

LES BASES D'INTERPRETATION DE L'ECG

PR KADOUR

Faculté de médecine Sétif

Qu'est ce qu'un ECG?

- Examen complémentaire de routine.
- Simple, reproductible et non invasif.

Enregistrement de l'activité électrique du cœur via des électrodes placées sur la surface cutanée (le cœur est un organe automatique et les tissus sont conducteurs).

Activation électrique du cœur

Cellules spécialisées à conduction rapide et automatisme:

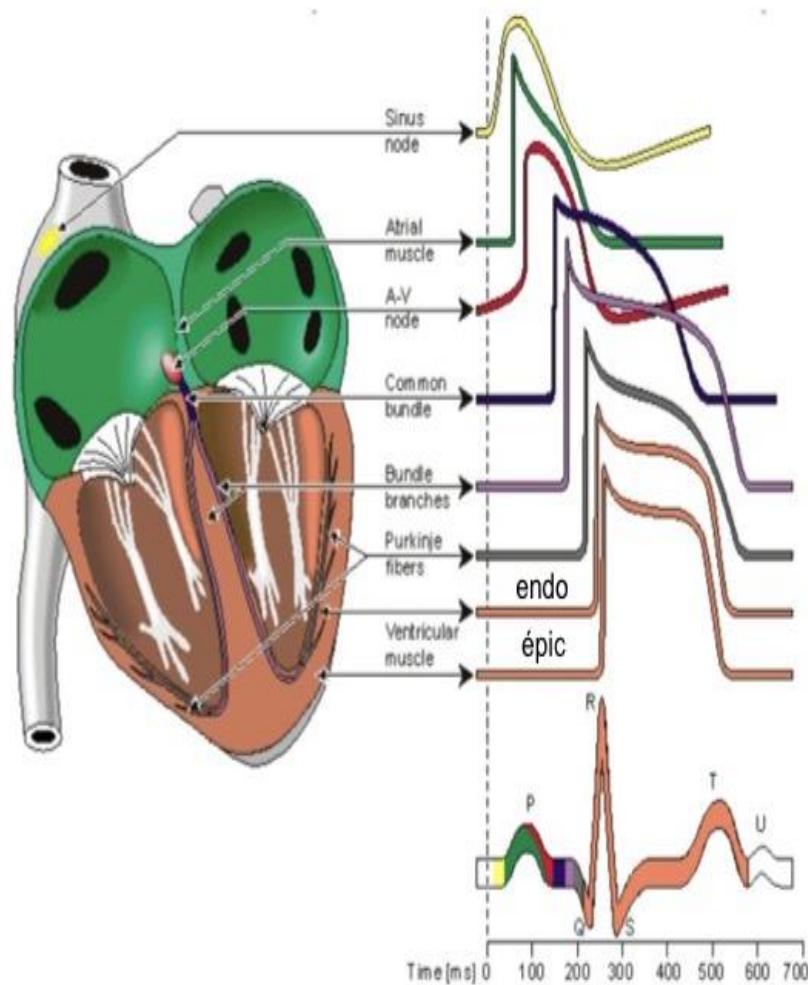
Nœud sinusal

Nœud AV

Réseau intraventriculaire

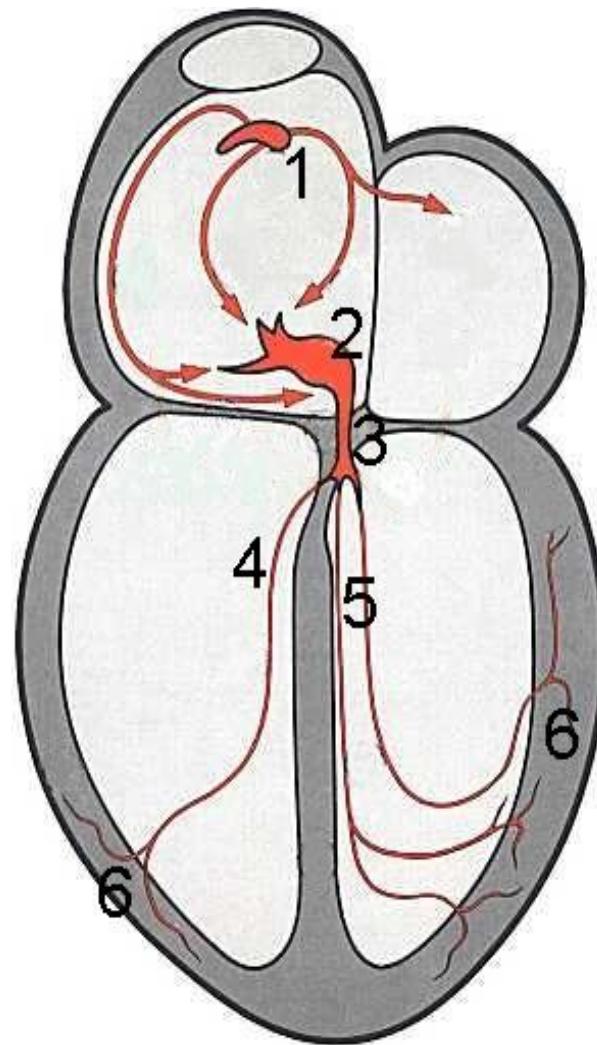
Myocarde indifférencié:

Fonction contractile et conduction lente.



ECG normal : l'activation cardiaque normale

- L'activité électrique démarre du nœud sinusal (OD, pied de la VCS) : PK →
- Propagation dans les Oreillettes →
- Nœud atrio-ventriculaire : ralentissement de la conduction →
- Faisceau de His qui se divise en 2 branches D et G →
- Réseau de Purkinje pour gagner enfin le myocarde
- La dépolarisation: de l'endocarde vers l'épicarde.



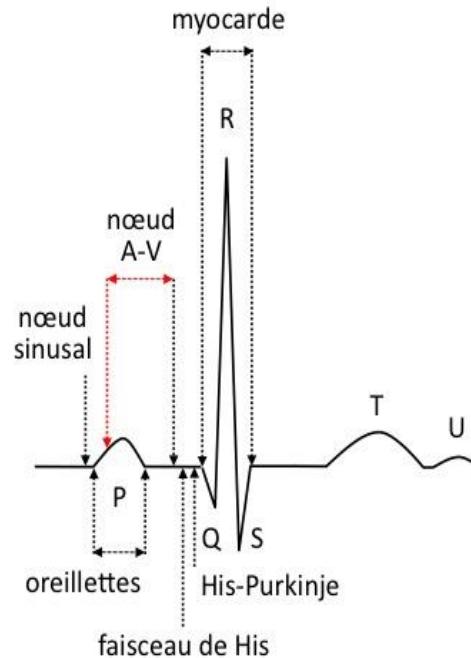
Activation électrique du cœur

Onde P: dépolarisation des oreillettes

PR: Nœud AV

QRS: dépolarisation des ventricules

Onde T: repolarisation de ventricules



Pourquoi réaliser un ECG?

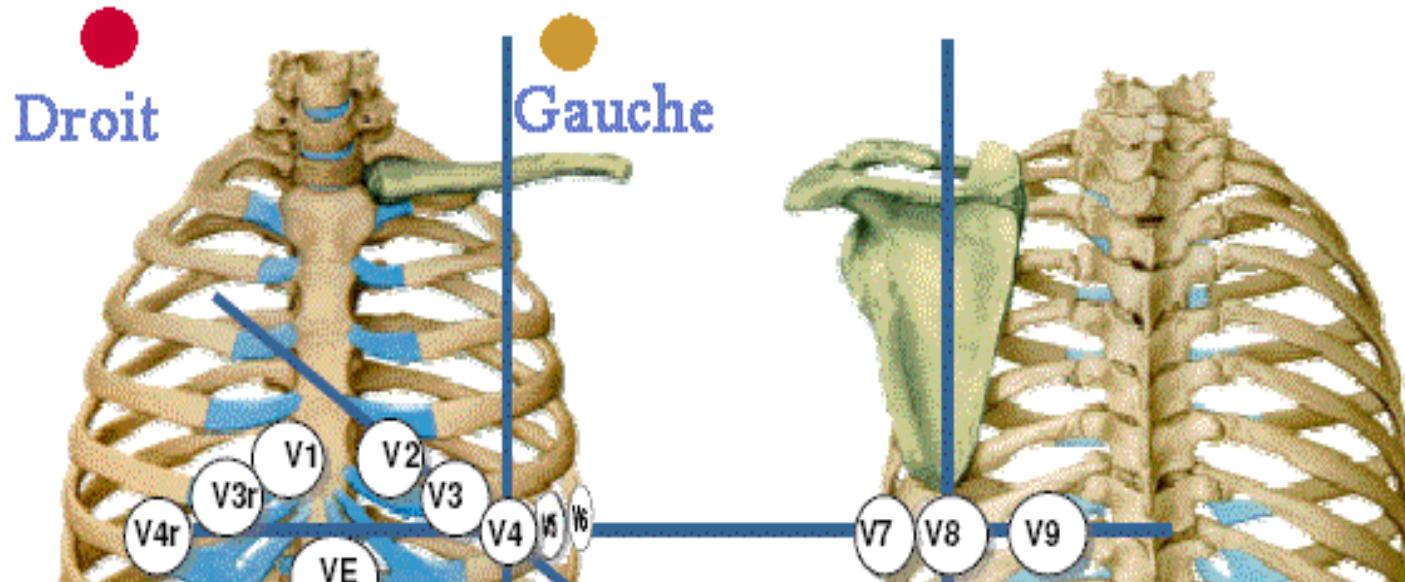
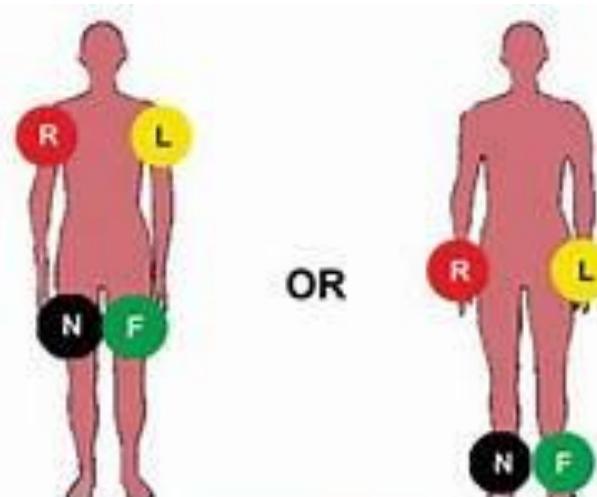
- Indispensable notamment en cardiologie, en réanimation, en médecine de sport et en pré-op
- Sans égal pour le diagnostic des arythmies et troubles de conduction.
- Examen de choix devant: des précordialgies, lipothymies ou syncopes.
- Intoxication en médicaments
- Déséquilibres métaboliques ou électrolytiques

Comment le réaliser?

- **Conditions d'enregistrement:**
 - Patient en décubitus dorsal.
 - Rassuré, détendu ,température normale → éviter les contractions musculaires (parasites).
 - Électrodes placées en contact avec la peau avec un gel conducteur (préparation).
 - Eloignez toutes sources d'interférences: électriques, Radio et physiques.

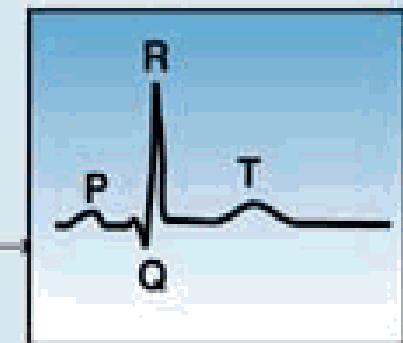
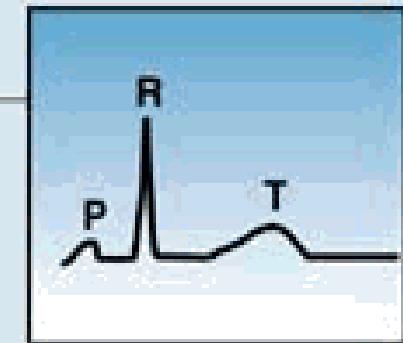
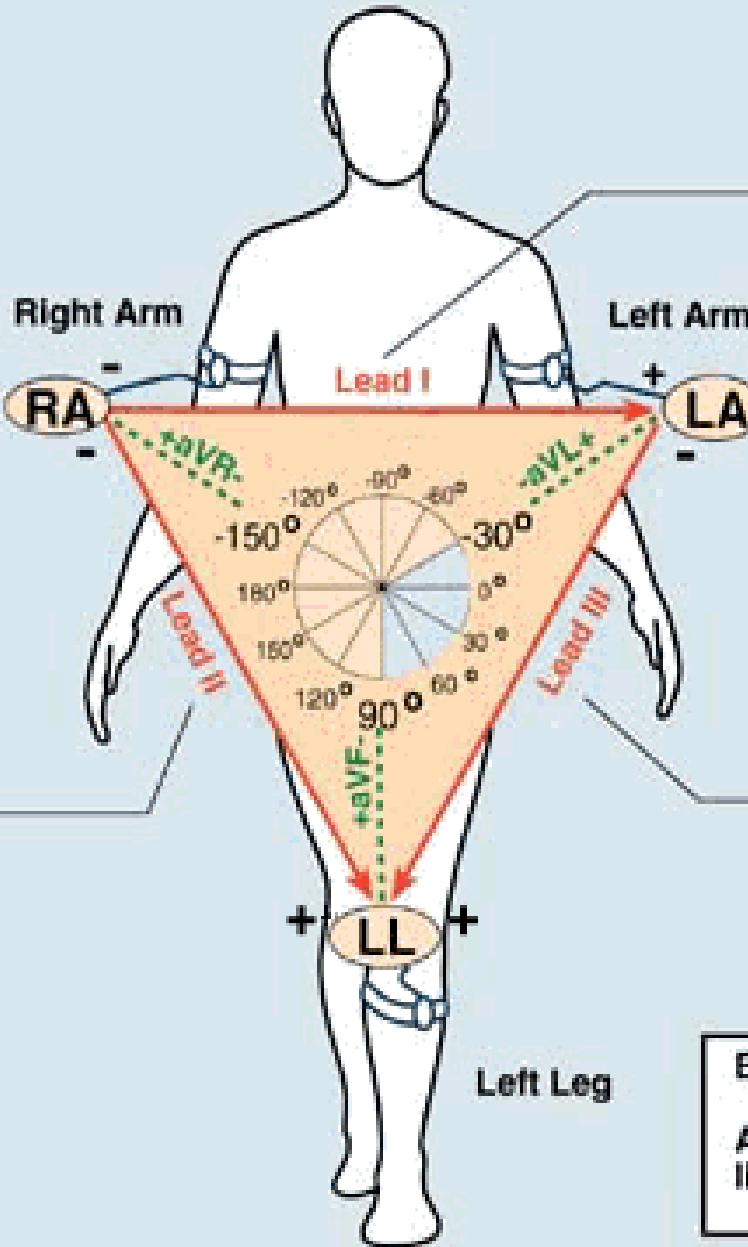
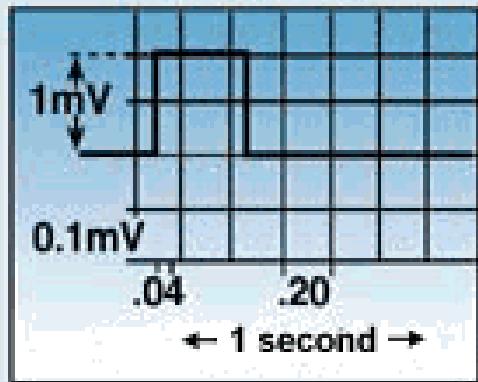
Comment le réaliser?

- **Electrodes périphériques**
DI DII DIII aVR aVF aVL.
- **Electrode précordiales:**
V1 V2 V3 V4 V5 V6.



The Standard Limb Leads

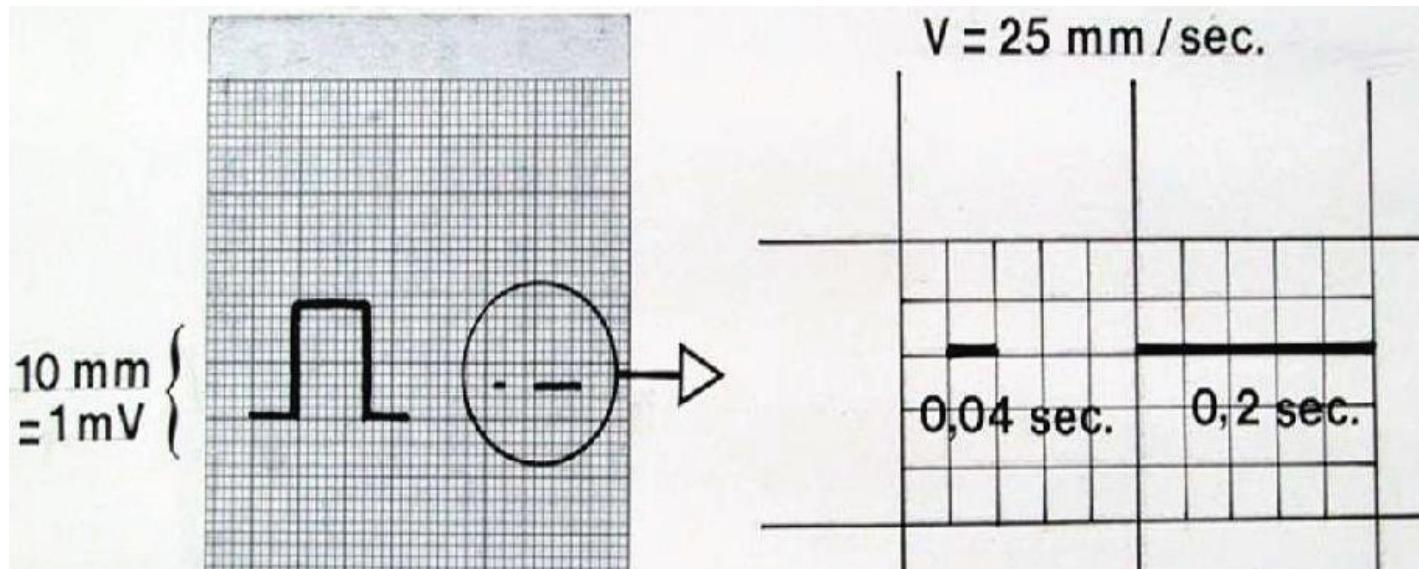
Standardization



Bipolar limb leads →
Augmented unipolar limb leads →

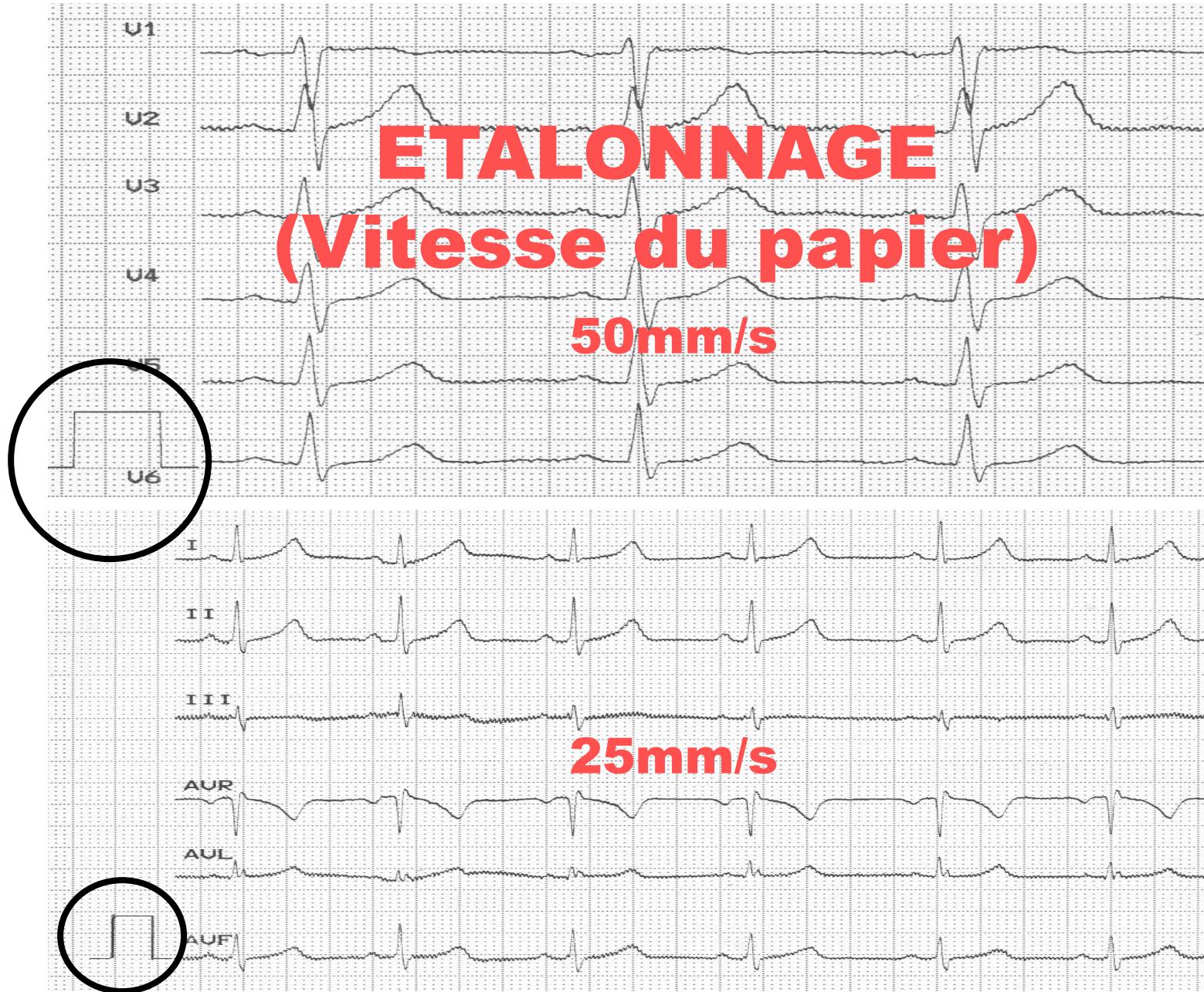
Comment le réaliser?

- Vitesse de déroulement: 25 mm/sec (1 mm = 0,04 s).
- L'étalonnage habituellement utilisé est de 10 mm pour 1 mV (les amplitudes exprimées en mm).

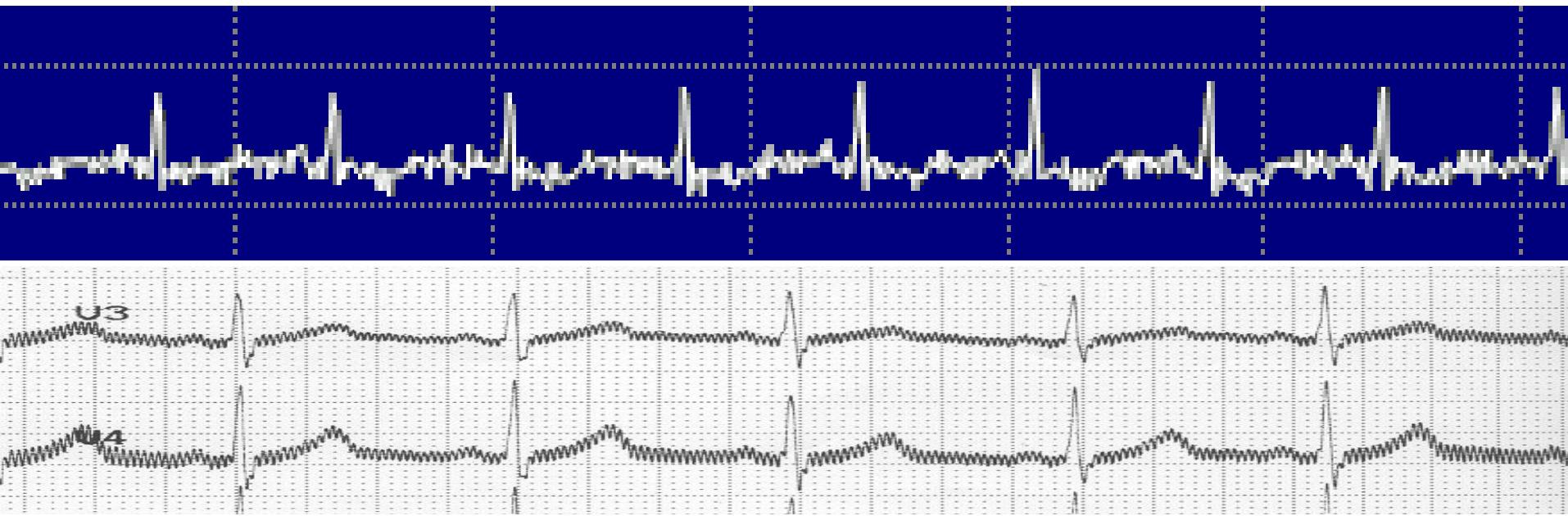


03 pièges à éviter

- Vérifier l 'étalonnage de l'appareil:10mm pour un bon déroulement à la vitesse de 25 mm/s.
- Contrôler le bon positionnement des électrodes (pas d'électrodes frontales ou précordiales inversées par exemple.)
- Vérifier la bonne qualité du tracé (pas de parasite –stabilité de la ligne de base).

