant en fonction de l'état cardiaque pré-existant, une tolérance variable. Les complexes sont larges, avec parfois un complexe s'affinant : il s'agit d'un complexe de fusion entre une activité sinusale qui persiste et qui se prolonge vers les ventricules. La distinction TV ou TSV avec bloc de branche n'est pas toujours aisée, mais un critère souvent méconnu est la négativité de aVR : si aVR est positif, l'origine ventriculaire est quasi-certaine. La TV peut être soutenue (≥ 30 complexes) ou en salve (se rappeler que 3 ESV successives sont une salve de TV). Les risques, outre la défaillance hémodynamique, sont surtout l'évolution potentielle vers la fibrillation ventriculaire (Tracé 8 et 9).



Tracé 7 : Tachycardie jonctionnelle à complexes fins, à 214 cycles / mn, type Maladie de Bouveret.



Tracé 8 et 9 : Deux types de TV, à 200 et 190 cycles par mn, régulières ; la positivité de aVR signe avec quasi-certitude l'origine ventriculaire du trouble chez l'adulte, un tracé post-réduction confirmera cette hypothèse.

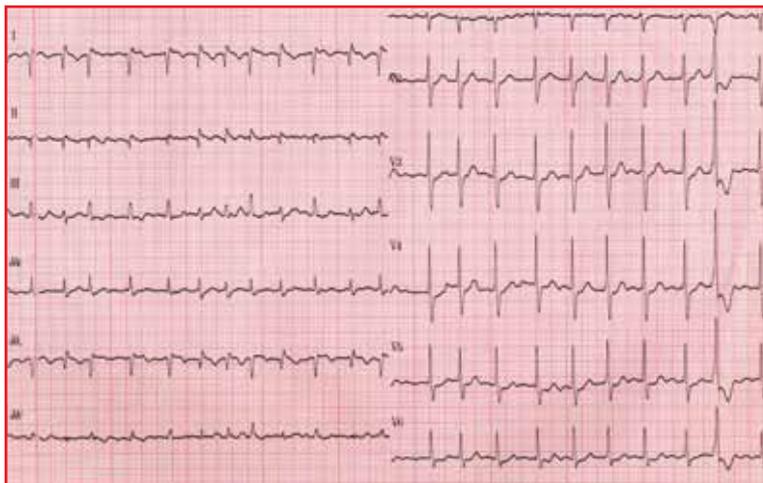


Les torsades de pointe ou TV polymorphe (TP)

Tracé très particulier, de fréquence élevée entre 250 et 350 par minute, il s'agirait de 2 foyers situés à distance et entrant en compétition, donnant par sommation cet aspect d'enroulement de pointes autour de la ligne iso-électrique. Tout comme la TV, la TP peut évoluer vers une fibrillation ventriculaire (Tracé 10).



Tracé 10 : Interprétation sur les premiers et derniers complexes : tracé sinusal, avec sus-décalage monstrueux en inférieur et miroir au moins en latéral – sur la dernière ligne, 2 QRS sinusaux, suivis d'une extra-systole supra-ventriculaire, puis d'une SEV qui déclenche une salve de torsade de pointes durant 6 secondes, avec réduction spontanée et retour en rythme sinusal (1 complexe), puis 1 ESSV, puis 1 sinusal.



Tracé 11 : TACFA avec fréquence ventriculaire moyenne à 140 cycles / mn, à complexes fins, avec une extra-systole ventriculaire en fin de tracé ; la différence avec une TA est nette en V1, où il n'existe plus d'aspect organisé des ondes P – à noter une inversion d'électrodes dans les périphériques.



Tracé 12 : Tracé totalement anarchique de fibrillation ventriculaire.

2 - LES RYTHMES IRRÉGULIERS :

Ils sont définis par des intervalles entre chaque cycle non réguliers.

Tachycardie atriale multifocale.

Il existe plusieurs foyers de décharge situés dans les oreillettes ; chaque foyer stimule à sa fréquence propre, régulière ; du fait du nombre des foyers déchargeant à des fréquences régulières différentes, la sommation donne un rythme irrégulier supérieur à 100 cycles / mn. Il existe plusieurs morphologies différentes des ondes P sur une dérivation donnée.

Arythmie sinusale.

Il existe un foyer automatique proche du nœud sinusal qui décharge. L'onde P diffère légèrement des autres ondes P.

Fibrillation atriale (FA).

C'est la sommation de multiples foyers de décharge qui engendre une anarchie de dépolarisation atriale. L'activité hémodynamique est amputée de 10 à 30% en fonction de la présence ou non d'une cardiopathie pré-existante. Il peut y avoir une brady-arythmie (BACFA), une arythmie complète (ACFA) ou une tachy-arythmie complète par FA (TACFA) (Tracé 11).

Fibrillation ventriculaire.

