

# L'E.C.G. pour les nuls

Yannick GOTTWALLES

La systole ventriculaire débute avec le QRS et s'achève à la fin de l'onde T. Elle englobe ainsi les phases de dépolarisation et de repolarisation des ventricules. Dans ce chapitre seront analysées les phases de repolarisation avec l'analyse des segments ST, de l'onde T et de l'intervalle QT. Ces 3 éléments sont, ou peuvent être, le témoin d'une affection grave, avec possibles complications immédiates, nécessitant une prise en charge médicale sans retard.

## 4 - T là ou T pas là ? ST toi ?

### LE SEGMENT ST

Il représente la phase initiale de la repolarisation ventriculaire, phase dite en plateau. La transition entre l'onde S (ou la pente ascendante de l'onde R en cas d'absence de S) et le segment ST est appelée point J.

Il s'agit d'un segment situé sur la ligne de base dans les conditions normales ; il est horizontal et plat, et par définition, est de même niveau que les autres zones de la ligne de base. Le problème souvent rencontré est de pouvoir, dans les conditions de réalisation des tracés en urgence, déterminer cette ligne isoélectrique.

Pour être considéré comme normal, le segment ST ne doit pas dévier dans une dérivation quelconque de plus de 1 mm au-dessus ou en dessous de la ligne iso-électrique. 1 mm est significatif dans les dérivations des membres, 2 mm le sont en précordial.

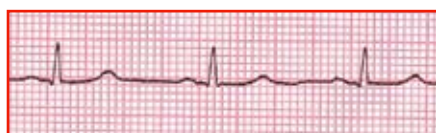
Un sus ou un sous décalage du segment ST correspond à une lésion ou un courant de lésion, qui peut être sous-épicardique (sus), ou sous-endocardique (sous).

Les modifications du segment ST peuvent avoir des origines multiples : ischémique, hypertrophie ventriculaire, bloc de branche, médicamenteux, non spécifiques.

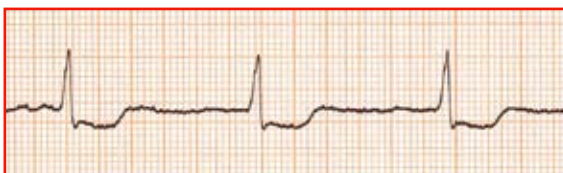
#### ENFIN, UN SEGMENT ST PEUT ÊTRE :

- iso-électrique
- sous décalé
- sus décalé
- ascendant
- descendant
- horizontal ou rigide
- en cupule

#### • Segments ST iso-électriques



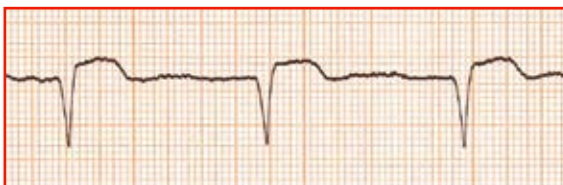
#### • Sous décalage du segment ST



• **Sous décalage majeur, horizontal**, du segment ST ; il s'agit d'une « onde de Pardee » inversée, témoin d'une lésion coronaire menaçante



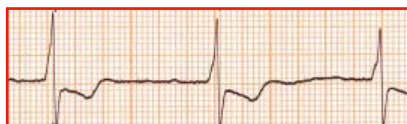
#### • Sus décalage du segment ST



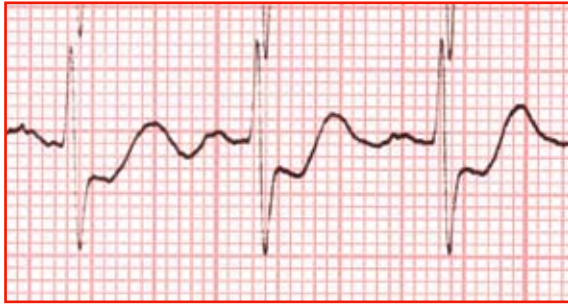
#### • Segment ST ascendant



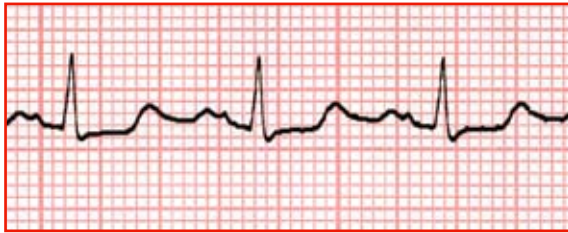
#### • Sous décalage descendant du segment ST