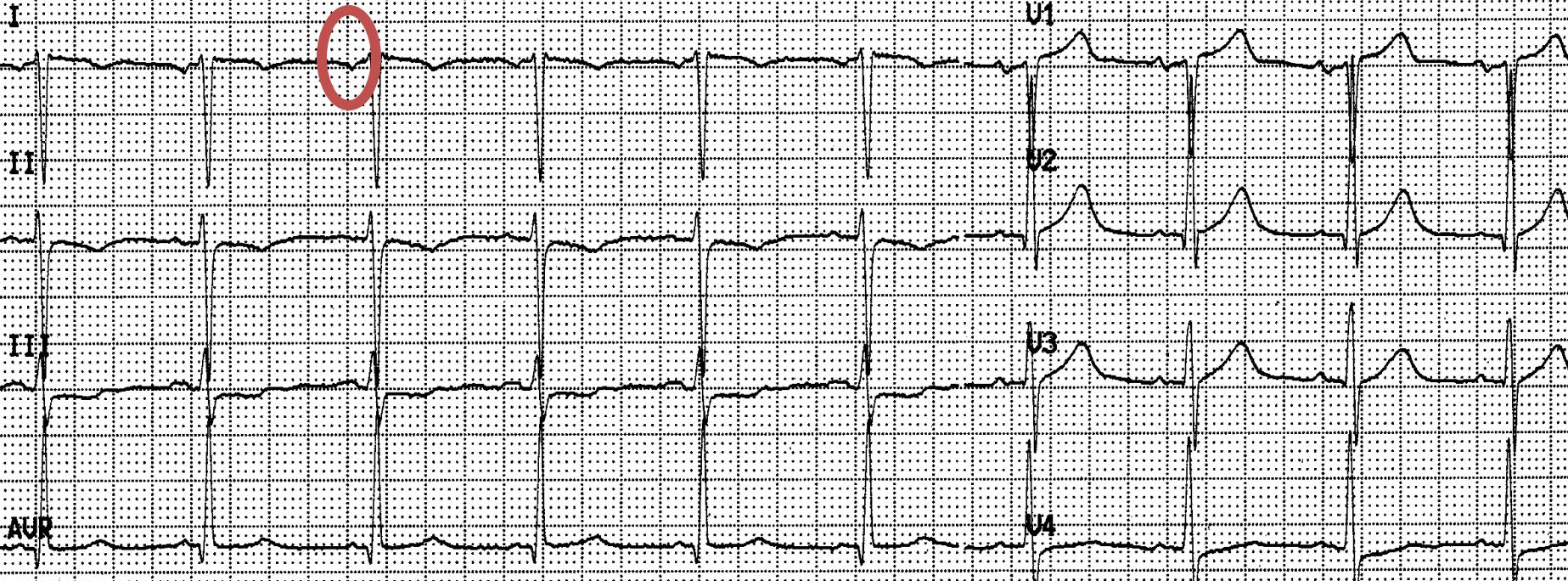


PARASITAGE MUSCULAIRE

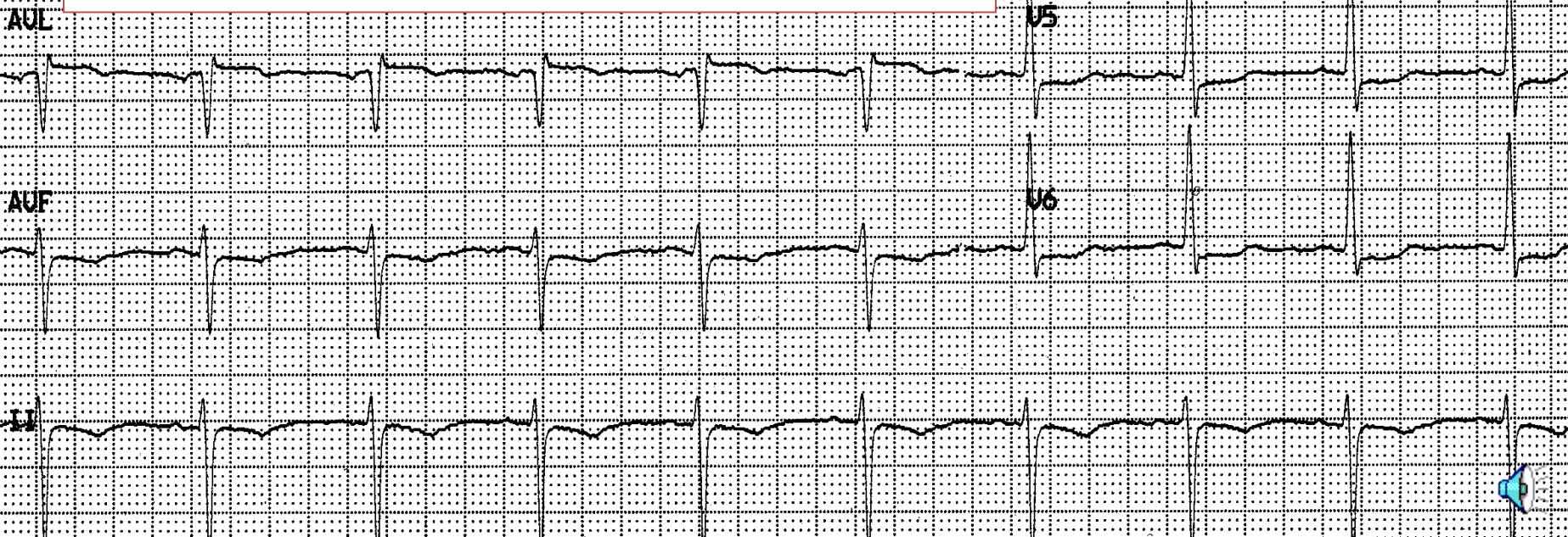


PARASITAGE SECTORIEL





INVERSION DES FILS LEFT & RIGHT

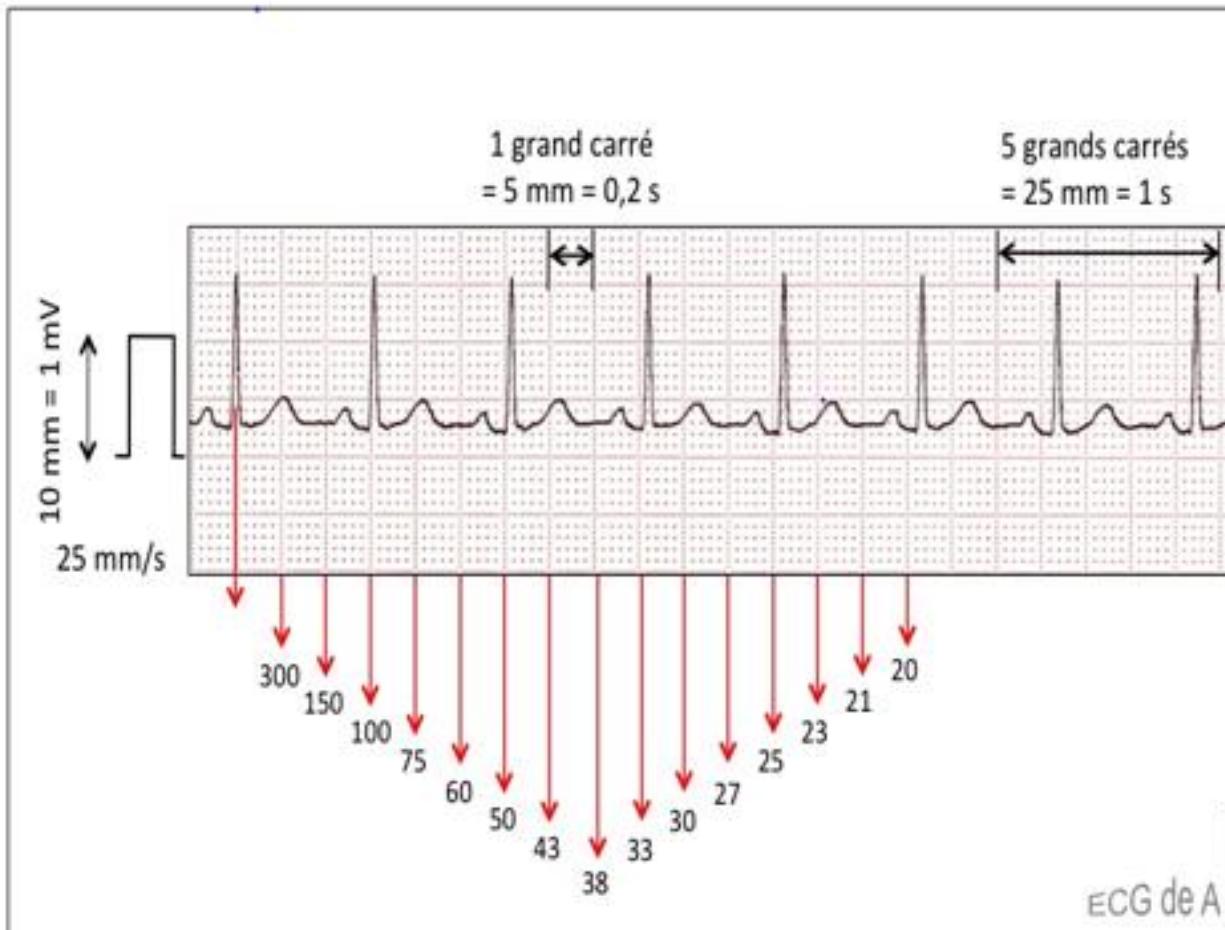


Interprétation: systématique. (en fonction de la clinique)

- ?** Fréquence et Rythme
- ?** Dépolarisation auriculaire : onde P (durée et amplitude)
- ?** Conduction auriculo – ventriculaire : durée de l'intervalle PR
(ou plus exactement PQ)
- ?** Dépolarisation ventriculaire (complexe QRS) :
 - Axe dans le plan frontal
 - Morphologie et amplitude des déflexions Q, R, S,
 - Durée du complexe
- ?** Repolarisation ventriculaire :
 - Position du segment ST par rapport à la ligne isoélectrique
 - Morphologie et amplitude de l'onde T
 - Durée de l'espace QT, onde U

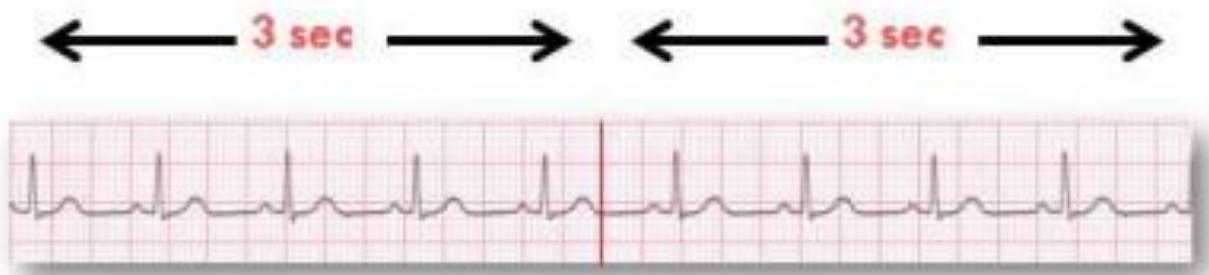
+ le Nom du patient et la date

1/ Fréquence cardiaque:

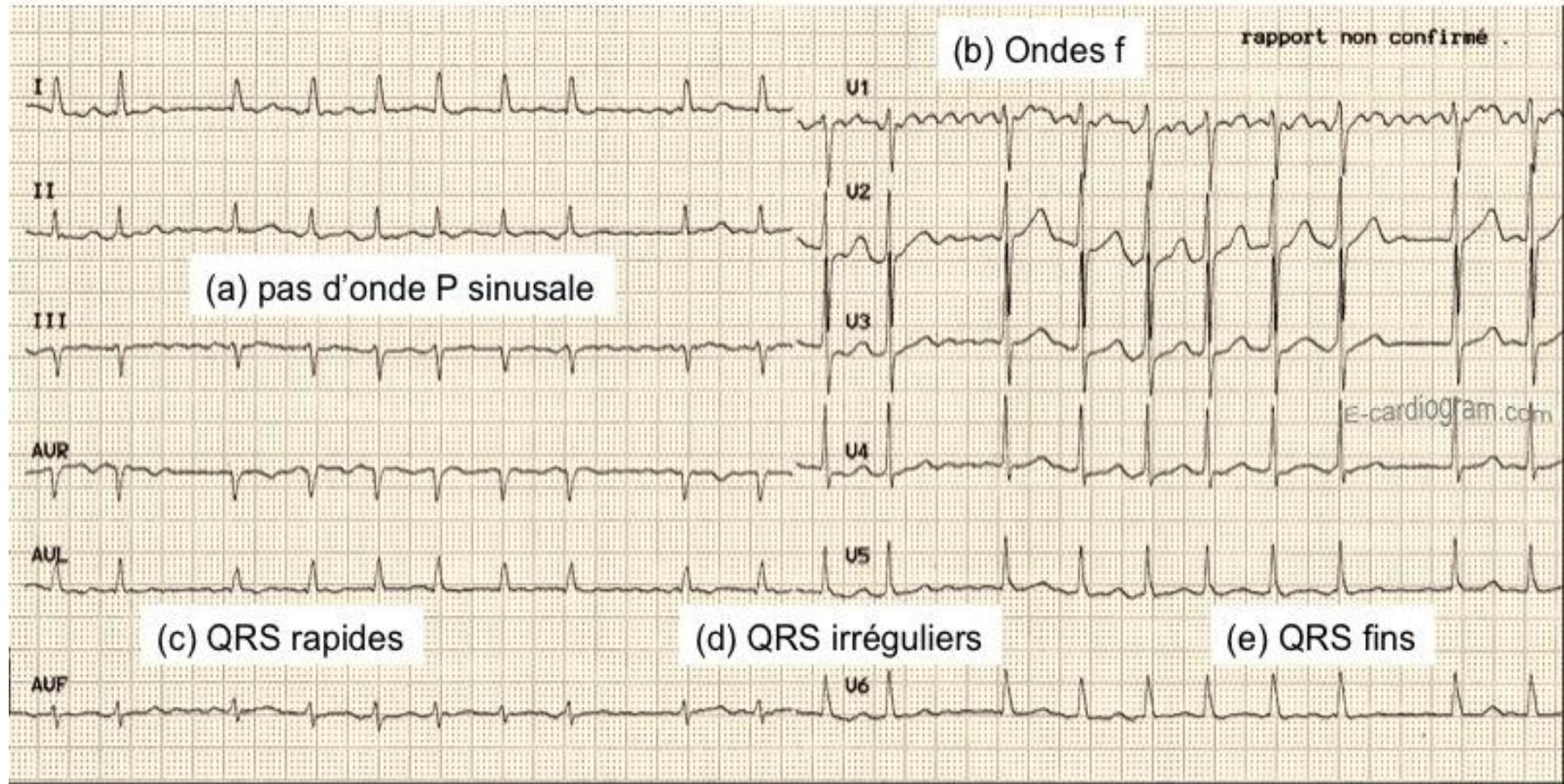


Méthode des 6 secondes :

- Rapide et pratique pour les fréquences lentes ou irrégulières.
- Repères toutes les 3 secondes(15 gros carrés de 0,2s).
- Deux intervalles (30 gros carrés) représentent 6 secondes.
- On compte le nombre de cycles par 6 secondes et on multiplie par 10 (60 secondes) soit la fréquence cardiaque par minute.
- FC normale: 60 à 100 cycle/mn



- Toutes les 3 secondes(15 grands carrés) sont marqués par un trait vertical.



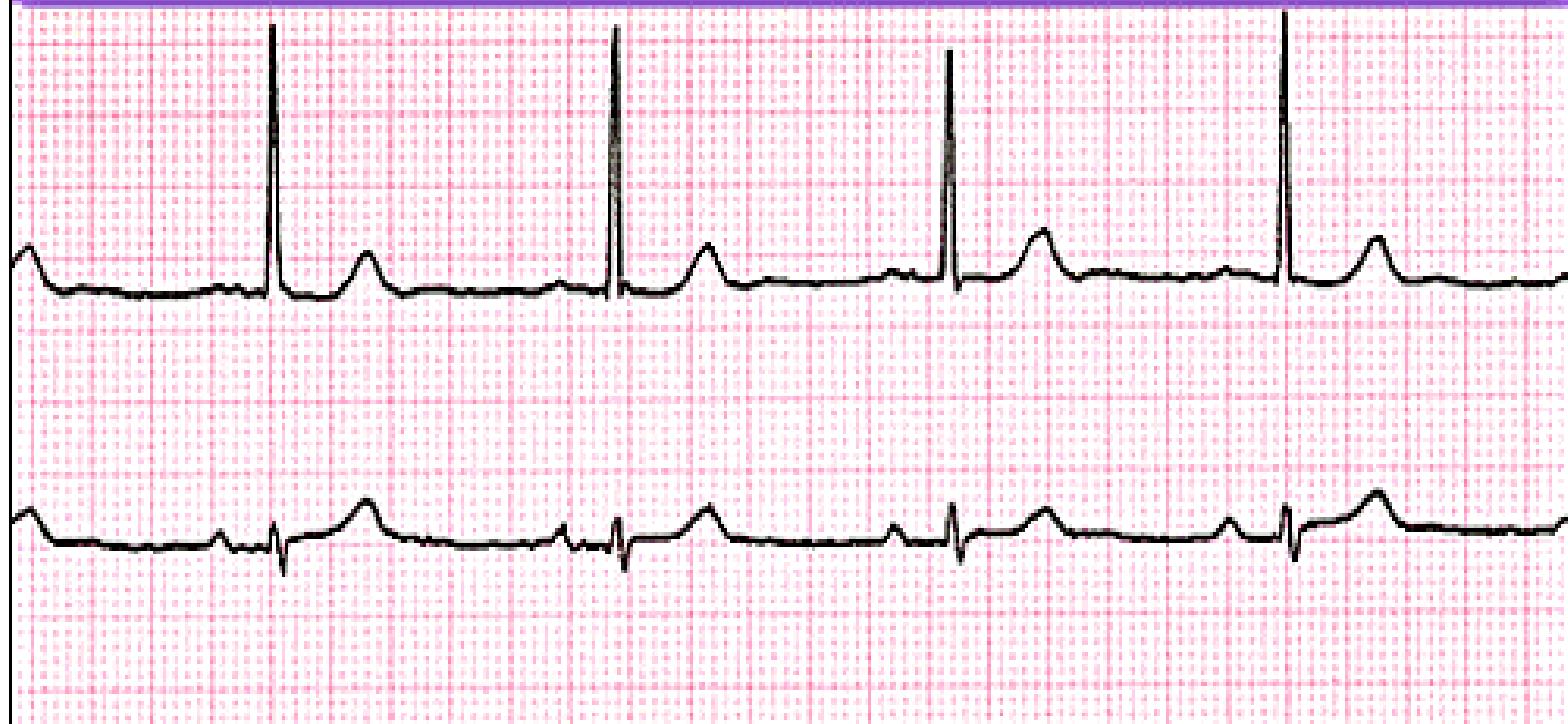
J4a11

Sinus Tachycardia



Heart Rate	Rhythm	P Wave	PR interval (in seconds)	QRS (in seconds)
> 100 bpm	Regular	Before each QRS, identical	.12 to .20	<.12

Sinus Bradycardia



Heart Rate	Rhythm	P Wave	PR interval (in seconds)	QRS (in seconds)
<60 bpm	Regular	Before each QRS, identical	.12 to .20	<.12

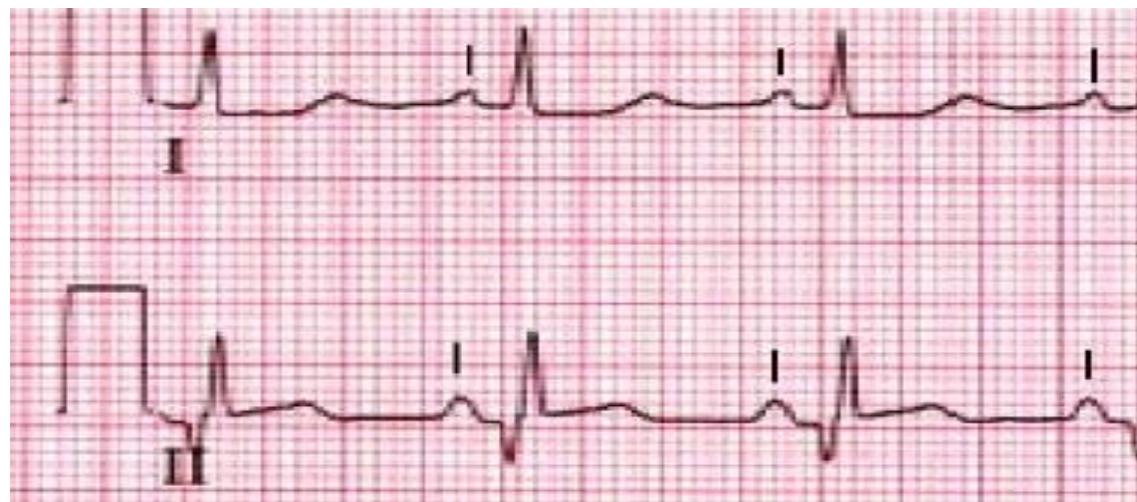
2/Le rythme

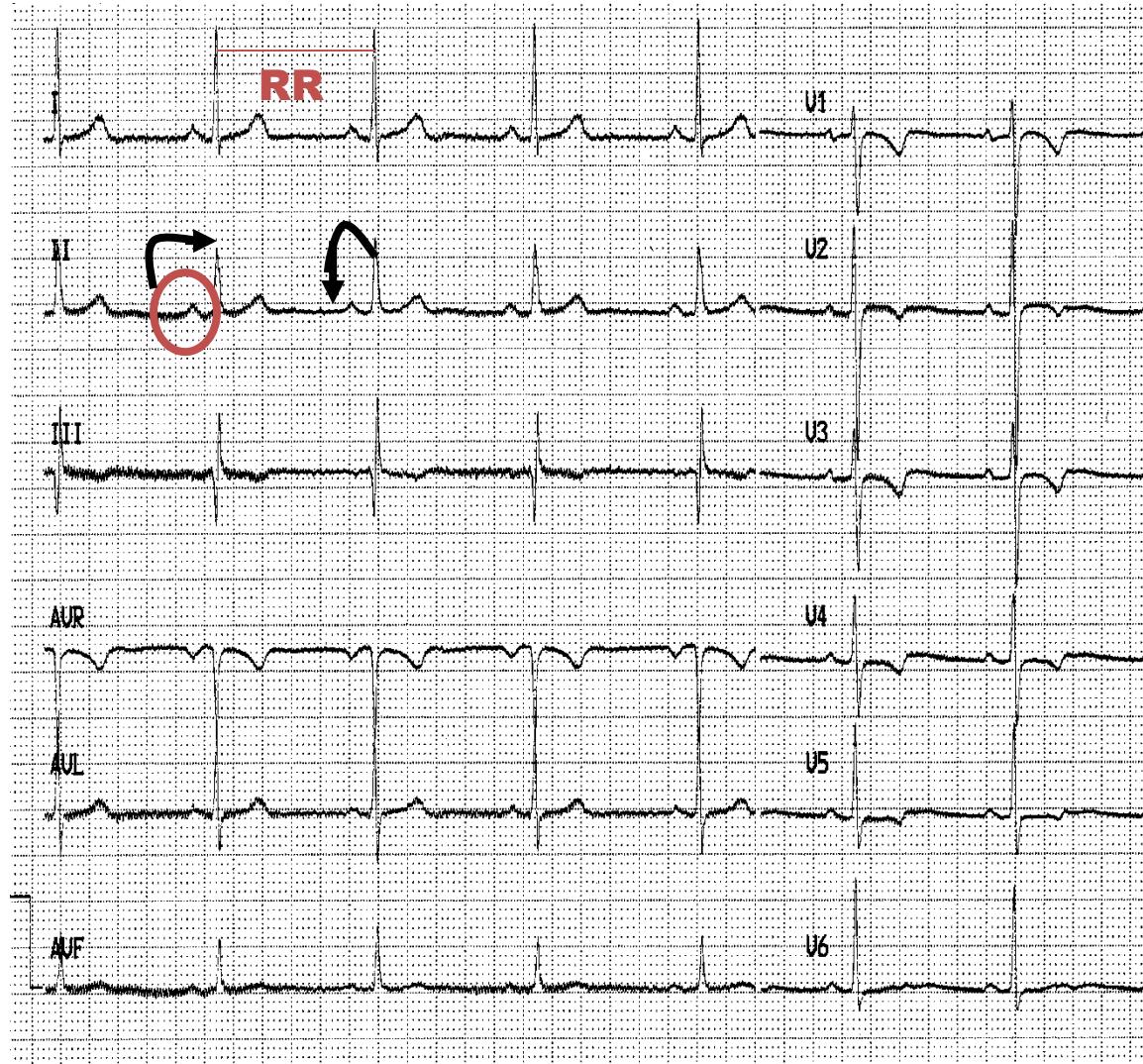
QUESTION

Le rythme : normalement sinusal :

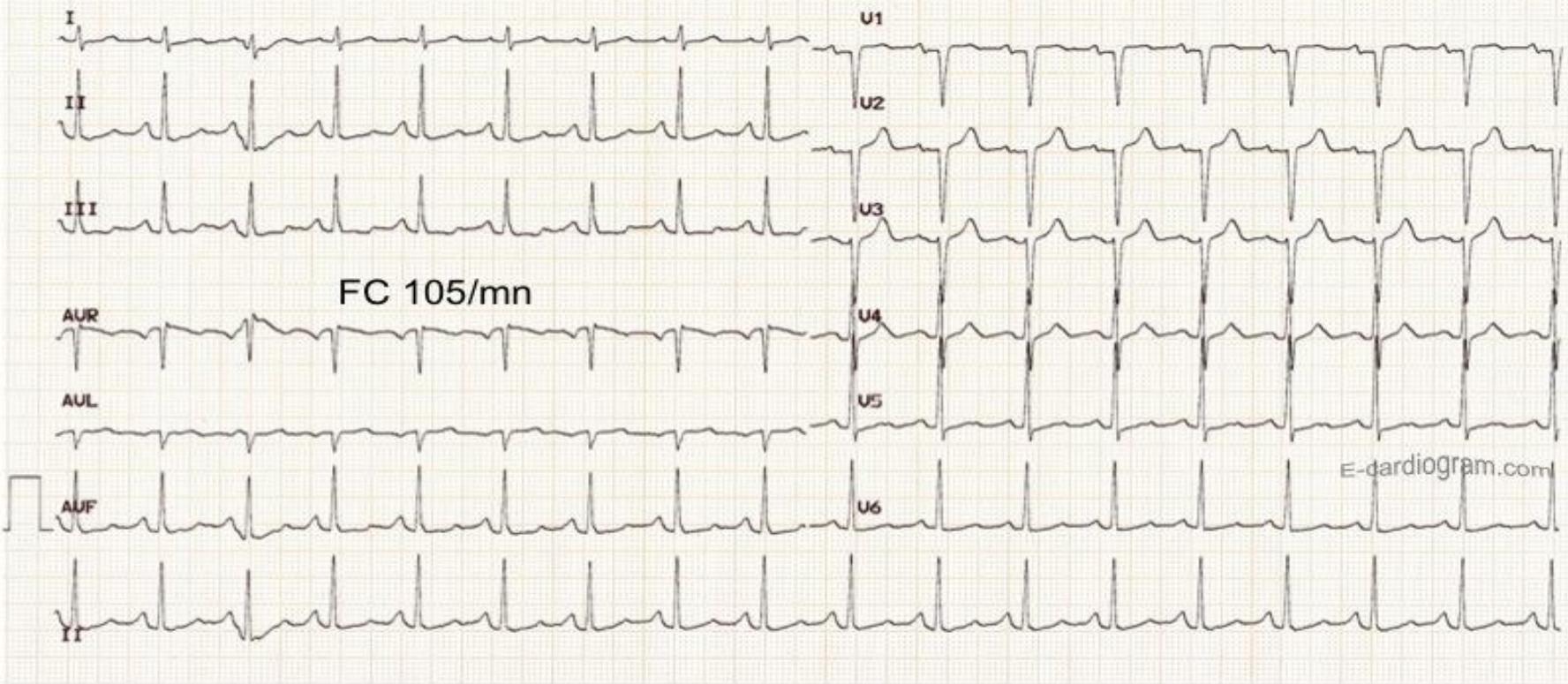
- ✓ Une onde P avant chaque QRS.
- ✓ Une onde P qui nait du nœud sinusal:
(positives en DI +DII, négative en aVR)

