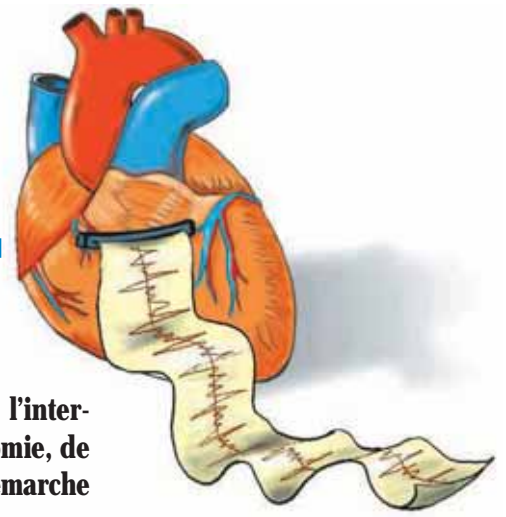


L'E.C.G pour les nuls

Yannick GOTTWALLES

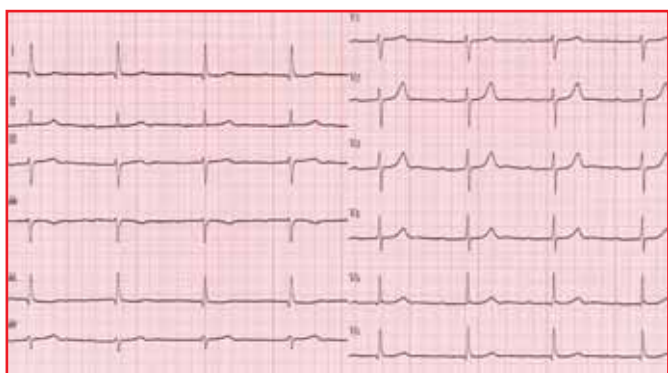
8 - Les pièges électriques



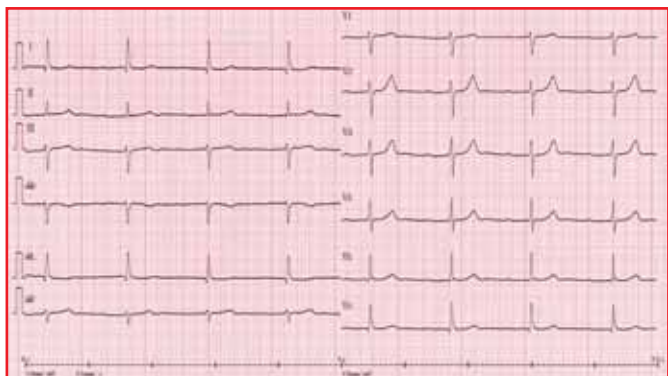
Comme nous l'avons vu dans les précédents numéros d'Urgence Pratique, l'interprétation d'un électrocardiogramme fait appel à des connaissances d'anatomie, de physiologie, d'électrophysiologie, de pathogénie, et doit s'intégrer dans une démarche diagnostique autour du patient.

Cependant cette démarche est dépendante de la qualité de l'enregistrement et du respect des règles de base de réalisation. Ces éléments sont aisément maîtrisables avec un peu de pratique, mais il persiste une remarque qui parfois est occultée dans nos esprits : plus que jamais, notre logique sera dépendante d'une machine. Pour illustrer cela, regardons le tracé 1 : à priori, il y a une onde P devant chaque complexe, le rythme semble régulier, le PR est constant mais supérieur à 1 grand carreau, les QRS sont fins, il n'y a pas d'aspect M en V1, DI et DII sont positifs, le ST est isoélectrique, et les ondes T sont toutes positives (*sauf en aVR, ce qui est normal*). Le tracé peut donc être considéré comme dans les limites de la normale, mais avec un PR allongé. Mais, s'agit-il d'un rythme sinusal régulier (RSR) à 46 cycles par minute avec BAV du premier degré (PR à 0,40 seconde), ou s'agit-il d'un patient en RSR à 92 par minute sans BAV du 1er degré avec PR à 0,20 s enregistré à 50 mm/seconde ? Les 2 réponses sont valables, et personne ne pourra transiger sans avoir les instructions et inscriptions d'enregistrement. Les implications thérapeutiques peuvent être importantes en fonction du contexte.