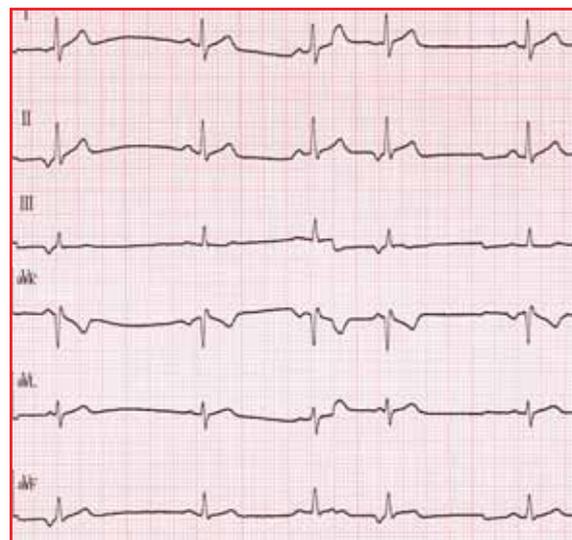
Rythme anarchique, où de très nombreux foyers déchargent, avec une fréquence bien supérieure à 400 cycles par minute. Il y a bien entendu une inefficacité hémodynamique totale, c'est l'urgence absolue, nécessitant une défibrillation immédiate (Tracé 12).

3 - LES EXTRA-SYSTOLES (ES) :

Peuvent apparaître à chaque niveau, atrial, jonctionnel ou ventriculaire. Il s'agit d'un foyer qui sous certaines conditions va devenir irritable et va déchargé. Il s'agit d'un battement prématuré, entraînant en général un repos compensateur. Elles ne sont pas ressenties, mais le battement suivant l'extra-systole peut être ressenti (du fait du repos, la diastole est allongée, l'apport sanguin intra-cardiaque est augmenté, le battement suivant étant sinusal avec une physiologie et une hémodynamique normales, l'éjection d'une quantité de sang plus accrue entraîne cette sensation d'accoups).



Tracé 13 : Le 3^e complexe est une ESA : onde P légèrement différente, QRS identique aux autres, petit repos compensateur



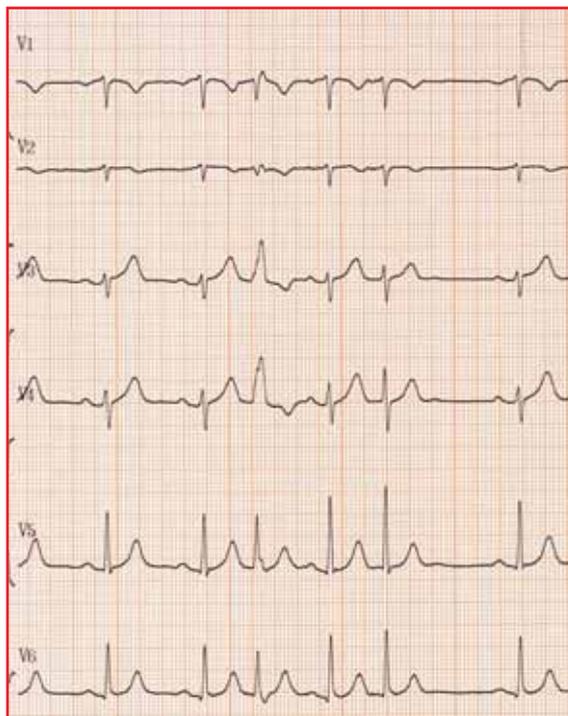
Tracé 14 : Le 1^{er} et le 4^e complexes sont des ESA, naissant proche du sinus coronaire (P négative en DIII), suivis de QRS normaux.

Tableau 3.

Caractéristiques des ESV		Critères de gravité
Nombre d'ESV	A comptabiliser	≥ 6 par minute
Nombre de foyers ectopiques	Aspect monomorphe = 1 foyer	Aspect polymorphes = plusieurs foyers
Rapport à l'onde T précédente	ESV tardive	ESV précoce (phénomène R/T)
Périodicité	Isolée, bigéminisme, trigéminisme, quadrigéminisme, ...	
Couplage	Nombre successif d'ESV	Toujours ; si ≥ 3 ESV = TV



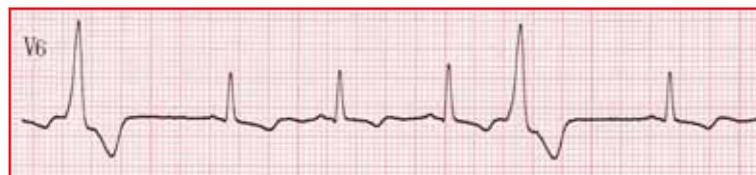
Tracé 15 : Rythme sinusal, ESSV correspondant aux complexes 2 et 5 (pas d'onde P, QRS identiques), et 1 ESV (7^e complexe) de type retard droit (aspect de bloc de branche droit).