1/Question: rythme sinusal ou non régulier ou non





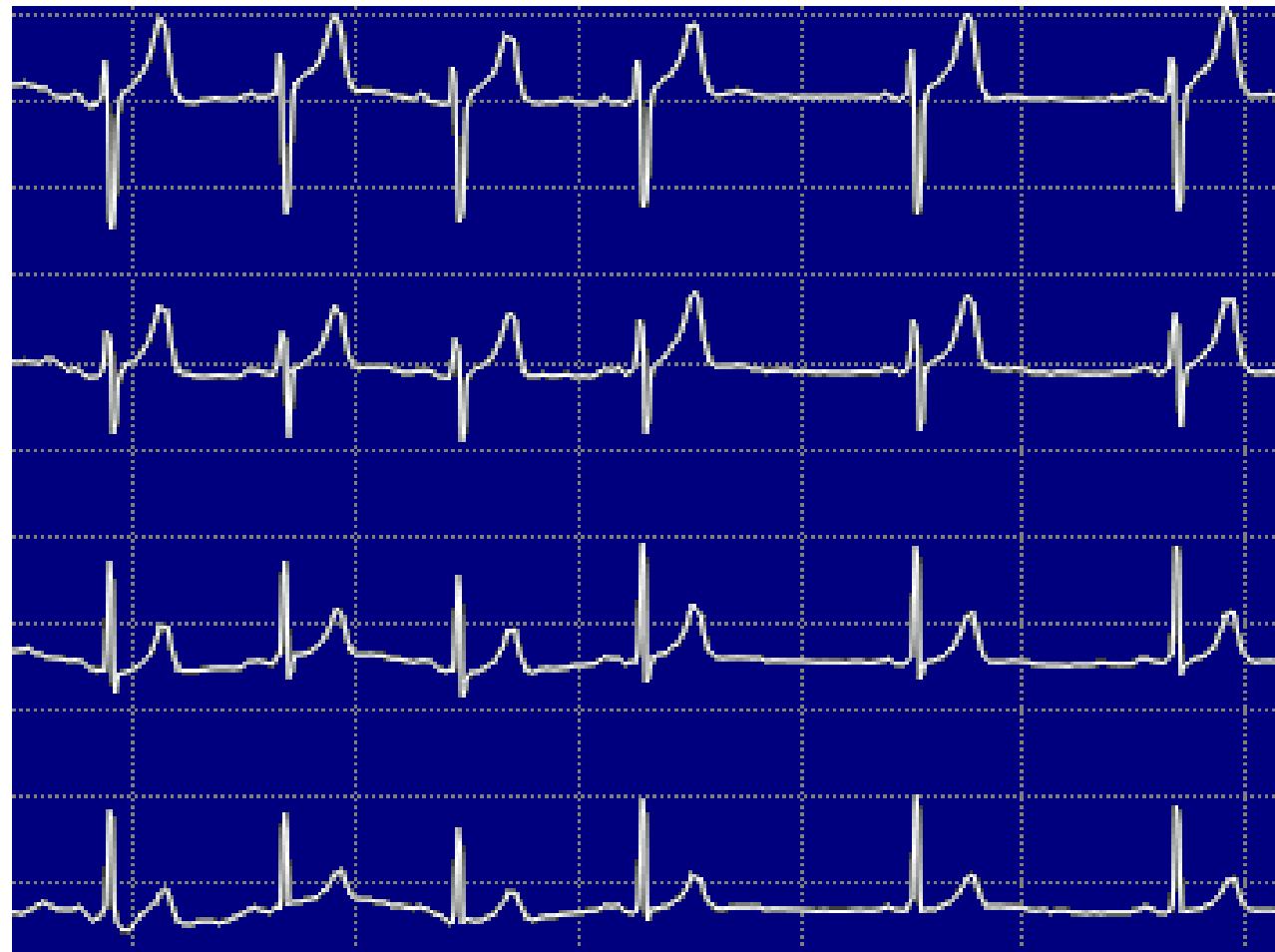
rapport non confirmé .



E-cardiogram.com

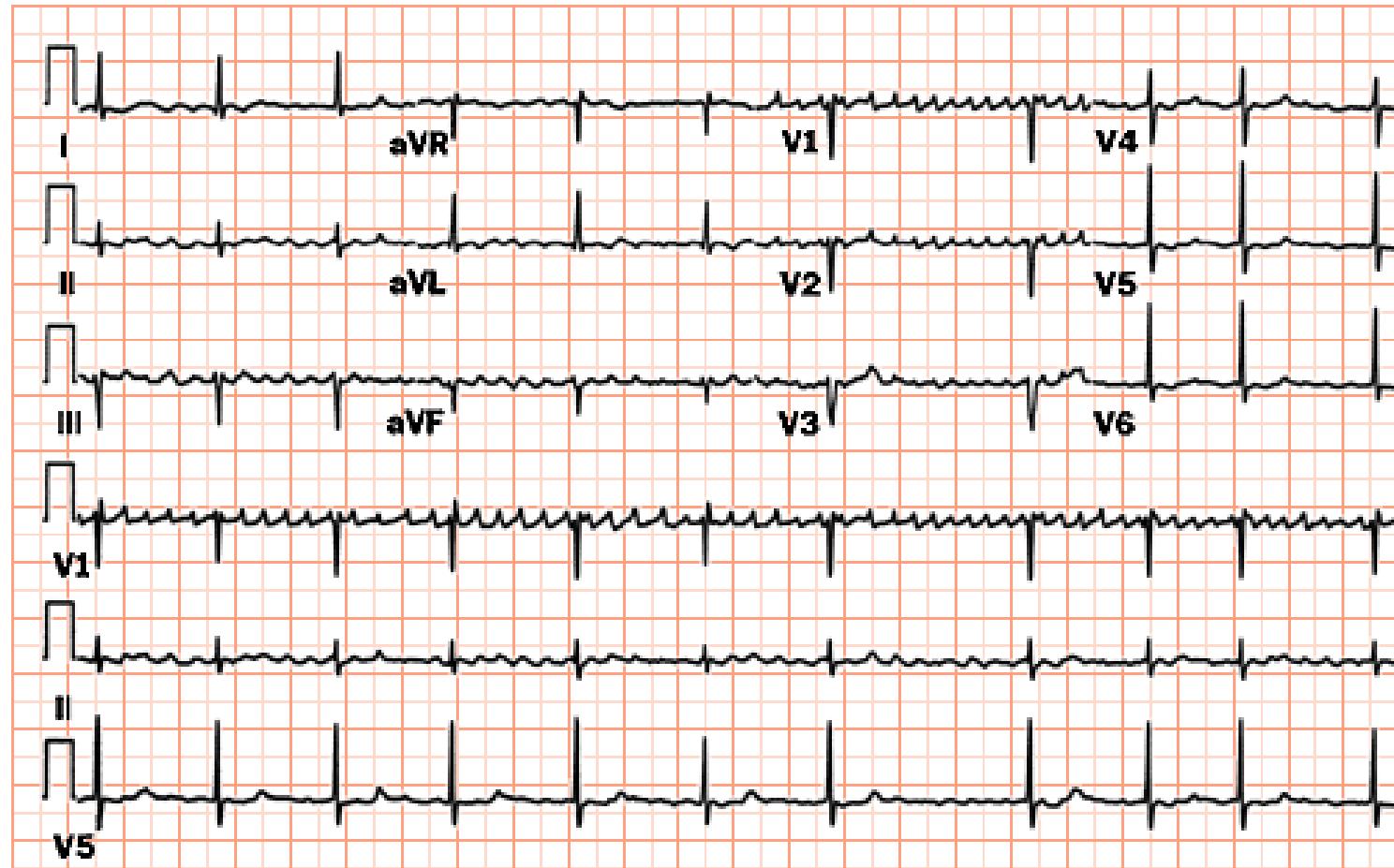
Nv2b5

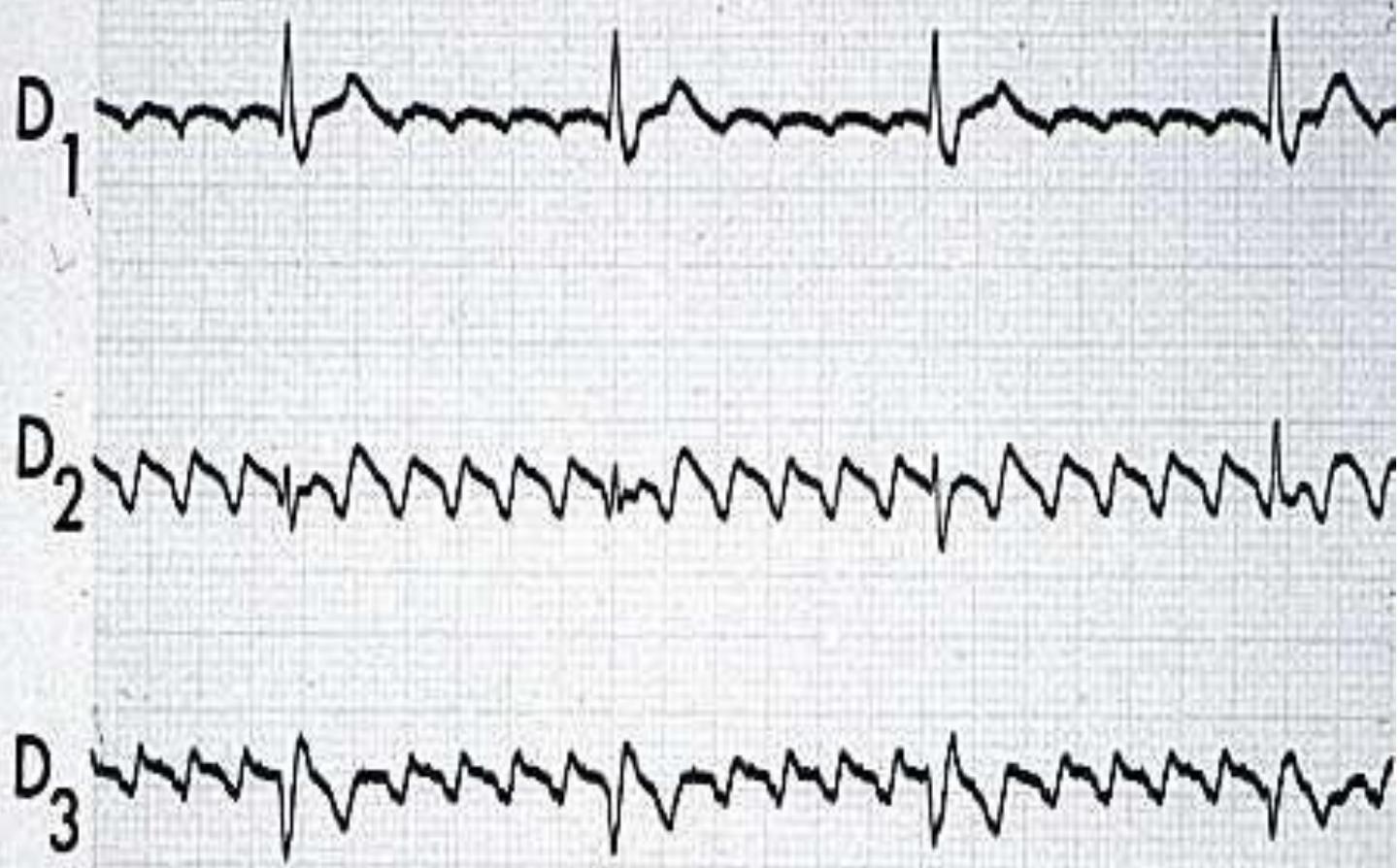
-Rythme sinusal irrégulier

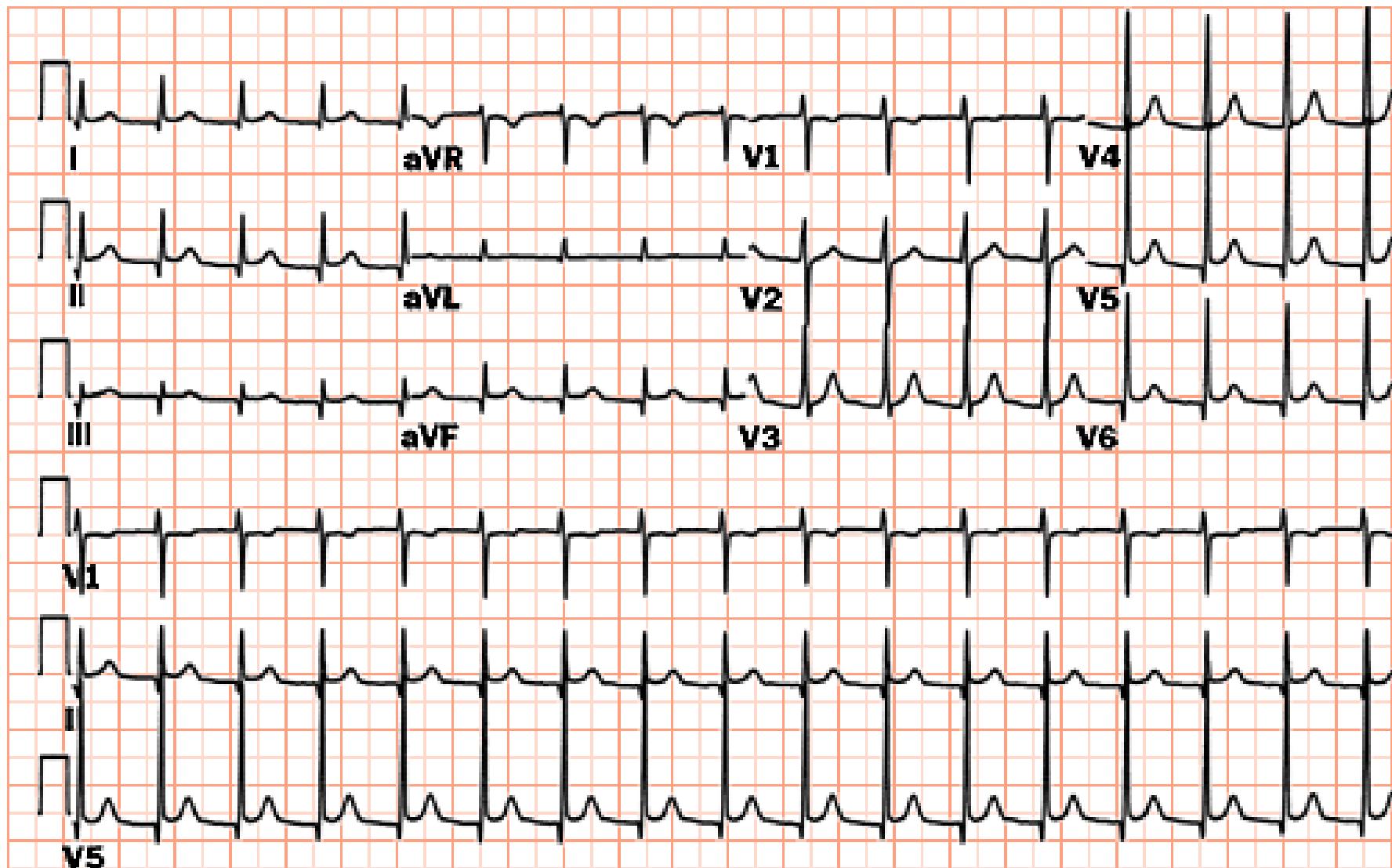


– Rythme non sinusal:

Rythme Irrégulier	C'est une TACFA !		
Rythme Régulier	QRS fin (< 0,12 sec)	Flutter auriculaire	Tachycardie de Bouveret
		Tachysystolie auriculaire	
	QRS large (> 0,12 sec)	TV jusqu'à preuve du contraire	





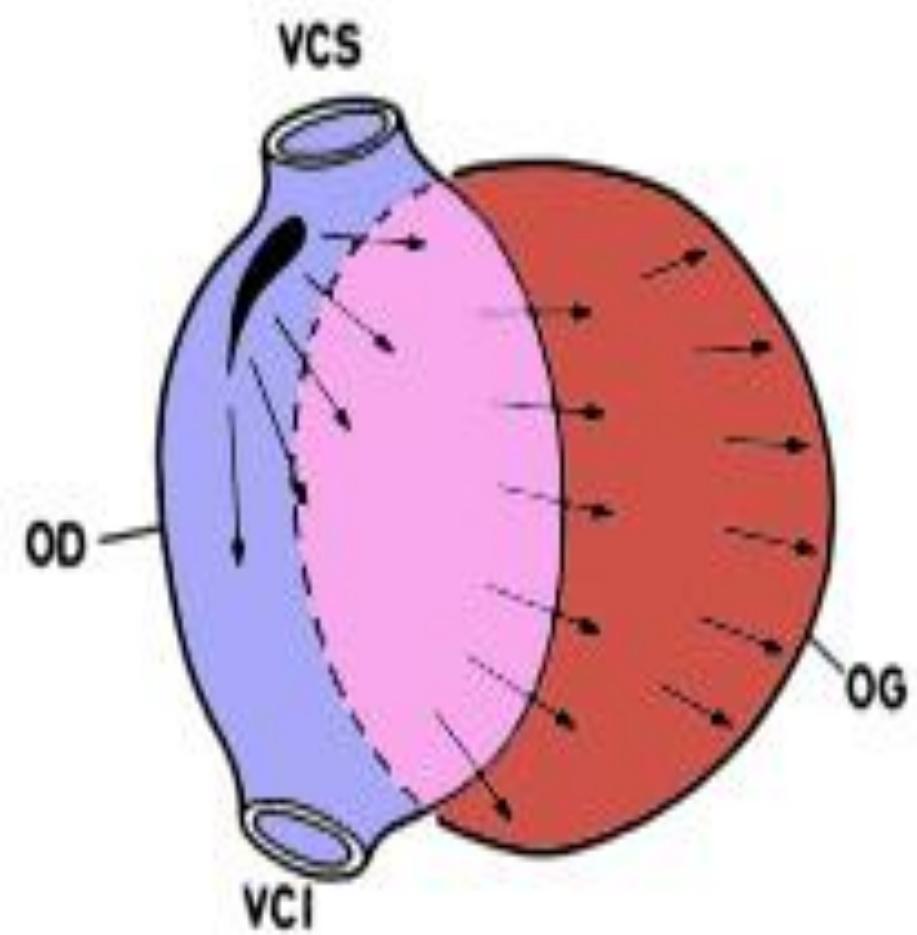


3/Onde p

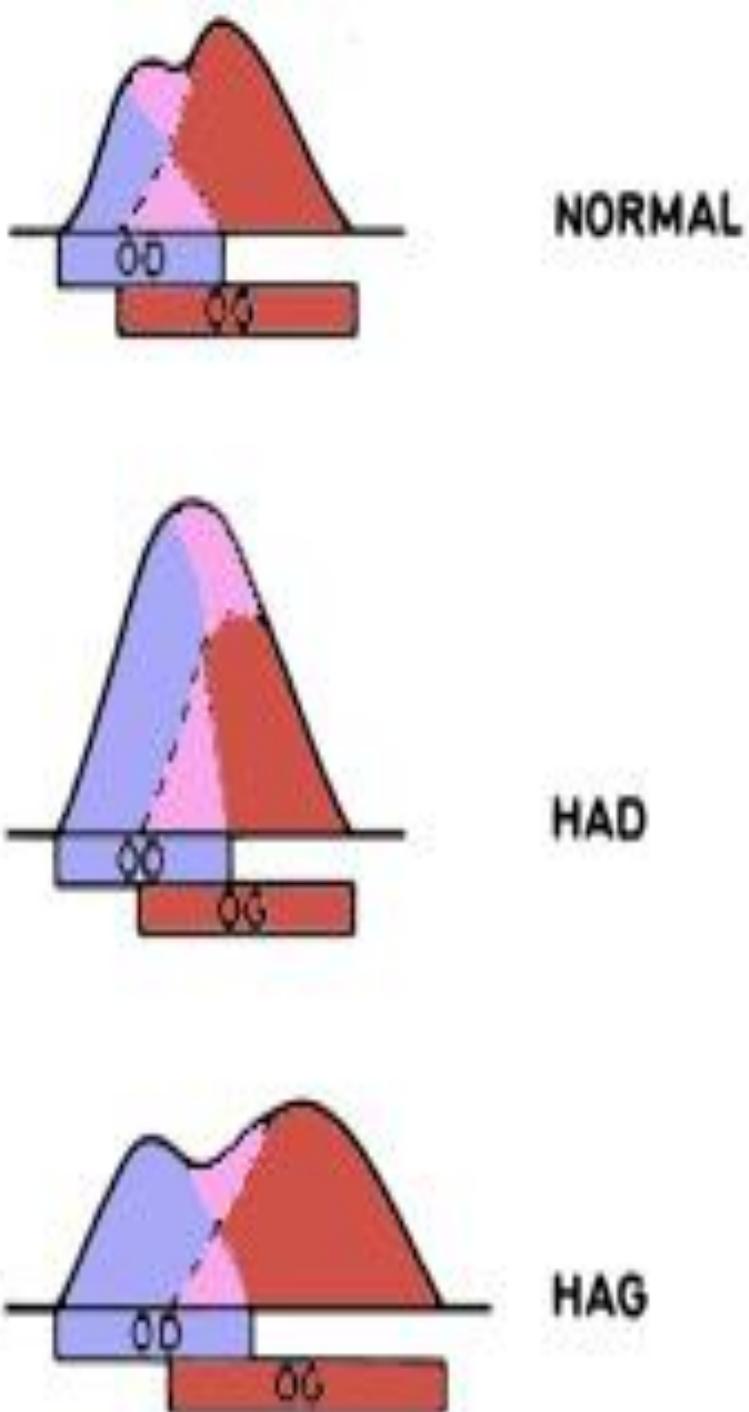
Les ondes P sont mieux visibles en DII et V1 :

- Durée < 0,11 seconde (Normale : 0,085 - 0,10s)
- Amplitude < 0,25 mV (2,5 mm) .
- Contours réguliers arrondis parfois pointue en frontal
- L'onde P sinusale est toujours positive en D1 et D2 .
- Négative en aVR .
- Positive ou diphasique (+ ou -) en V1 .
- Positive ou plate en V6





ACTIVATION AURICULAIRE NORMALE



NORMAL

HAD

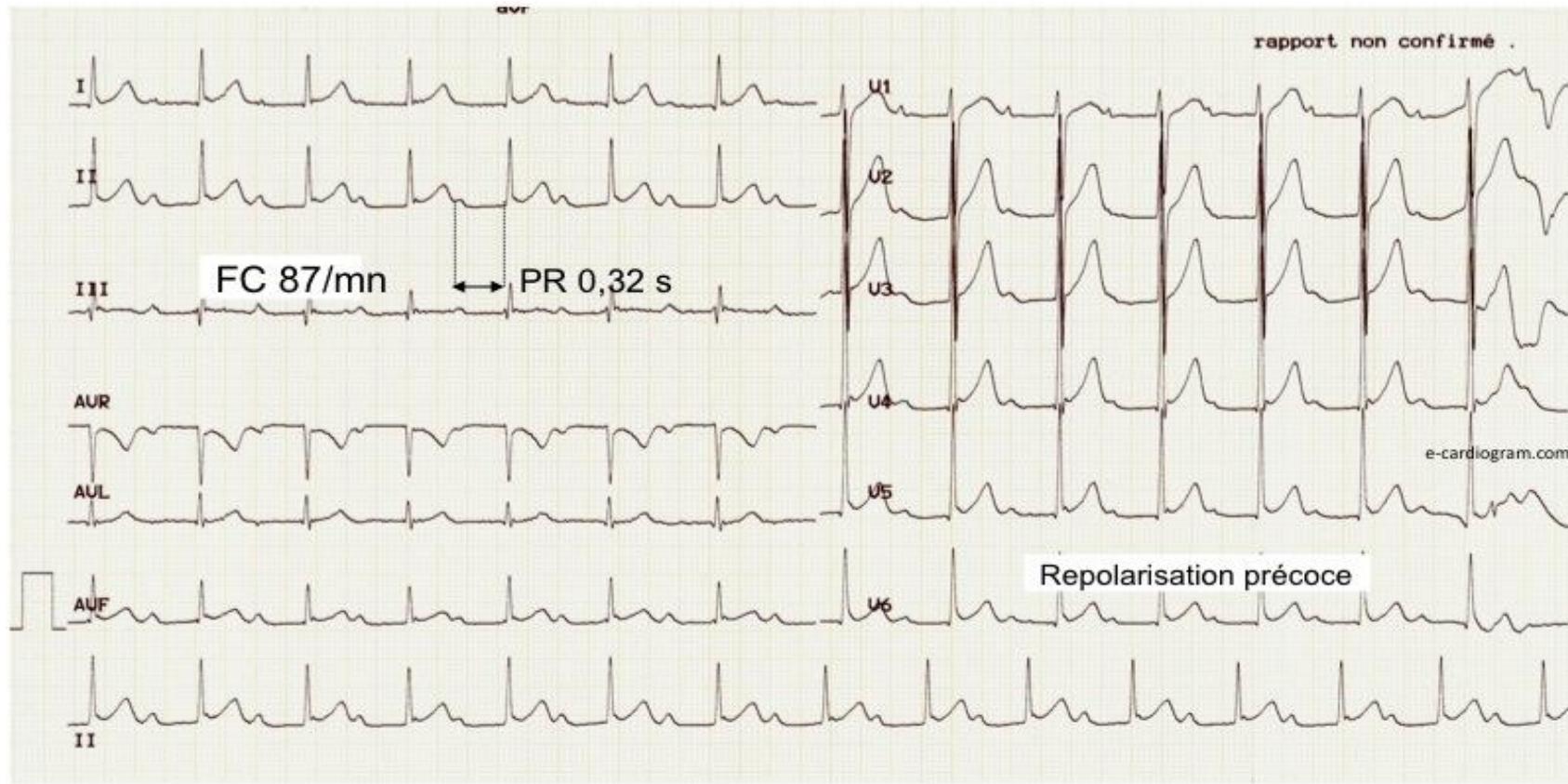
HAG

4/L'intervalle PR :

Temps de conduction auriculo-ventriculaire: temps nécessaire à l'influx pour dépolariser les oreillettes puis franchir le Noeud auriculo- ventriculaire et le tronc du faisceau de His.

