

ECG NORMAL

DR GUELLATI

Service de Cardiologie

CHU Annaba

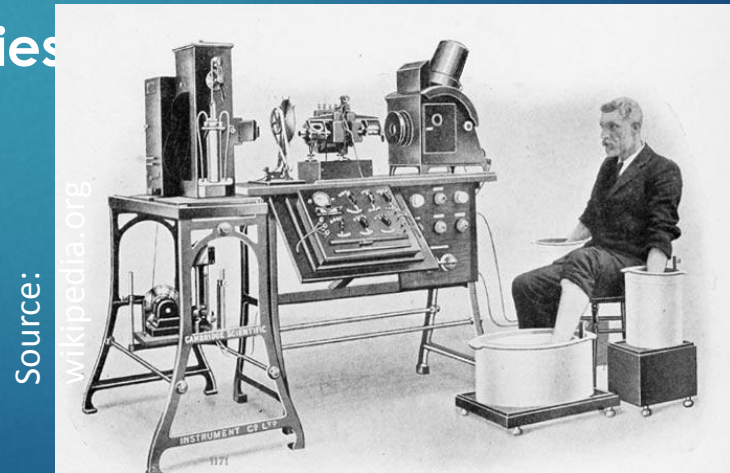
Historique

2

- ▶ 1842: découverte des **potentiels électriques** responsables de l'activité musculaire du cœur
- ▶ 1878: mise en évidence des **phases QRS et T** à l'aide d'un électromètre capillaire
- ▶ 1887: **premier électrocardiogramme** par Augustus D. Waller
- ▶ 1895: les **cinq déflexions P, Q, R, S et T** sont observées par Willem Einthoven + **galvanomètre à cordes** en 1901
- ▶ 1942: **premier tracé sur 12 voies**



L'électromètre capillaire
(1878)



Galvanomètre à cordes
(1901)

Electrocardiographe (premier ECG)



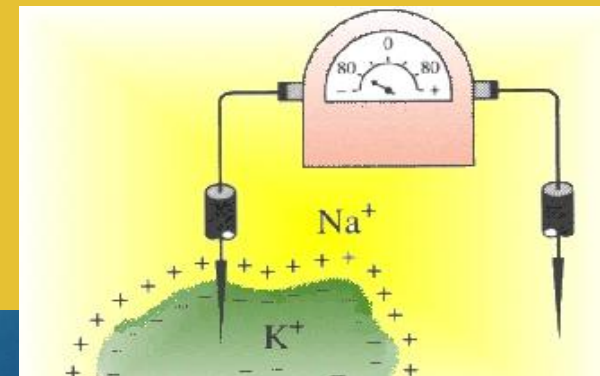
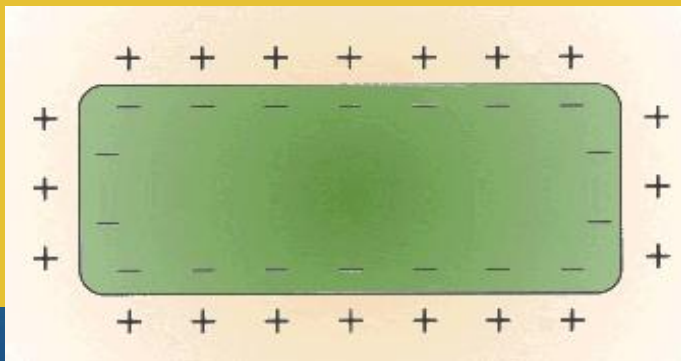
Introduction

L'électrocardiographie est une technique d'exploration de l'activité myocardique, basée sur l'enregistrement et l'interprétation des ECG.

L'ECG est un tracé qui inscrit en fonction du temps les variations de potentiels induits dans les différents points du coeur (spécialement à la surface des téguments) par les fibres myocardiques en activité.

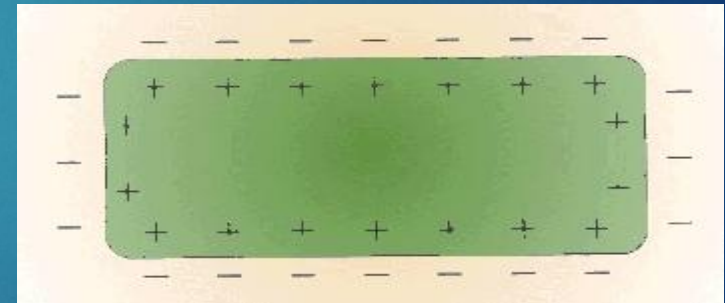
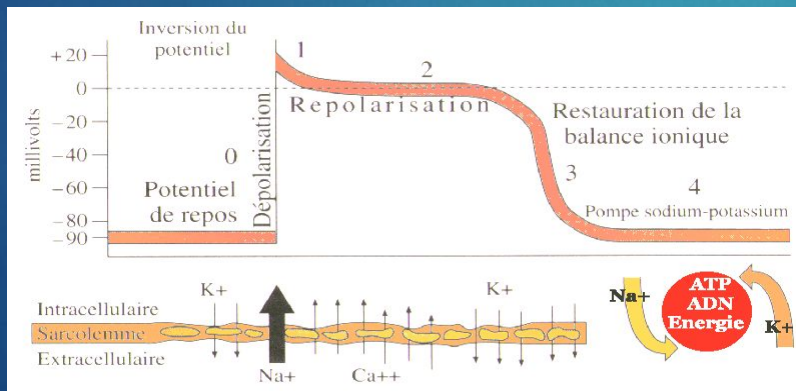
Bases électrophysiologiques

si 2 électrodes sont mises à la surface de la cellule elles n'enregistrent aucune différence de potentiel par contre si une électrode est mise à la surface de la cellule et l'autre à l'intérieur, on enregistrera une différence de potentiel de l'ordre de -90mV . Cette différence de potentiel est appelée potentiel de repos.

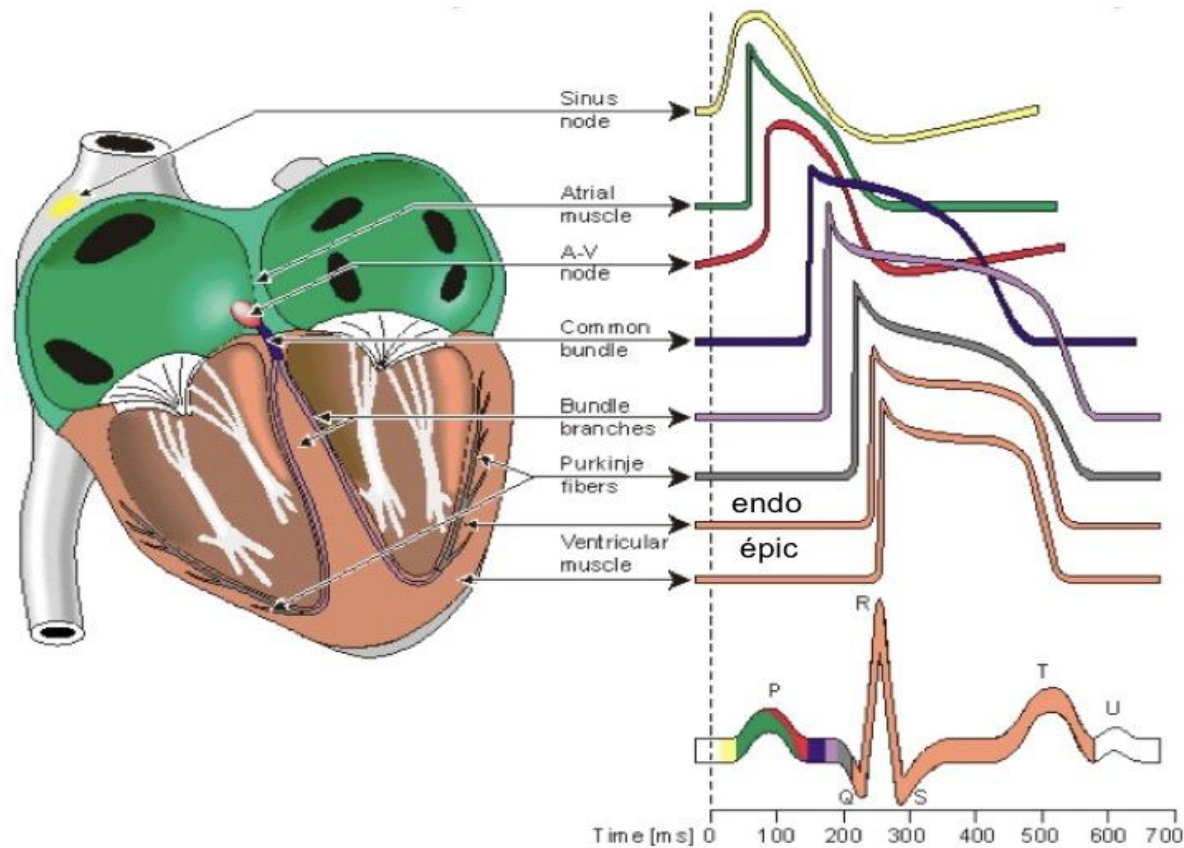


- Sous l'effet d'une stimulation, la surface cellulaire se dépolarise, ce qui donne lieu à un courant électrique entraînant l'enregistrement d'une onde rapide et brève au galvanomètre.

Une fois dépolarisée, la cellule récupère progressivement sa charge électrique positive initiale : c'est la Repolarisation, entraînant l'enregistrement d'une onde lente, de sens inverse.