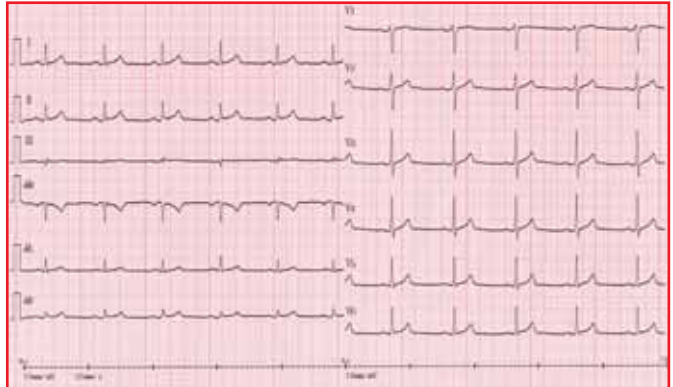
Le tracé 2 donne la solution, comportant la vitesse d'enregistrement et la calibration utilisées. Il s'agit bien d'un RSR avec bradycardie à 46 / mn, et BAV du 1^{er} degré, le PR étant à 0,40 s. Pour la suite de l'exposé, le tracé 3 sera le tracé de référence d'un patient sain ; nous allons décliner à partir de ce dernier, les divers incidents d'enregistrement possibles, et analyser leurs répercussions sur l'enregistrement.



Tracé 1 : BAV 1° ou RSR sans BAV enregistrée à 50 mm/s ?



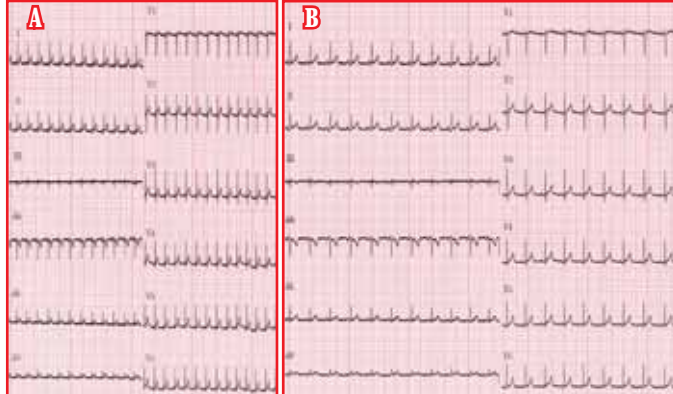
Tracé 2 : Même enregistrement que le tracé 1 avec vitesse et calibration qui définissent le tracé.



Tracé 3, de référence, d'un sujet sain.

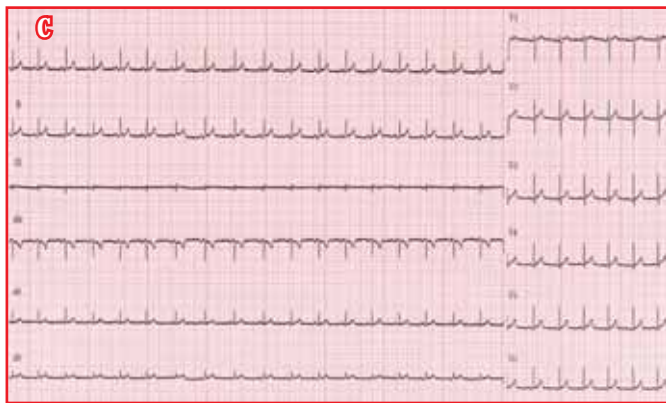
LES PIÈGES DE RYTHME CARDIAQUE

La détermination du rythme cardiaque est essentielle dans la chronologie de l'interprétation d'un tracé. Un tracé standard utilise une vitesse de défilement de 25 mm/s, permettant de calculer la fréquence cardiaque par la règle des 300/150/100/75/60 (*Urg Prat 88*).



Tracés 4 A, B et C (sur la page suivante) : que voyez-vous ?