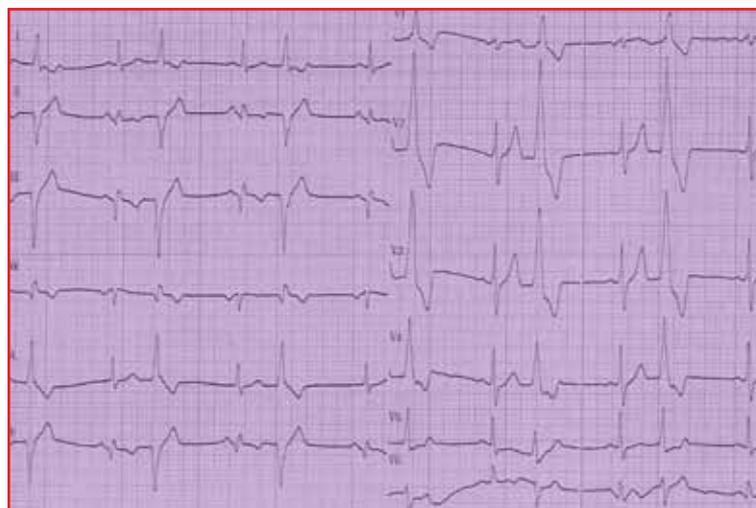
Tracé 17 : Rythme sinusal, 1 ESV de retard droit (3^e complexe), 1 ESSV (5^e QRS).



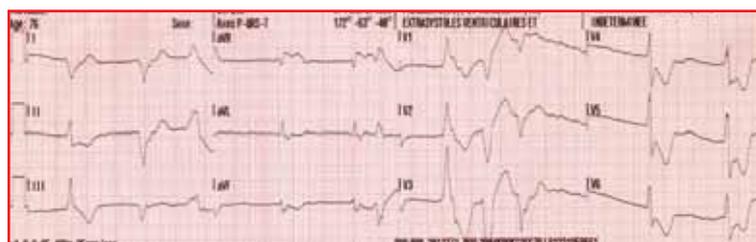
Tracé 16 : Rythme sinusal, avec 1 ESV au niveau des 3e et 6e complexes, il s'agit d'une ESV trigéménée (1 ESV tous les 3 complexes).



Tracé 18 : ESV monomorphes, avec repos compensateur.



Tracé 19 : Tracé avec ESV monomorphes bigéménées (1 ESV tous les 2 complexes).



Tracé 20 : Tracé non sinusal, à complexes relativement larges ; le 1er complexe, assez fin, révèle un important sous-décalage de ST (courant sous-endocardique en inférieur), avec DI négatif (hémibloc postérieur gauche) ; les 2e et 3e sont des ESV polymorphes ; en aVR, aVL, et aVF, il y a 2 complexes avec 1 ESV très précoce, puis en V1-V3, il existe un aspect croché du QRS (bloc de branche droit), puis un doublet d'ESV, polymorphes, couplées, précoces, avec bloc de branche droit, puis important courant sous endocardique apico-latéral.

Aspect des extra-systoles :

- niveau auriculaire (*ESA*) : l'onde P diffère des autres ondes P, le QRS, empruntant les mêmes voies électriques, est identique aux autres ; si le courant induit emprunte une autre voie, la conduction ventriculaire peut être différée et l'aspect QRS peut être différent ;
- niveau jonctionnel ou supra-ventriculaire (*ESSV*) : il n'y a pas d'onde P, le QRS est identique ou très proche des QRS sinusaux ;

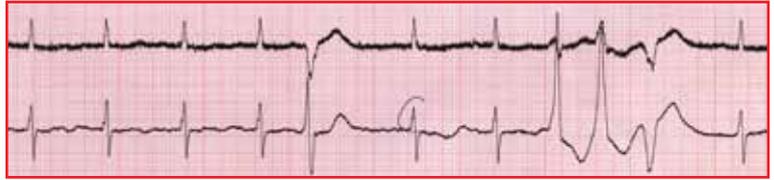
Ce qu'il faut retenir

1. Chaque étage (oreillette, jonction, ventricule) est doué d'un automatisme et prend le relais en cas de défaillance de l'étage sus-jacent ;
2. Les automatismes sont des rythmes réguliers ;
3. Chaque étage peut être la source des mêmes troubles du rythme (trop lent, normal, trop rapide) ;
4. La fréquence cardiaque oriente le diagnostic ;
5. Fréquence, régularité et présence ou non de l'onde P évoquent des diagnostics précis ;
6. La compression carotidienne (en l'absence de souffle carotidien) permet de démasquer le trouble sous-jacent ;
7. Un rythme à 150 cycles/mn est un flutter auriculaire ou une tachycardie atriale de type 2/1 jusqu'à preuve du contraire ;
8. Un rythme à 180 cycles/mn est un accès de maladie de Bouveret jusqu'à preuve du contraire ;
9. Un rythme à plus de 160 cycles/mn à complexes larges est une tachycardie ventriculaire jusqu'à preuve du contraire ;
10. Une ESV est d'autant plus dangereuse qu'elle est multiple (≥ 6 / mn), polymorphe, couplée, et précoce.