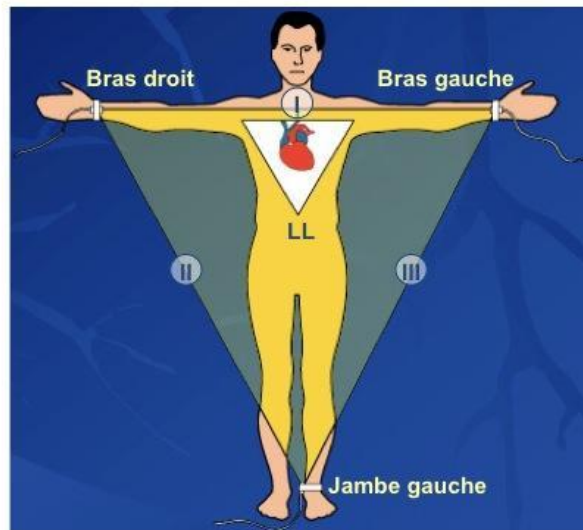
Activation électrique du cœur



Les dérivations

- ▶ Une dérivation est un circuit électrique comprenant 2 électrodes de contact reliées par un fil conducteur à un galvanomètre (la droite joignant les deux électrodes est appelée ligne de dérivation). Ce circuit permet d'enregistrer les variations du champ électrique du cœur.
- ▶ Une dérivation est dite bipolaire quand les deux électrodes sont exploratrices. Elle est dite unipolaire quand une seule électrode est exploratrice (la ligne de dérivation joint l'électrode exploratrice au centre du cœur).
- ▶ L'ECG standard comporte 12 dérivations qui recueillent la projection du vecteur représentatif de l'activité électrique du cœur dans le plan frontal et horizontal.

Triangle d'Einthoven



Les bras doivent rester le long du corps

Triangle équilatéral formé par les électrodes situées sur les **deux avant-bras** et la **jambe gauche**, et au centre duquel se situe approximativement le cœur.

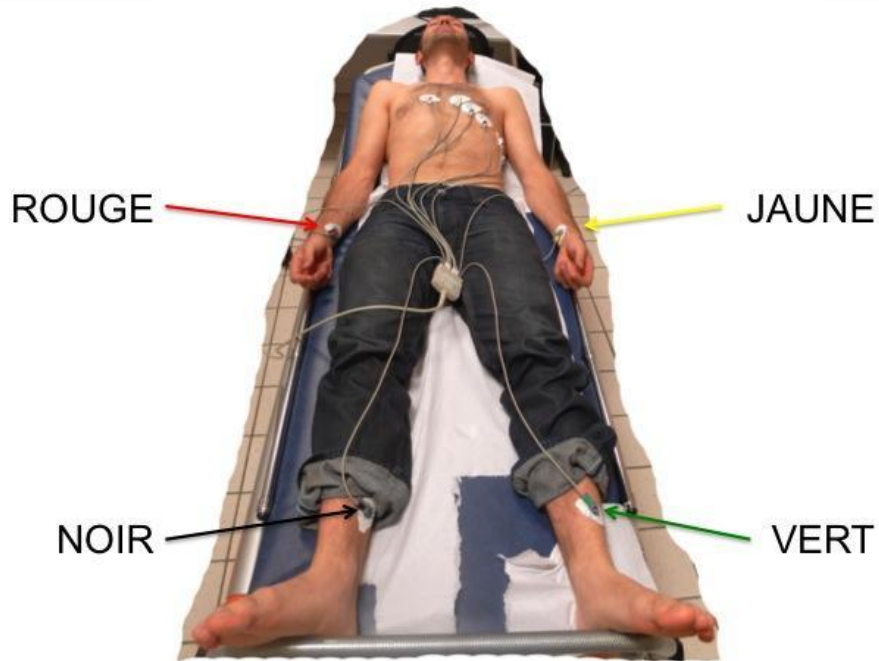
Ces électrodes permettent l'enregistrement de dérivations frontales DI, DII et DIII avec $DI + DIII = DII$.



Faculdade de Medicina

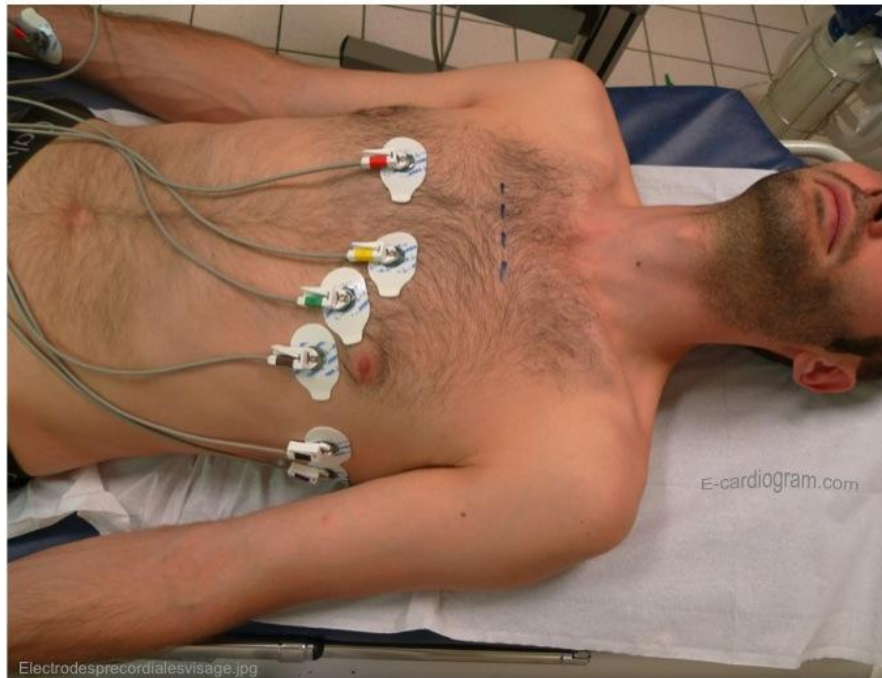
Electrodes frontales

(pose des douze électrodes)



ECG généralités

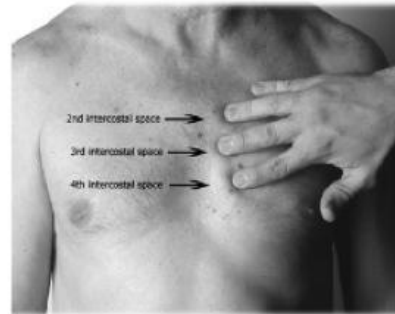
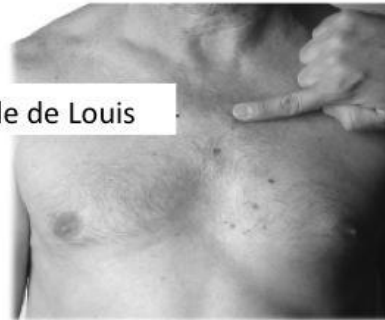
(pose des électrodes)



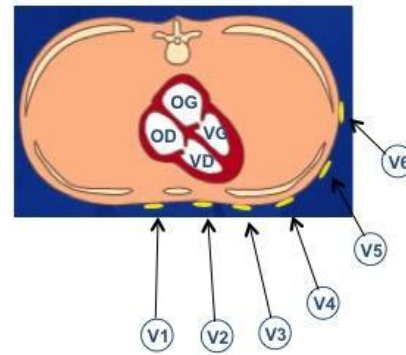
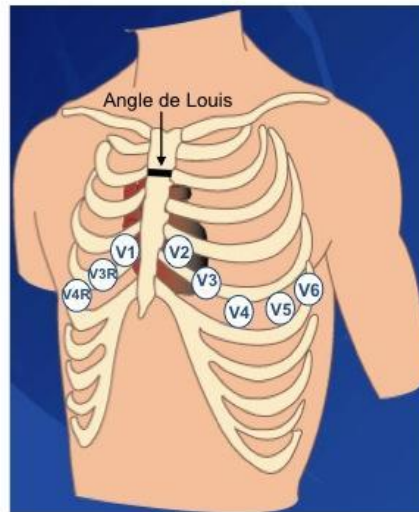
Angle de Louis

(saillie osseuse palpable à la hauteur des 2^{èmes} côtes)

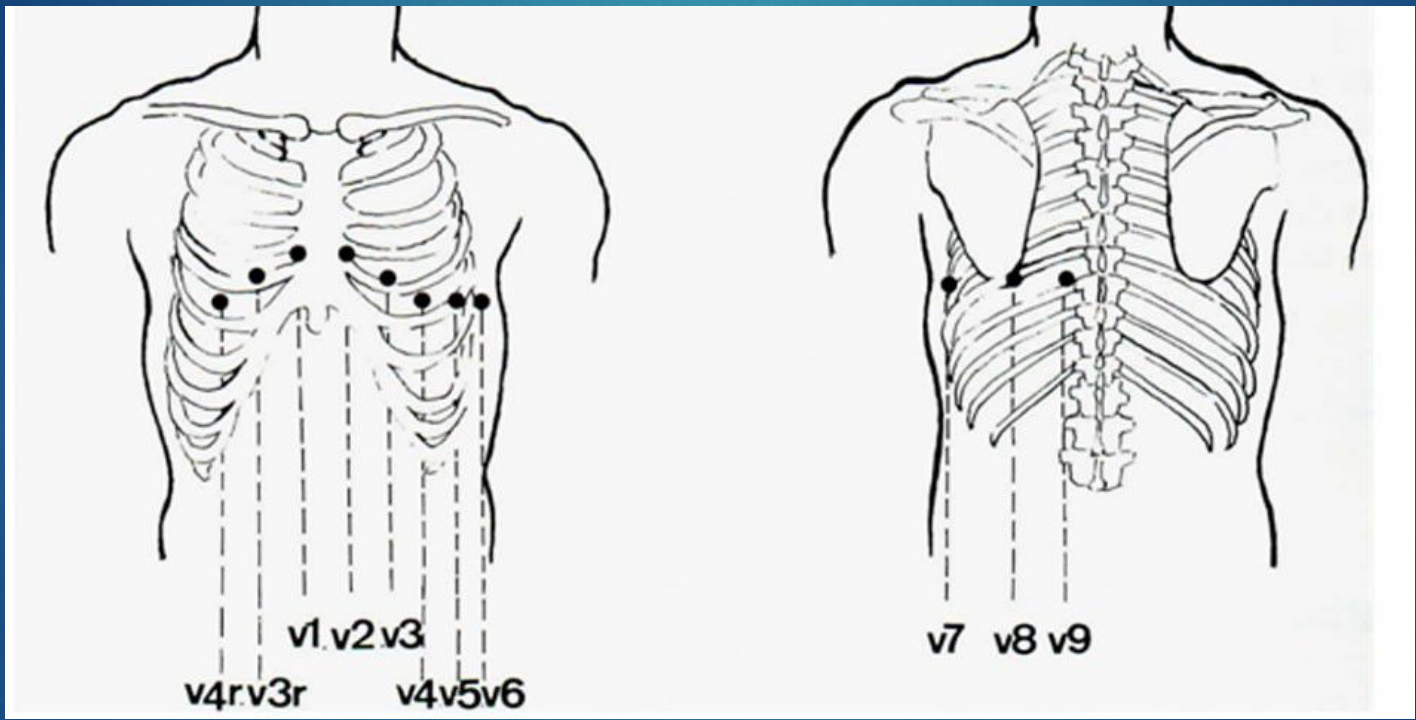
Angle de Louis



Electrodes précordiales (plan horizontal)