Les tracés 4 montrent quoi ? Pour A, êtes-vous d'accord avec tachycardie supra-ventriculaire à complexes fins, à 325 cycles/mn ? Est-ce un



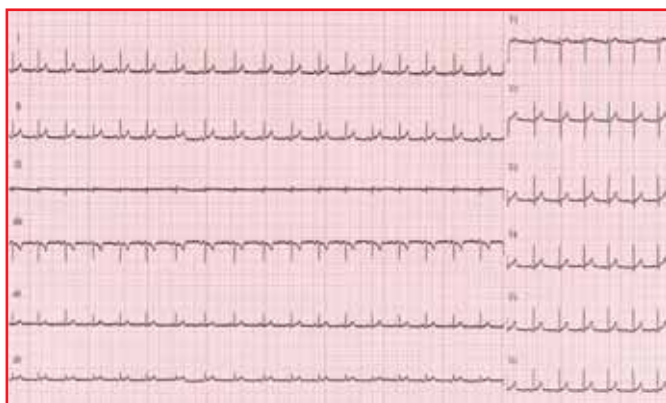
accès de maladie de Bouveret ? Pour le tracé B, tachycardie sinusale à 162 cycles/mn ? Pour le tracé C, tachycardie sinusale à 130 cycles/mn ? Toutes ces réponses sont justes et fausses en même temps car aucune référence à la vitesse d'enregistrement n'est notée. En fait, il s'agit du même tracé enregistré en A à une vitesse de 5 mm/s, en B à 10 mm/s, et en C à 12,5 mm/s. La fréquence est toujours la même à 65 cycles/mn, ce n'est que le défilement qui varie. Bien entendu, la prise en charge d'un accès de Bouveret ou d'une tachycardie sinusale, ou d'un RSR n'est pas du tout identique.

LES PIÈGES DE L'AMPLITUDE DU TRACÉ

Un enregistrement standard s'effectue à 10 mm pour 1 mV, avec une calibration notée en début de tracé. Si cette calibration fait défaut ou n'est pas réglée sur cette valeur, des perturbations peuvent survenir, soit à type d'écrasement des complexes ou d'étirement de ces derniers. Le tracé 5, enregistré avec une amplitude à 2,5 mm pour 1 mV, révèle des complexes microvoltés évoquant un épanchement péricardique voire une tamponnade. Apparaissent des dérivations quasiment plates, notamment en périphérie (*DIII* ou *aVF*). Idem pour le tracé 6 sous une calibration de 5 mm / mV.



Tracé 5 : enregistrement avec une amplitude de 2,5 mm / mV.



Tracé 6 : enregistrement avec une amplitude de 5 mm / mV.

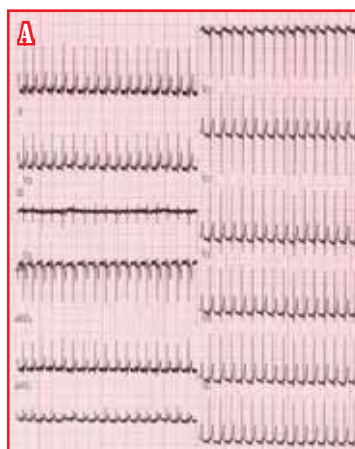
À l'inverse, les amplitudes supérieures à 10 mm / mV donneront des tracés avec chevauchement des QRS, surtout en précordial, et feront évoquer à tort des hypertrophies ventriculaires, voire des sus-décalages débutants chez les patients jeunes avec un certain éréthisme cardiaque (tracé 7).



Tracé 7 : amplitude de 20 mm.