• niveau ventriculaire (ESV) : il n'y a pas d'onde P, les QRS sont élargis et différent en fonction de leur point de départ des QRS sinusaux.

Caractéristiques d'une extra-systole et critères de gravité pour les ESV (tableau 3) :

- son niveau de naissance.
- la présence ou non d'un repos compensateur.
- pour les extra-systoles ventriculaires (ESV) :
 - le nombre d'ESV : toute personne fait des extra-systoles quotidiennement, en générale non ressenties ; un critère



Tracé 21 : Tracé en rythme sinusal avec 1 ESV (5e QRS) puis 3 ESV polymorphes après 2 QRS sinusaux.

de bénignité est la disparition de l'ESV à l'effort ; lorsque les ESV dépassent le nombre de 6 par minute, il s'agit d'un critère de gravité ;

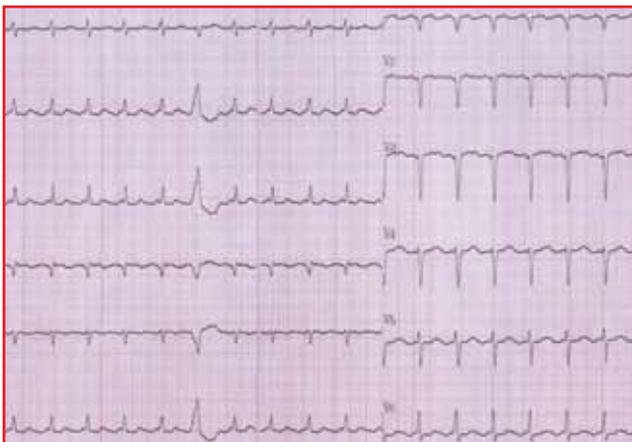
- le nombre de foyers ectopiques : l'aspect de l'ESV va permettre de déterminer s'il s'agit d'une ESV naissant sur le ventricule droit (*aspect de retard gauche ou de bloc de branche gauche*) ou sur le ventricule gauche (*aspect de retard droit ou de bloc de branche droit*), s'il s'agit d'un foyer unique (*aspect identique de toutes les ESV sur une même dérivation ou aspect monomorphe*) ou de plusieurs foyers (*aspect polymorphe*) ;
- la précocité ou non par rapport à l'onde T : plus l'ESV sera proche de l'onde T, plus elle sera susceptible de tomber sur la période vulnérable de repolarisation des fibres, pouvant déclencher une TP, une TV ou une FV ;
- la périodicité : ESV unique, sans périodicité, survenant après une séquence régulière, entrecoupées d'un nombre régulier de complexes sinusaux, ...
- le couplage : ESV isolée, ESV multiples, couplées entre elles en doublets, triplets, en salve ; une succession de 3 ESV est une salve de TV.

Dr Yannick GOTTWALLES

Directeur Médical de Pôle - Pôle Urgences Pasteur, Chef de Service
Structure des Urgences - SMUR - UHCD - Médecine Pénitentiaire - C2POT
Hôpitaux Civils de Colmar, 39, Avenue de la Liberté, 68024 / COLMAR Cedex

Courriel : yannick.gottwalles@ch-colmar.rss.fr

Exercice avec interprétation selon « L'ECG pour les nuls »



Même patient, avec compression carotidienne, qui va accroître le blocage du NAV : on démasque une activité de la ligne de base à 272 cycles / mn, atriale, régulière, avec conduction de type 4/1, puis reprise du tracé initial - il s'agit d'une tachycardie supra-ventriculaire, atriale, de type 2/1.

Selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P non visible – s'agit-il d'une onde P visible avant le QRS en DIII ? dans l'affirmative, le délai PR serait quasiment inexistant	Rythme non sinusal
Fréquence ventriculaire à 136 cycles/mn	à 136 cycles/mn
QRS fins, DI iso, DII négatif, pas d'aspect en oreille de lapin en V1	Pas de bloc de branche, pas d'hémibloc
ST discrètement sous-décalage en inférieur	Lésion sous-endocardique
T positive partout, sauf en aVR	Pas d'ischémie
6 ^e complexe plus large	1 ESV
Conclusion : Tachycardie à complexes fins, régulière à 136 cycles / mn, avec 1 ESV, tachycardie à priori supra-ventriculaire La compression carotidienne confirme l'origine supra-ventriculaire et démasque une tachycardie atriale de conduction 2/1.	