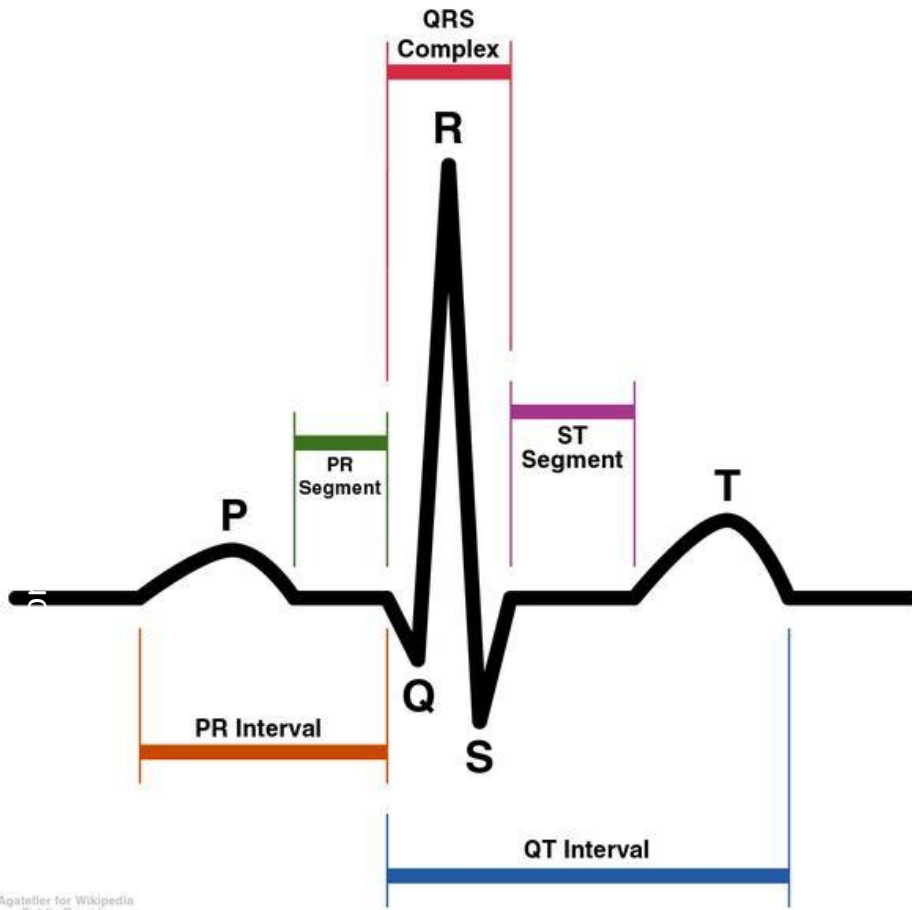


Angle de Louis : saillie osseuse palpable à hauteur des 2èmes cotes

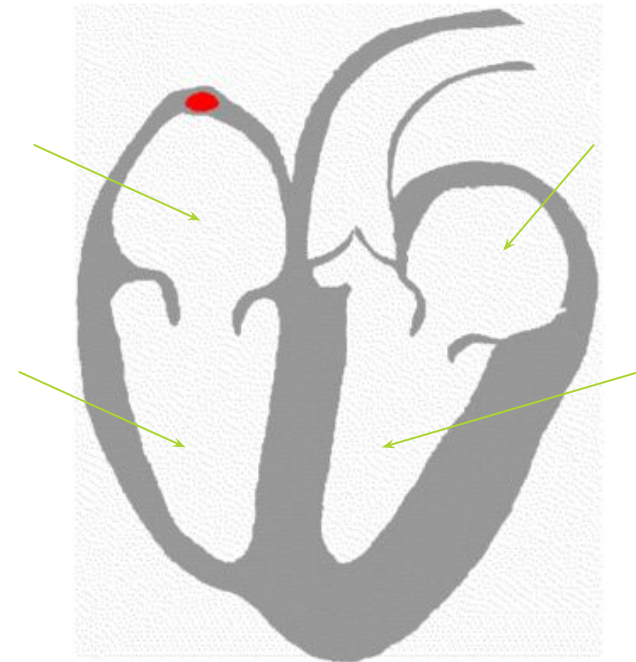


Interprétation de l'ECG et détections d'anomalies

16

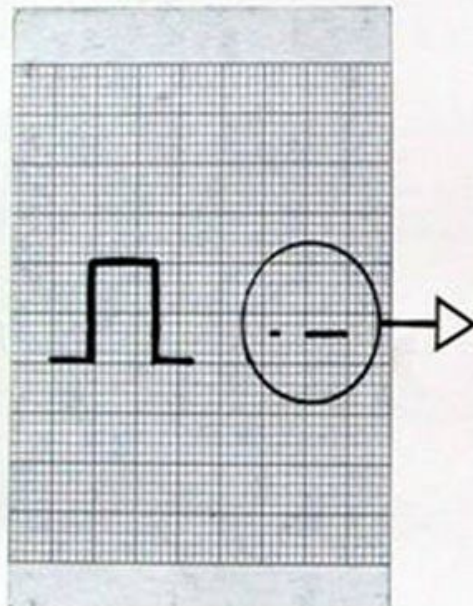


Electrocardiogramme
« normal »

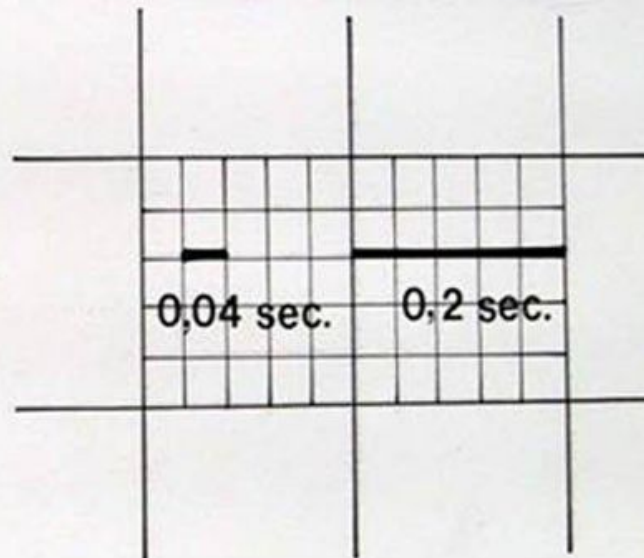


Activité du cœur et
électrocardiogramme

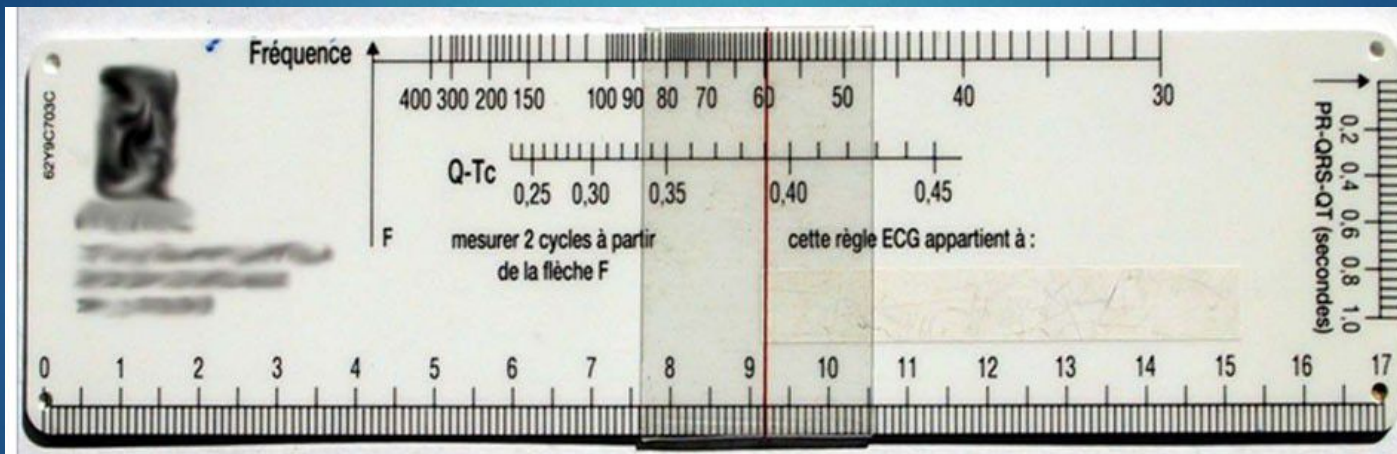
10 mm
= 1 mV



$V = 25 \text{ mm/sec.}$



REGLE DE LECG



Résultats mesures:

QRS	:	96 ms
QT/QTcB	:	340 / 417 ms
PQ	:	110 ms
P	:	94 ms
RR/PP	:	664 / 650 ms
P/QRS/T	:	40/ 55/ 5 degrés
QTd/QTcBD	:	38 / 47 ms
Sokolow	:	3.1 mU
NK	:	13



