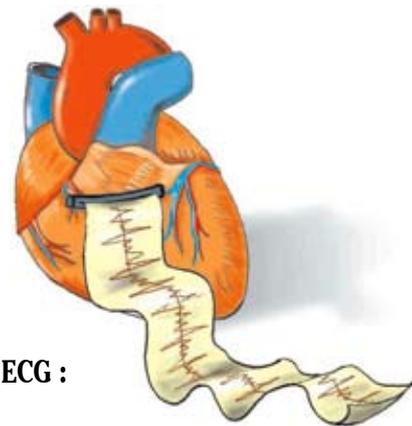


ECG pour les nuls

Yannick GOTTWALLES

9 - Entre clinique et électrique, mon cœur balance



Pour un clinicien, deux interrogations majeures persistent devant la lecture de tout ECG :

- y'a-t-il une ischémie que je ne vois pas ?
- existe-t-il des troubles qui peuvent me faire craindre pour la vie de mon patient à court terme ?

Ces questions restent d'actualité devant toute douleur thoracique et devant tout bilan des sacro-saints « malaises », et leurs réponses doivent permettre de diminuer la mortalité post-consultation.

Nous avons vu, depuis le numéro d'Urgence Pratique 2008 - 86, l'importance de la réalisation d'un ECG dans des conditions données de bon emplacement des électrodes, de vitesse et d'amplitude de tracé standardisées, et les caractéristiques des grands syndromes. Mais même si le tracé ECG comporte 12 dérivations (ou 18 dans l'idéal) analysant 12 traces de surface différentes, du fait de la morphologie tridimensionnelle des cavités cardiaques, il persiste des zones peu ou pas exploitables. Les signes n'apparaissent dès lors plus aussi évidents. Nous allons aborder les signes indirects des cardiopathies ischémiques et des troubles du rythme menaçants.

Les SCA (voir aussi Urg Prat 2009 – 94)

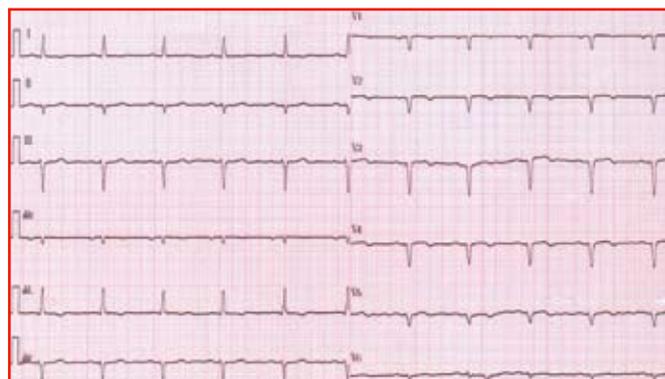
Le diagnostic des SCA ST+ est relativement aisé, hors bloc de branche gauche et stimulateur cardiaque. Cependant, près de 80% des SCA ne rentrent pas dans les ST+. Et si dans la majorité des SCA non ST+, un courant de lésion sous-endocardique (ou sous-décalage) est patent, il est des circonstances non rares où il convient de rechercher des signes mineurs de souffrance myocardique, mineurs dans leur expression, mais tout aussi significatif dans leur implication diagnostique afin de dépister les ECG suspects.

NORMALITÉ DE L'ECG (Urg Prat 2008 – 88)

Pour mémoire, la lecture d'un ECG normal c'est la recherche des items suivants :

Items	Traduction de l'item
Il existe une onde P devant chaque complexe QRS et chaque QRS est suivie d'une onde P	Le rythme est sinusal
L'espace PR est constant d'un cycle à l'autre et est inférieur à 1 grand carreau	Est régulier, sans BAV
Les QRS sont fins, sans aspect de M de V1 ou de W en V6, et tous sont identiques	Il n'y a pas de bloc de branche, ni d'extra-systole
Il n'y a pas d'onde Q	Il n'y a pas de séquelles d'infarctus
DI est positif	Il n'y a pas d'hémibloc postérieur gauche
DII est positif	Il n'y a pas d'hémibloc antérieur gauche
ST est iso-électrique (pas de sus-décalage dépassant 0,5 mm)	Il n'y a pas de courant de lésion
Toutes les ondes T sont positives (sauf aVR et V1)	Il n'y a pas d'ischémie

À ces éléments de base, s'ajoutent la progression harmonieuse de l'onde R en précordial, la proportionnalité de l'onde T par rapport à R, l'harmonie des segments ST, et l'absence d'évolutivité dans un temps restreint. La progression harmonieuse de l'onde R en précordial a été expliquée dans Urg Prat 2008 – 88. L'absence de cette progression se traduira par la présence d'un rabotage de l'onde R, parfois appelé trou électrique, qui dans sa forme ultime sera une onde Q (tracé 1).