- Sous décalage descendant mais plus rectiligne que le précédent



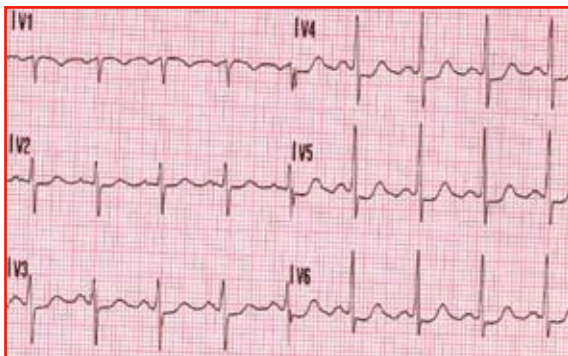
- Segment ST horizontal, rigide



- Segment ST en cupule, sur imprégnation digitale



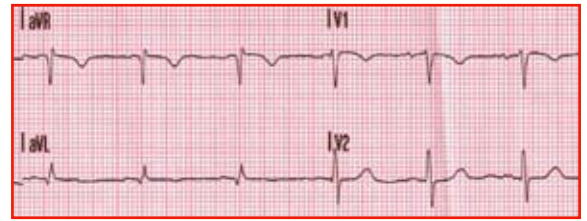
- Courant de lésion sous-endocardique antérieur étendu, avec sous décalage de ST de V2 à V6



## L'ONDE T

Elle représente la phase finale de la repolarisation ventriculaire, phase dite rapide et efficace, les myocytes retrouvant leur charge interne de repos. C'est généralement une onde asymétrique, arrondie, lisse, et positive.

Une onde T normale est positive dans l'ensemble des dérivations, à l'exclusion d'aVR. Les variantes de la normale sont une onde T négative ou plate en V1 dans 20% des cas, une onde T inversée en V1 et V2 dans 5 à 10% des cas. Il est plus important de retenir qu'une onde T positive en V1 et négative en V2 est toujours anormale, qu'une onde T négative en V4, V5 ou V6 est toujours anormale, et qu'une onde T normale est toujours asymétrique. Une onde T peut être physiologiquement négative isolément en DIII, sous couvert d'une concordance avec un QRS fortement négatif (*déviaton axiale, hémibloc, ...*).



Aspect de T normal avec T négative en aVR, et T négative en V1, positive en V2 (20% des tracés).

Une modification de l'onde T correspond à un aspect d'ischémie, avec habituellement inversion profonde et symétrique de cette onde. Cela correspond à une ischémie sous-épicaire en cas de T négative, à une ischémie sous-endocardique en cas de T positive.

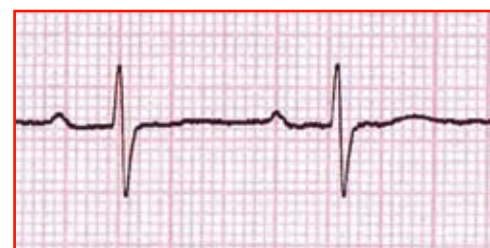
### ENFIN, UNE ONDE T PEUT ÊTRE :

- d'aspect normal
- iso-électrique ou aplatie
- ample, en cas de tonus parasympathique marqué
- ample et pointue en cas d'hyperkaliémie
- ample, pointue, symétrique (*et le plus souvent négative*) en cas d'ischémie myocardique

- Onde T normale, positive, asymétrique, correspondant à environ 1/3 de l'amplitude du QRS



- Onde T aplatie voire iso-électrique



- Onde T ample, très ample, pointue, avec élargissement du QRS, sur hyperkaliémie majeure



• Onde T ample, pointue, symétrique sur ischémie myocardique ; noter le caractère franchement rigide du segment ST surtout visible après le premier complexe