ECG

lecture et analyse

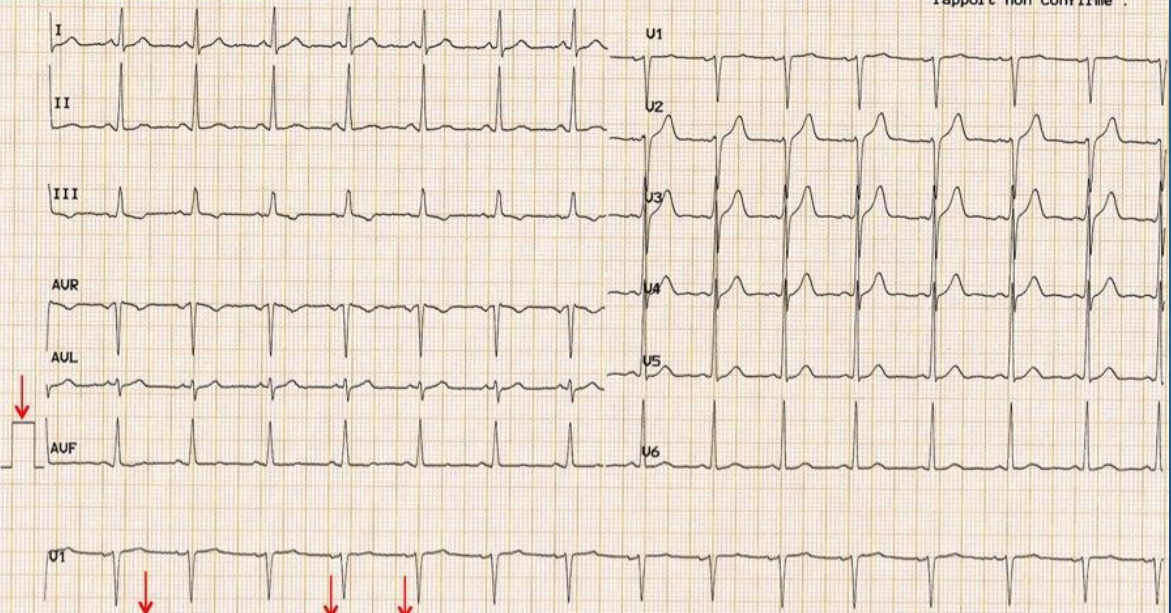
3113002

STEPHANE ←

N(e):

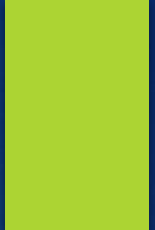
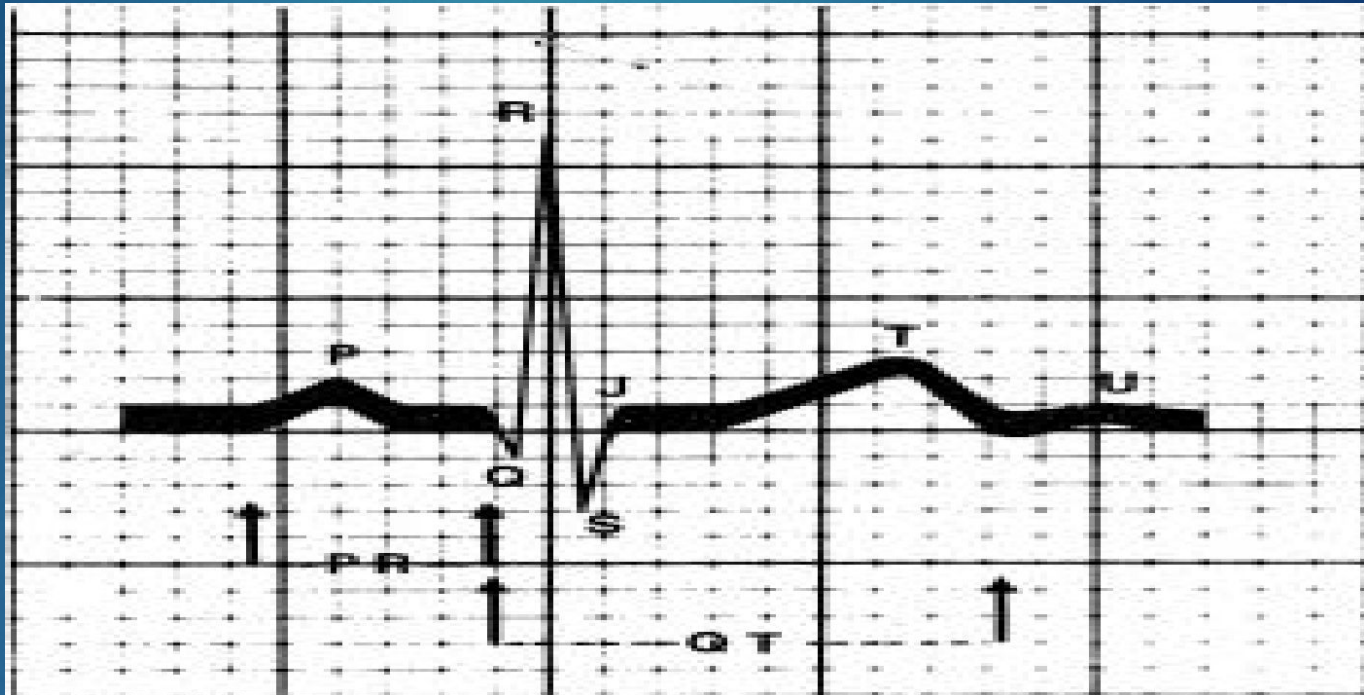
U 06/04/1970 M 13/09/2013 UH-376

rapport non confirmé .



13.Sep.2013 22:43:13 25mm/s 10mm/mU ADS 50Hz 0.08 - 40Hz 6_F1_R Mode auto. U6.11 E (3)

ECG NORMAL DE L'ADULTE



- ▶ Avant tout, il faut toujours vérifier l'étalonnage

PUIS

seront successivement analysés et éventuellement mesurés :

- ▶ Le rythme
- ▶ La fréquence
- ▶ Auriculo gramme : étude de l'axe, amplitude, durée et forme de l'onde P
- ▶ Calcul du PR
- ▶ Ventriculogramme : Etude de l'axe, l'amplitude, la durée et la forme des QRS
- ▶ Etude de la repolarisation : morphologie du ST et étude des ondes T
- ▶ Durée du QT

1. Le Rythme

- ▶ on parle de rythme sinusal régulier lorsque :
- ▶ « RÉGULIER » l'espace R-R est identique sur tout le tracé, avec des complexes QRS similaires
- ▶ « SINUSAL » l'activité électrique est générée par le nœud sinusal.



2. La Fréquence

varie de 60 à 100 cycles /minute.


Comment la calculer?

- mémoriser la séquence "300, 150, 100, 75, 60...".
- $300 / N$ (nombre de carreau)
- Nombre de complexes QRS par 6 secondes FC = $10 \times N6(30 \text{ carreaux})$
- Règle à ECG.



3. Auriculogramme (étude de l'onde P)

- ▶ L'ÉTUDE DE L'ONDE P SE FAIT SURTOUT EN D1, D2, ET V1.
- ▶ Durée : toujours < 0.12 sec
- ▶ Son amplitude : ≤ 2 mm (0.2mv) dans la dérivation où elle est la plus ample (D2, V1).
- ▶ Sa forme : elle peut être positive, négative ou diphasique selon les dérivations. En règle un contour arrondi et régulier (peut être pointue dans certaines dérivations frontales surtout chez les sujets jeunes).

- 
- ▶ Sa direction : l'axe de l'onde P varie entre -50° à $+60^\circ$ toujours positive en D1, (sauf situs inversus, inversion des fils ou rythme ectopique) et en D2 (sauf si rythme rétrograde) ; et toujours négative en aVR.
 - ▶ Repolarisation: non visible

4. L'intervalle PR

- ▶ Chez l'adulte et l'adolescent
 $0.11 < PR < 0.21$ sec
- ▶ chez des sujets jeunes vagotoniques PR jusqu'à 0.24sec (FC<60).
- ▶ Chez l'enfant avant 10 ans
 $0.10 < PR < 0.17$ sec



5. Le ventriculogramme (étude des QRS)

- ▶ Durée des QRS : se mesure dans la dérivation standard
 $0.06 < \text{Durée des QRS} < 0.10 \text{ sec.}$
- ▶ Axe moyen de QRS dans le plan frontal :
 - varie de -30° à $+110^\circ$
 - * influencé par l'âge
 - Avant 30 ans AQRS plus à droite ($+90$ à $+110$)
 - Après 30 ans AQRS plus à gauche (0 à -30)
 - * influencé par la morphologie corporelle :
 - Sujets longilignes et maigres AQRS plus à droite
 - Sujets brévilignes et les obèses AQRS plus à gauche

► comment calculer l'axe ?

rechercher dans les six dérivations périphériques :