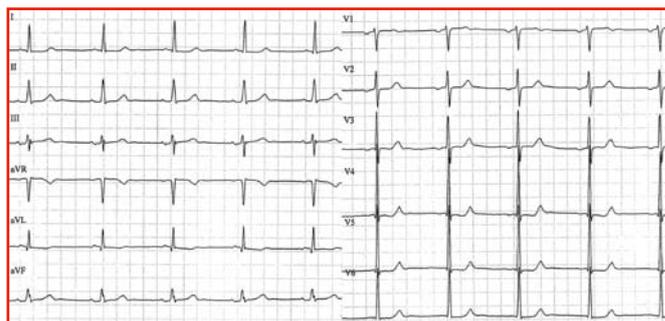


Tracé 1 : RSR avec absence de montée de l'onde R en antérieur étendu ; il ne s'agit pas d'une onde Q, car il existe une micro-onde R dès V3 ; à noter également un hémibloc antérieur gauche (DII négatif) et une ischémie sous-épicardique en antérieur et latéral haut (V2 à V5 et DI/aVL).

L'onde T (Urg Prat 2008 - 90), dans les conditions normales, doit être proportionnelle en taille à l'onde R. Habituellement, l'amplitude de T correspond au tiers de l'amplitude de R, règle très grossière, mais aisément applicable.

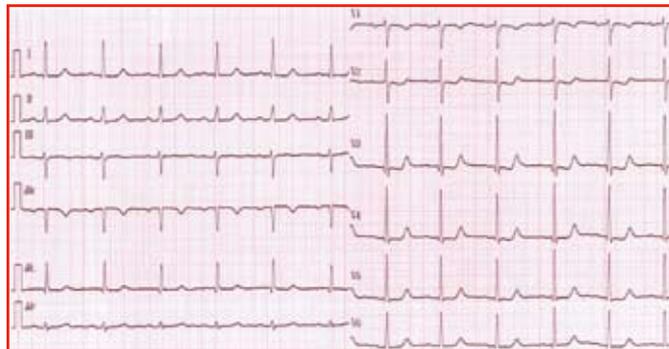
Enfin, il existe une harmonie entre les QRS et le segment ST, pour les dérivations où l'onde R prédomine : si l'un est positif, l'autre est positif, et inversement. Les segments ST sont alors dits « harmonieux ».

Pour terminer, il est parfois utile de rappeler que la pathologie coronaire est une maladie évolutive, qui se signale par une symptomatologie douloureuse, et dont l'expression clinique est variable en fonction des degrés de sténose, des efforts, des besoins en oxygène, de la physiopathologie, ... En conséquence, l'absence de modifications évolutives



Tracé 2 : patient de 57 ans, hypertendu connu, tracé de repos, de référence : RSR avec hypertrophie ventriculaire.

du tracé ECG alors qu'il y a une évolution de la clinique, est très peu en faveur d'une origine coronaire. Et l'inverse est également vrai : une évolution électrique parallèle à une évolution clinique de la douleur ne peut être qu'ischémique (tracés 2 et 3).



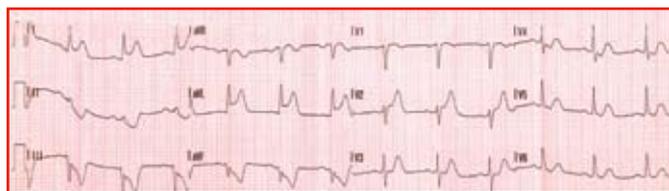
Tracé 3 : même patient présentant une symptomatologie douloureuse angineuse, avec apparition d'un courant de lésion sous-endocardique en antérieur ; dès V2, le sous-décalage se majore, et devient plus net en V3 ; à l'arrêt de la douleur, le tracé de repos réapparaît.

POURQUOI ET COMMENT DÉPISTER LES ECG SUSPECTS ?

