

REPUBLIQUE ALGERINNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE LA SANTE DE LA POPULATION ET DE LA REFORME HOSPITALIERE
INSTITUT DE SCIENCE MEDICALE DE BATNA

Cours de sémiologie : troisième année médecine.



Elaboré par :

Dr: Merdaci.N

Assistante en anesthésie réanimation

I- INTRODUCTION :

L'électrocardiographie comme outil diagnostique et comme moyen d'analyse dans diverses implications cliniques, thérapeutiques et pronostiques.

Enregistrement, en fonction du temps, du courant d'action du cœur lors de sa contraction

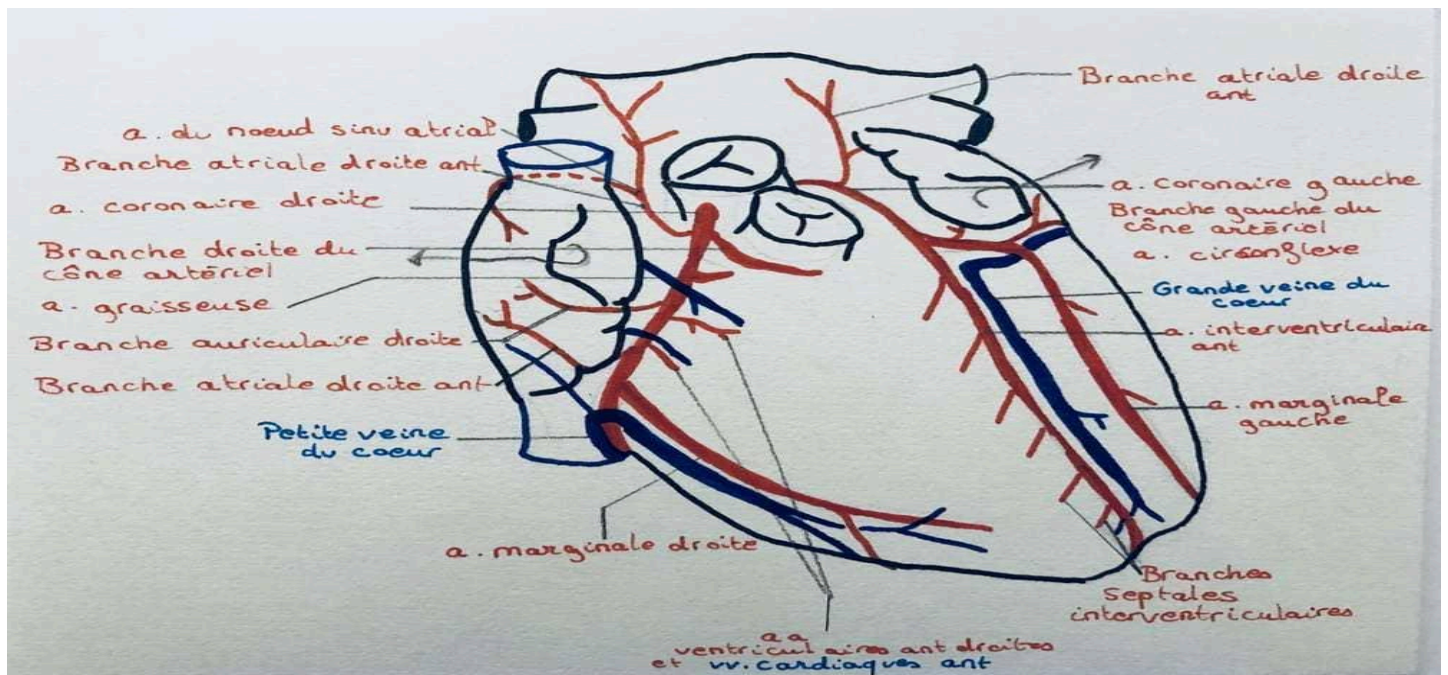
L'électrocardiogramme est une projection graphique de l'activité électrique du cœur : c'est une image électrique de l'activité cardiaque.

OBJECTIFS

- Connaître les principes de base de l'électrocardiogramme (ECG).
- Savoir interpréter un ECG.
- Connaître les aspects d'un ECG normal.

II- Vascularisation du cœur:

Les deux artères coronaires, premières branches collatérales de l'aorte, forment une double couronne autour du cœur.