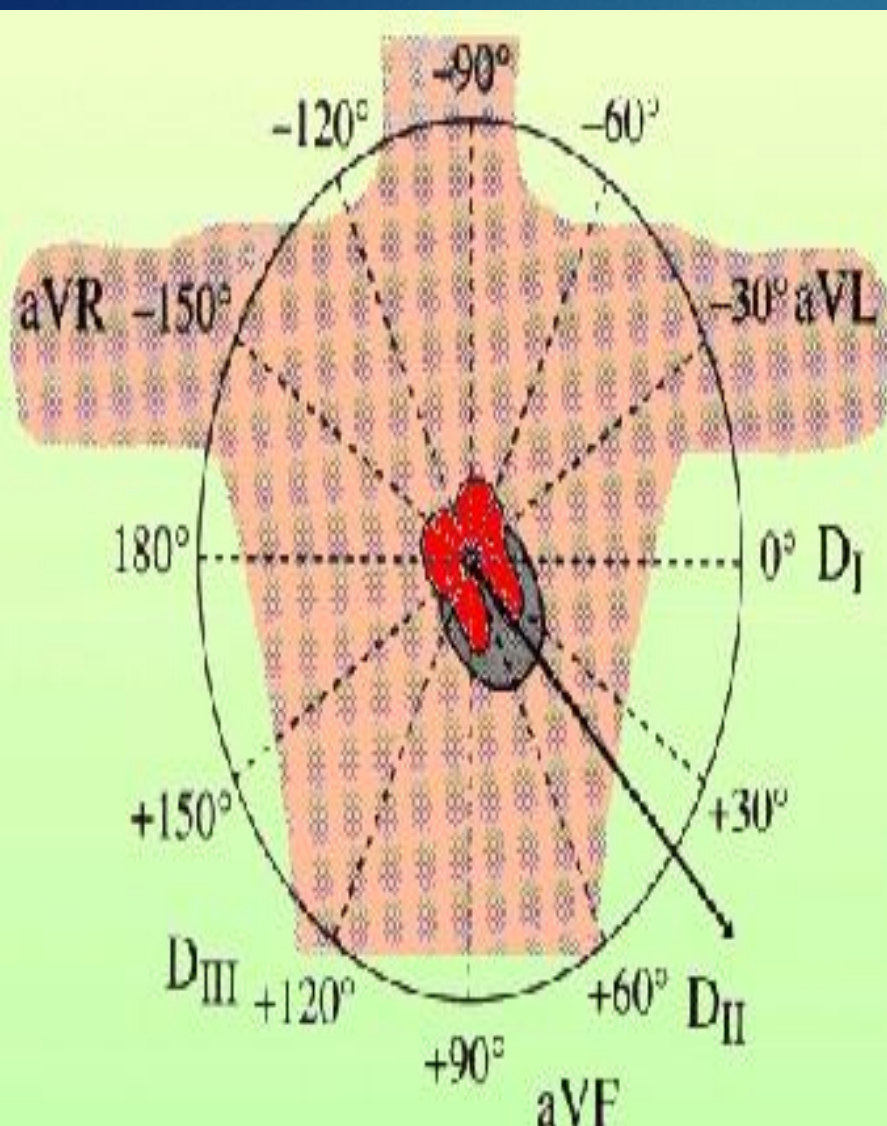
- un aspect isodiphasique du complexe QRS ou qui a une amplitude nulle :

AQRS a une direction perpendiculaire à cette dérivation.

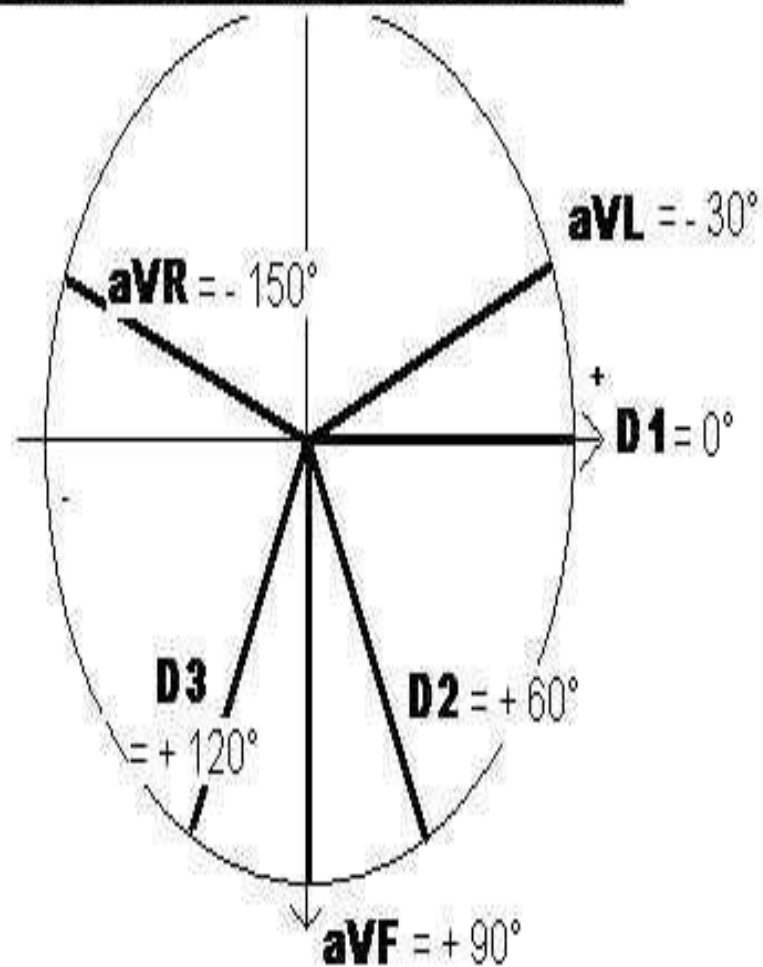
- QRS possédant l'amplitude la plus grande. l'AQRS est parallèle à cette dérivation

Dans le même sens si QRS positif,

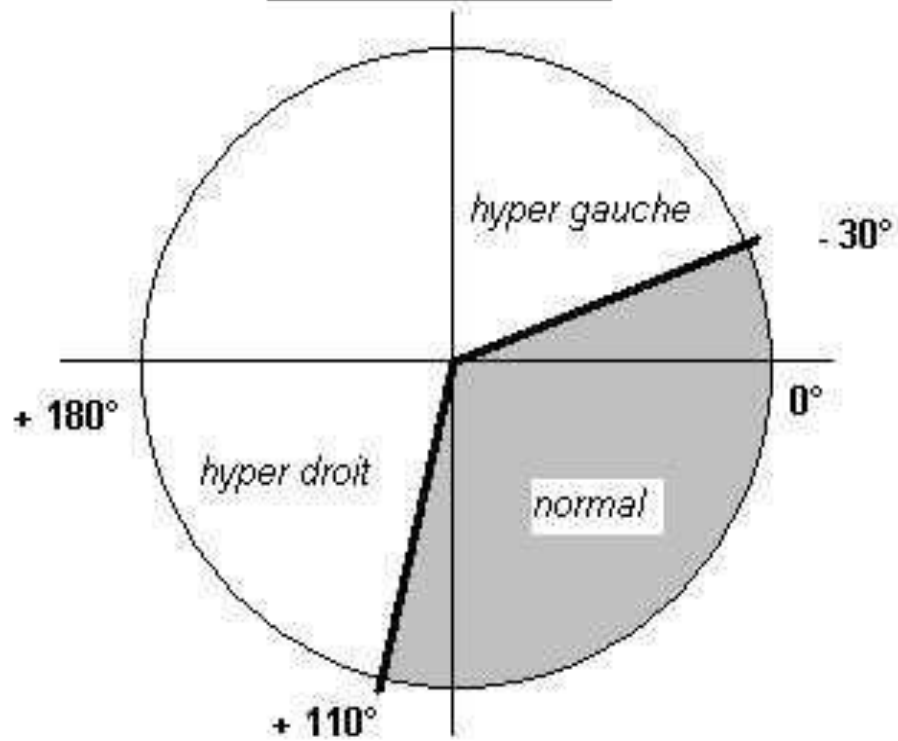
En sens inverse si QRS négatif.



Position des dérivations des membres



Valeurs de l'axe



► Morphologie et amplitude des QRS



◆ Dans le plan frontal

- La positivité ou la négativité d'un ensemble QRS dans les périphériques dépend de l'orientation de l'AQRS. Chez le sujet normal, il est toujours négatif en aVR et positif en D2.
- Amplitude des R : elle est en général maximale en D2 et ne doit pas dépasser 20mm
- - L'amplitude de R en D1 <15mm , en aVL < 12mm , en aVF <21mm
- L'amplitude de l'onde Q <3mm en D1, <3,5mm en D2, <5mm en D3 .
- Indice de Lewis = $(R1+S3)-(S1+ R3)$ [vn : -14 à +17mm,s]
- Indice de White Bock= $(R1+Q3)-(Q1+R3)$ [vn : -14 à +17mm,s]

❖ Dans le plan horizontal

- ▶ Les précordiales droites (V1, V2, V3) : aspect en rS
- ▶ Les précordiales gauches (V5, V6, V7) : L'aspect de ces dérivations est qRs.
- ▶ L'amplitude des ondes « r » augmente de V1 à V4, puis diminue de V5 à V6.
- ▶ Inversement, l'amplitude des ondes s augmente de V1 à V2 puis diminue de V2 à V6.
- ▶ Les précordiales V3-V4 comportent un isodiphasisme où l'amplitude de l'onde R est à peu près égale à celle de l'onde S, c'est la zone de transition.

▶ **Amplitude des QRS**

- ▶ Le rapport d'amplitude R/S <1 en précordiales droites
>1 en précordiales gauches V5 , >2 en V6 , et >3 en V7.

Indices permettant la recherche d'une hypertrophie ventriculaire dans les dérivations précordiales.

- ▶ Indice de SOKOLOW.LYON : S V1 + R V5 ou V6 (la plus ample). $\leq 35\text{mm}$.

chez la femme à partir de 15 ans .(< à 40mm avant)

chez l'homme après 50 ans. (<45mm avant).