- Il est constant
- Se calcule du début de l'onde P au début du QRS.
- Durée: 0,12 à 0,20 seconde chez l'adulte
- Augmente avec l'âge
- Diminue si tachycardie

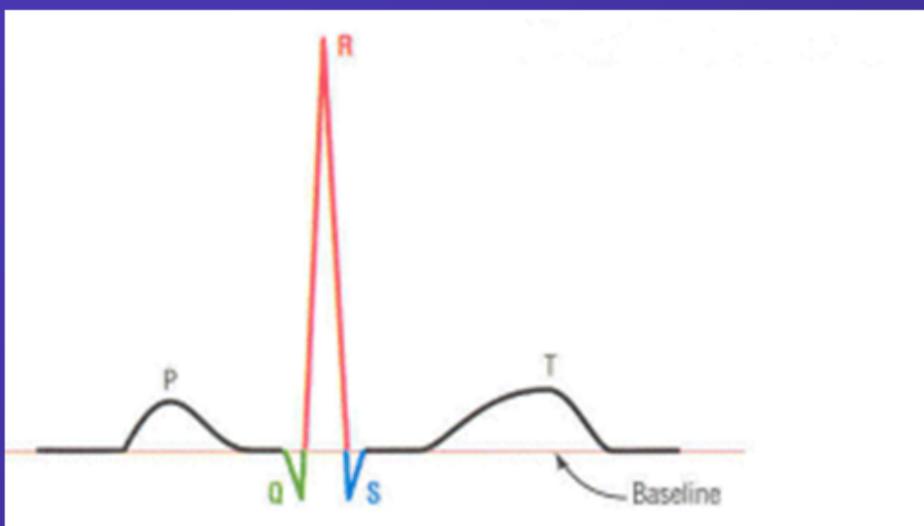




Le BAV1 prédispose à la survenue de FA et aux troubles conductifs plus sévères

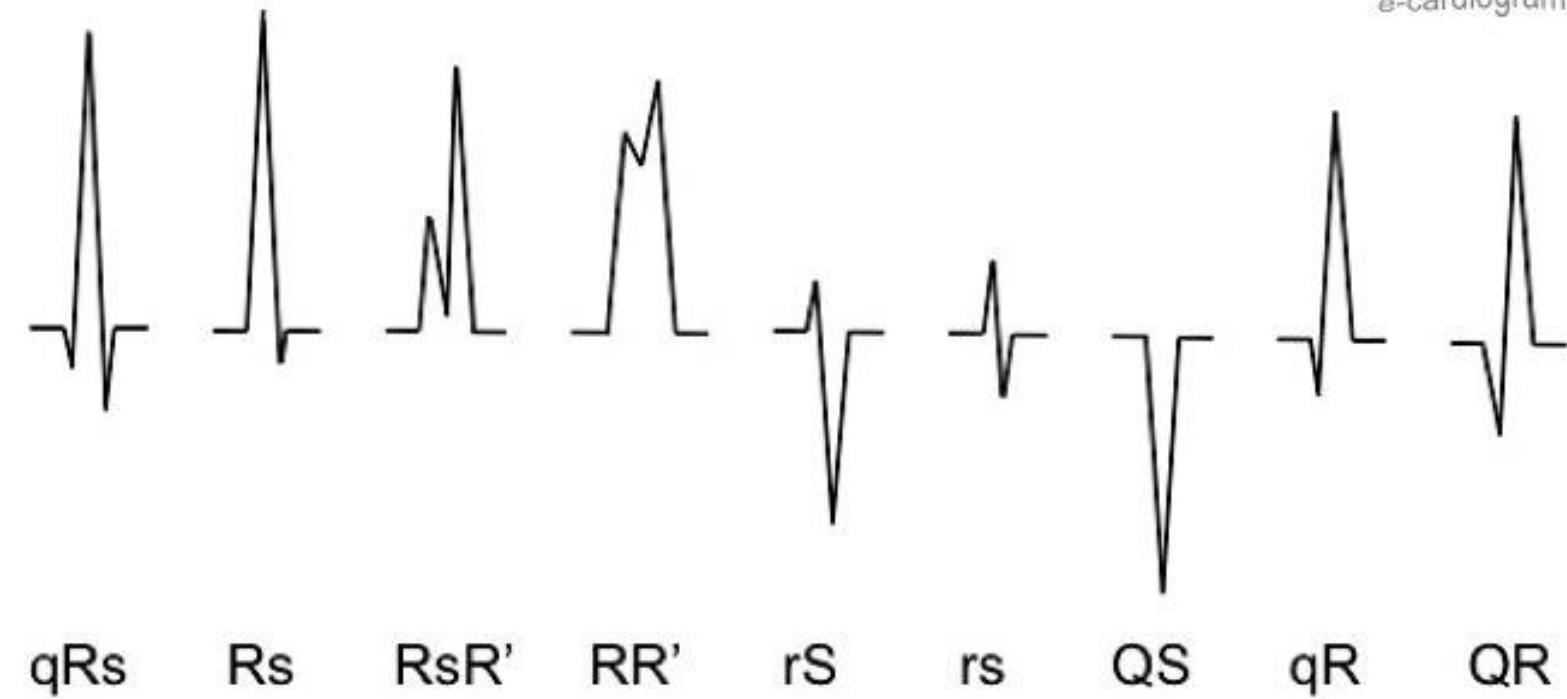
Tc2a4Bav1Repolprecoce.jpg

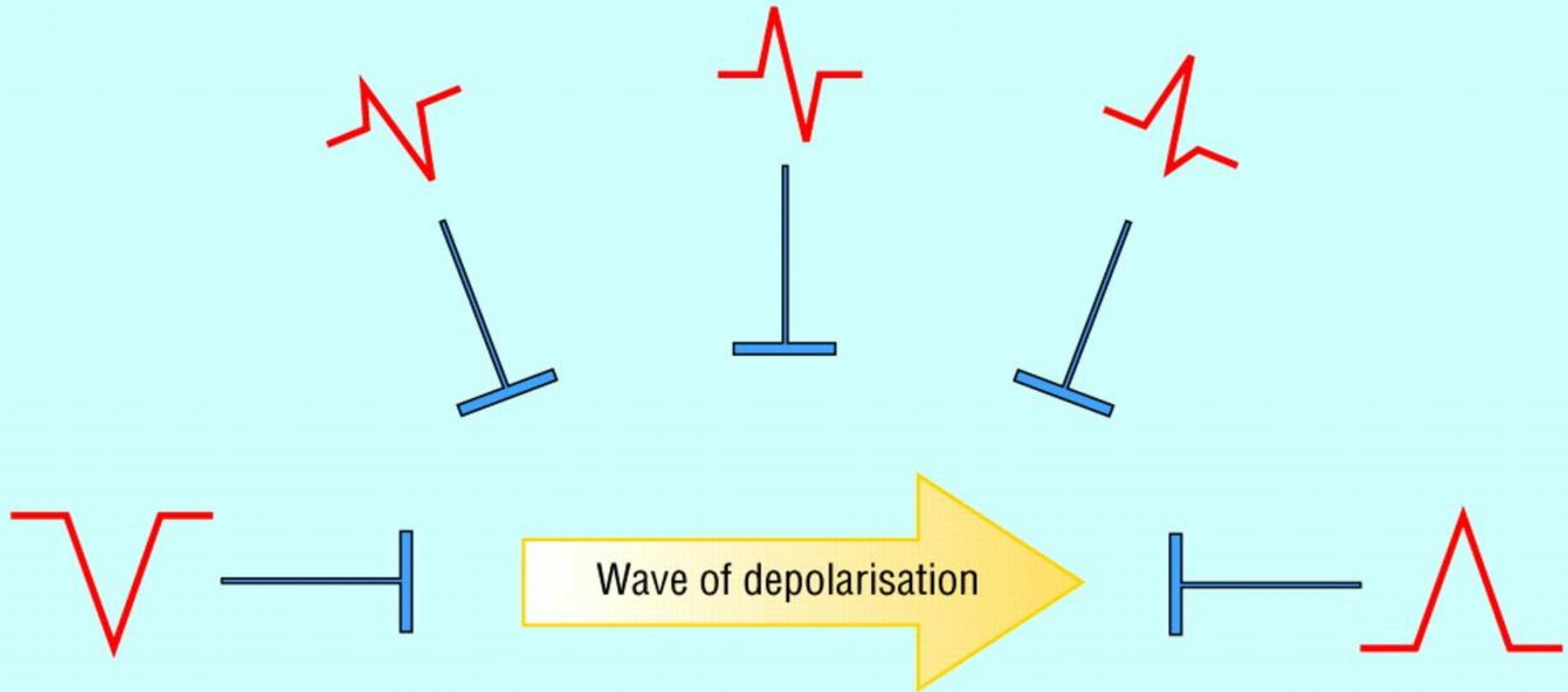
Le complexe QRS



- 3 ondes accolées
- Onde Q = première onde négative après l'onde P
- Onde R = première onde positive du complexe
- Onde S = première onde négative après l'onde R
(Si onde supplémentaire:
R', S', R'', etc....)

Complexe QRS

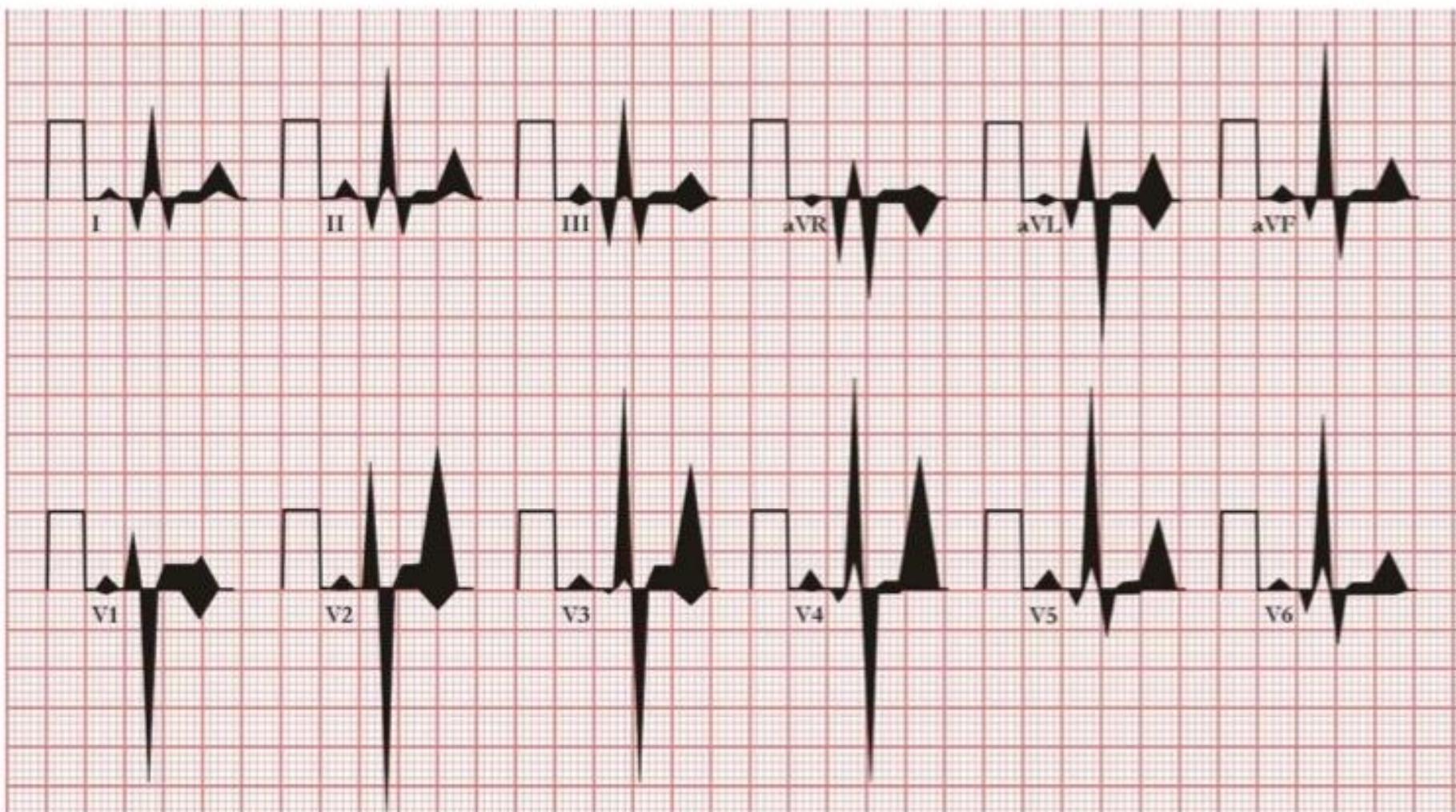




Chaque électrode regarde le déplacement de la vague de dépolarisation en fonction du temps

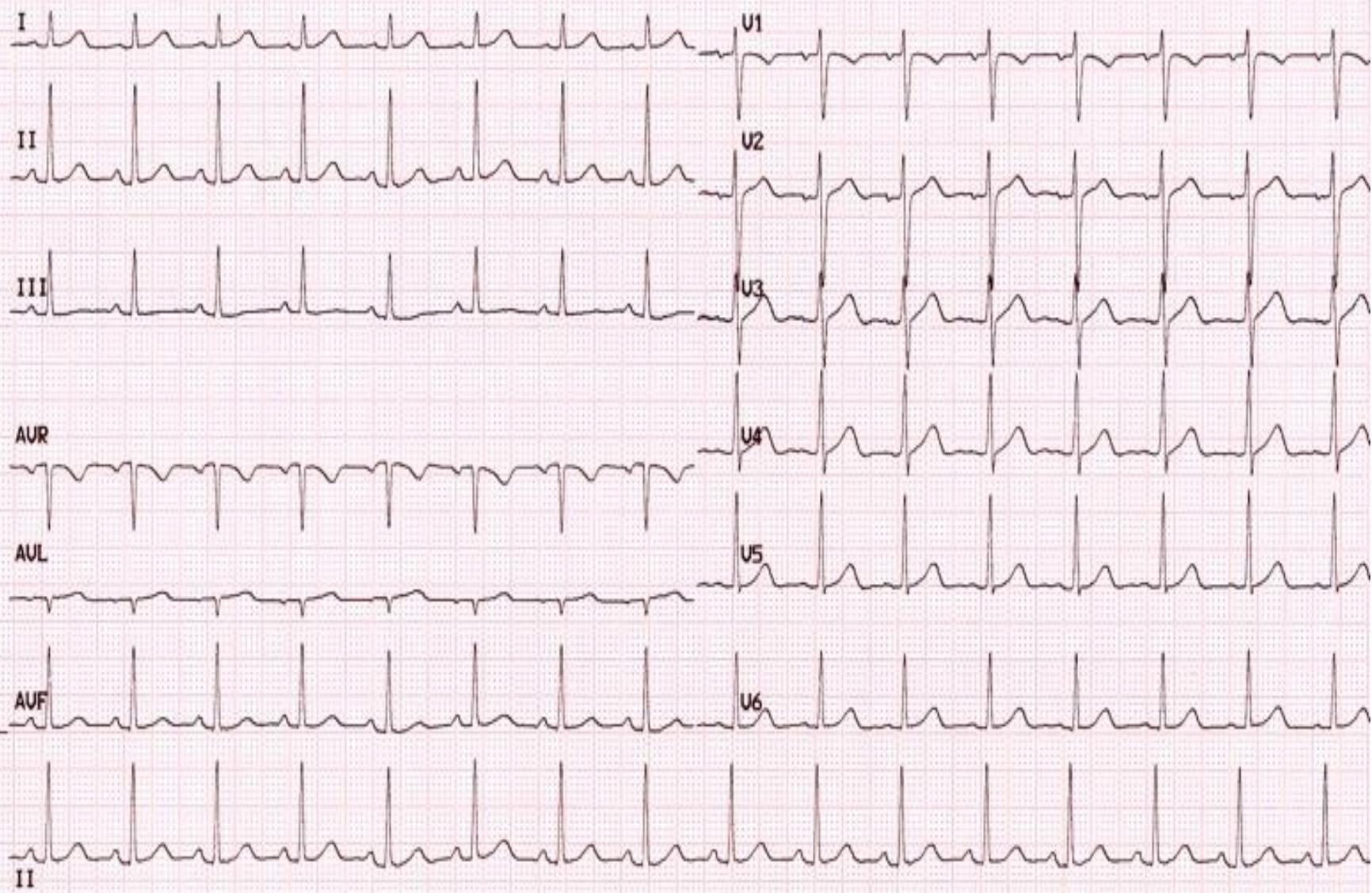
Complexe QRS

Somme informatique de 1000 ECG normaux



VENTRICULOGRAMME NORMAL

- Durée: QRS $\leq 0,11$ s
- Absence d'onde Q Pathologique:
 - Large: durée est $\geq 0,03$
 - Profondeur $\geq 0,1$ mV (typiquement $> 1/3$ de l'onde R) .
 - Au maximum, elle fait disparaître l'onde R (aspect QS).
- Morphologie:
 - aspect rS en V1
 - qR en V6
 - RS en V3 et V4 (zone de transition)
 - R croit de V1 à V4 et S de V1 à V2 puis décroît



VENTRICULOGRAMME NORMAL

- Amplitude: varie en fonction de l'age et du sexe
R/S en V1 <1 en V5 >1 en V6 >2.

Les indices:

1-SOKOLOW LYON: S1+R5ou6

Femme: avant 15ans <40mm après 15ans <35mm

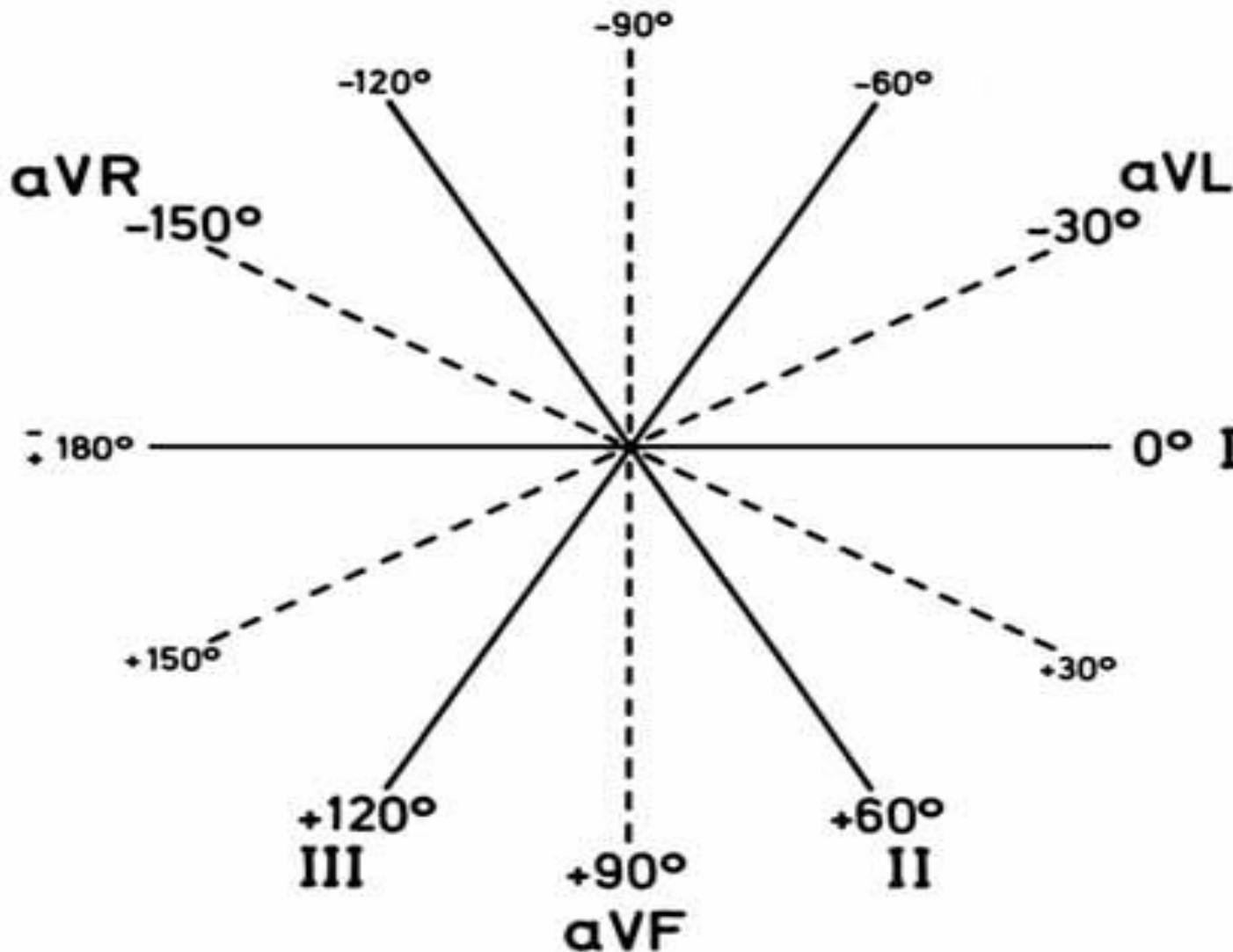
Homme: avant 50ans <45mm après 50ans <35mm

2-CORNELL: R aVL+ S V3

Femme <20mm Homme <28mm

3-LEWIS: (R DI+S DIII)-(S DI+RDIII)= -14 a +20 mm.

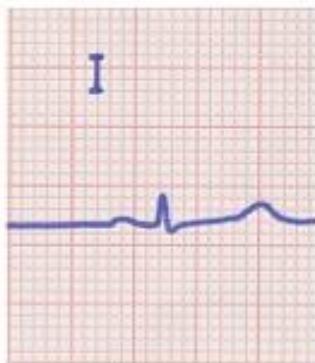
AXE DE QRS NORMAL EST ENTRE 0 ET +90°



Axe des QRS

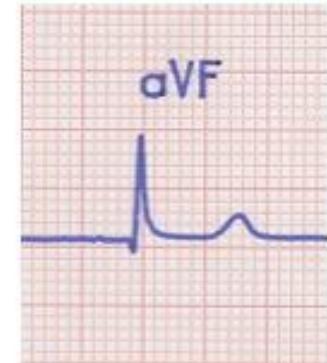
(exemple de calcul d'axe)

DI = axe Hz

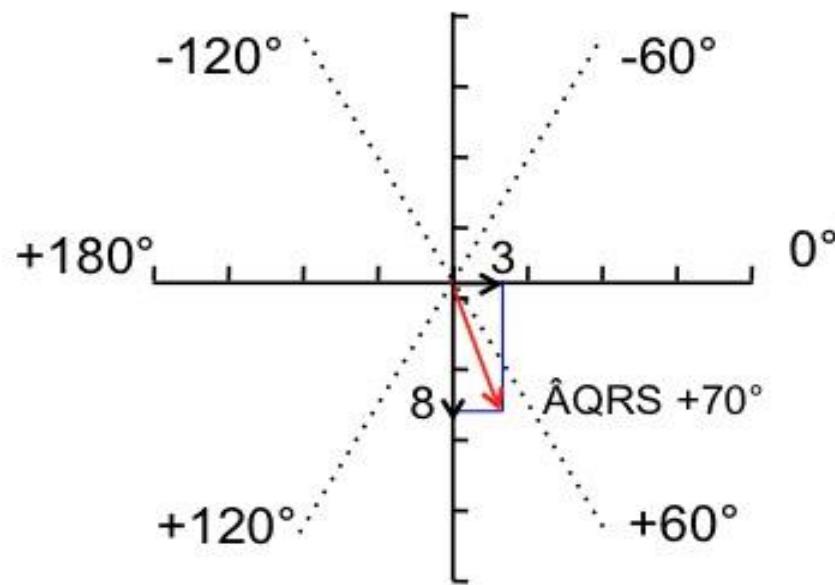


R +3

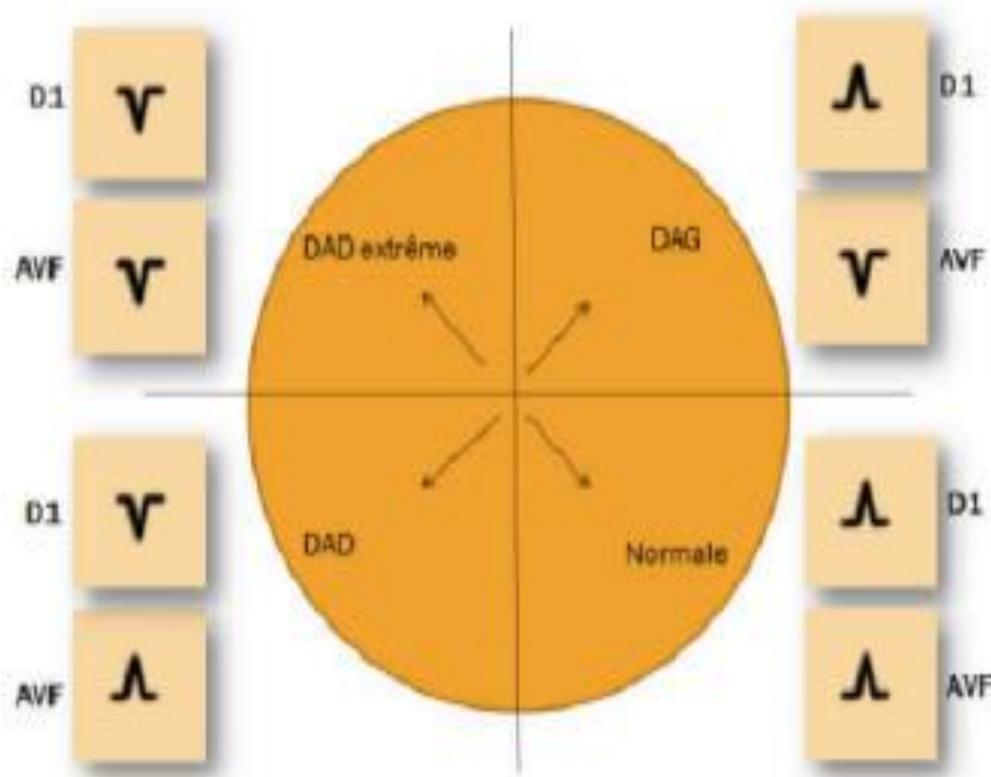
VF = axe vertical



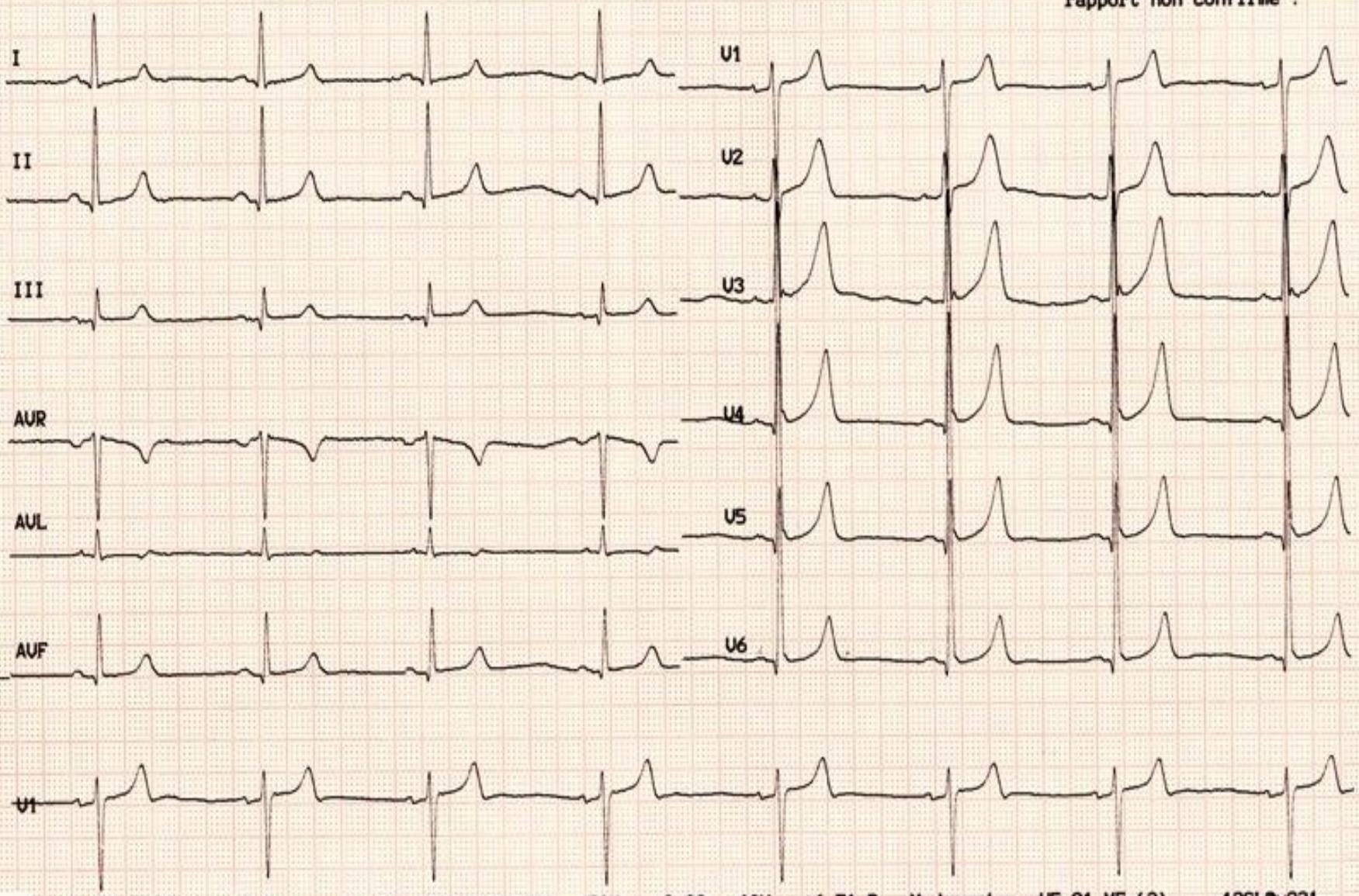
Q -1
R +9
= 8



Axe du cœur: résumé



rapport non confirmé .