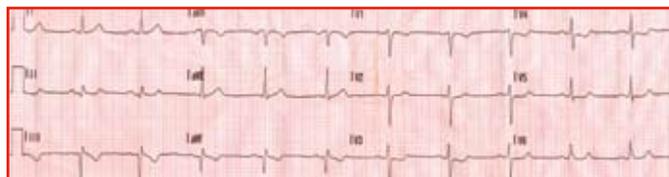
La recherche et le diagnostic des tracés ECG suspects permettent une prise de décision rapide, thérapeutique ou d'orientation. Si la prise en charge des SCA ST+ est bien codifiée, celle des SCA non ST+ l'est beaucoup moins, avec de surcroît une surmortalité nette dans ce groupe. Or, il est établi que tout traitement est d'autant plus efficace qu'il est mis précocement en place, ce qui est d'autant plus vrai dans une pathologie évolutive. Il est donc essentiel de diagnostiquer précocement ces tableaux afin de diminuer la mortalité et la morbidité des SCA non ST+.

Si un doute existe entre la clinique et le premier tracé, si vous avez un doute sur un signe ECG qui ne vous paraît pas parlant, il convient de répéter l'enregistrement ECG 15 minutes plus tard. Cette stratégie sera bien plus payante que la réalisation d'un cycle de troponines, qui est souvent une « aberration pseudo-scientifique » car :

- Pour que les troponines augmentent, il faut une ischémie (donc des douleurs) d'au moins 20 voire 30 minutes ;
- Une ascension ne sera notée qu'après au minimum 4 heures de temps ;
- Un premier dosage négatif à la 3^e heure d'une douleur sera contrôlé 3 à 4 heures plus tard, soit une perte de temps d'au moins 6 heures au total ;
- Et en 6 heures, combien de troubles de rythme ou de mort subite peut-on faire ?
- En se rappelant qu'un trouble ECG apparaît après moins de 2 minutes d'ischémie coronaire, le choix est vite fait.



Tracé 4 : patient présentant une douleur thoracique intermittente depuis 24 heures, avec quelques accès de moins de 5 minutes – onde de Pardee en latéral haut avec miroir inférieur, sur sténose serrée de la circonflexe.



Tracé 5 : même patient, 6 minutes après l'enregistrement du tracé 4 : les troubles en V3-V4 sont les plus marquants, et vont disparaître dans les 5 minutes ; pour un tracé fait ultérieurement, celui-ci est normal, et les troponines seront non dosables ; pourtant, en bouchant sa circonflexe, le patient peut parfaitement fibriller et décéder.

LE SEGMENT ST (Urg Prat 2008 – 90) :

Si un sus-décalage est aisément reconnaissable, il en est de même pour les miroirs (ST sous-décalé dans des dérivations opposées à celles où le ST est sus-décalé). Un infarctus inférieur aura un miroir antérieur et inversement, un sous-décalage en V1-V2 est un miroir du postérieur, ... (Urg Prat 2008 – 88) (tracé 4).

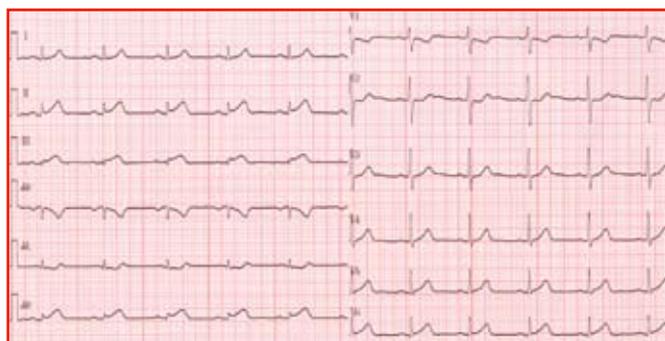
Toujours dans les miroirs, la repolarisation de V1 doit être grossièrement l'inverse de celle de V6 (sauf pace-maker). V6 est le miroir naturel de V1 (tracé 5). En cas de discordance, il y a anomalie.

Un courant de lésion sous-endocardique (tracé 6) est toujours un signe de gravité, d'autant plus qu'il se situe en V3, qui par définition ne peut pas avoir de segment ST sous-décalé physiologique. En présence isolément du tracé 5, nous pouvons affirmer sur V3 qu'il s'agit d'une cardiopathie ischémique, et dans un contexte de douleurs thoraciques, il serait criminel de ne pas confier ce patient aux cardiologues.



Tracé 6 : important courant de lésion en antérieur étendu = prise en charge immédiate et agressive.

La localisation du sous-décalage est également contributive. Le ventricule droit est axé sur DIII, à 120° (schéma Urg Prat 2008 - 86). Le sus-décalage d'un SCA ST+ inférieur sera donc maximal en DIII, et l'inverse est vrai : le miroir de 120° est -60°, soit aVL, donc le sous-décalage sera maximal en aVL. Cette subtilité est majeure, car si le sus-décalage de DIII est supérieur à celui de DII, ou à l'inverse le sous-décalage de aVL est supérieur à celui de DI, l'origine ischémique est prouvée (tracé 7).