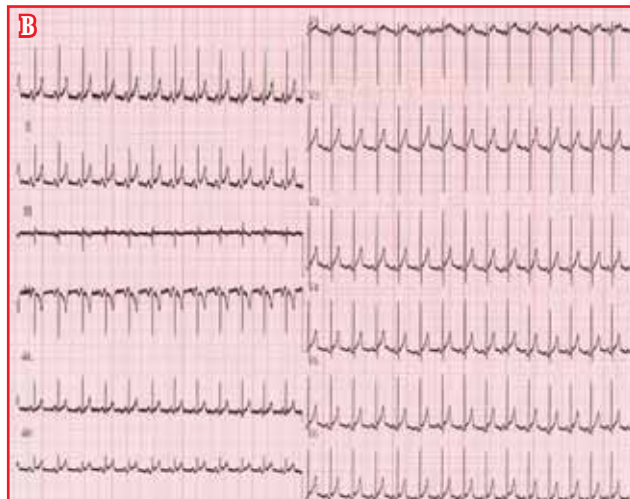
LES PIÈGES AVEC ASSOCIATIONS VITESSE ET AMPLITUDE

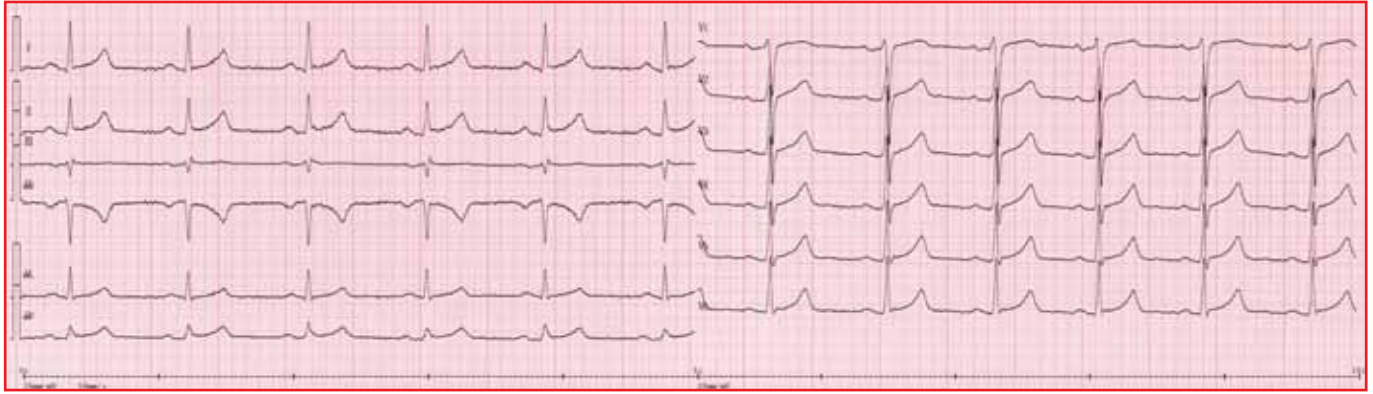
Ces deux erreurs de calibration peuvent bien entendu se potentialiser, comme cela est visible dans les tracés suivants (tracé 8 A et B). Le tracé A est enregistré à une vitesse de 5 mm/s, avec une amplitude calibrée à 20 mm / mV. Il en résulte un aspect de tachycardie rapide, à complexes très fins, à plus de 300 par minute, évoquant une tachycardie supra-ventriculaire très rapide. Un tel tracé est possible sous certaines conditions (*sujet très jeune, nouveau-né*). Le tracé B semble plus plausible et pourrait correspondre à un adolescent après un effort.



Tracé 8 A : vitesse de 5 mm/s et amplitude de 20 mm / mV.

Tracé 8 B : vitesse de 10 mm/s et 20 mm / mV.





Tracé 9 : vitesse de 50 mm/s et amplitude de 20 mm / mV.

Parfois, l'aspect du tracé peut être moins choquant, et ce n'est que la fréquence observée qui étonnera. Le tracé 9, avec double vitesse et double amplitude, enregistre des complexes QRS d'aspect normal, mais avec un possible BAV du 1er degré, et une bradycardie à 33 cycles / mn. La repolarisation paraît suspendue notamment en inféro-latéral.

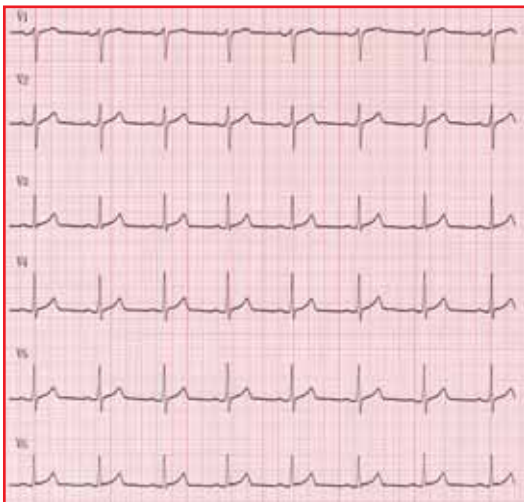
LES PIÈGES DE POSITION DES ÉLECTRODES

Les inversions d'électrodes sont fréquentes et régulières, mais sont aisément décelables en respectant, et par conséquent en recherchant, quelques règles de base que l'on peut appeler les règles de territoire. Les complexes doivent être concordants entre eux, notamment dans les territoires coronaires explorés.