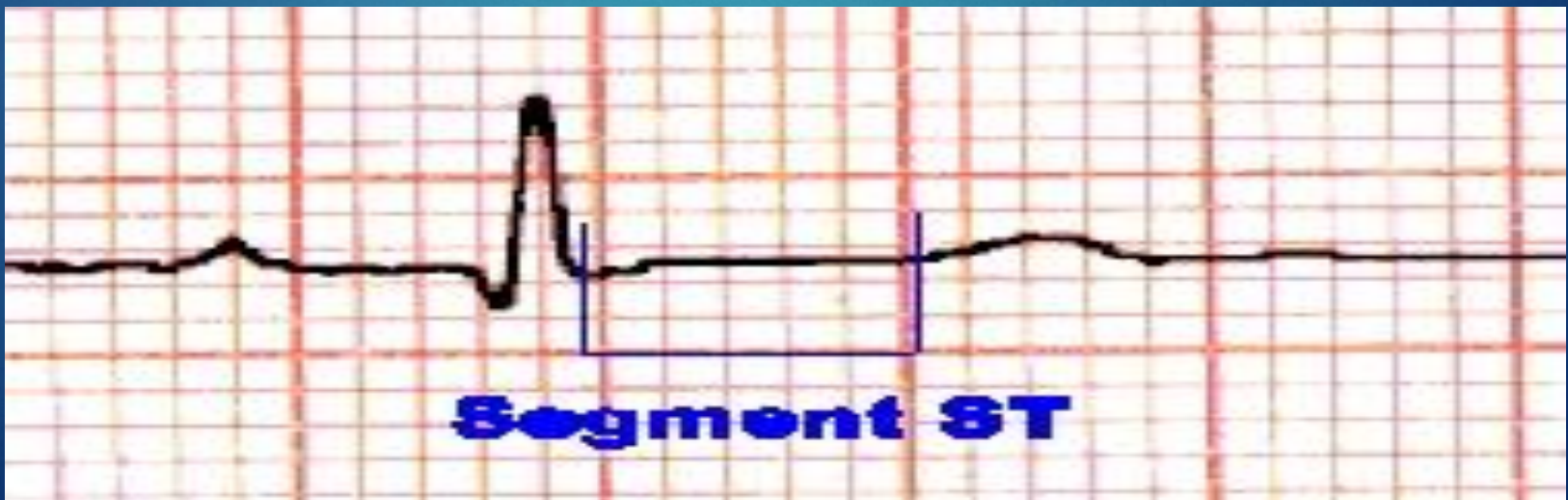
- ▶ Indice de CORNELL : R aVL + S V3

< 28mm chez l'homme.

< 20mm chez la femme.

6. Etude de la repolarisation : segment ST et onde T

- ▶ Le niveau du segment ST est celui du point J. En principe le segment ST est isoélectrique et pour apprécier son niveau, il faut le comparer à celui du segment T-P qui le suit et non le PR qui le précède.
- ▶ En fait, il existe fréquemment chez les sujets normaux de légers décalages soit vers le bas soit vers le haut.



► **Morphologie de l'onde T :**

c'est une déflexion lente et une onde généralement monophasique, de forme asymétrique comportant : une branche initiale à faible pente, un sommet mousse et arrondi et une branche terminale à pente plus forte. « Aucune onde T symétrique n'est normale. »

► **Axe moyen de T dans le plan frontal :**


il varie de -10° à $+70^{\circ}$, ce qui fait que T est toujours positive en D1 et D2 et toujours négative en aVR.

▶ **Axe moyen de T dans le plan horizontal :**

l'onde T est toujours positive en précordiales gauches (V5, V6). En revanche, elle est de sens variable en précordiales droites et moyennes.

▶ **Amplitude de l'onde T :**

elle varie dans de larges limites. Elle est anormalement ample si $>7\text{mm}$ et anormalement basse si $< 0.5\text{mm}$.



VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES CHEZ L'ADULTE

2. Aspect de repolarisation précoce

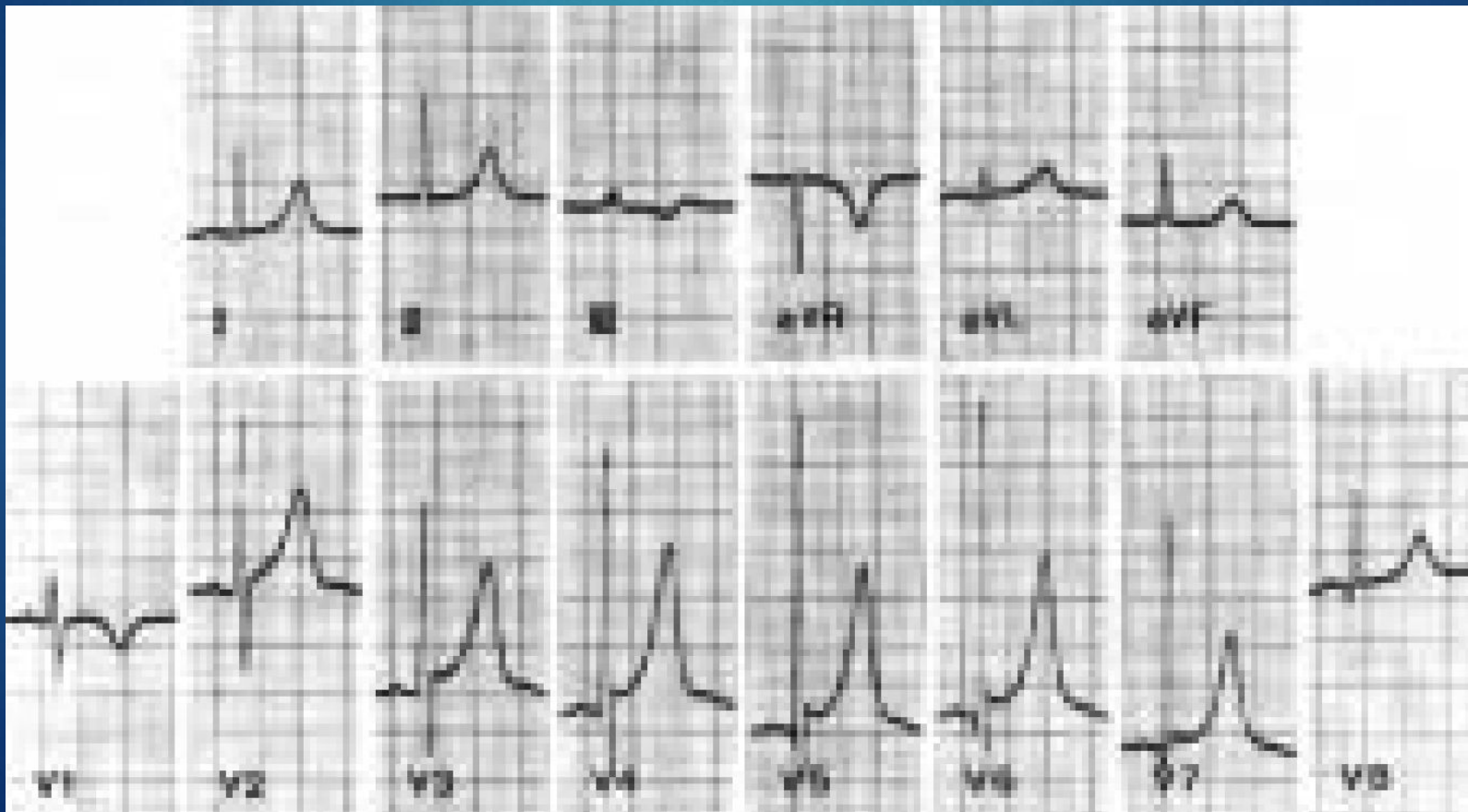
- ▶ Ou aspect vagotonique.
- ▶ Se voit chez les sujets jeunes et les sujets jeunes de race noire.
- ▶ une importante surélévation du segment ST pouvant atteindre 3 à 4 mm, concave en haut, souvent branché sur un empâtement ou un crochetage de la branche descendante de l'onde R, souvent suivi d'une onde T assez ample et symétrique.
- ▶ Disparition de cet aspect lors de l'effort.

Électrocardiogramme normal chez un sportif de haute compétition.

Fréquence

sinusale à 45 par minute. Early repolarization avec des ondes T et des ondes R

amples en dérivations précordiales moyennes et gauches.



4. La respiration

- ▶ La respiration entraine des variations cycliques de la FC : arythmie sinusale respiratoire chez le sujet jeune.
- ▶ Inspiration profonde : réduction voire disparition de l'onde Q physiologique en D3.
- ▶ Hyperventilation : inversion des ondes T en précordiales gauches, moyennes, D1 et D2 : chez le sujet jeune, émotif ou avec aspect de repolarisation précoce.
- ▶ Aplatissement des ondes T en D1 et D2 à l'épreuve de VALSALVA.

5. l'obésité

- ▶ L'obésité peut provoquer une diminution de l'amplitude des ondes R dans toutes les dérivations.
- ▶ L'axe de QRS peut être dévié à gauche.
- ▶ Des ondes T aplaties sont possibles.

7. Sportifs de compétition

Le sport de compétition induit :

- ▶ une bradycardie sinusale.
- ▶ un allongement de l'intervalle PR avec même parfois des aspects de BAV 2° avec période de Wenckebach.
- ▶ une grande amplitude des ondes R en précordiales gauches ou des ondes S en précordiales droites.
- ▶ des ondes T de grande amplitude ou inversées notamment en D2, D3, aVF, précordiales moyennes et gauches.
- ▶ Ces modifications basales de sportif de haut niveau disparaissent en général à l'effort, en particulier les troubles de la conduction AV et les inversions des ondes T.

ECG NORMAL DE L'ENFANT



1. La fréquence

- ▶ s'accélère de la naissance à la fin du premier mois, puis diminue régulièrement jusqu'à l'adolescence : 120-140/min.
- ▶ La bradycardie sinusale est plus rare, sauf chez le prématuré où elle peut atteindre 90/min ou chez le grand enfant sportif entraîné.

2. Auriculogramme

- ▶ Axe : l'axe de P moyen est de 50° . L'onde P est toujours positive en D1, D2, AVF, et toujours négative en AVR.
- ▶ Durée : elle est en moyenne à 0,08 s à la naissance et à 0,10 s à l'adolescence.
- ▶ Amplitude : elle est maximale en D2 et ne dépasse jamais 0,25 mV.

3. Intervalle PR

- ▶ Il augmente avec l'âge de 0,08 à 0,12 s chez le nouveau-né et de 0,10 à 0,18 s chez l'adolescent.
- ▶ Ces variations sont inversement proportionnelles à la fréquence cardiaque.

4. ventriculogramme

A. Durée :

Elle augmente avec l'âge, inférieure à 0,085 s chez le nourrisson, elle peut atteindre 0,11 s chez l'adolescent.