Tracé 7 : infarctus inférieur ; les signes maximaux sont en aVL (sous-décalage de ST quasi-inexistant en DI), et en DIII (sus-décalage maximal en DIII, même si l'onde T est plus ample en DII et aVF, c'est le sus-décalage qui prime) ; à noter le miroir en V2.

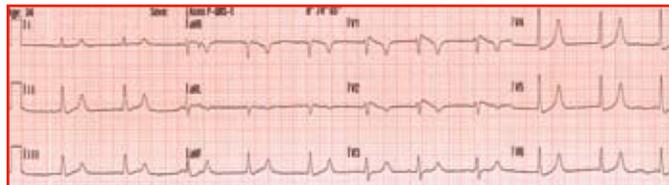
Dernier élément, n'hésitez pas à retourner votre tracé, et à le regarder par transparence, à l'envers et à l'endroit : l'œil visualise beaucoup plus facilement un sus-décalage qu'un sous-décalage ; en retournant le tracé, on découvrira des sous-décalages qui ne nous avaient pas frappés (tracé 8).



Tracé 8 : à gauche, V2 du tracé 7, à droite, V2 du tracé 7 mais vu à l'envers ; autant le sous-décalage de V2 pouvait être considéré par certains comme une trémulation liée à la respiration de la ligne de base, autant en inversant le tracé une onde de Pardee débutante suivie d'une ischémie sous-épicardique est frappante.

L'ONDE T (Urg Prat 2008 - 90) :

Nous avons évoqué la proportionnalité de l'onde T par rapport à l'onde R. Une autre règle de normalité est celle où R doit écraser T : dans les dérivations où l'onde R prédomine, T est toujours inférieure à R. Dans le cas contraire, il s'agit soit d'une ischémie, soit d'une hyperkaliémie, elles sont toutes deux avec une onde T pointue, mais l'onde T ischémique est symétrique, avec une base large, l'onde T d'hyperkaliémie étant pointue à base fine (tracé 9).



Tracé 9 : patient de 34 ans, en insuffisance rénale aiguë, avec hyperkaliémie à 7,8 mEq/l : hormis le bloc sino-auriculaire, l'onde T est pointue, de la taille des QRS, à base fine, avec une cassure nette dans le segment ST.

Une trop grande onde T par rapport aux QRS est très suspecte d'ischémie, d'autant plus qu'elle est observée en V3-V4 (tracé 10).

Dernier point concernant l'onde T, sur un tracé normal, cette onde se fond avec la fin du complexe et le segment ST. S'il existe une cassure nette, ou si la détermination du début de l'onde T est possible, il s'agit d'une onde T anormale (tracé 9).

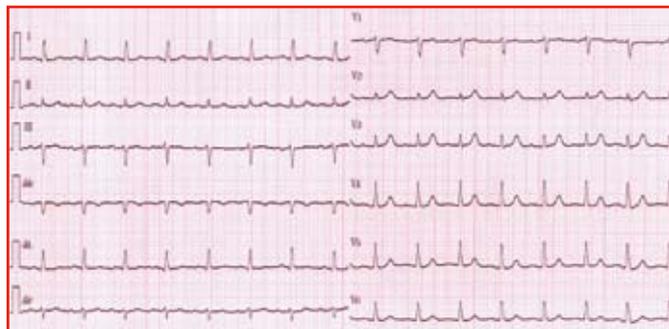
L'ONDE Q

Image de séquelle de nécrose tissulaire myocardique, elle est également évolutive dans le temps, pouvant régresser voire disparaître à distance d'un épisode. Son apparition témoigne d'un délai long d'anoxie cellulaire. Elle reste encore parfois le témoin d'un défaut de prise en charge où le temps n'a pas été donné à une procédure de revascularisation, mais à l'attente de troponines positives, ou pire au contrôle d'une troponine déjà positive.

LES QRS FRAGMENTÉS

En regard de zones ischémisées et nécrosées, une altération de la dépolarisation existe (Urg Prat 2008 - 88). Ce phénomène implique une hétérogénéité des potentiels d'action, traduite par des QRS fragmentés. Ils sont nommés fQRS. Ils peuvent être évoqués en l'absence de bloc de branche, sur des QRS restant fins, et lorsqu'ils sont visibles sur 2 dérivations contiguës. Classiquement on visualise une onde R', un crochetage de S, puis une onde R''.