L'interventriculaire antérieure qui irrigue la paroi antérieure du ventricule gauche, correspond au territoire précordial : de V1 à V5 (voire V6) il doit y avoir une progression régulière de R, et en parallèle mais un peu retardée, une diminution de la profondeur de S. Un rabotage de R en antérieur en possible en cas de séquelles d'infarctus, mais la logique persiste et n'est que retardée avec un démarrage de R en V3 ou V4 (Urg Prat 88).

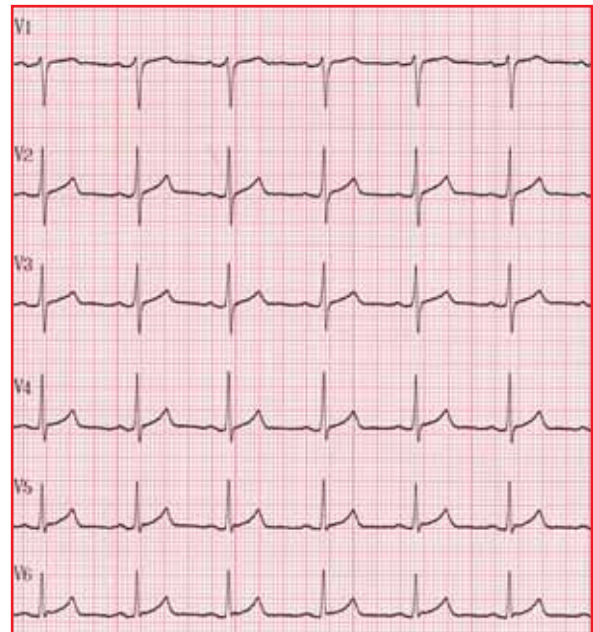
En clair,

- R en V1 est inférieur à R en V2 qui est inférieur à R en V3, qui est inférieur à R en V4, qui est inférieur à R en V5, qui est inférieur à R en V6
- S en V1 est plus profonde que S en V2, qui est plus profonde que S en V3, qui est plus profonde que S en V4, qui est plus profonde que S en V5, qui est plus profonde que S en V6
- ou plus schématique [R1 < R2 < R3 < R4 < R5] et [S1 > S2 > S3 > S4 > S5 > S6].



Tracé 10 : inversion de V3 et de V5.

Le tracé 10 ne respecte pas cette logique : R1 < R2 < R3 < R4 = R5 > R6 et S1 > S2 >> S3 < S4 < S5 > S6. Ces anomalies sont dues à une inversion de V3 et de V5, qui perturbent la logique de progression de R et de régression de S.



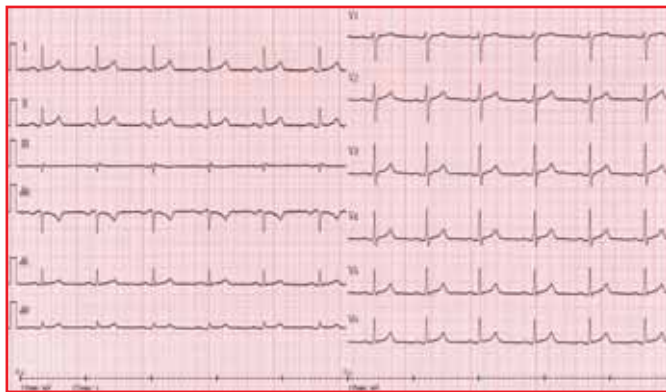
Tracé 11 : malposition de V3.

Le tracé 11 révèle une malposition d'une électrode un peu plus difficile à visualiser mais très fréquente, à savoir R2 > R3. Si une droite verticale, parallèle à la colonne vertébrale est tracée dans l'espace, la bonne position des électrodes se vérifie par une progression de V1 à V6 (schéma Urg Prat 86). Les droites passant par V2 et V3 sont très proches l'une de l'autre, mais V3 reste entre V2 et V4. Il ne s'agit pas réellement d'une inversion d'électrodes, mais V3 est placée entre V1 et V2, le plus souvent du fait de l'anatomie de la personne (sein, prothèse mammaire, ...). À l'extrême, une onde Q isolée en V3 est possible.

Dans les dérivations périphériques, DI et aVL (territoire latéral haut, irrigué par l'artère circonflexe), les complexes QRS doivent se ressembler de prêt, même aspect. DI positif et aVL négatif (ou l'inverse) n'est pas possible physiologiquement.