• Onde T négative (à noter un BAV du premier degré), tracé normal en V1



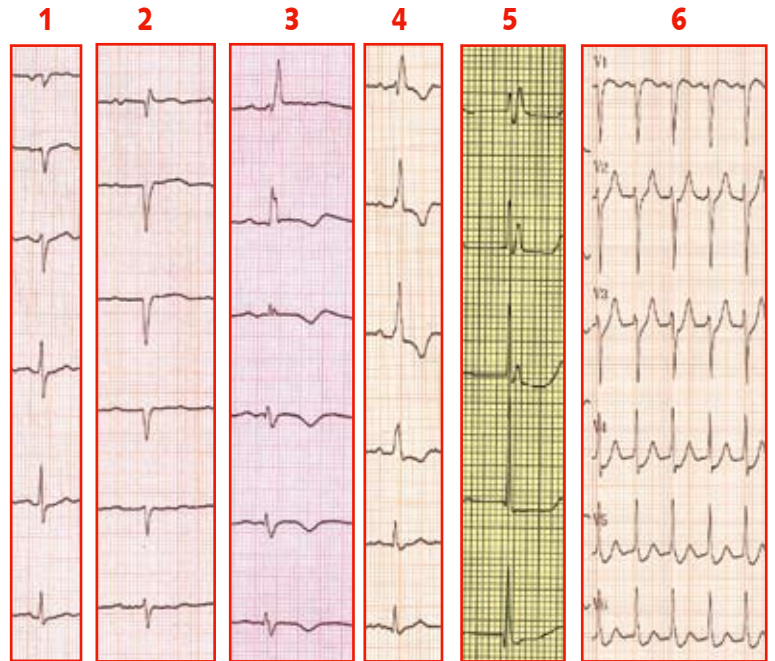
• Aspect d'ischémie sous-épicaudique avec onde T ample, pointue, symétrique, sur ischémie myocardique (rythme en fibrillation auriculaire)



• Autres aspects d'ondes T négatives, asymétriques sur surcharge ventriculaire, sans caractère ischémique myocyttaire



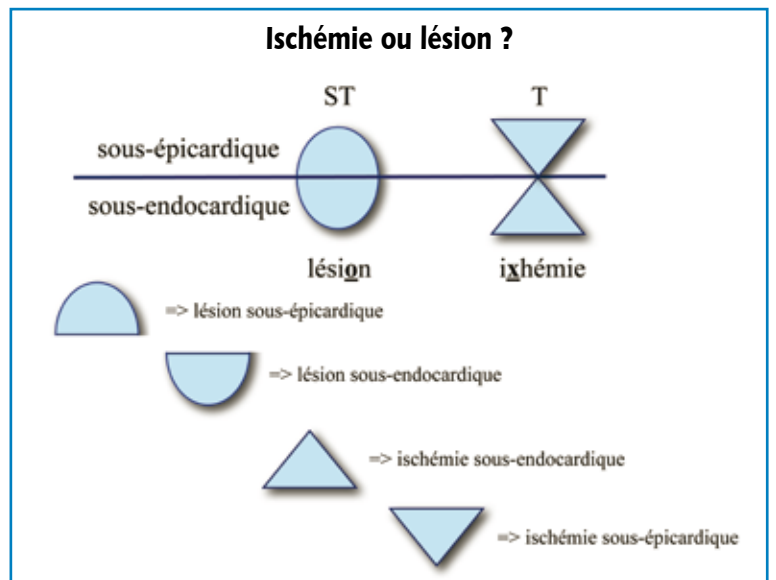
**DIFFÉRENTS ASPECTS POSSIBLES DE L'ONDE T SONT EXPOSÉS DANS LES TRACÉS SUIVANTS :**



1. Tracé normal
2. Onde T s'aplatissant en précordial
3. Aspect d'ischémie sous-épicaudique en antérieur étendu
4. Onde T inversée sur bloc de branche droit ; en cas de BBD, une onde T inversée est normale jusqu'en V3, à surveiller si elle dépasse V4, est franchement pathologique dès V5
5. BBD avec cupule digitalique associée, et onde T restant positive
6. Angor per-tachycardie avec onde T ample, symétrique, et courant de lésion sous endocardique apico-latéral (ST ascendant en V2-V3, sous décalé de V4 à V6)

**ISCHÉMIE OU LÉSION**

Un moyen mnémotechnique simple est de placer un « O » symbole de la lési**On**, et un « X » symbole de l'« i**X**hémie » de part et d'autre de la ligne iso-électrique, le sous-épicaudique étant au dessus de la ligne, le sous-endocardique en dessous. Une onde T négative sera une ischémie sous-épicaudique, et ainsi de suite.