Ils sont le signe d'une cicatrice d'infarctus, avec les complications potentielles notamment rythmiques des cardiopathies ischémiques (tracé 10).

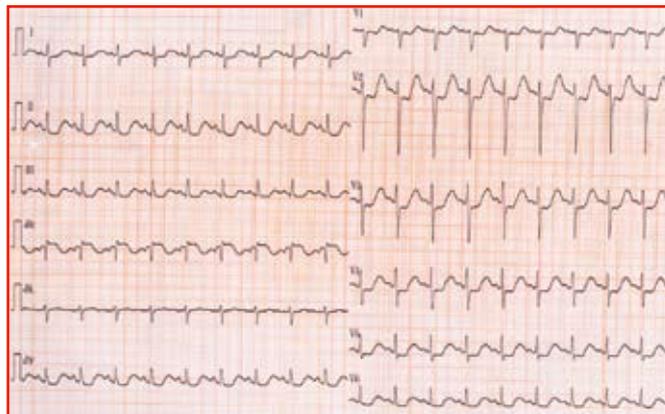


Tracé 10 : patient adressé pour troponines positives : si un tracé avait été fait, on note T trop ample par rapport au QRS en V2-V3, T symétrique dans les mêmes dérivations, et un crochetage des QRS (rSr's' en V1 - rsr's' en V2).

aVR

aVR tourne le dos à tout le ventricule gauche, seule cavité réellement efficace au niveau musculaire. Sa positivité est d'une grande aide, car annonce l'origine ventriculaire du complexe. La présence d'un sus-décalage supérieur à 1 mm est le signe d'une lésion serrée du tronc commun ou de l'IVA proximale, d'autant plus qu'il est accompagné

d'un courant sous-endocardique en antérieur étendu. C'est un signe de gravité majeur, les patients pouvant présenter une mort subite par occlusion du tronc (tracé 11).



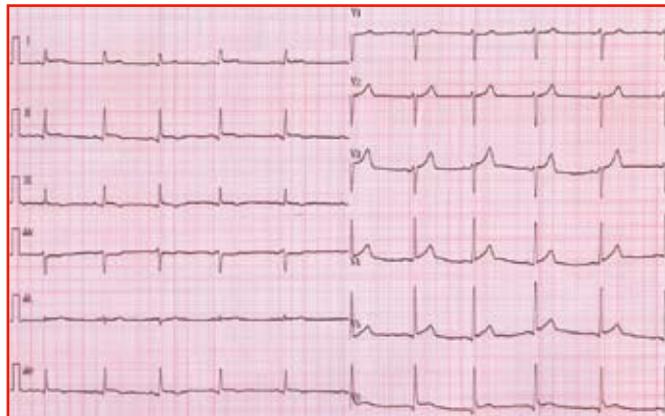
Tracé 11 : important courant de lésion sous-endocardique en antérieur et inférieur, avec un aspect net d'onde de Pardee en aVR ; ce patient va mourir dans les minutes qui suivent ou se mettre en état de choc cardiogénique : il existe une sub-occlusion du tronc commun, avec une occlusion ancienne de la coronaire droite, ce qui signifie qu'il vit sur un fil ; les signes en aVR sont moins nets sur le tracé 6, mais sont présents également.

DIAGNOSTICS DIFFÉRENTIELS D'UN SUS-DÉCALAGE DU SEGMENT ST (Urg Prat 2009 - 93) :

L'hypertrophie ventriculaire gauche (HVG) est parfois de diagnostic difficile. Il existe des critères d'amplitude, le plus connu étant l'indice de Sokolow (somme de R en V5 et de S en V1 ≥ 35 mm) ; un tracé où les complexes se chevauchent est très évocateur d'une HVG. Cependant les anomalies de la repolarisation qu'elle entraîne, peuvent être évocatrices d'autres pathologies : s'il y a une discordance entre les QRS et les ondes T, s'ils sont soit positifs/négatifs, soit négatifs/positifs, cette discordance est très évocatrice d'HVG. Le tracé 2 enregistre une HVG avec des complexes se chevauchant en l'absence d'erreur d'amplitude, et une discordance entre QRS et segment ST (même si les ondes T restent harmonieuses) (voir aussi tracé 16).