■ 30.Déc.2005 15:52:51

25mm/s 10mm/mV

ADS

50Hz

0.08 - 40Hz

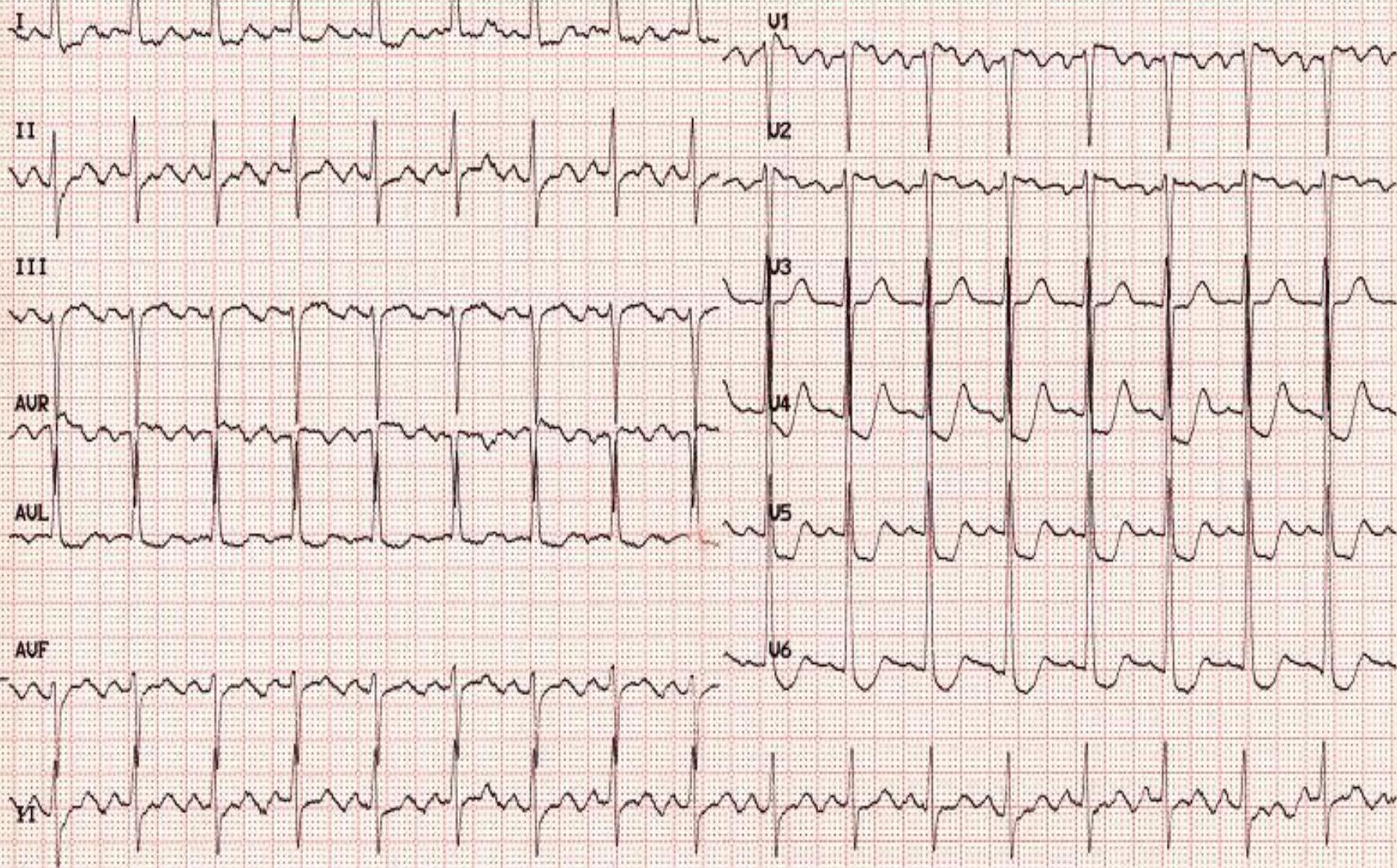
6_F1_R

Mode auto. U5.21 ME (3)

12SLBV231

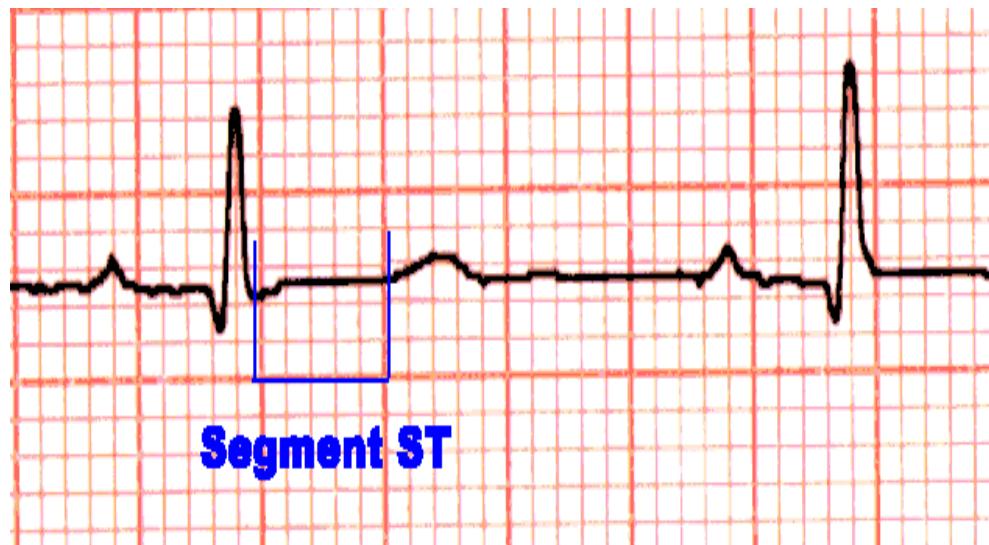
aVF

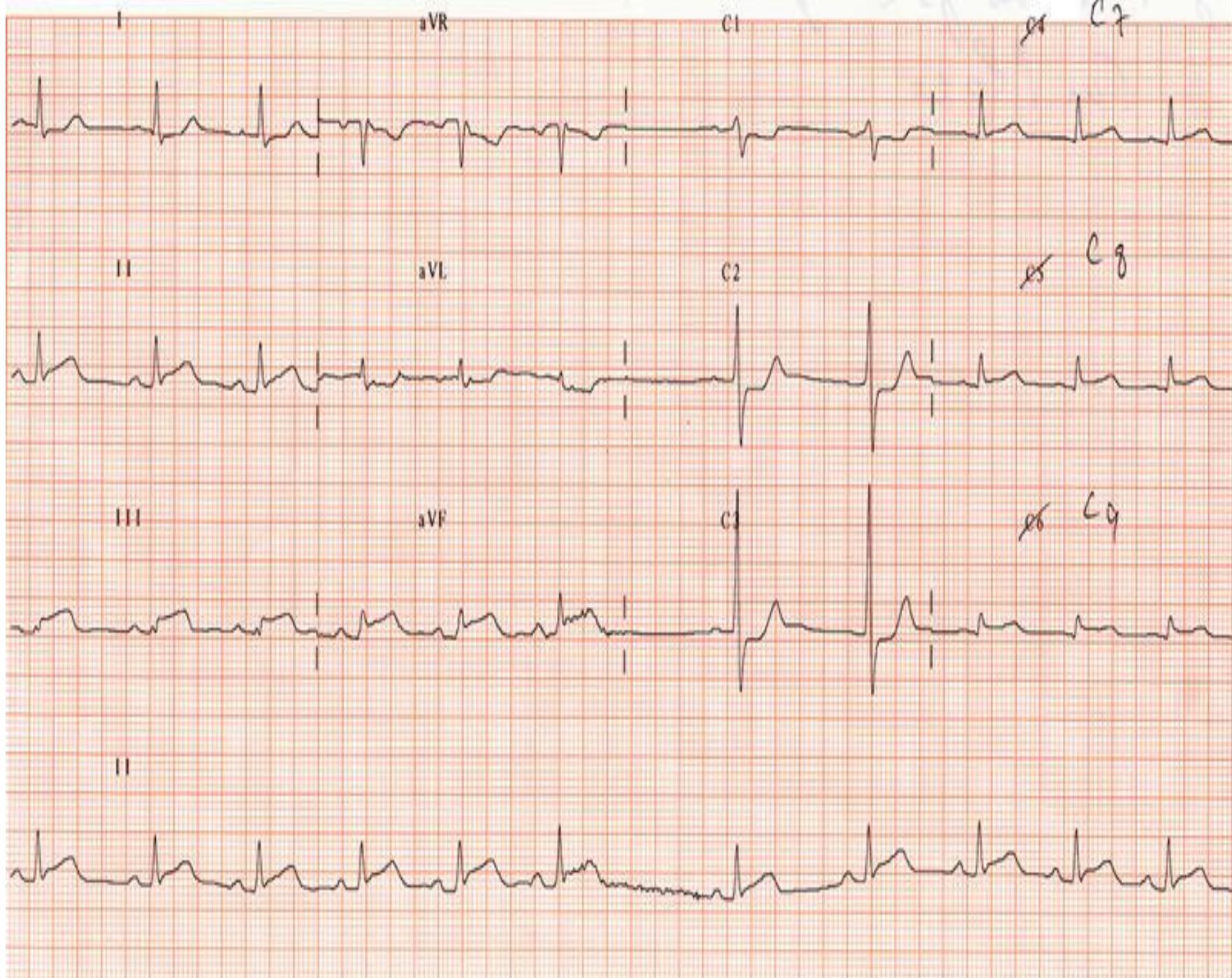
rapport non confirmé ..



6/ Segment ST :

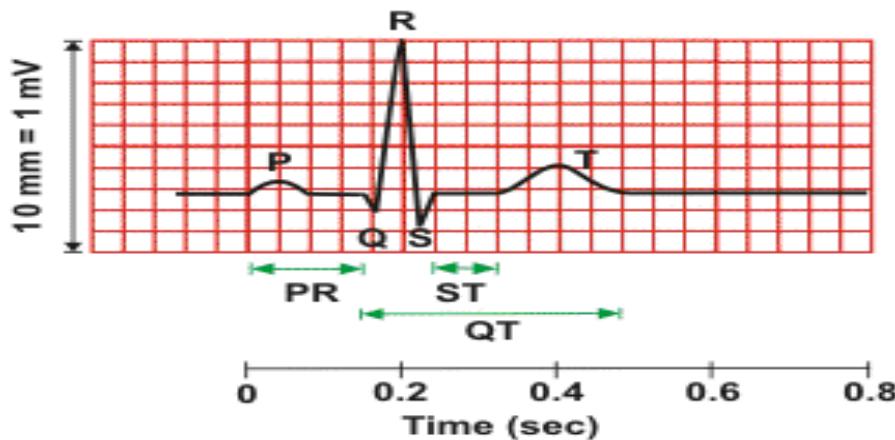
- Période d'excitation uniforme des ventricules jusqu'à la phase de récupération des ventricules.
- Se mesure de la fin de l'onde S ou R: le point J jusqu'au début de l'onde T.
- Normalement horizontal ou légèrement oblique +/- isoélectrique.





7/L'onde T :

- Période de repolarisation ventriculaire
- Elle est asymétrique, avec une branche ascendante légèrement oblique et une branche descendante plus abrupte.
- Amplitude est inférieure à 2 mm.



P wave (0.08 - 0.10 s)

QRS (0.06 - 0.10 s)

P-R interval (0.12 - 0.20 s)

Q-T_c interval (≤ 0.44 s)*

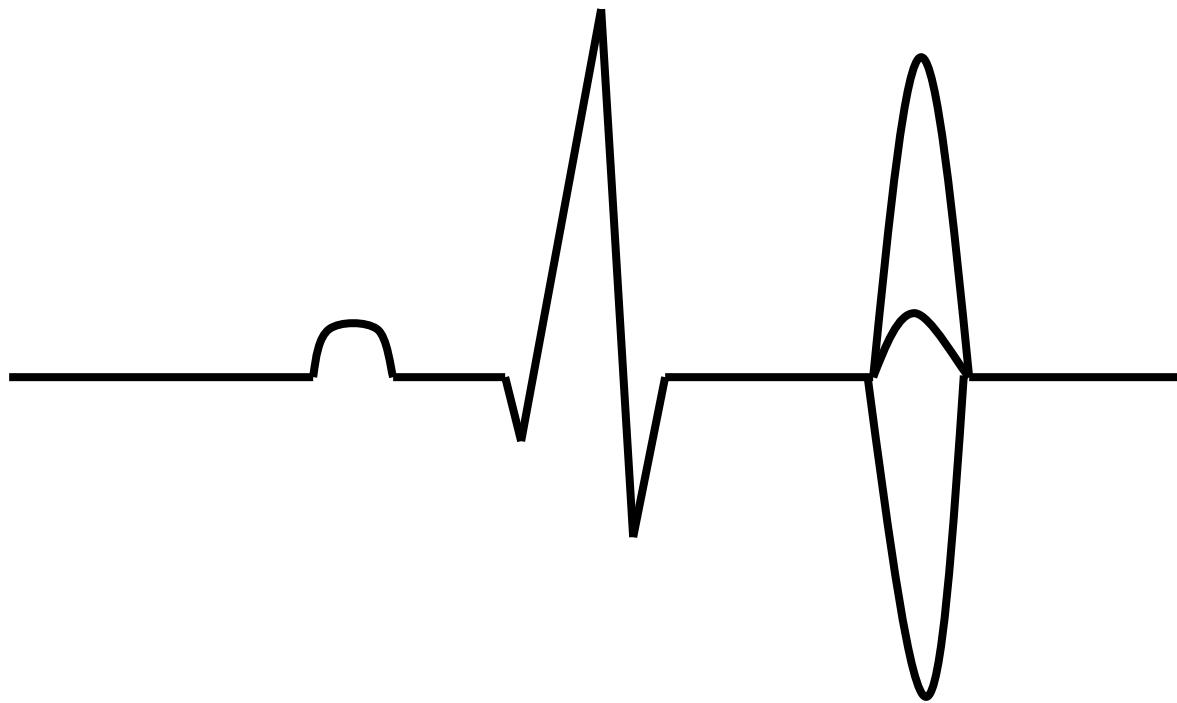
$$*Q{T_c} = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$

Parfois on constate:

***des ondes T amples et symétriques:**

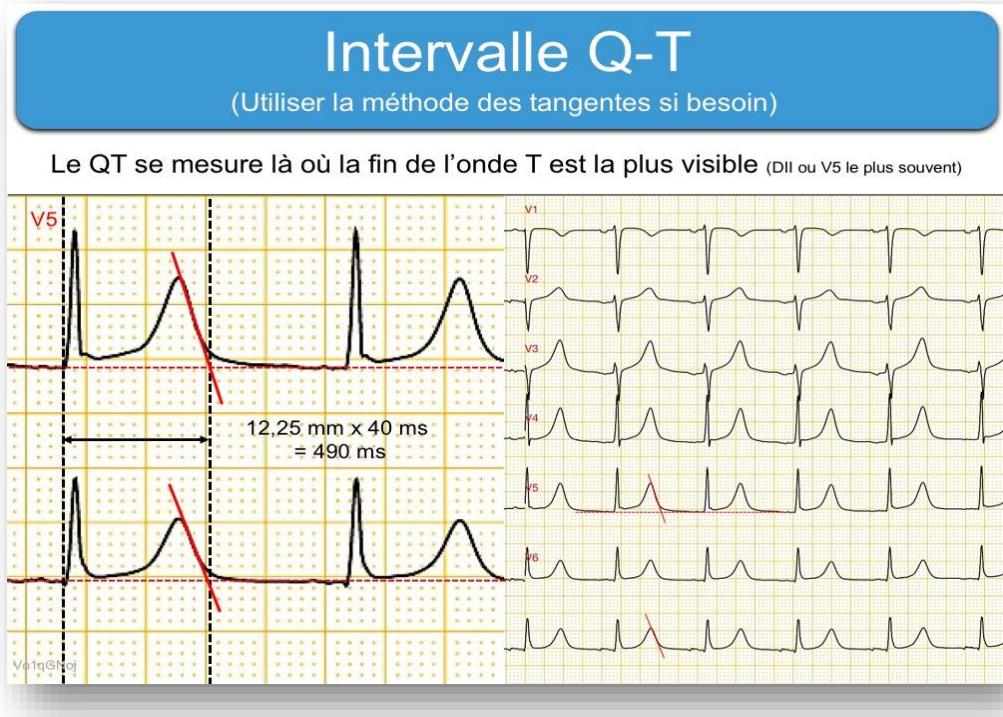
***Ischémie sous epicardique (quand T est négative)**

***Ischémie sous endocardique (quand T est positive)**



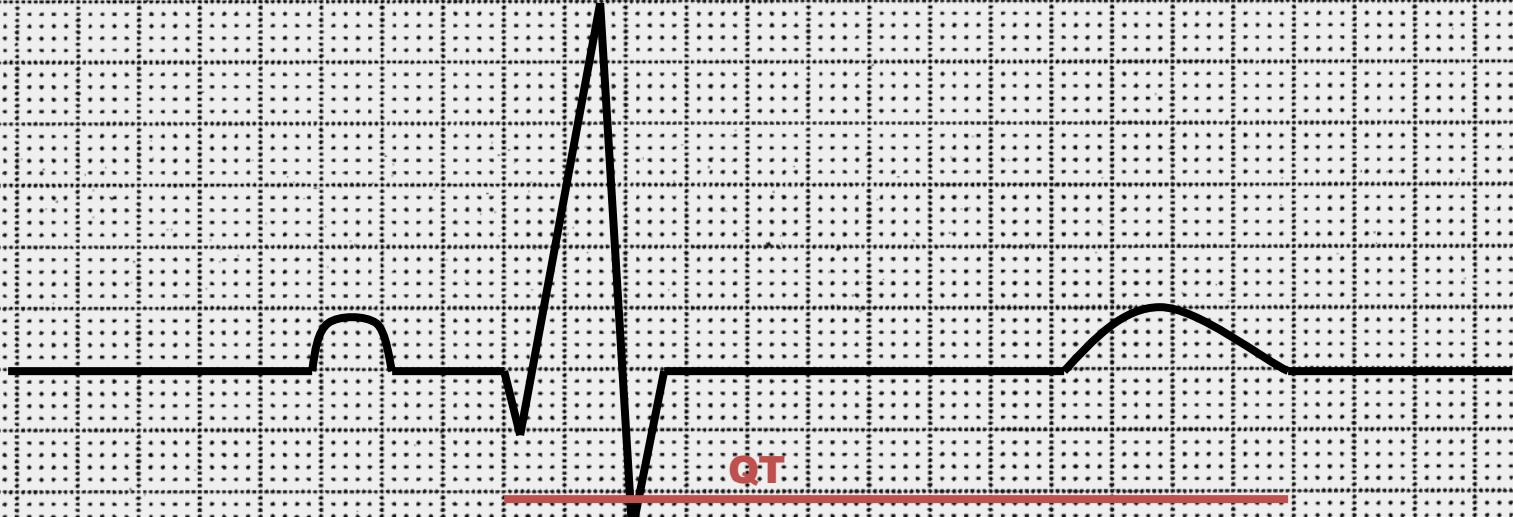
8/L'intervalle QT : C'est l'intervalle de dépolarisation (QRS), d'excitation (ST) et de repolarisation (T) des ventricules.

- **Se mesure du début du QRS jusqu'à la fin de l'onde T.**
- Diminue quand la fréquence cardiaque augmente.
- Le "QTc" se calcule soit par la formule de Bazett ($QTc = k (RR)^{1/2}$: compliqué), ou à l'aide d'une règle à ECG (simple).



Durée :

330ms > QTc long
>470 ms homme
>480 ms femme



ALLONGEMENT DU QT sup a 0.45s

HYPOKALIEMIE

HYPOCALCEMIE

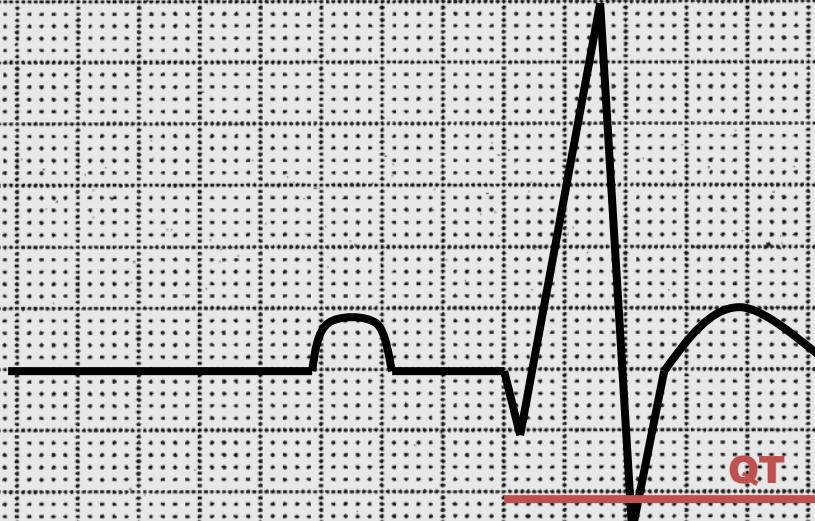
QUINIDINE, NEUROLEPTIQUES, CORDARONE

ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL

ISCHEMIE MYOCARDIQUE

SYNDROME DU QT LONG CONGENITAL



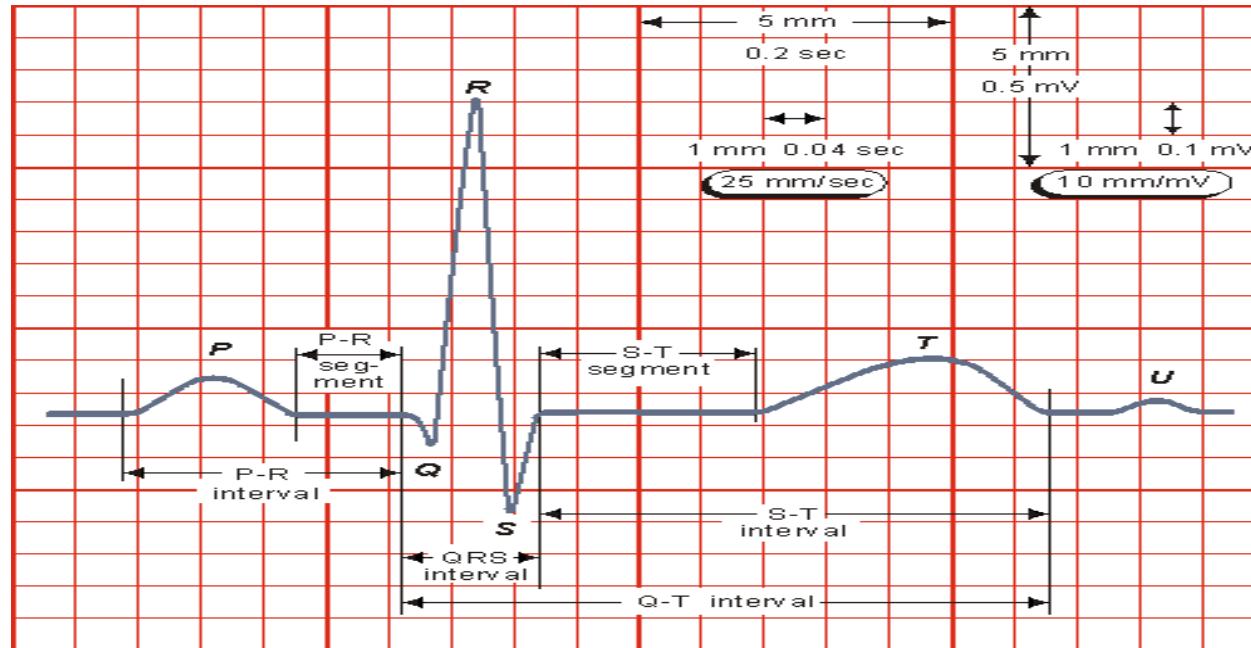


QT COURT inf à 0.33s

**HYPERKALIEMIE
DI ITALIQUES
HYPERCALCEMIE**



9/L'onde U : C'est le témoin d'une repolarisation tardive de zones myocardiques d'amplitude inscrite entre celle de l'onde P et celle de l'onde T. Elle est inférieure à $\frac{1}{4}$ de l'amplitude de l'onde T.