## L'INTERVALLE QT

Il a une importance clinique considérable car il est le reflet global de la systole ventriculaire, englobant l'ensemble de la dépolarisation et de la repolarisation ventriculaire.

Il se mesure entre le début le plus précoce du complexe QRS et la fin la plus tardive de l'onde T. Ce point signifie que ce début et cette fin ne sont pas toujours visibles sur la même dérivation, et théoriquement, il faudrait comparer les diverses dérivations pour rechercher les phases les plus précoces et les plus tardives.

Des équipes s'intéressent beaucoup à la dispersion de cet intervalle QT : ce sont les différences de QT d'une dérivation à l'autre, différences qui pourraient refléter une inhomogénéité de la phase de repolarisation au sein du VG. La dynamique de l'intervalle QT, qui dépend entre autre du système nerveux autonome, est aussi à l'étude. La dynamique est fonction du temps, des efforts physiques, ... Dispersion et dynamique vont peut être amener de nouvelles voies de recherche dans le traitement des arythmies ventriculaires, car elles sont toutes deux des éléments prédictifs d'arythmies ventriculaires potentiellement létales.



Le QT est fréquence dépendant, car au cours d'une accélération du rythme cardiaque, dépolarisation et repolarisation sont plus rapides, afin d'augmenter leur efficacité propre. En conséquence de quoi, l'intervalle QT diminue pour des fréquences croissantes.

Sa valeur normale est de 390 ms chez l'homme, de 440 ms chez la femme, pour une fréquence cardiaque ramenée à 60 cycles/mn. Son allongement peut être congénital, acquis, ou sporadique.

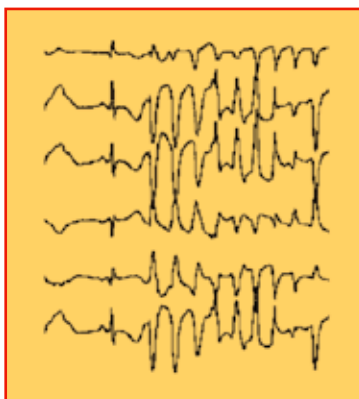
Très récemment une étude portant sur plus de 24 000 ECG a démontré qu'il existait une variation saisonnière du QT, avec un allongement significatif de celui-ci à l'automne chez l'homme.

La découverte d'un QT long peut être fortuite chez des patients asymptomatiques, ou mise en évidence lors de pathologies ou de traitements médicamenteux. La problématique est que ce QT long peut rester muet, tout comme entraîner des symptômes à type de vertiges, de lipothymies, de syncopes ou de mort subite par troubles ventriculaires malins.

La liste des molécules contre-indiquées, déconseillées ou à utiliser avec précaution est régulièrement mise à jour, et peut être consultée sur de multiples sites via le net (CHU de Rouen, Doccismef, Université de Louvain, Université de Toronto, Orpha.net, ...)

### • Déclenchement d'une torsade de pointe sur un QT long.

Le danger du QT long réside dans sa possibilité de déclenchement d'un trouble du rythme ventriculaire malin, lors de la survenue d'une extra-systole dans la phase terminale de la repolarisation, phase dite active.



## LES SYNDROMES CORONAIRES AIGUS OU SCA

L'ECG est un reflet indirect de la vascularisation du myocarde et donne une approche de l'état anatomique des artères coronaires. Outre ses capacités à porter le diagnostic d'ischémie coronaire, il permet également d'établir l'étendue et la chronologie de ce dernier.

La classification des SCA est en régulière modification, tout comme le diagnostic de l'infarctus du myocarde, récemment révolutionné. Nous nous cantonnerons aux aspects purement électriques de cette pathologie ischémique myocardique.

Dans tous les cas, il faut vérifier si les anomalies relevées sur le tracé correspondent à un territoire anatomique (voir dans le prochain module). L'ischémie perturbe exclusivement la fin de la repolarisation ventriculaire qu'elle retarde. La repolarisation reste interprétable en cas de bloc de branche droit ou d'hémibloc, mais les critères habituels retenus ne sont plus transposables en cas de bloc de branche gauche ou d'électrostimulation, interne ou externe.