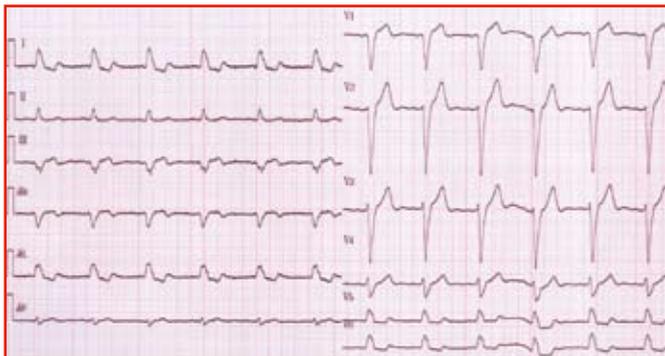
La repolarisation précoce survient préférentiellement chez un sujet jeune, masculin, avec un aspect de ST qui reste concave vers le haut, sans miroir, et sans évolutivité. Cela correspond en fait à la non-possibilité de descente de l'onde R pour rejoindre la ligne iso-électrique, avant d'entamer le segment ST.

Dans une péricardite, il n'y a pas de miroir, et il peut exister un sous-décalage du segment PQ qui va majorer l'impression du sus-décalage de ST. Les troubles prédominent dans les dérivations inférieures (tracé 12).



Tracé 12 : les signes maximaux sont en DII-aVF en non en DIII, maximaux aussi en DI et non aVL, il y a un sus-décalage sans miroir, bien que l'ensemble soit territorialisé en inféro-latéral : il s'agit typiquement d'une péricardite.

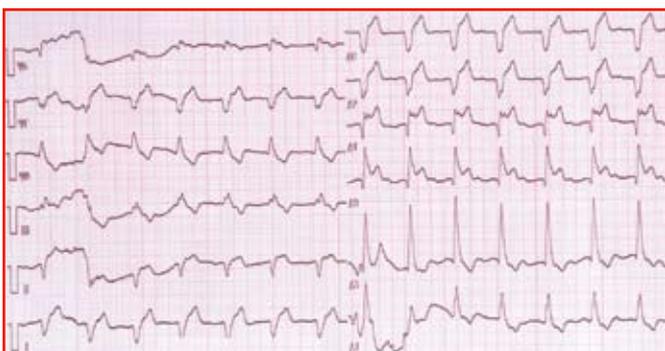
Un bloc de branche gauche (Urg Prat 2008 - 88) aura un aspect d'onde de Pardee survenant sur un complexe large (tracé 13). Mais malgré ce bloc, il est parfois très aisé de faire le diagnostic de cardiopathie ischémique aiguë, sur l'évolution des tracés (tracés 14 et 15).



Tracé 13 : bloc de branche gauche typique.



Tracé 14 : même patient qu'en 13, avec douleurs thoraciques constrictives : apparition d'un courant de lésion en antérieur étendu.



Tracé 15 : identique au 14, mais regardé par transparence et à l'envers : l'image en cathédrale en V3 et V4 de l'onde de Pardee est criante, malgré le bloc de branche gauche.

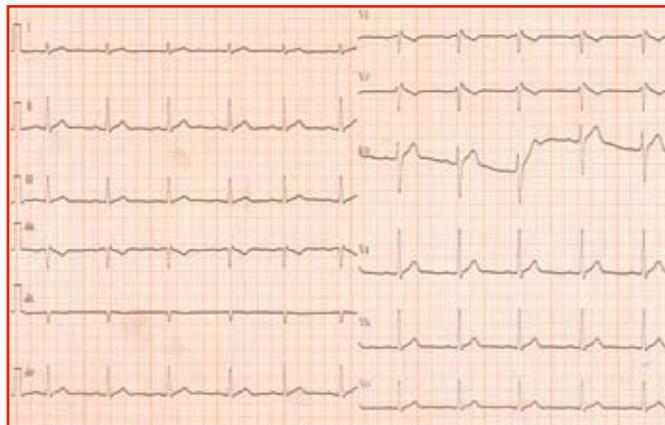
Un anévrysme ventriculaire séquellaire d'un infarctus révélera une onde de Pardee sans miroir, stable dans le temps (*Urg Prat 2009 - 93*).

Un syndrome de Brugada-Brugada correspond à un aspect de bloc de branche droit avec sus-décalage de ST en V1-V2. Il existe un haut risque rythmique, avec régulièrement une histoire familiale de mort subite ou



Tracé 16 : patient de 23 ans, admis pour perte de connaissance, 2^e épisode ; il y a une HVG nette (amplitude, discordance des QRS/T) mais surtout un aspect de BBD avec sus-décalage de ST en V1-V2, typique d'un syndrome de Brugada de type 1.

de perte de connaissance - voir « *Syndrome de Brugada* » - J.P. Jousse. *Urg Prat* 2008 - 86 ; 51-52 ; « *Syndrome de Brugada ?* » N. Belin - *Urg Prat* 2009 - 92 ; 55-56 (*tracés 16 et 17*).