	<u>Rythme :</u>	<u>Fréquence :</u>	<u>Axe :</u>
<p><u>D'abord apprécier</u> <u>Aspect Général :</u> <i>Une méthode de lecture :</i></p>	Régulier ou non, Sinusal ou non	Normale, Tachycardie Bradycardie	Normal, Droit ou gauche

Puis :

<i>Lire les tracés :</i>	<u>1</u> <u>Onde P :</u>	<u>2</u> <u>Segment PR :</u>	<u>3</u> <u>Complexe QRS :</u>	<u>4</u> <u>Segment ST :</u>	<u>5</u> <u>Onde T :</u>
	Normale, Hypertrophie Auriculaire.	Normal, Bloc Auriculo- Ventriculaire.	Fin, Bloc de branche, Onde Q	Isoélectrique Courant de lésion.	Asymétrique Symérique, Ischémie.

Les 10 critères d'un ECG normal

1. L'**onde P** est de type sinusal (positive en DI-DII-VF, amplitude en DII \leq 2,5 mm, durée $< 0,12$ s)
2. L'**intervalle P-R** est isoélectrique, de durée normale (0,12 – 0,20 sec) et constante
3. La **fréquence** des QRS est comprise entre 60 et 100/mn
4. L'**axe du cœur est compris** entre 0 et 90° (**QRS** positifs en DI-DII-VF)
5. Les **complexes QRS** sont fins ($\leq 0,11$ sec) ; aucun **indice d'hypertrophie** n'est positif
6. En **dérivation V1** l'aspect des QRS est rS et en **dérivation V6** l'aspect est qR; l'**onde R** croît de V1 à V4 (< 25 mm) puis décroît jusqu'en V6.
7. Il n'y a pas d'**onde Q**, mais il existe une micro onde q en V5-V6 et il peut exister une micro onde q fine en frontales
8. Le **segment JT** est isoélectrique au **segment PQ**
9. L'**onde T** est positive (sauf en VR et V1 et parfois en DIII-VF-VL si le QRS est négatif), asymétrique et non ample ($T < R$ sauf parfois en V2 et/ou V3)
- 10.

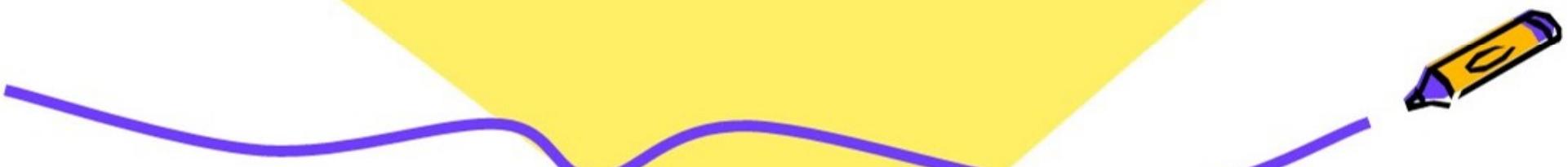
Calibrage : 25 mm/s et 1 mV = 10 mm

MERCI



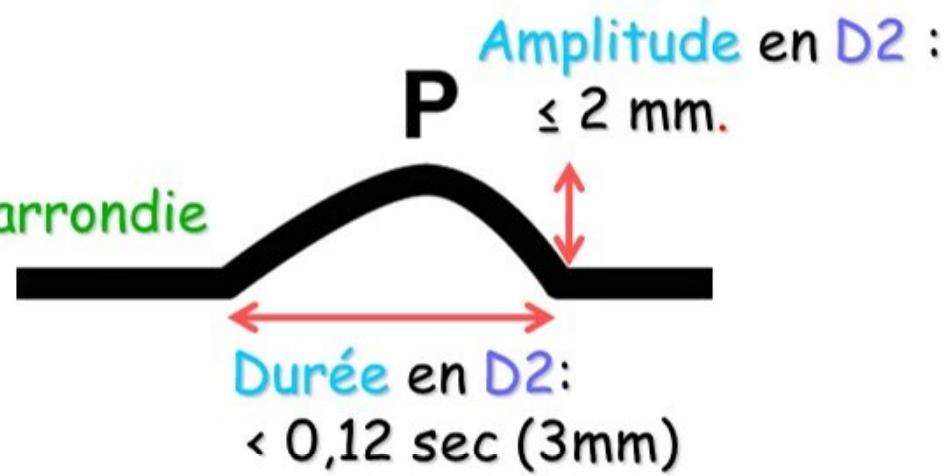
Les hypertrophie

Pr Djellaoudji , Setif, 2023

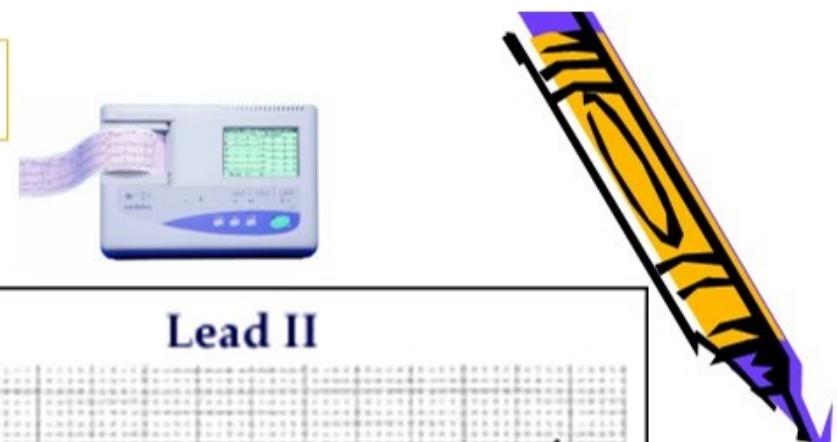


Onde P :

➤ Elle est de forme arrondie



Onde P: \geq 0,12 sec en D2



➤ HAG

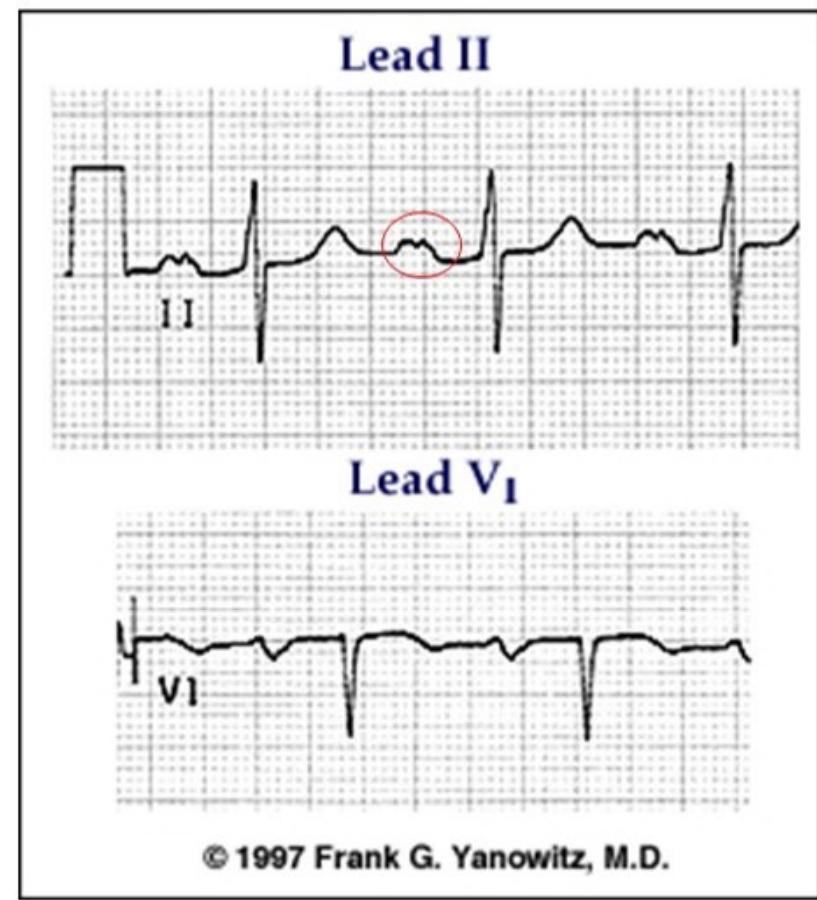
(Hypertrophie auriculaire gauche)

En DII : Onde P Bifide

- > 40 ms entre les deux pics
- Durée total P > 110 ms

en V1 : Onde P biphasique

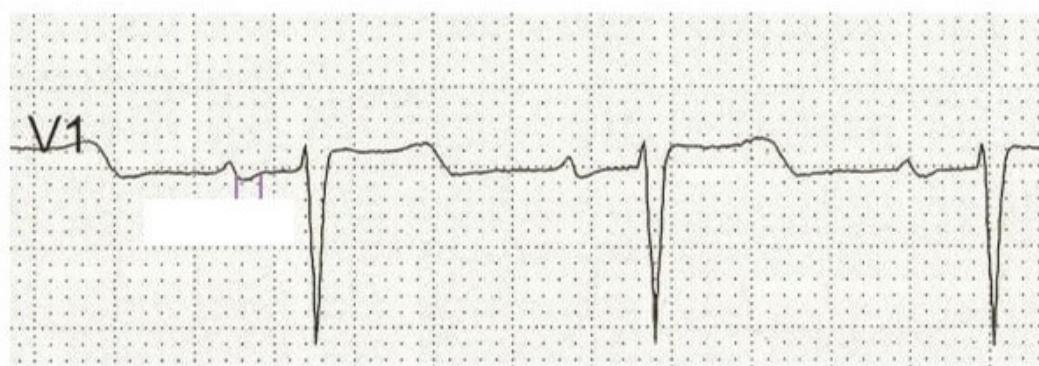
- durée de la partie terminale négative > 40 ms
- amplitude de la partie terminale négative > 1mm



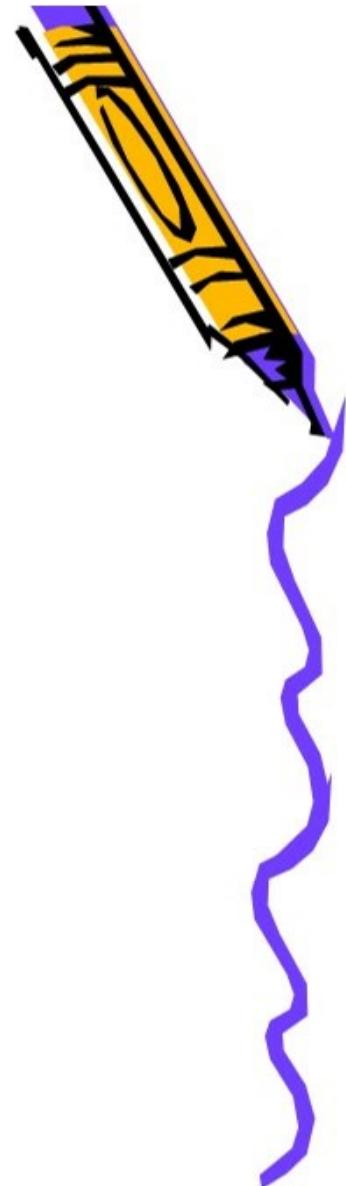
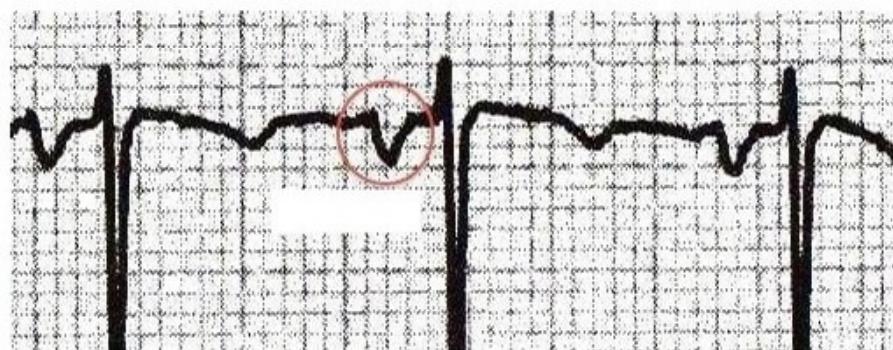
Broad (>110ms), bifid P wave in lead II
(P mitrale)
with > 40ms between the peaks

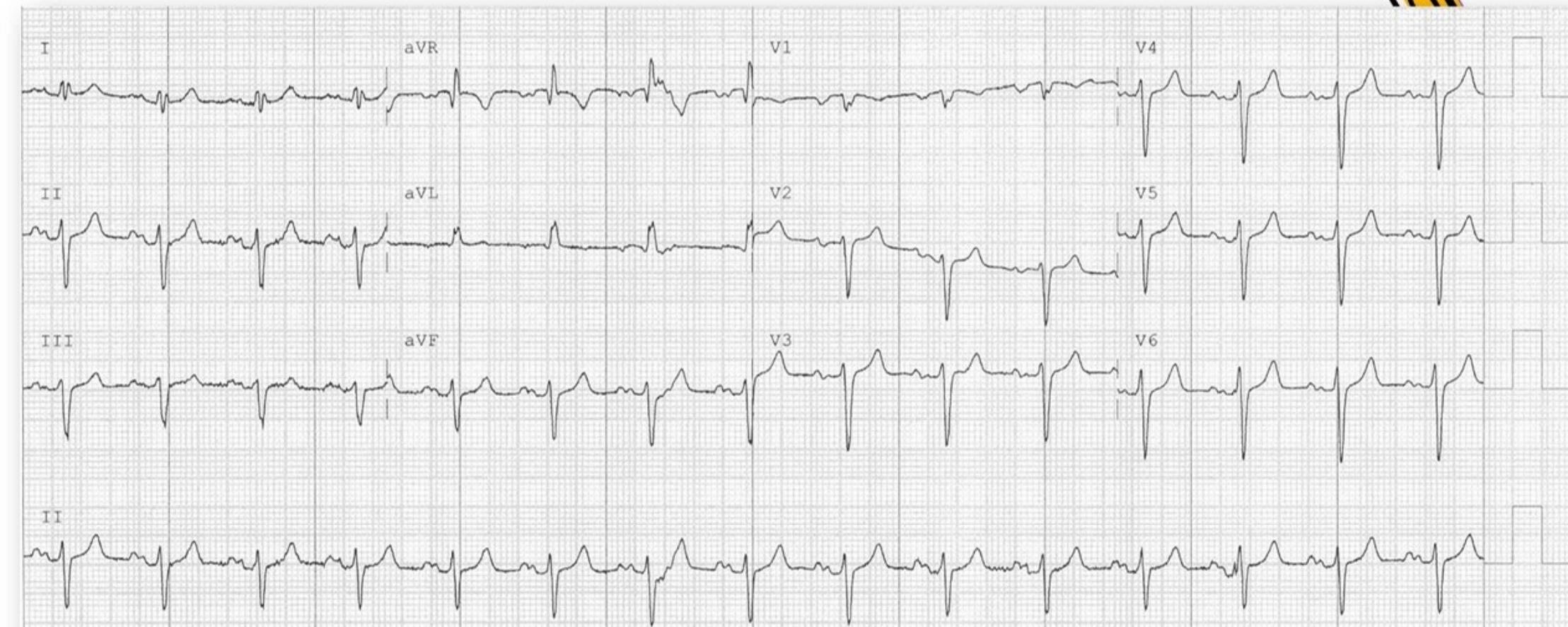


P wave terminal portion > 40 ms
duration in V



P waves with terminal portion > 1mm
deep in V1





Device: MX-006

Speed: 25 mm/sec

Limb: 10 mm/mV

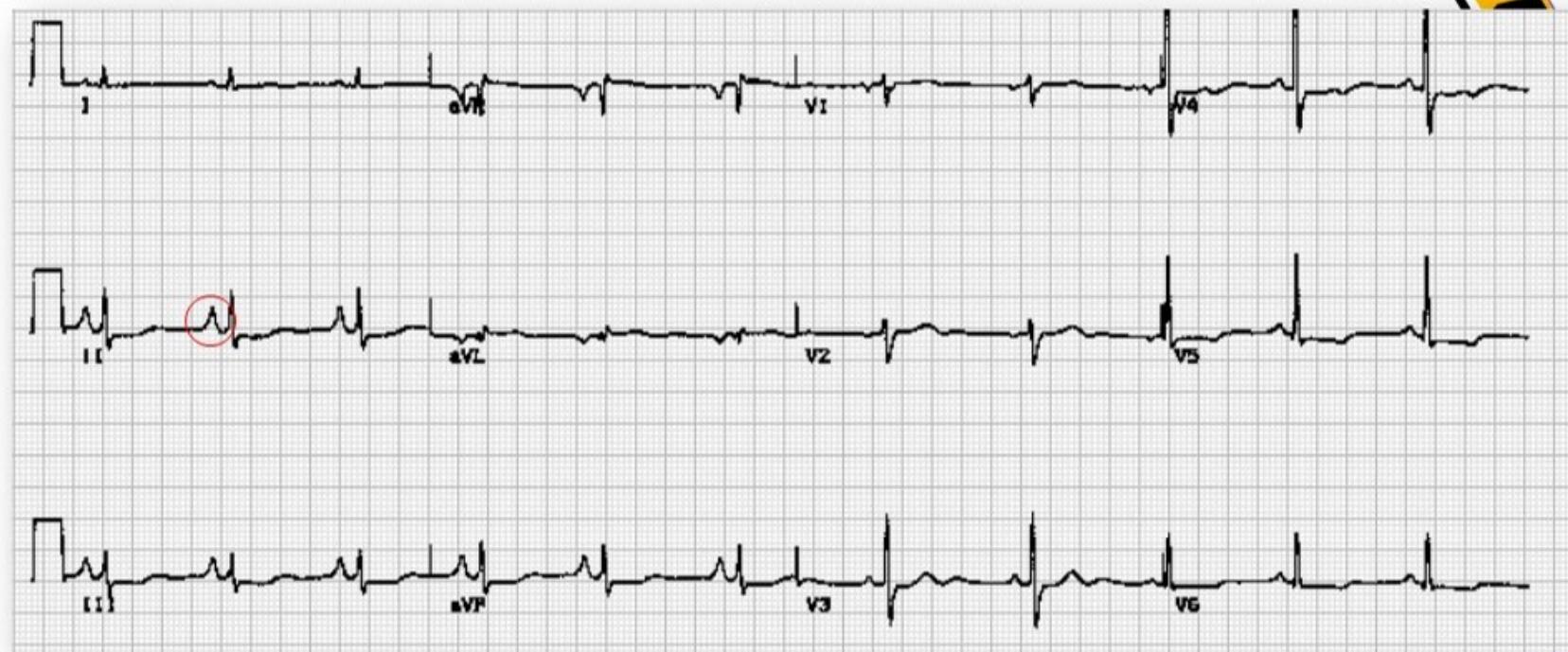
Chest: 10 mm/mV

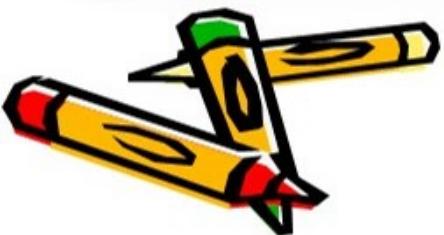
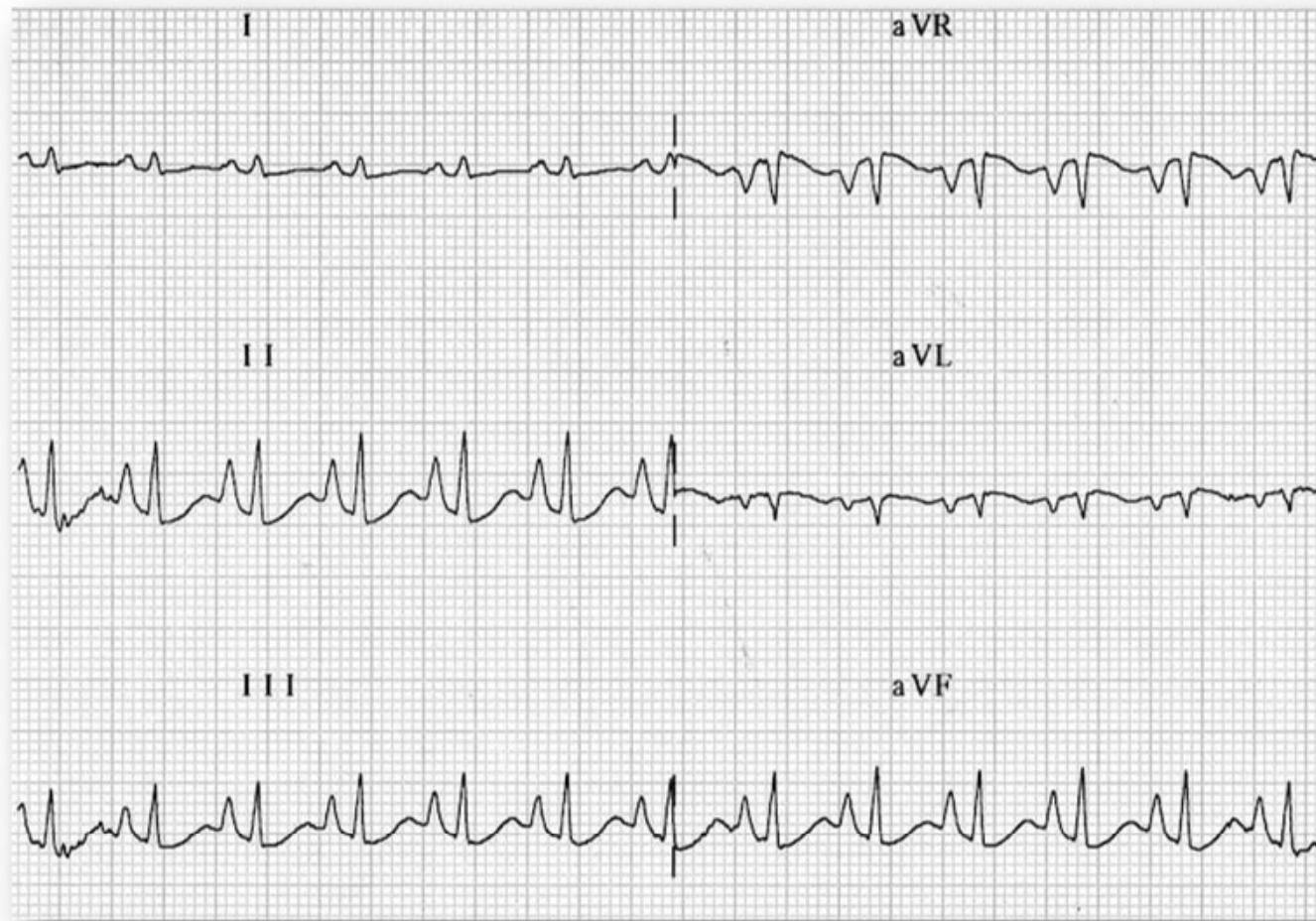
50~ 0.05-150 Hz PH110C BC P?

Onde P : >2,5 mm en D2 .