Ischémie, lésion et nécrose sont d'évolution croissante en l'absence de traitement.

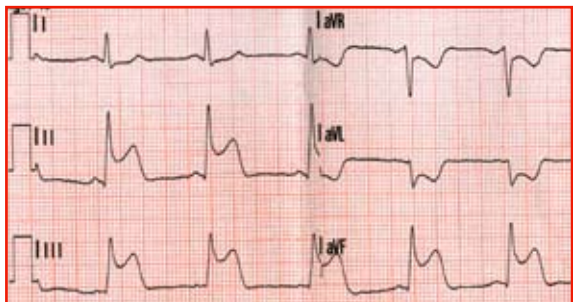
**L'ischémie**, liée à une hypoxie cellulaire, se traduit par une inversion de l'onde T, symétrique. Les dérivations précordiales étant les plus proches des ventricules et plus spécialement du ventricule gauche, les modifications sont plus marquées et plus fréquentes à ce niveau.

**La lésion**, ou courant de lésion, correspond à un sus ou sous décalage du segment ST. Tout sous décalage du segment ST traduit jusqu'à preuve du contraire une baisse du débit coronaire, d'autant plus que ce sous décalage reste horizontal. L'aspect dans le temps est évolutif ; les signes électriques combinent en général des ondes de nécrose, de lésion et d'ischémie qui apparaissent, se développent et régressent selon un ordre chronologique défini mais variable :

- une onde T géante, positive, pointue, symétrique d'ischémie sous endocardique (stade I) ; il n'y a ni onde Q, ni signe de lésion ;
- puis apparaît progressivement un sus décalage du segment ST qui va en s'amplifiant, englobant l'onde T, constituant l'onde de Pardee (stade II) ;
- une onde Q débutante avec Pardee diminuant et une inversion de T (stade III précoce) ;
- l'onde Q augmente en durée et en profondeur et une onde T se creusant, le ST diminuant progressivement (stade III tardif) ;
- une onde Q, un ST iso-électrique et T positive ou restant négative (stade IV) ;
- l'onde Q reste immuable fréquemment, ou peut se modifier spontanément ou sous l'effet d'altérations électriques nouvelles (bloc de branche, récurrence d'infarctus, ...).



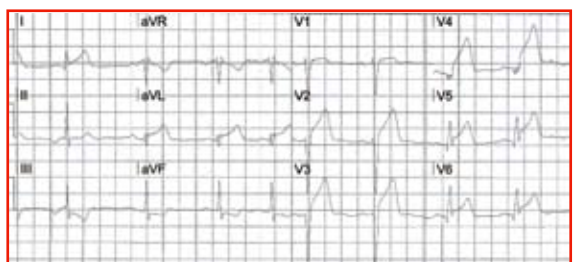
Onde T géante, pointue, symétrique, avec segment ST rigide ; il n'y a ni onde Q, ni courant de lésion significatif ; nous sommes au stade I du SCA.



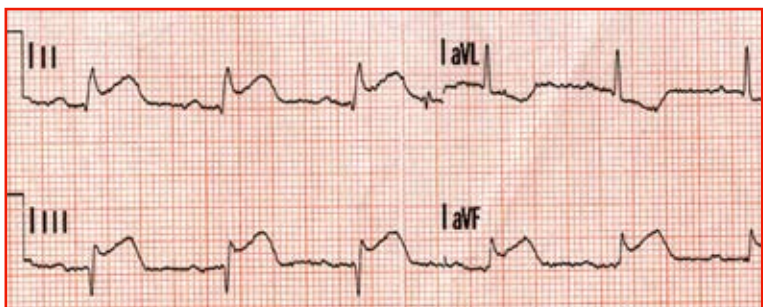
Apparition d'une onde de Pardee, en dome, dans les dérivi-  
vations inférieures, avec miroir latéral haut (DI-aVL) ; il n'y  
a pas d'onde Q dans les premiers instants ; il s'agit d'un SCA  
ST+ au stade II.