On peut donc décrire les territoires

Vascularisé par l'artère coronaire droite :

- Oreillette droite.
- Ventricule droit.
- 1/3 postérieur du septum.
- Face inférieure du ventricule gauche.

Vascularisé par l'artère coronaire gauche :

- Oreillette gauche.
- Face antérieure, bord gauche de ventricule gauche.
- 2 /3 antérieurs supérieur u septum.
- Conduction électrique ventriculaire (faisceau de His ; réseau de Purkinj droit et gauche).

Trois territoires principaux :

- Territoire antérieure avec l'artère interventriculaire antérieure IVA (> 50% VG %).
- Territoire inférieure avec l'artère coronaire droite CD.
- Territoire latérale avec l'artère circonflexe .

III - PRINCIPES DE BASE :

L'ECG est l'enregistrement en temps réel de l'activité électrique du cœur.

Les cellules cardiaques sont entourées d'une membrane siège de mécanismes actifs de passage de différents ions aboutissant à des différences de concentration ionique de part et d'autre de la membrane cellulaire. Ainsi le sodium est 10 fois plus concentré à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cellule; la concentration intracellulaire de potassium est 30 fois supérieure à sa concentration extracellulaire; la concentration extracellulaire de calcium est très supérieure à sa concentration intracellulaire

L'activation électrique du cœur est contrôlée par des cellules spécialisées dans les fonctions d'excitation et de conduction.

Les cellules responsables de l'excitation sont douées d'**automatisme** et génèrent spontanément des **potentiels d'action**. Les cellules responsables de la propagation de ces micro-courants ou influx sont des fibres spécialisées dans la **conduction intracardiaque** (**fibres lentes du nœud AV** et **fibres rapides du réseau de His-Purkinje**).

Les microcourants conduits sont responsables de la **dépolarisation** des cellules musculaires, ce qui permet au calcium de pénétrer dans la cellule et déclenche la contraction. Puis, débute la **repolarisation**.

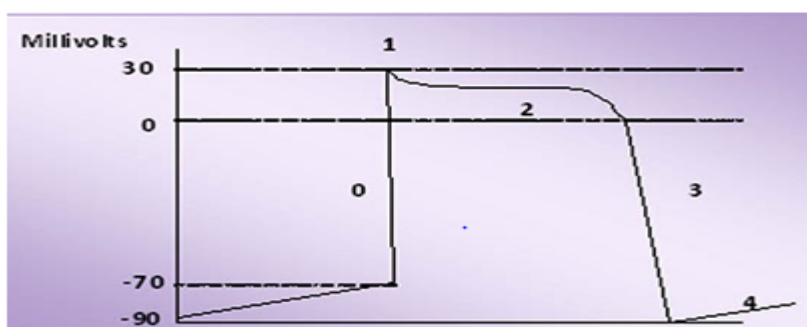
Un cycle d'activation cardiaque se traduit sur l'ECG par des signaux électriques qui témoignent de l'activation successive des différents sites anatomiques fonctionnels. Ce cycle débute par l'activation du **nœud sinusal** (sans traduction sur l'ECG), puis activation des oreillettes (**onde P**), du **nœud AV** et descente de l'influx dans le tronc du **faisceau de His** (**segment PQ**) puis dans les **branches du faisceau de His** avant l'activation ventriculaire à partir des fibres de Purkinje (**complexe QRS**). Cette activation ventriculaire engendre la phase de contraction qui se poursuit durant le **segment ST** et se termine à la fin de l'**onde T** qui annonce la relaxation.

Au repos, l'intérieur de la cellule est chargé négativement et sa surface positivement réalisant une différence de potentiel de -90mV : c'est le potentiel **transmembranaire de repos**.