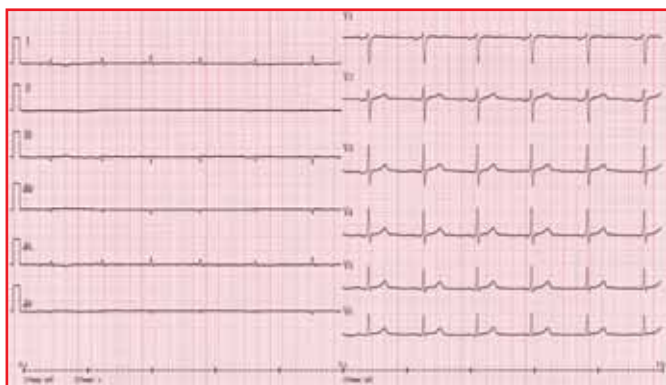
Toujours en périphérie, DII, DIII et aVF (territoire inférieur, généralement irrigué pas la coronaire droite). Les tracés 12 à 14 révèlent des inversions d'électrodes par non respect des couleurs RNVJ.

Une inversion entre le Vert et le Noir (membres inférieurs droit et gauche) ne donne quasiment pas de modifications au tracé (tracé 12). Le tracé est dans les limites de la normale.



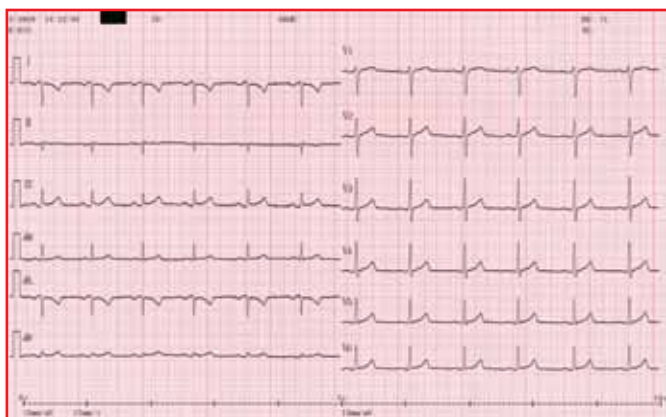
Tracé 12 : inversion V et N.

Une inversion des électrodes rouge et noire (*membres supérieur et inférieur droits*) est plus flagrante avec un enregistrement quasi-inexistant sur DII, DIII, aVF, et microvolté en DI-aVL, comme le prouve le tracé 13.



Tracé 13 : inversion R et N.

L'inversion la plus aisée à reconnaître est celle reproduite sur le tracé 14, avec inversion des électrodes rouge et jaune (*membres supérieur droit et gauche*), puisque apparaît alors une discordance entre DII - négatif -, DIII - positif -, mais surtout aVR se positive.



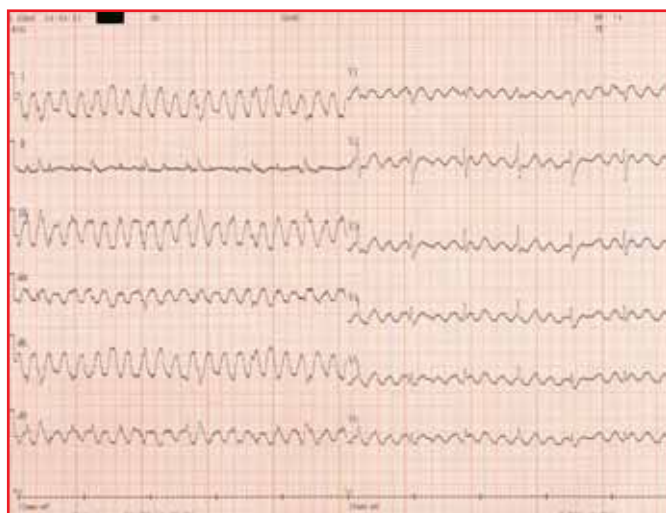
Tracé 14 : inversion R et J.

LES PIÈGES LIÉS AUX APPAREILS ENREGISTREURS

Deux principaux types sont à reconnaître dans cette catégorie, à savoir les artéfacts et les erreurs d'interprétation (*pour les appareils dotés d'un module d'aide à l'interprétation*).