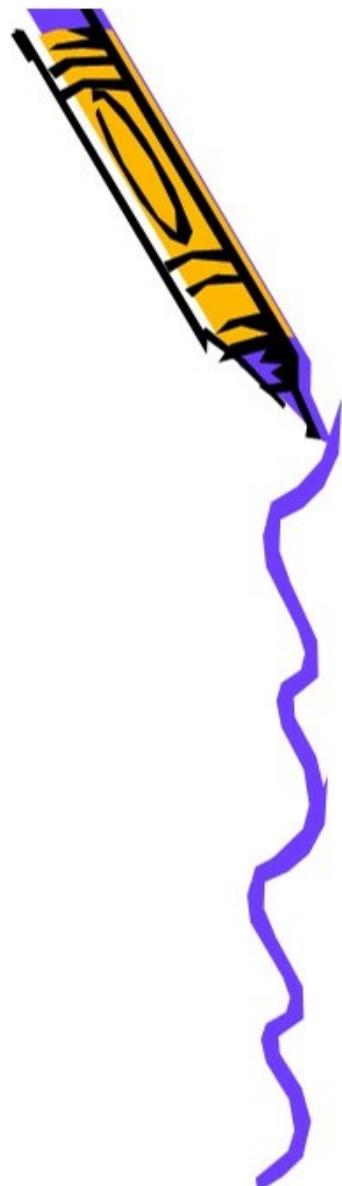
➤ HAD (Hypertrophie auriculaire droite)

- > 2.5 mm en DII, DIII AVF
- > 1.5 mm in V1 and V2

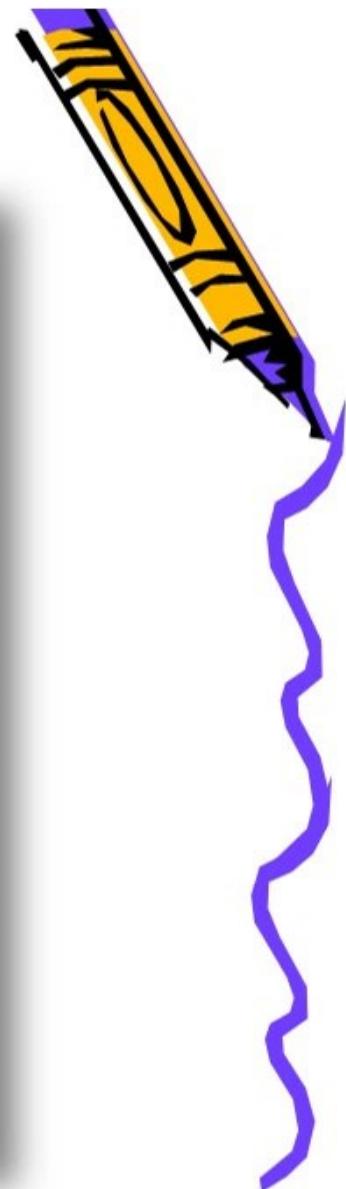
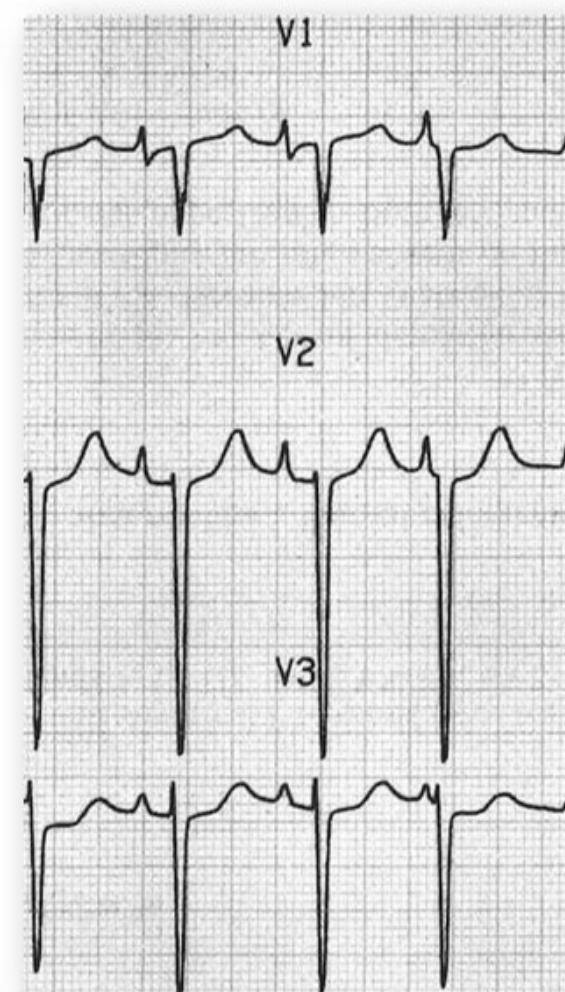
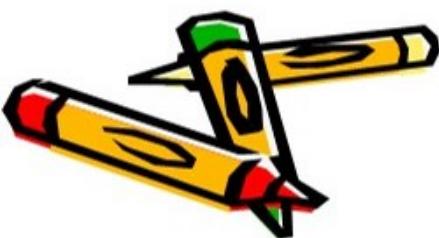




- Right atrial enlargement: P pulmonale
- P wave amplitude > 2.5mm in leads II, III and aVF

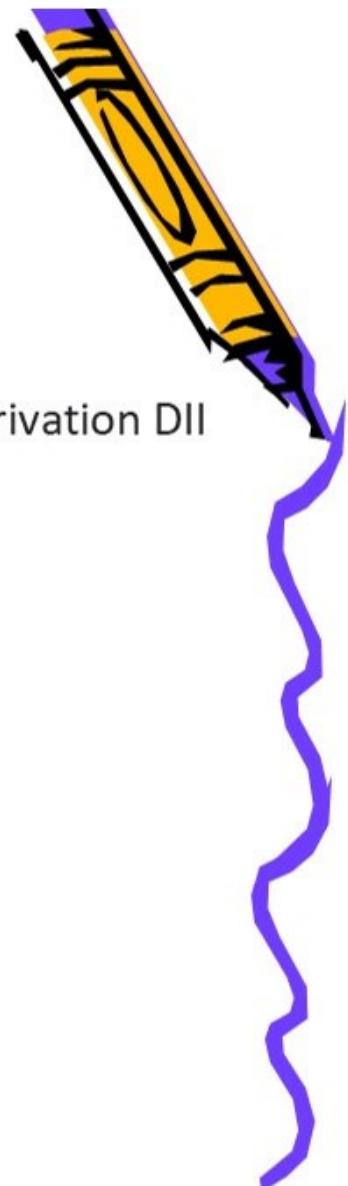
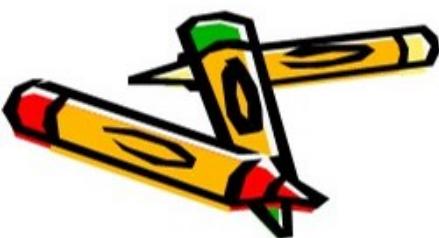


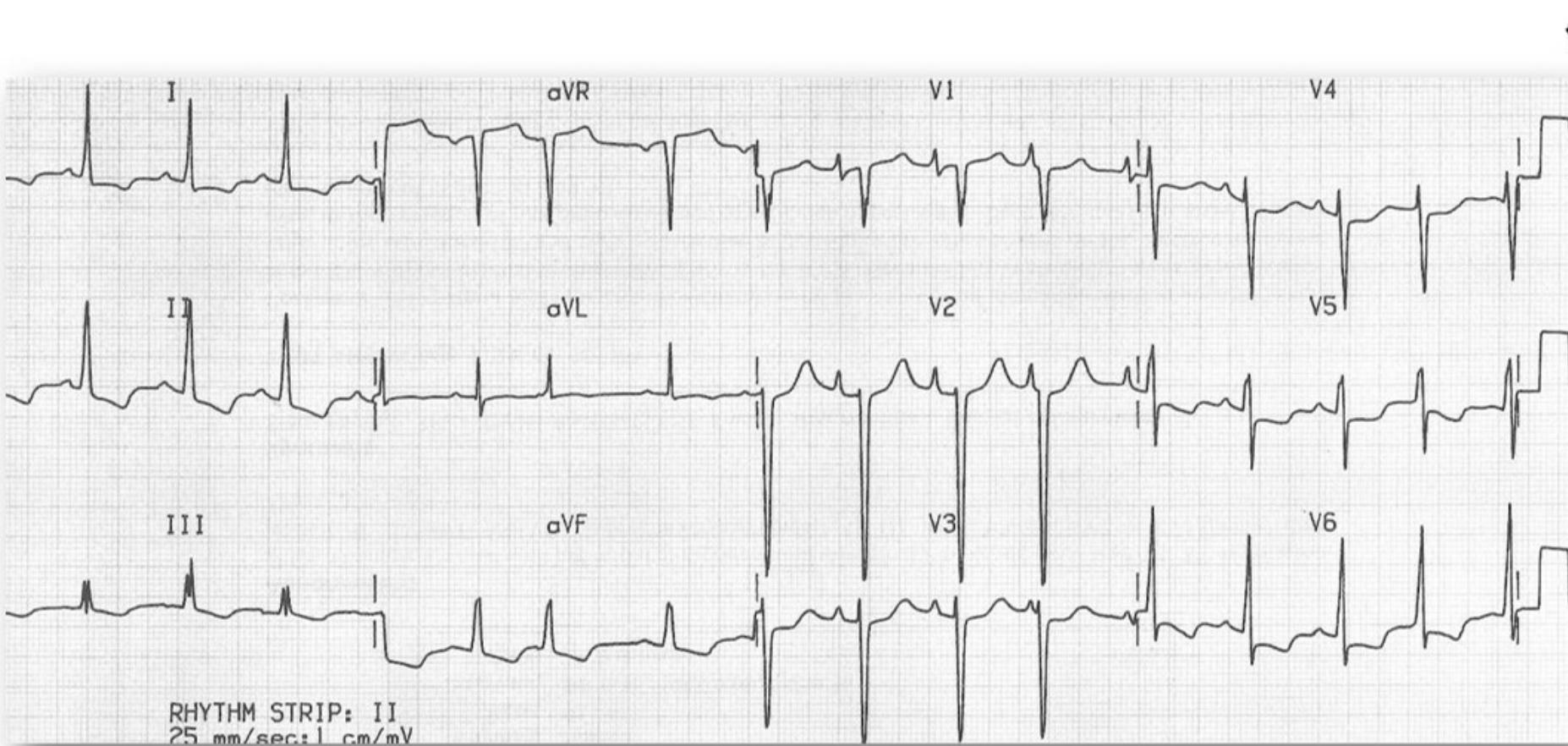
- Right atrial enlargement: P wave amplitude > 1.5 mm in V1 and V2



Hypertrophie biauriculaire

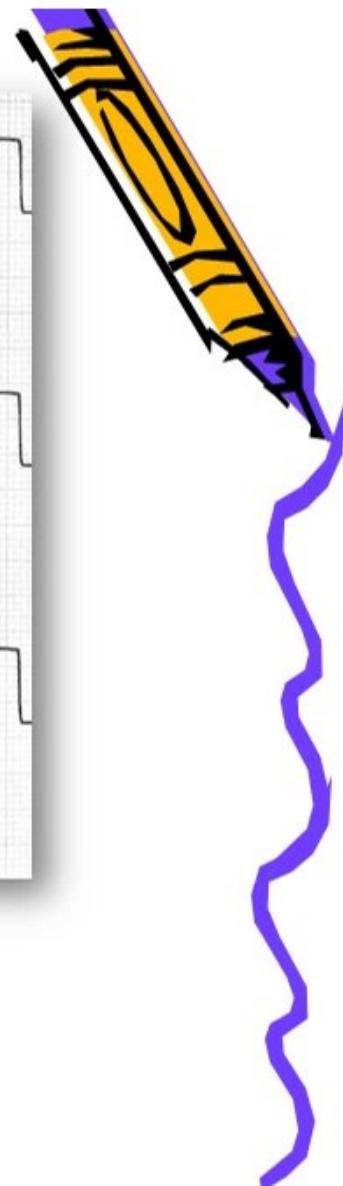
diagnostiquée lorsque les critères d'HAD et HAG sont présents sur le même ECG dans la dérivation DII et V1

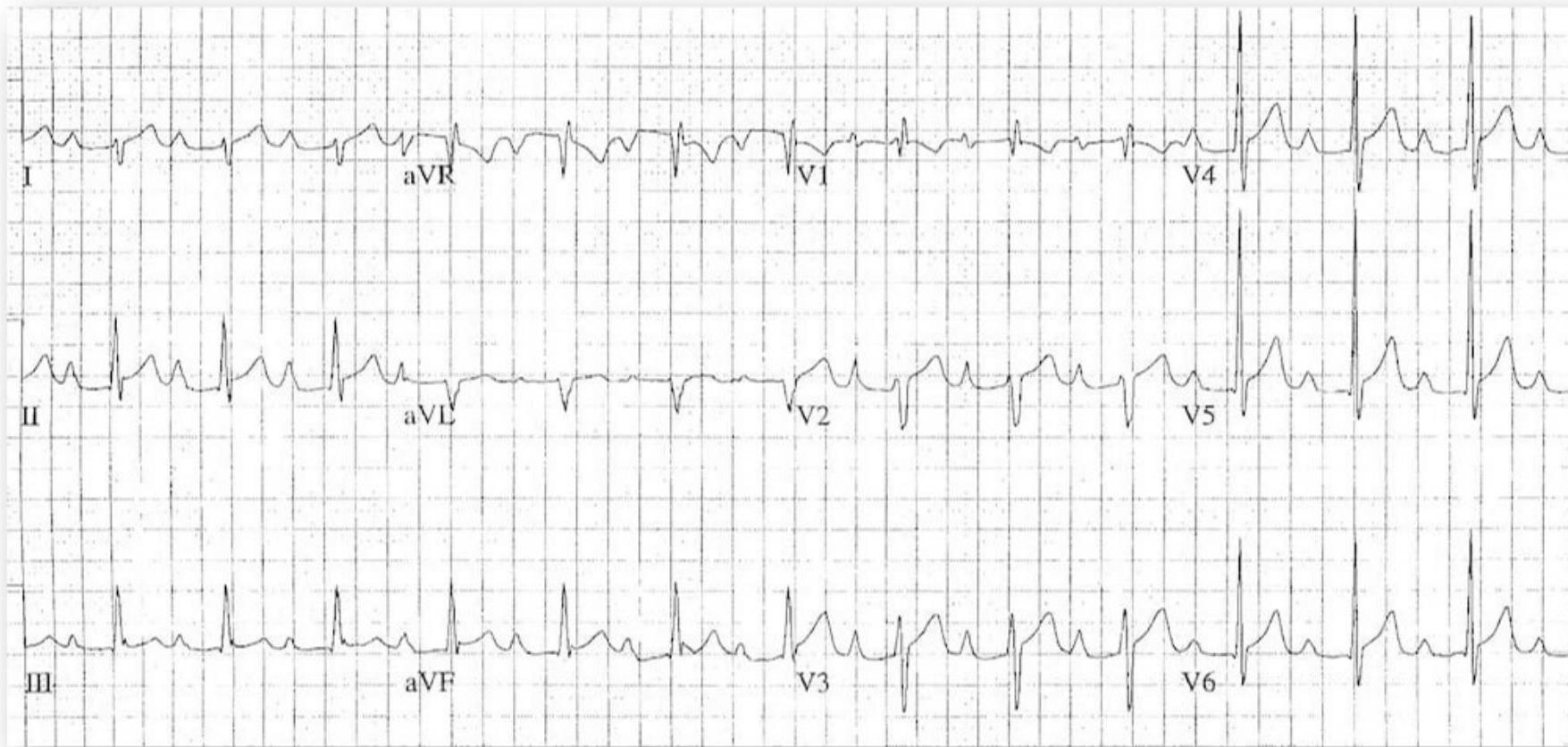




Biphasic P waves in V1 with

- a very tall positive deflection (almost 3 mm in height!)
- and a negative deflection that is both deep (> 1 mm) and wide (> 40 ms)

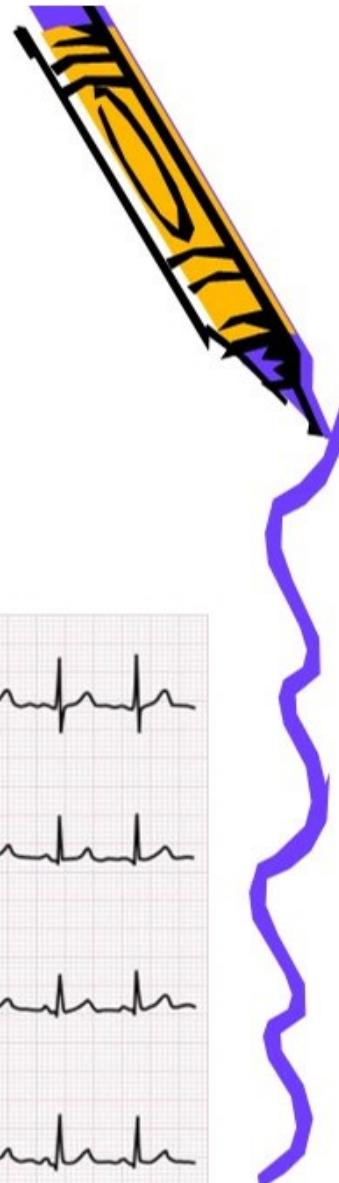




Btrial enlargement:

- P waves in lead II are tall ($> 2.5\text{mm}$) *and* wide ($> 120\text{ ms}$).
- P waves in V2 are tall ($> 1.5\text{ mm}$), while the terminal negative portion of V1 is deep ($> 1\text{mm}$) and wide ($> 40\text{ ms}$)



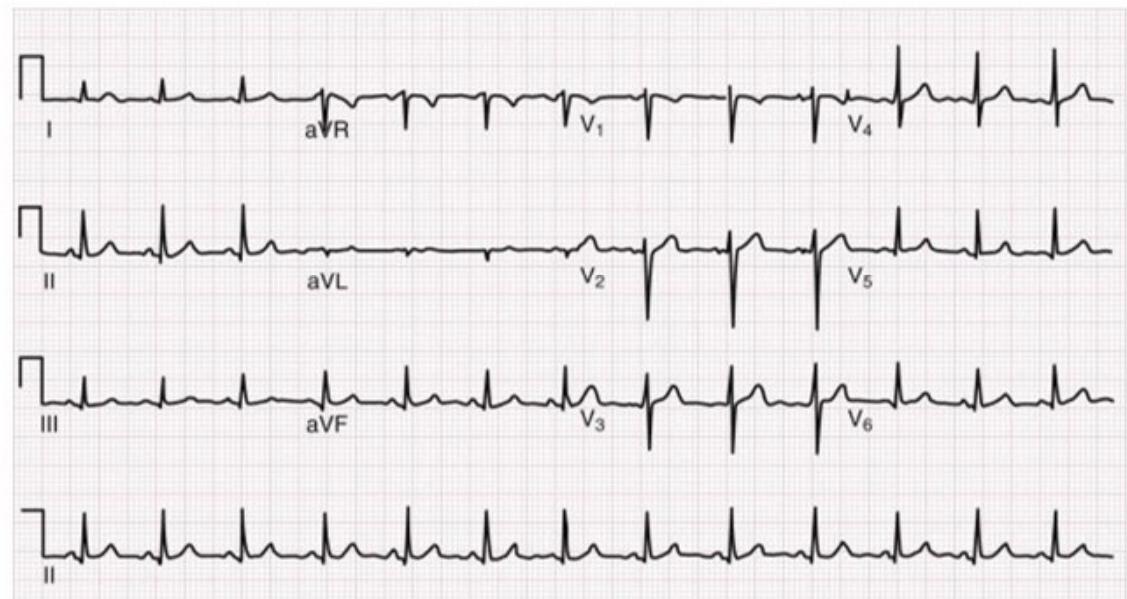
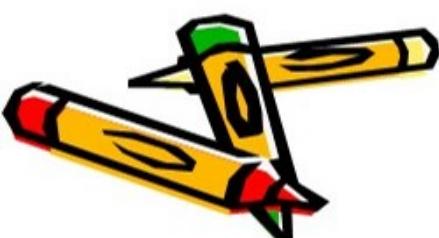


Hypertrophie ventriculaire droite: HVD

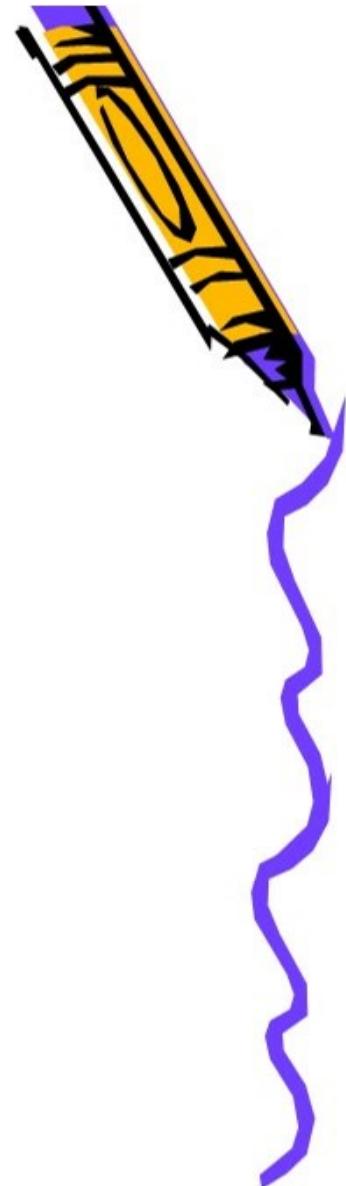
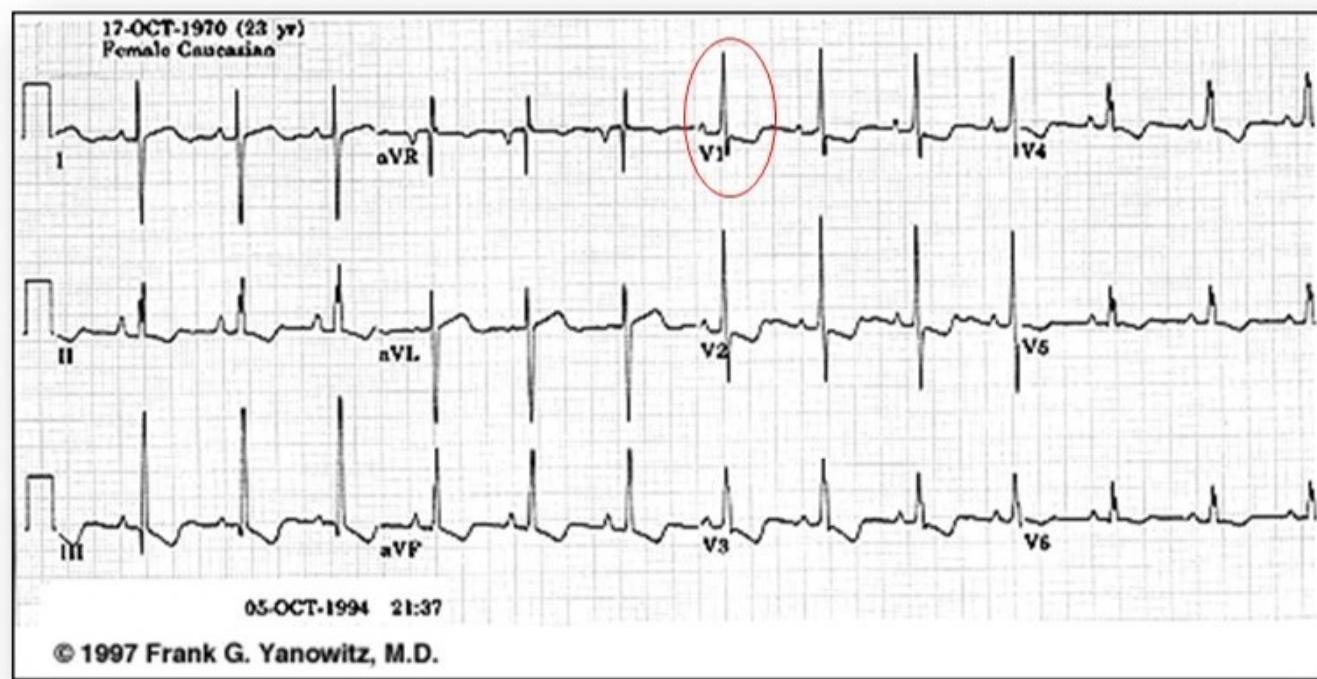
- Déviation axiale droite $\geq +110^\circ$
- Onde R dominant en V1 (> 7 mm ou rapport R/S > 1 mm)
- Onde S dominante en V5 ou V6 (> 7 mm de profondeur ou rapport R/S < 1).
- la somme de l'onde R en V1 et l'onde S en V5 / V6 $> 10,5$ mm (Sokolow-Lyon).

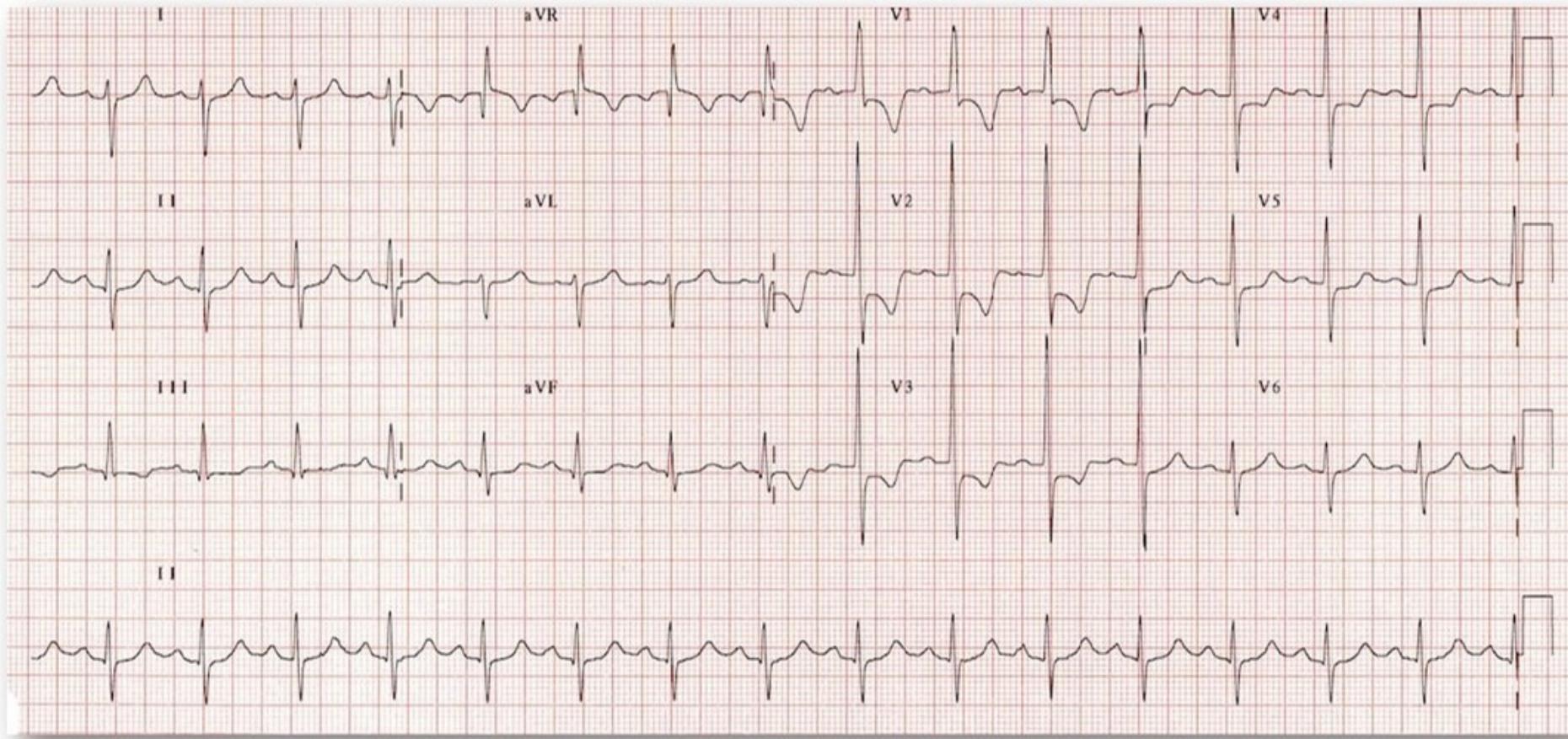
Critères de renforcement :