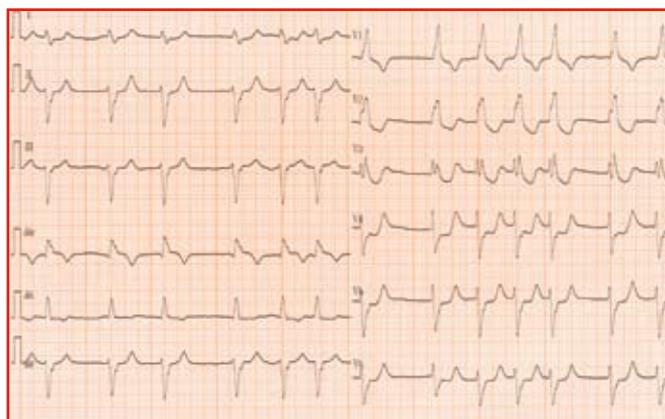


Tracé 17 : patient de 19 ans adressé pour perte de connaissance évoluant dans une histoire de palpitations et de lipothymies depuis 1 an ; l'aspect est moins net, mais reste très évocateur avec un sus-décalage de ST en V1-V2, nous sommes dans un Brugada de type 2.

DIAGNOSTICS DIFFÉRENTIELS DU ST- :

Les variations physiologiques : il faut se souvenir que l'ECG enregistre sur un même individu 12 dérivations différentes dont la repolarisation peut varier durant le nyctémère, et que ces dérivations ont aussi une variabilité interhumaine nette.

Une cupule digitalique, une hypothermie ou un trouble métabolique (*notamment une hypokaliémie*) sont responsables de troubles de la repolarisation de ce type (*Urg Prat 2009 - 93*) (*tracé 18*).



Tracé 18 : patient de 72 ans, adressé pour hypothermie à 32,8°C, sous digitaliques au long cours du fait de son ACFA, avec BBD et HBAG ; on distingue clairement l'onde J d'Osborne en V4.

LES ANOMALIES POUVANT FAIRE CRAINDRE UN TROUBLE DU RYTHME POTENTIELLEMENT LÉTAL

Je vous invite à lire l'excellent article du Dr Pierre BÉLON, intitulé « *Les malaises* » (*Urg Prat* 2008 - 87 ; 31-34). Il clarifie la prise en charge de cette pathologie.

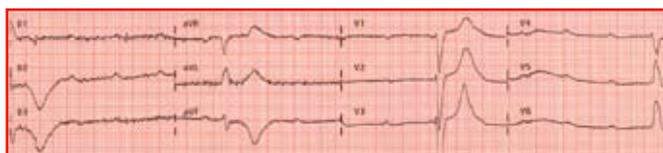
Dans la pratique courante, deux cas de figure peuvent se rencontrer.

- *Le premier est celui d'un ECG réalisé à titre systématique*, chez un sujet apparemment sain (*visite d'aptitude par exemple*). Les anomalies de l'ECG qui doivent être recherchées sont le syndrome de Brugada, le syndrome de Wolff Parkinson White (*WPW*), les extra-systoles ventriculaires (*ESV*), la dysplasie arythmogène du ventricule droit (*DAVD*), le QT long (*tracés 19 et 20*), et la fibrillation auriculaire (*FA*). Les ondes à connaître sont essentielles (*figure 1*).

- *La seconde catégorie sont les ECG réalisés dans le cadre de symptômes*, de points d'appel cardiaques ou rythmiques, ou d'un bilan d'une pathologie. Les anomalies à rechercher sont toutes les cardiopathies

(ischémiques, valvulaires, post-HTA, ...), en plus des précédentes. Dans ces conditions, une HVG, des troubles du rythme, des anomalies des QRS seront notés.