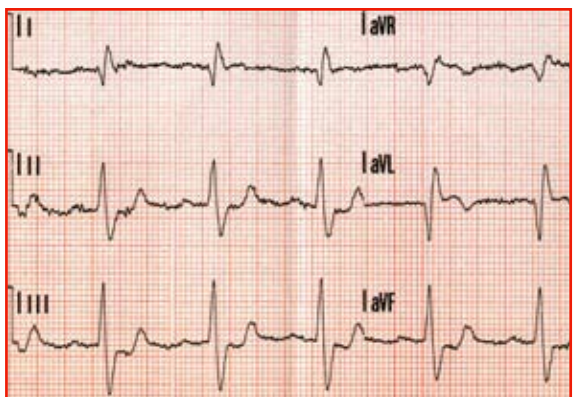
Courant de lésion sous endocardique en DIII avec présence  
d'une onde R qui va croître ; il s'agit d'une image en miroir  
d'une onde de Pardee avec début d'onde Q.



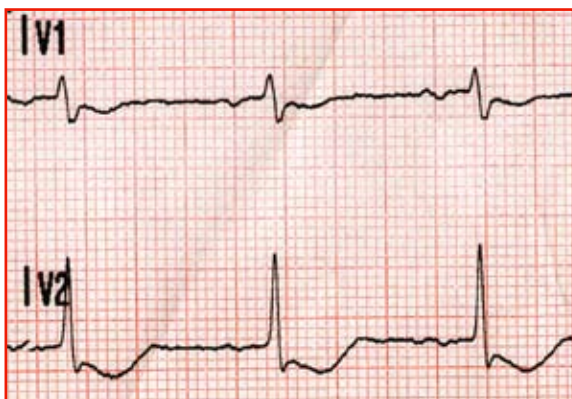
SCA ST+ II existe une onde T géante, symétrique, avec une  
ascension du segment ST en antérieur étendu, avec un mi-  
roir inférieur, le sus décalage n'étant pas encore en dome.  
L'onde de Pardee est en fait la résultante de l'augmentation  
de l'onde T, qui en croissant, va englober et incorporer la  
partie terminale du QRS.



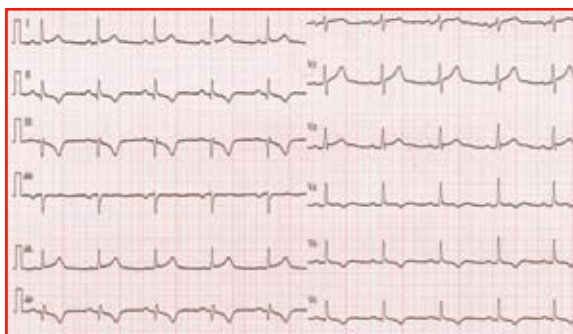
SAC ST+ en inférieur avec miroir latéral.



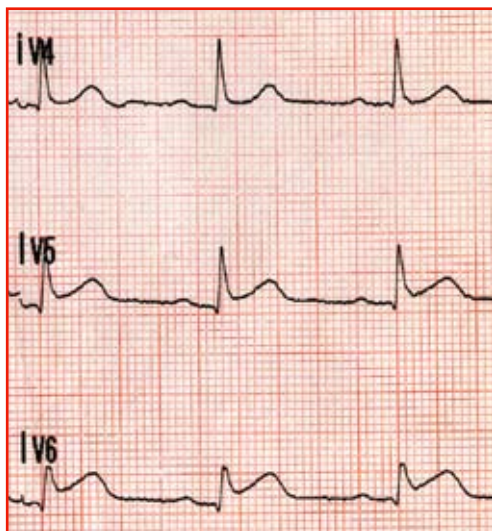
SCA ST + en latéral haut (DI-aVL) avec miroir inférieur (DII-  
DII-aVF), au stade ultérieur, avec présence d'une onde Q,  
d'un sus décalage qui régresse, et d'une inversion de l'onde  
T ; stade III tardif



Courant de lésion sous endocardique en V1-V2 avec impor-  
tante onde R dès V1 : il s'agit d'une image en miroir d'un  
infarctus postérieur, une grande onde R en V2 correspondant  
à une onde Q postérieure.



Séquelles de SCA ST+ inférieur, avec onde Q présente, ST re-  
devenu iso-électrique, et persistance d'un aspect d'ischémie  
sous-épicaudique avec T négative en inféro-latéral ; stade IV  
d'un tracé ECG d'infarctus du myocarde.