B. Axe :

Il est dévié vers la droite chez le nouveau-né (moyenne 100°) et se déplace progressivement vers la gauche jusqu'à l'adolescence (moyenne 60°). Mais les variations sont fréquentes d'un enfant à l'autre, un axe de QRS à 0° chez un nourrisson de plus de 6 mois est considéré comme non pathologique si l'ECG est par ailleurs normal.

c. Morphologie :

– **Onde Q :**

- ▶ présente en D2, D3, AVF, V5, V6 chez le petit, puis apparaît en D1 chez le plus grand.
- ▶ habituellement profonde chez l'enfant < 3 ans, < à 0,25 mV à la naissance et < à 0,45mV (3 mois - 3 ans) (dérivation D2).
Chez l'adolescent, elle est ample en précordiale gauche, mais < à 0,45 mV.
- ▶ Elle est de faible durée, inférieure à 12 ms chez le petit et 9 ms chez le grand enfant.
- ▶ Il n'y a jamais d'onde Q en V1 et V2 quel que soit l'âge.

– **Onde R** : ses variations en dérivation périphérique sont

parallèles à celles de l'axe électrique du cœur :

l'amplitude en D1 est faible dans les premiers mois, puis augmente avec la croissance.

En dérivations précordiales, on assiste à une diminution d'amplitude de R en V1 avec la croissance

- **Onde S** : ses variations sont inverses de celles de l'onde R.
- **Indice de Sokolow** : à partir de 3 ans, On considère que les sommes $SV1 + RV5$ et $SV2 + RV6$ sont normales chez l'enfant si elles sont inférieures ou égales à 45 mm.

5. Segment ST



Sont rencontrés

- ▶ un sus-décalage de ST, à concavité supérieure, inférieur à 0,2 mV en D2, D3, AVF chez l'enfant de moins de 6 mois
- ▶ un sus- puis sous-décalage en précordiales droites dans les premiers jours de vie.

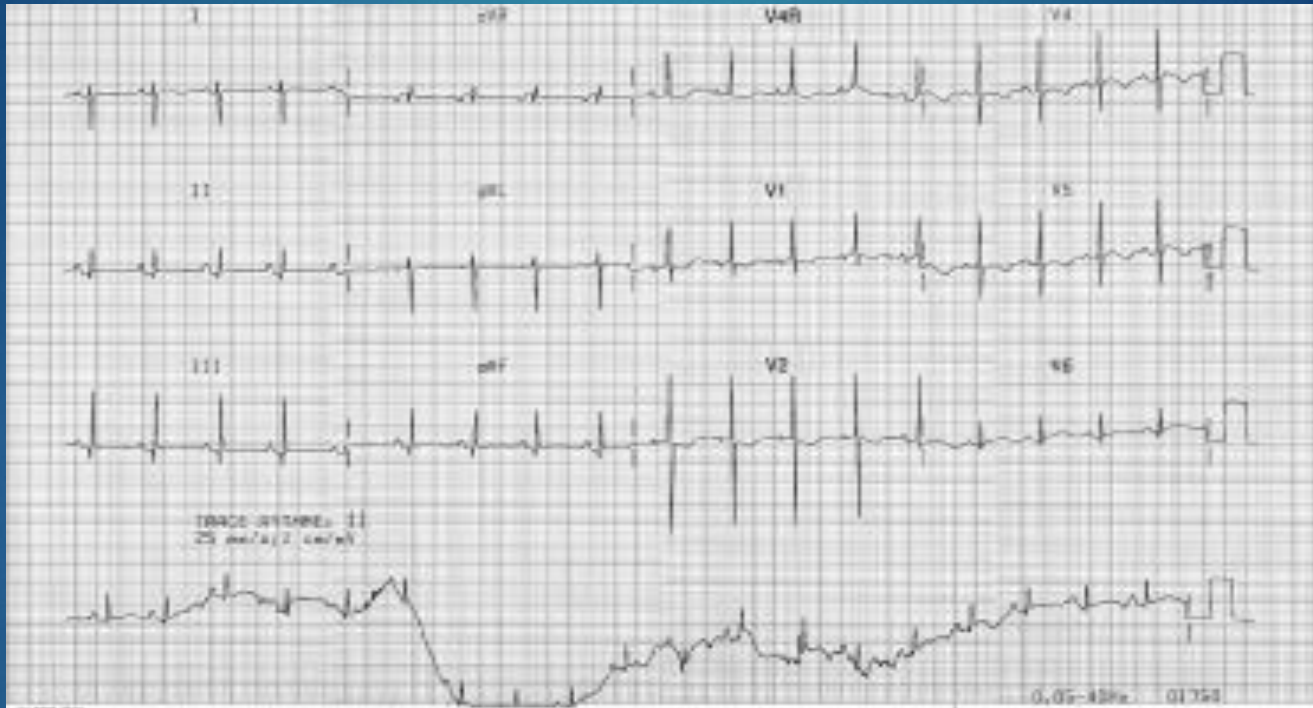
6. Onde T

- ▶ positive de V4R à V1 jusqu'au 3eme-4eme jour de vie, s'aplatit ensuite et devient négative avant la fin de la première semaine.
- ▶ l'onde T est sera donc négative sur l'ensemble des précordiales, mais se positive de la gauche vers la droite avec la croissance.

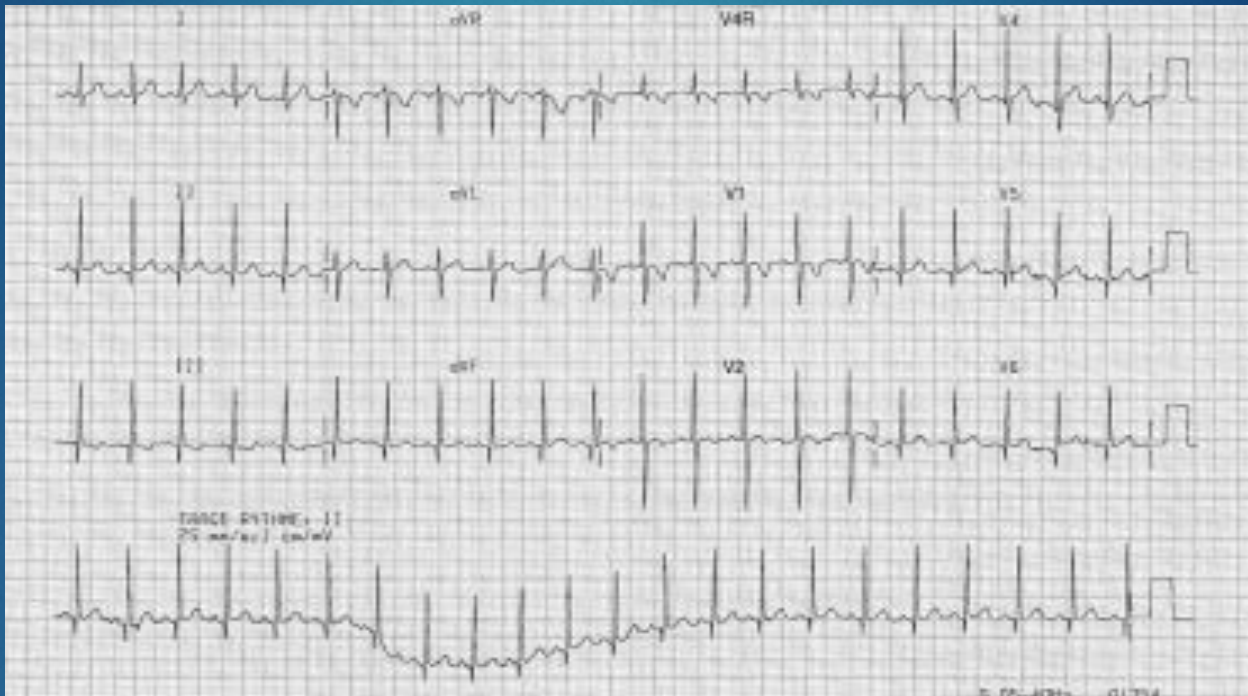
vers 1 mois, T n'est positif qu'en V6 et V5.

à 10 ans en général T est positive en V6, V5, V4, V3, V2,(elle peut rester encore négative dans les précordiales droites à l'adolescence).

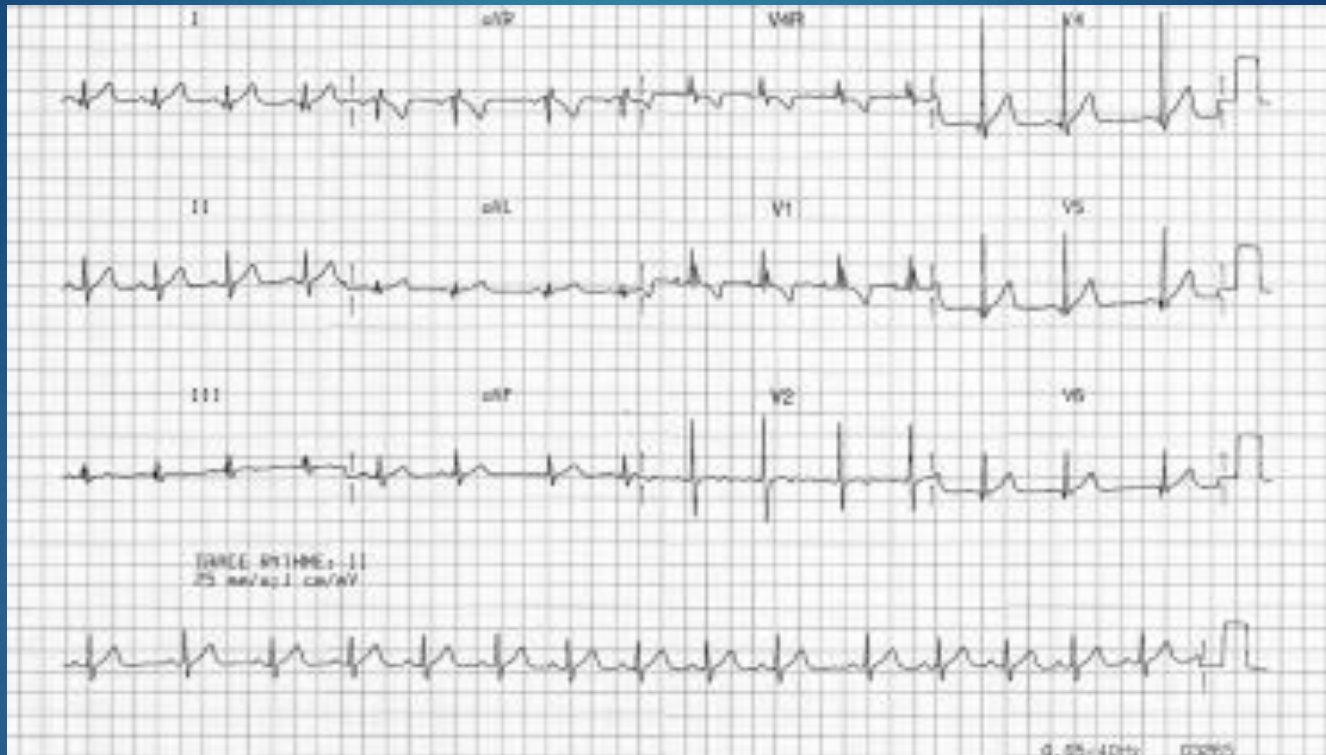
ECG à j5 : rythme cardiaque 110/min ; axe QRS + 130° ;
R/S positif en V4R, V1 ; T négatif de V4R à V5, positif en V6.