- L'Hypertrophie auriculaire droite
- L'inversion de l'onde T dans V2 / V3



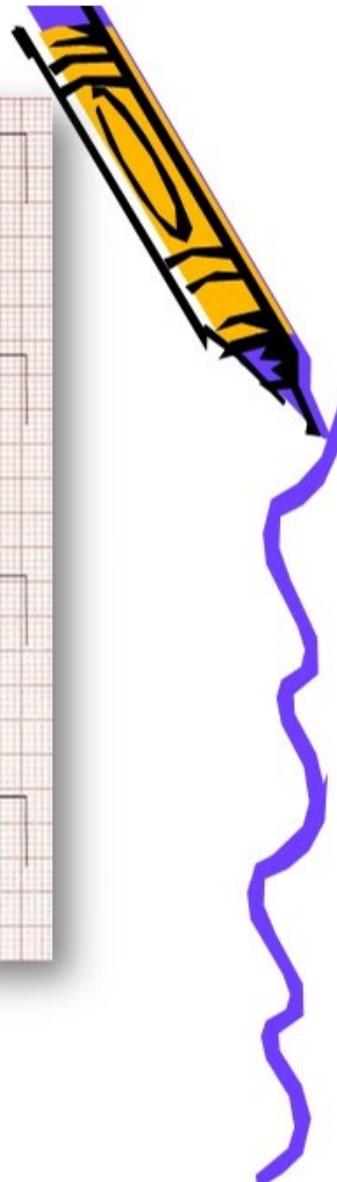
- Un rapport R/S: > 1 en V1: **HVD**

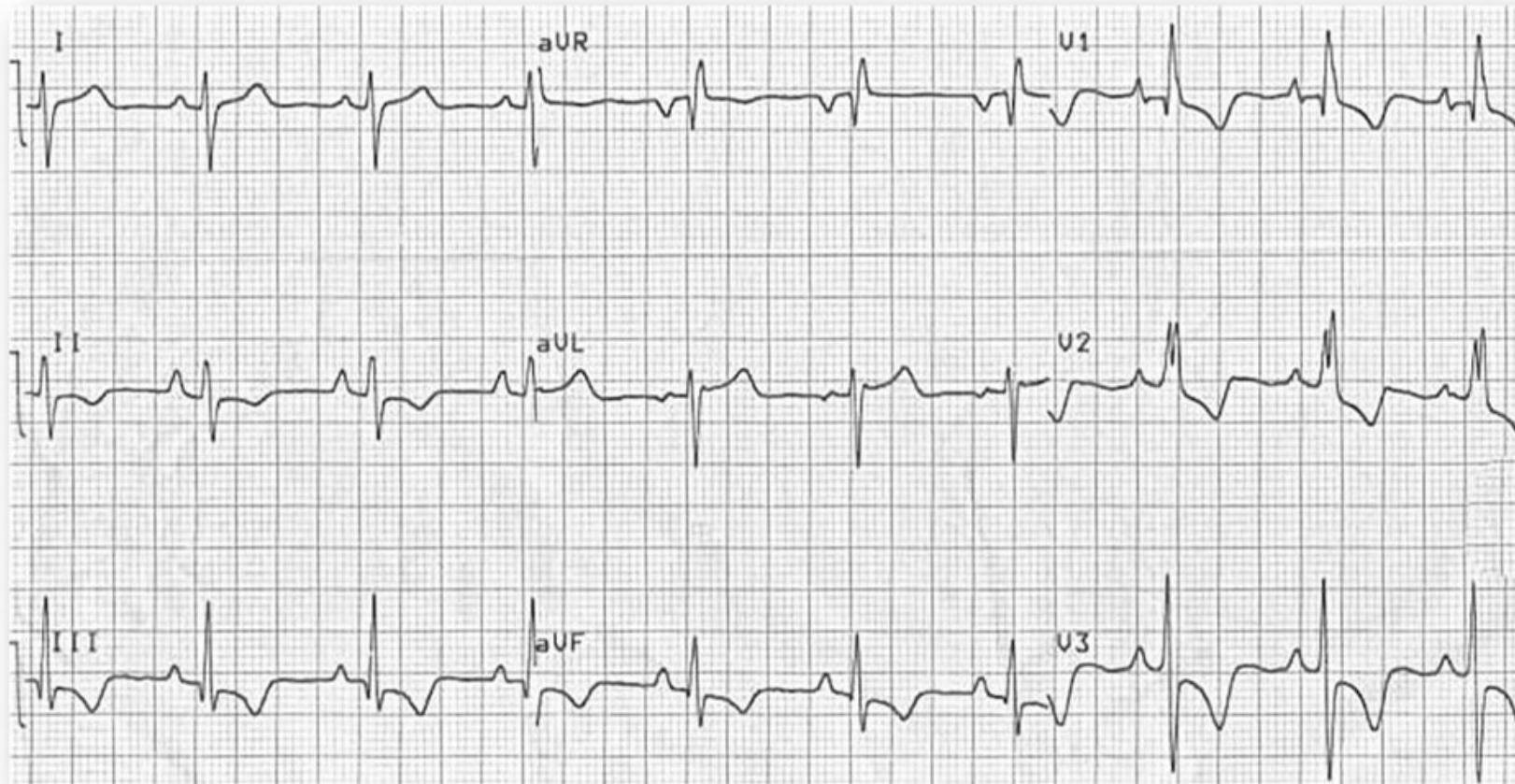




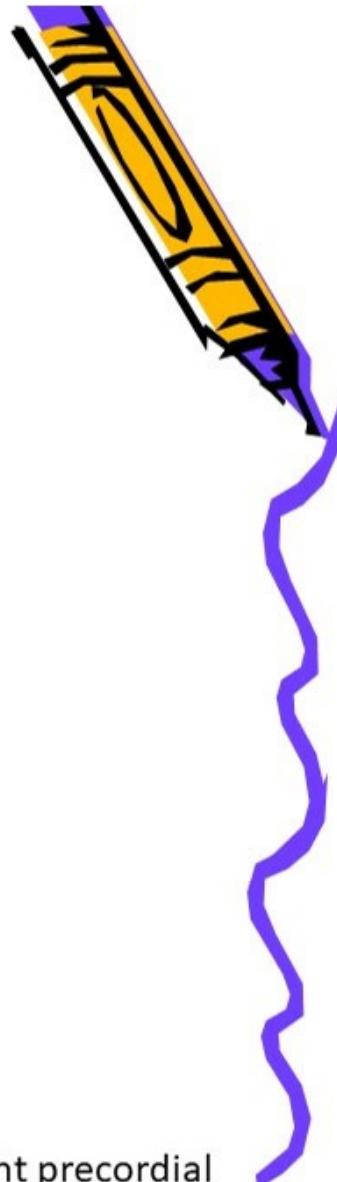
Typical appearance of RVH:

- Right axis deviation (+150 degrees).
- Dominant R wave in V1 (> 7 mm tall; R/S ratio > 1)
- Dominant S wave in V6 (> 7 mm deep; R/S ratio < 1).
- Right ventricular strain pattern with ST depression and T-wave inversion in V1-4





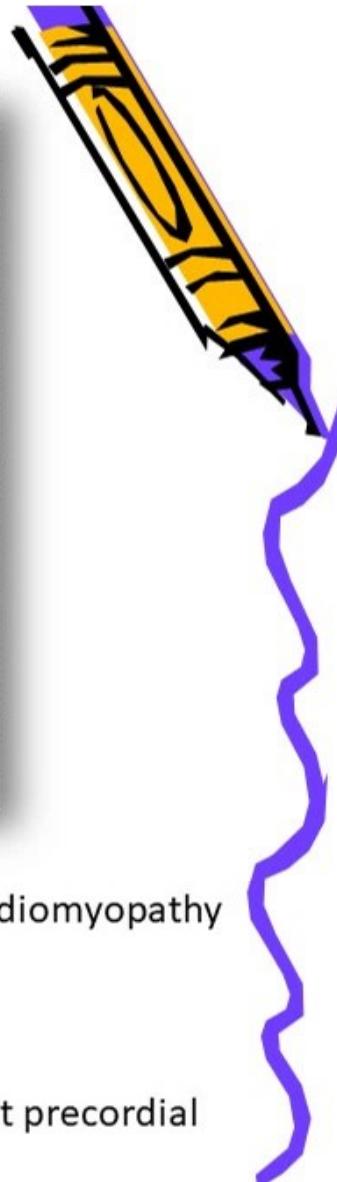
- Right axis deviation (+150 degrees)
- Dominant R wave in V1 (> 7 mm tall)
- P pulmonale (P wave in lead II > 2.5 mm)
- Incomplete RBBB
- Right ventricular strain pattern with T-wave inversion and ST depression in the right precordial (V1-3) and inferior (II, III, aVF) leads



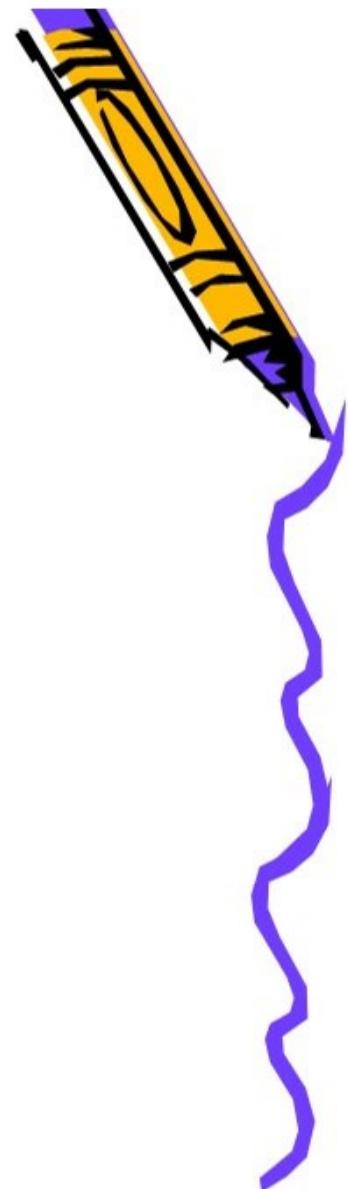


Right ventricular hypertrophy in a patient with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy (ARVC):

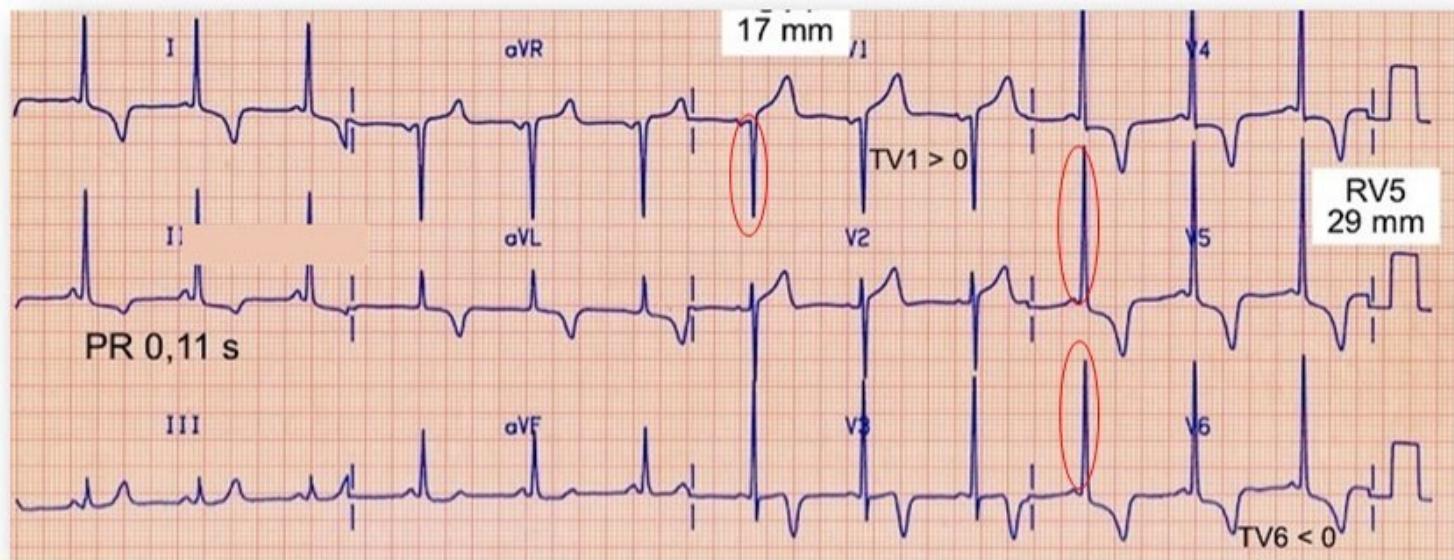
- Right axis deviation.
- R/S ratio in V1 > 1
- Right ventricular strain pattern with T-wave inversion and ST depression in the right precordial (V1-3) and inferior (II, III, aVF) leads



Hypertrophie ventriculaire Gauche:
HVG



- L'indice de Sokolow-Lyon: (S en $V_1 + R$ en V_5 ou en V_6)



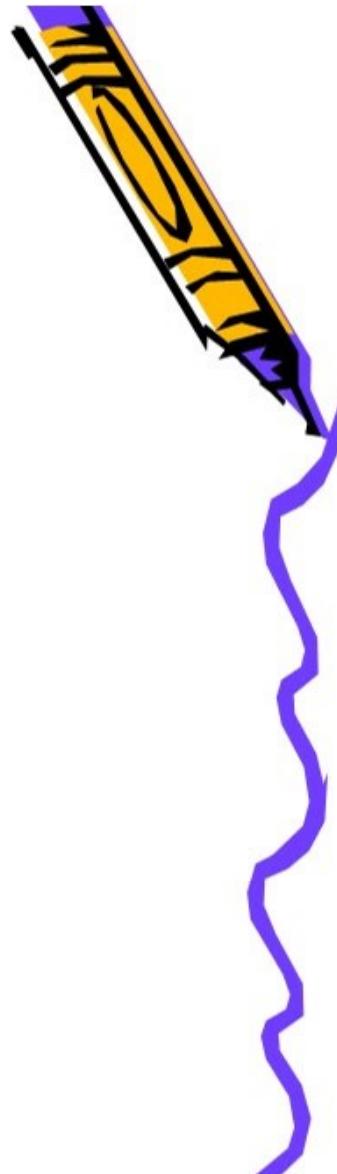
> 45 mm avant 50 ans

> 35 mm après 50 ans

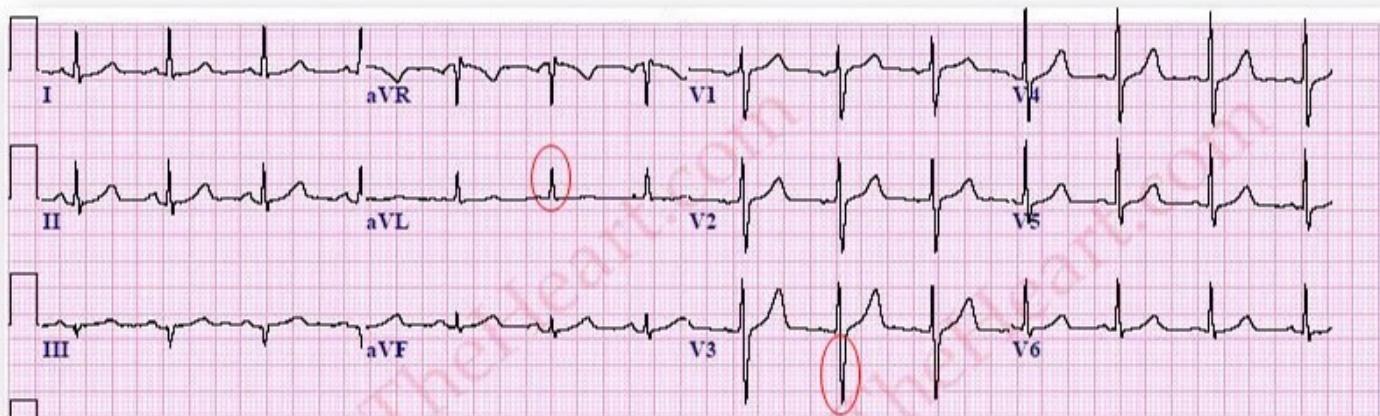


> 40 mm avant 15 ans

> 35 mm après 15 ans



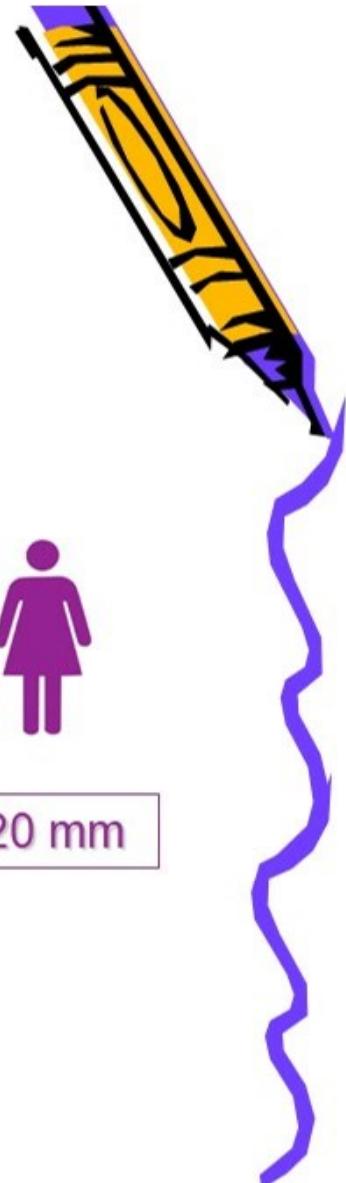
- L'indice de Cornell : (S en V3 + R en AVL)



$\geq 28 \text{ mm}$

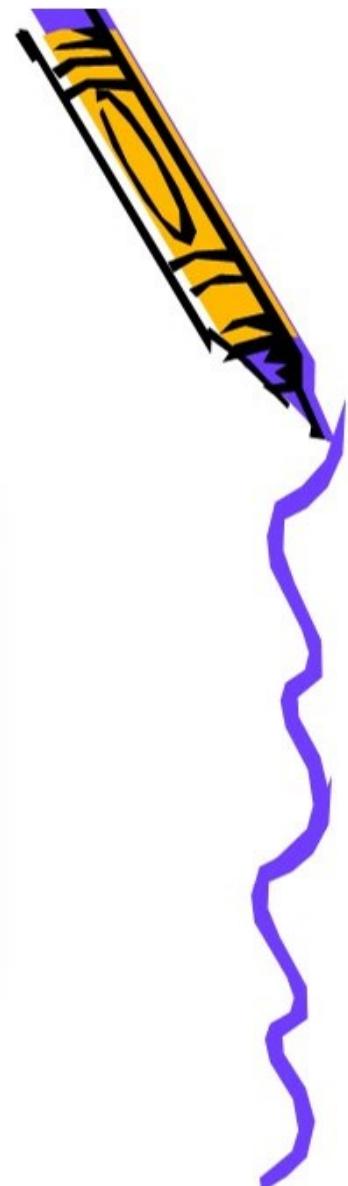


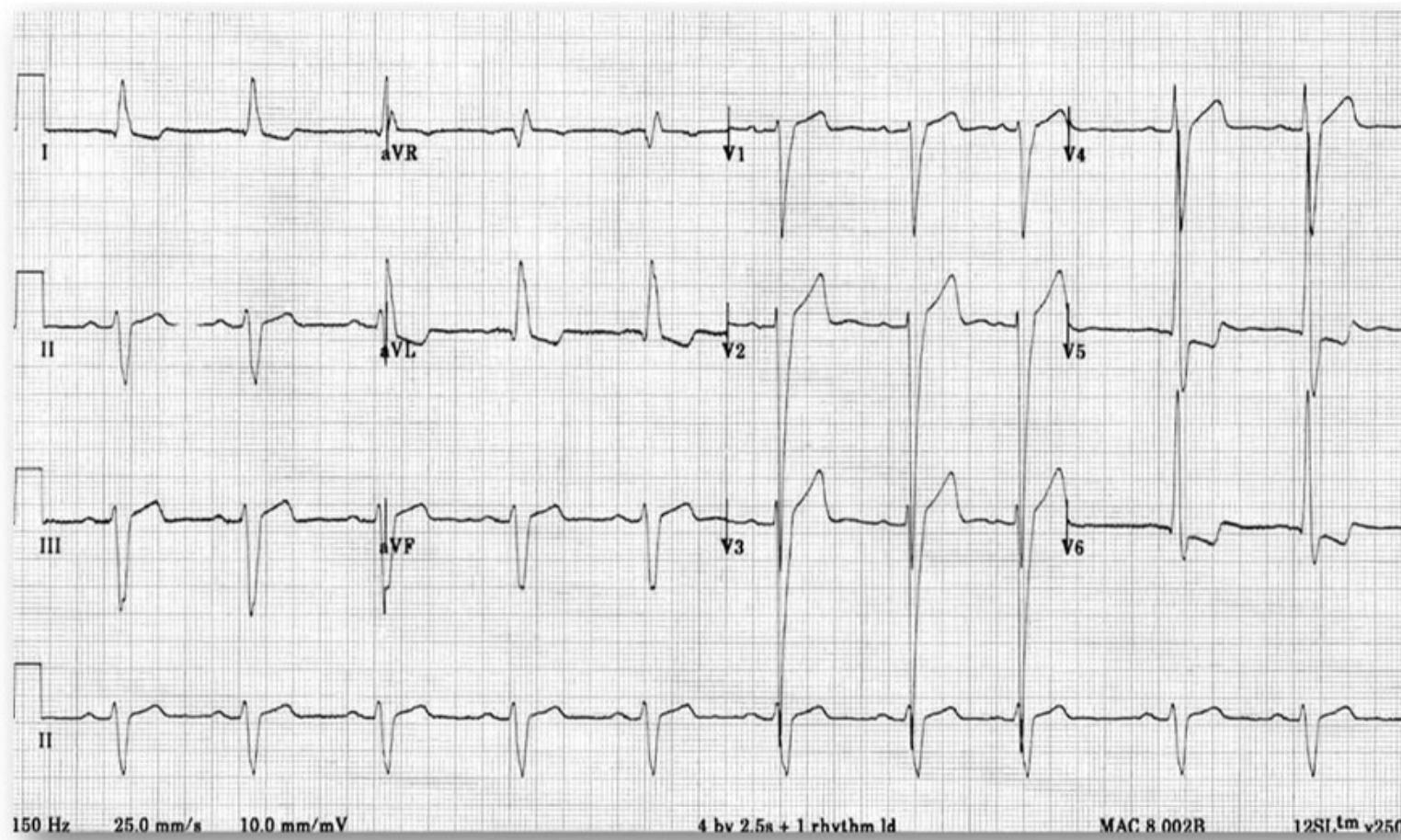
$\geq 20 \text{ mm}$



troubles de repolarisation secondaires:

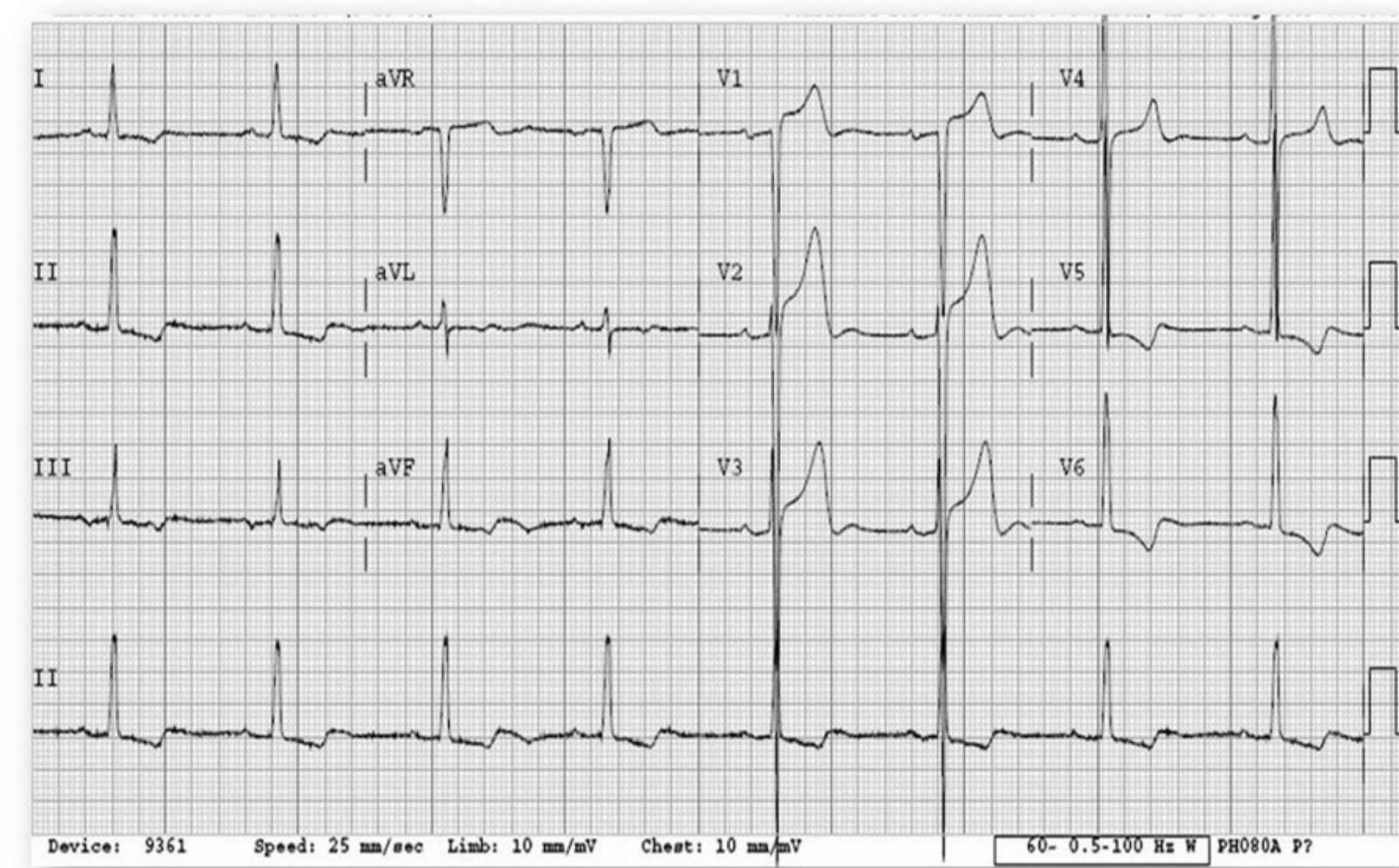
HVG strain : ST depression and T wave inversion in the lateral leads



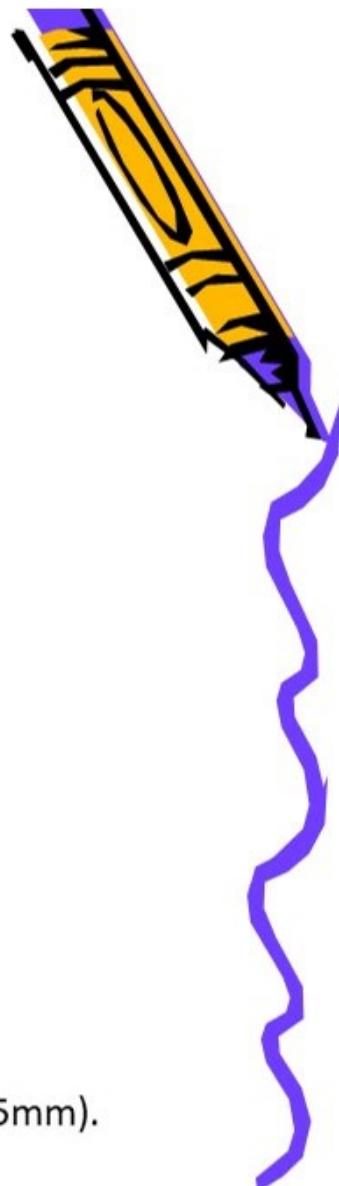


- Markedly increased LV voltages: **Sokolow** (45mm) **cornel** (52mm).
- R-wave peak time > 50 ms in V5-6 with associated QRS broadening.
- LV strain pattern with ST depression and T-wave inversions in I, aVL and V5-6.
- Prominent U waves in V1-3.
- Left axis deviation





- There are massively increased QRS voltages — Sokolow (48mm) cornel (55mm).



Merci