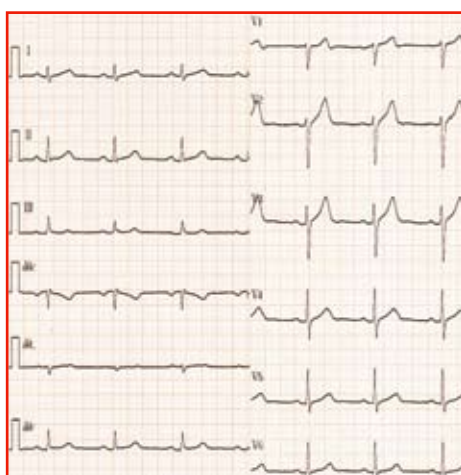


SCA ST+ en latéral, 2 mm suffisent en V5

### Ce qu'il faut retenir

1. Toutes modifications du segment ST, de l'onde T, ou un allongement du QT traduisent jusqu'à preuve du contraire une pathologie avec possibilité d'évolution défavorable à très court terme
2. Modification de ST = lésion ; Modification de T = ischémie
3. Tout sous décalage du segment ST traduit jusqu'à preuve du contraire une baisse du débit coronaire
4. Un sous décalage de ST est d'autant plus ischémique qu'il est horizontal ou non ascendant
5. Une onde T normale est toujours asymétrique ; une onde T est d'autant plus ischémique qu'elle est symétrique et pointue
6. Une onde T normale est positive dans l'ensemble des dérivations, à l'exclusion d'aVR
7. Une onde T est négative ou plate en V1 dans 20% des cas, une onde T est inversée en V1 et V2 dans 5 à 10% des cas
8. Une onde T positive en V1 et négative en V2 est toujours anormale
9. Une onde T négative en V4, V5 ou V6 est toujours anormale
10. Une onde T peut être physiologiquement négative isolément en DIII, sous couvert d'une concordance avec son QRS
11. Le QT est fonction de la fréquence cardiaque, du sexe, et de la saison chez l'homme
12. Un allongement du QT interdit un nombre certain de molécules, de toutes classes thérapeutiques, dont certaines en vente libre

### TROIS EXERCICES AVEC INTERPRÉTATION SELON « L'ECG POUR LES NULS »



Interprétation selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P présente, chacune suivie d'un QRS, intervalle PQ identique d'un complexe à l'autre	Rythme sinusal régulier
Fréquence à 62 cycles/mn	à 62 cycles/mn
QRS fins, DI positif, DII positif, pas d'aspect en oreille de lapin en V1	Pas de bloc de branche, pas d'hémibloc
ST iso-électrique, sans sus ou sous décalage	Pas de lésion
T positive dans toutes les dérivations sauf aVR	Pas d'ischémie
QT normal	Pas de QT long
<b>Conclusion : Rythme sinusal régulier à 62 cycles /mn, normal</b>	



Interprétation selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P présente, chacune suivie d'un QRS, intervalle PQ identique d'un complexe à l'autre	Rythme sinusal régulier
Fréquence à 90 cycles/mn	à 90 cycles/mn
QRS fins, DI positif, DII positif, pas d'aspect en oreille de lapin en V1	Pas de bloc de branche, pas d'hémibloc
ST iso-électrique, sans sus ou sous décalage	Pas de lésion
T négative dans tout le précordium et en DI-aVL	Ischémie sous-épicaudique
QT normal	Pas de QT long
<b>Conclusion : Rythme sinusal régulier à 90 cycles/mn avec ischémie sous épicaudique en antérieur</b>	



Interprétation selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Pas d'onde P visible, fréquence irrégulière, trémulation de la ligne de base	Rythme en fibrillation auriculaire
Fréquence moyenne à 80 cycles/mn	à 80 cycles/mn
QRS fins, aspect en oreille de lapin en V1	Bloc de branche droit
ST sous décalage de V3 à V6	Lésion sous endocaudique
T négative dans tout le précordium	Ischémie sous-épicaudique
QT normal	Pas de QT long
<b>Conclusion : Fibrillation auriculaire à 80 cycles/mn de moyenne, avec bloc de branche droit et troubles de la repolarisation à type de courant de lésion sous endocaudique apico-latéral, et ischémie sous épicaudique septo-apico-latéral</b>	