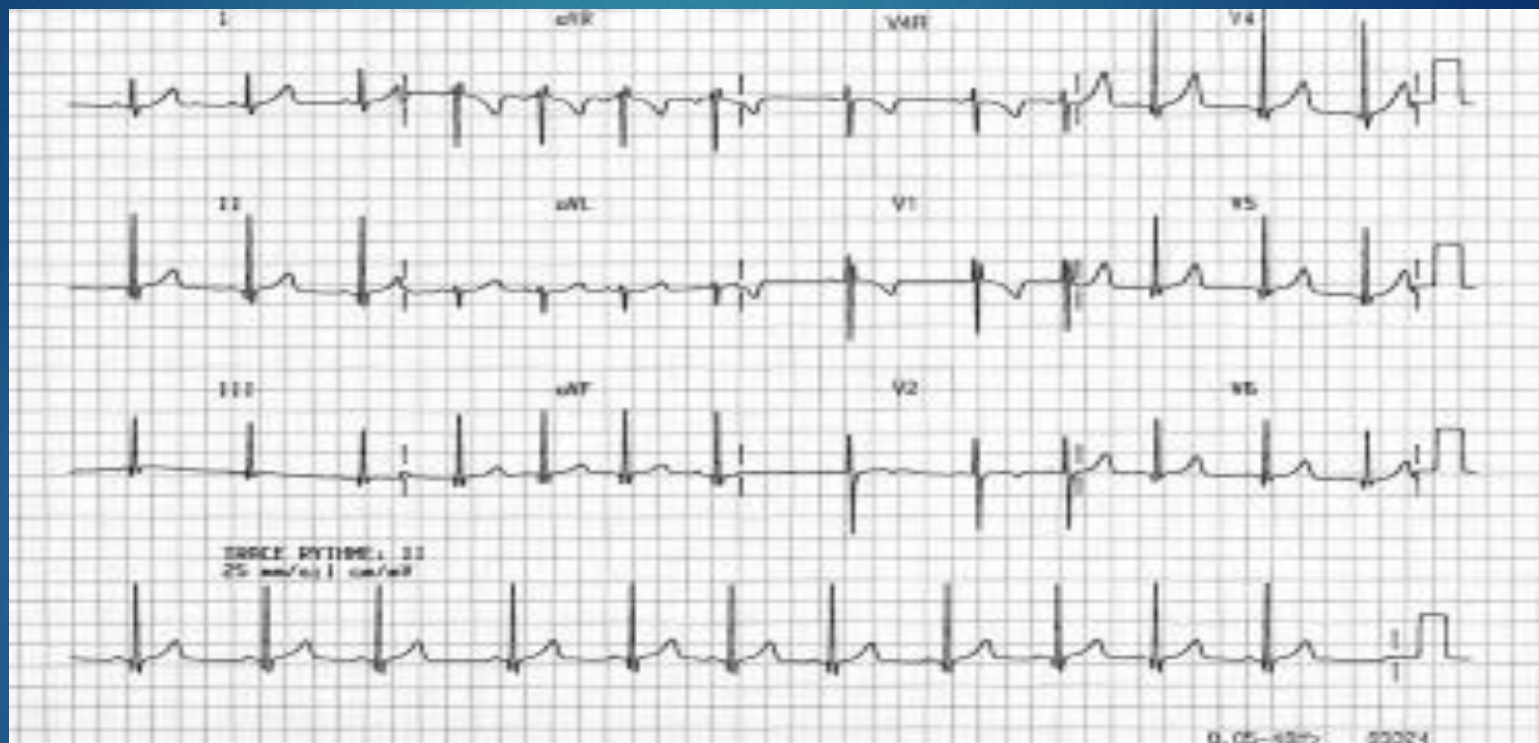
ECG à 1 an: rythme cardiaque 125/min ; axe QRS + 75° ; R/S positif en V4R, V1 ; T négatif en V4R, V1, transition en V3, positif en V4, V5, V6.



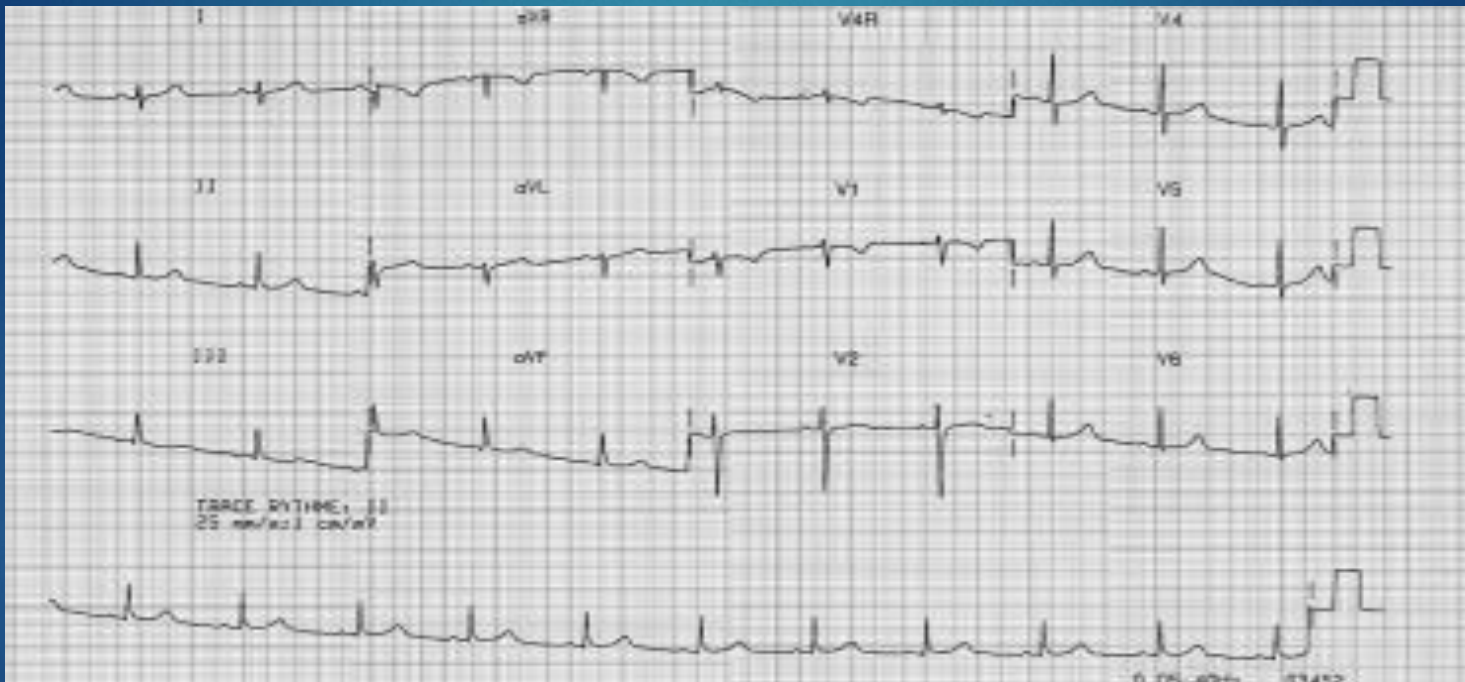
ECG à 4 ans : arythmie respiratoire ; axe QRS + 45° ; Rsr' en V1 ; T négatif en V4R, V1, transition en V2, positif en V4, V5, V6.



ECG à 6 ans : type « adulte » mais Rsr' en V1 et T négatif en V4r, V1, V2.



ECG à 10 ans : type « adulte » mais T négatif en V4R, V1.



ECG chez sujet âgé

Auriculogramme

- ▶ La durée de P tend à s'allonger avec l'âge
- ▶ L'HTA très fréquente chez le sujet âgé, peut entraîner l'apparition d'une HAG.
- ▶ l'onde P peut diminuer d'amplitude rendant le diagnostic de rythme sinusal difficile sur les seules dérivations standards et laissant croire à un rythme jonctionnel, (intérêt d'un enregistrement en double sensibilité de la dérivation V1)


Intervalle PR

- ▶ Allongement de l'espace PR fréquent chez le sujet âgé (BAV de 1^{er} degrés)

ventriculogramme

- ▶ Axe: le vieillissement détermine une rotation de l'axe électrique vers la gauche. Cette déviation peut correspondre à une augmentation légère de la masse ventriculaire gauche ou relever d'un HBAG

La déviation à droite de l'axe électrique très rare chez la personne âgée, sauf chez des sujets maigres, longilignes avec un cœur en position verticale

- 
- ▶ Morphologie: une réduction de l'amplitude des ondes R et S qui pourrait être liée aux anomalies morphologiques induites par l'âge, à l'obésité, à l'emphysème pulmonaire ou à une cyphoscoliose



Merci de
votre
attention