Chez un sujet dit sain, en routine, il faut donc éliminer		
Syndromes	Signes électriques	Références Urg Prat
Brugada	BBD avec ST+ en V1-V2	2008 - 86 / 2009 - 92
WPW	Aspect de PR court, onde delta sur la phase ascendante du QRS, visible en fonction du territoire analysé et de sa localisation	
ESV	« Tardive, monomorphe, isolée » versus « précoce, polymorphe, multiple, couplée »	2009 - 91
DAVD	T négatives en précordial droit et onde epsilon	
QT long	QT mesuré $\geq 0,40$	2008 - 90
FA	Pas d'onde P, rythme irrégulier	2009 - 91



Tracé 19 : patient en BAV III, sous amiodarone et bêta-bloquants ; les ondes P sont bien visibles en V4, le QRS est large, mais surtout le QT est monstrueux.



Tracé 20 : même patient qu'en 19, avec survenue d'une ESV dans la période réfractaire du QRS, engendrant un passage en tachycardie ventriculaire à 156 cycles/mn ; le diagnostic de TV est porté sur le tracé comparatif précédent ; en l'absence de celui-ci, il serait porté sur la tachycardie, la fréquence, et la positivité d'aVR, le BBD et l'HBAG n'étant pas contributifs au diagnostic de TV.

Ce qu'il faut retenir

1. Le premier signe d'un infarctus reste la douleur coronaire
2. Devant tout doute, il faut réitérer les tracés et les comparer
3. Le ST ischémique se caractérise par une évolutivité dans le temps, parallèle à l'évolution de la clinique
4. Le ST ischémique est maximal en DIII (ou aVL), et trouve son miroir
5. Un ST ischémique est totalement anormal en V3 (et V2)
6. R doit progresser, parallèlement à S qui régresse
7. T est proportionnelle à R et R écrase T
8. T pointue à base large = penser ischémie, T pointue à base fine = penser hyperkaliémie
9. En cas d'HVG, il y a une discordance entre les QRS et l'onde T
10. Un ECG doit permettre d'éliminer un Brugada, un WPW, des ESV menaçantes, une DAVD, un QT long et enfin une FA asymptomatique

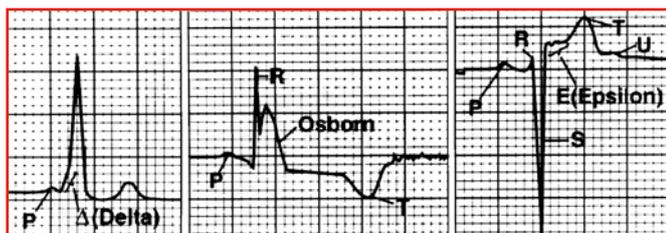
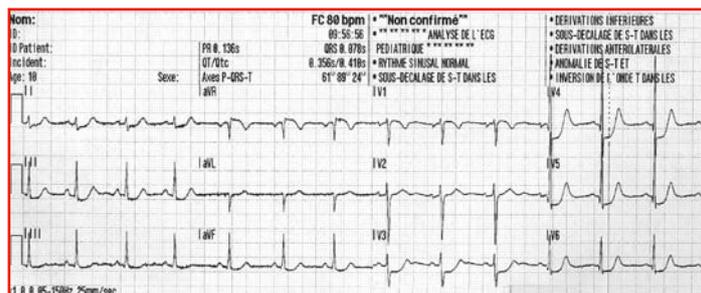


Figure 1 : Les ondes à connaître. L'onde delta = pré-excitation. L'onde epsilon = DAVD. L'onde J d'Osborne = hypothermie.

Un tracé pour s'entraîner



Interprétation selon « l'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Patient de 10 ans	Patient de 10 ans
Onde P visible, fréquence régulière, avec un QRS après chaque onde P et avant chaque autre P	Rythme sinusal régulier
Fréquence moyenne à 80 cycles/mn	à 80 cycles/mn
PR constant	Pas de BAV du premier degré
Les complexes sont fins mais amples dans les précordiales	Attention, tracé d'un enfant de 10 ans => les critères d'amplitude ne sont pas valables
QRS fins, sans oreille de lapin en V1 ou V6	Pas de bloc de branche
ST sous-décalé de V3 à V6, et en DI, DII, DIII et aVF	Courant de lésion sous-endocardique étendu
Aspect d'onde de Pardee isolé en aVR	
T positive dans toutes les dérivations sauf aVR et V1	Pas d'ischémie
Conclusion : rythme sinusal régulier à 80 cycles / mn, sans troubles conductifs, avec SCA non ST+ chez un enfant de 10 ans. Au niveau clinique, il s'agit d'un enfant ayant eu un point de côté puis une douleur thoracique au décours d'un footing. Il existe une anomalie de naissance du tronc commun qui est comprimé par l'artère pulmonaire à l'effort, expliquant la symptomatologie.	