Les artéfacts peuvent avoir des causes multiples. Contractions musculaires, comitialité, maladie de Parkinson, maladie musculaire, hoquet, interférence électrique, prise de mise à terre défectueuse, type de courant, artéfact des 60 Hz, ... et la liste est loin d'être exhaustive, sont

toutes des causes potentielles d'artéfacts inscrits sur le tracé. Ils sont en général aisément reconnaissables par des parasites de la ligne de base, plus ou moins amples, mais avec persistance d'un tracé ECG normal surajouté à ces artéfacts. La mise en place d'eau comme conducteur entre les électrodes et la peau, l'utilisation d'électrodes pré gélifiées, l'utilisation de filtres, le fait de demander au patient de se relaxer, de ne plus parler, ... sont tous des éléments permettant de minimiser ces interférences. Le tracé 15 est caricatural. Il s'agit d'un tracé fait à titre systématique, préopératoire, chez un patient de 70 ans présentant une fracture du col du fémur. Un diagnostic de flutter ventriculaire a été évoqué. Mailles larges, régulières à 300 par minute en DI. Est-ce possible ? Non, et pour de multiples raisons. La première est qu'un flutter ventriculaire est rarissime, et en général dégénère en quelques secondes en fibrillation ventriculaire. Devant tout ECG d'interprétation difficile, il faut revenir aux bases. Voit-on des ondes P ? Le rythme est-il régulier ? Les QRS sont-ils fins ou larges ? Ces 3 questions vous donne la réponse.



Tracé 15 : artéfacts électriques avec complexes QRS réguliers visibles.

Voit-on des ondes P ? A priori non, du moins pas au premier abord. Le rythme est-il régulier ? En précordial à priori oui.

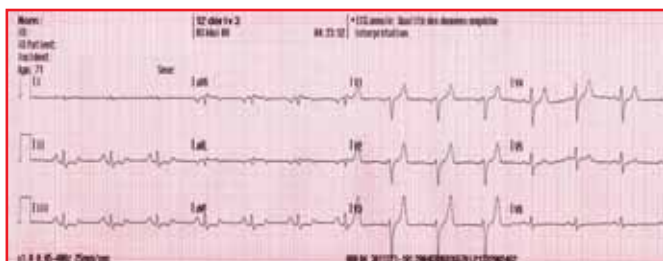
Les QRS sont-ils fins ou larges ? En précordial, ils sont fins, avec une fréquence à 74 cycles / mn.

Complexes fins, réguliers à 74/mn, c'est trop rapide pour une origine ventriculaire (*Urg Prat 91*). Cela ne peut donc être que supra-ventriculaire (*oreillette ou nœud*). Si cela est supra-ventriculaire, les mailles de la ligne de base sont trop grandes pour être une fibrillation, et bien plus organisée. Est-ce un flutter ou une tachycardie atriale ? Si oui, les rapports entre ces ondes et les QRS en précordial doivent être identiques d'un complexe à l'autre. Or si sur le 2^e QRS en V2, cette onde est proche du QRS, elle l'est moins pour le 3^e QRS en encore plus distante pour le 4^e complexe, donc cela ne colle pas. Un rythme QRS régulier avec une activité supra-ventriculaire irrégulière ne peut pas exister.

Notre réflexion est par conséquent fautive. Reprenons alors notre première question : Voit-on des ondes P ? Les ondes P sont classiquement mieux visibles dans les dérivations périphériques, et le seul endroit qui se rapproche le plus d'une trace lisible est DII. Les QRS sont réguliers en précordial, ils doivent l'être en périphérie. Les complexes QRS sont donc les ondes les plus amples que l'on devine en DII, entrecoupées de 2 ondes pointues plus petites, qui ont aussi l'air régulières mais à une autre fréquence (*environ 160/mn*). Si les QRS sont réguliers à 74/mn, il faut trouver une onde P avant. En regardant de prêt, le 3^e QRS en DII est précédé d'une onde P tout à fait nette, avec un PR à 0,16 s. Cette onde P permet en fait de démasquer les autres ondes P qui précèdent les QRS en DII, et qui s'ajoutent aux artéfacts autres. Trouver une onde P sur un rythme régulier signifie que le rythme est sinusal. Il s'agit effectivement d'un tracé en rythme sinusal régulier à 74 / mn, avec

QRS fins, et si l'on examine les ondes en regard des QRS détectés en DII, on remarque sur les autres dérivation en périphérie les QRS qui s'ajoutent aux ondulations de base.
L'appareil a été éteint, réinitialisé, les électrodes restées en place chez ce patient, le secteur débranché, l'appareil utilisé sur batteries et un nouvel enregistrement s'est avéré strictement normal. Ces ondulations de base étaient dues à un onduleur.

Faut-il croire les modules d'aide à l'interprétation des enregistreurs ? La réponse pour moi est simple : autant on peut se fier aux mesures de durée effectuées par l'appareil, autant il ne faut pas tenir compte de son interprétation. Le tracé 16 en est encore une illustration pure et simple. La qualité des données empêche l'interprétation !!!
En médecine d'urgence, il est rare d'obtenir un tracé avec si peu d'artéfact.



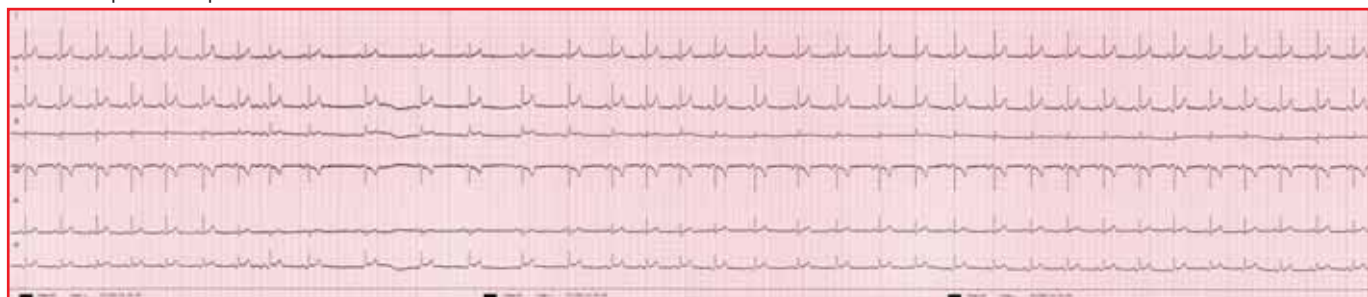
Tracé 16 : interprétation non possible ???

CE QUE L'HOMME PEUT FAIRE

La présence d'une onde Q isolée, peu profonde en DIII peut être physiologique, et l'inspiration profonde du sujet la fera disparaître. Le tracé 17 est une caricature de ce que peut faire l'homme simplement en simulant une manœuvre vagale. Observez bien DIII. Le rythme est sinusal, régulier à 72 / mn. On demande de faire une inspiration profonde en bloquant sa respiration, dès le 7e complexe, le QRS se positive, le rythme provient du sinus coronaire (onde P négative en DIII) et se ralentit, on observe même un sus-décalage de ST en DII-DIII-aVF qui apparaît mais reste ascendant. La situation revient à la normale après reprise de la respiration.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- L'interprétation du tracé est dépendante de la qualité du tracé
- La standardisation du tracé est de 25 mm/s pour la vitesse, avec une amplitude de 10 mm/mV
- Les inversions d'électrodes peuvent simuler des ondes Q
- Il faut être critique, surtout lorsque l'interprétation nous semble complexe, et revenir à des questions simples
- Il faut parfois voir plus loin que ce que nos yeux veulent nous faire voir au premier abord
- Un tracé peut en cacher un autre



Tracé 17 : même sujet toujours, avec inspiration profonde.

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



Interprétation selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Ondes P visibles en DII, toutes suivies d'un QRS et chaque QRS précédé d'une onde P	Rythme sinusal régulier
Ondes P non visibles dans les autres dérivation, mais présence d'une saccade à 280/mn semblant régulière, mais rythme sinusal régulier enregistré concomitamment sur d'autres dérivation concordantes, il s'agit donc d'artéfacts	
Fréquence régulière à 50 cycles/mn	à 50 cycles/mn
PR constant à 0,20 s	Pas de BAV du premier degré ou limite
QRS fins, sans oreille de lapin en V1 ou V6	Pas de bloc de branche
T positive dans toutes les dérivation sauf aVR et V1	Pas d'ischémie
Conclusion : rythme sinusal régulier à 50 cycles / mn, sans troubles conductifs, sans troubles de la repolarisation, mais avec des artéfacts diffus, non visibles isolément en DII. Il s'agit d'un patient ayant une maladie de Parkinson de l'hémicorps gauche	