Lorsque la cellule est excitée par un stimulus mécanique, chimique ou électrique la surface de la cellule par un jeu de mouvements ionique se négative : c'est la **dépolarisation**. Ce changement de polarité rapide constitue la phase 0 du potentiel d'action à laquelle se succèdent

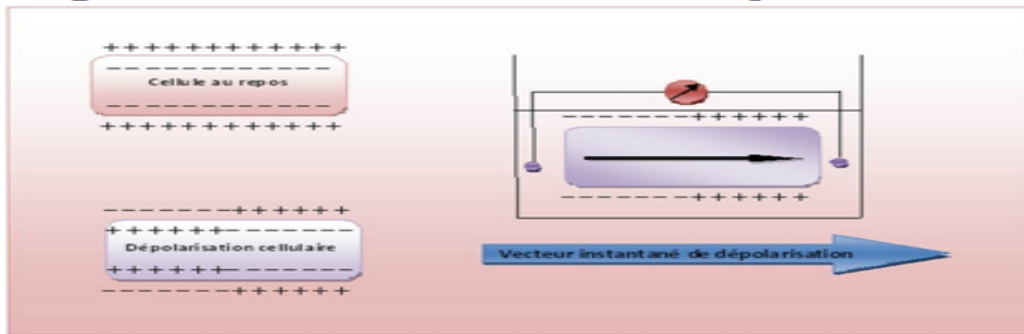
- la phase 1 de repolarisation initiale
- la phase 2 de dépolarisation maintenue ou plateau
- la phase +3 de repolarisation où la cellule redevient positive à sa surface
- la phase 4 de polarisation stable (sauf pour les cellules automatiques)

Figure 1 : Potentiel d'action



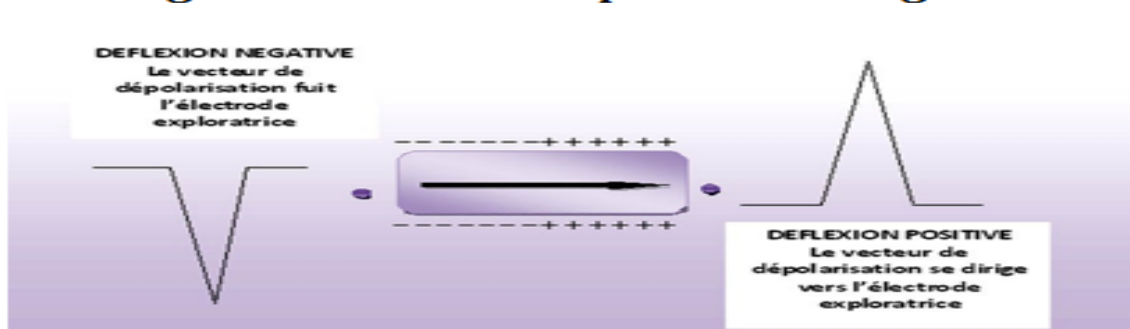
Lors de la dépolarisation de la cellule, il existe une variation du champ électrique entourant la cellule. Comme la dépolarisation se propage d'un point à un autre on assimile cette variation de champ électrique à un **vecteur électrique instantané élémentaire**.

Figure 2 : Vecteur instantané de dépolarisation



Lorsque ce vecteur se dirige vers l'électrode exploratrice, une déflexion positive est enregistrée sur l'ECG. Lorsque ce vecteur s'éloigne de l'électrode exploratrice, une déflexion négative s'inscrit.

Figure 3 : Déflexions positive et négative



Afin d'enregistrer l'activité électrique du cœur de manière globale un certain nombre d'électrodes sont nécessaires. On distingue ainsi les électrodes **unipolaires** et les **bipolaires**.

- **Les électrodes bipolaires** enregistrent les variations de potentiel entre deux électrodes placées à la surface du corps. Elles étudient l'activité électrique du cœur selon un **plan frontal** et sont au nombre de 3 :

- **DI** : entre le bras droit et le bras gauche
- **DII** : entre le bras droit et la jambe gauche
- **DIII** : entre le bras gauche et la jambe gauche

Les électrodes unipolaires enregistrent les variations de potentiel entre une électrode positive placée à la surface du cœur et reliée à une borne centrale de potentiel.

On distingue les dérivations des membres et les précordiales.

- les **dérivations périphériques** enregistrent l'activité selon un plan frontal Pour obtenir un tracé d'amplitude similaire aux autres dérivations, il faut les amplifier d'où leur dénomination. Elles sont au nombre de 3:
 - aVR (augmented Voltage Right arm) entre le bras droit et la borne centrale
 - aVL (augmented Voltage Left arm) entre le bras gauche et la borne centrale

- aVF (augmented Voltage Foot) entre la jambe gauche et le borne centrale.

- Les **dérivations précordiales** enregistrent l'activité selon un plan quasi horizontal. Elles sont au nombre de 12 mais souvent seules les 6 premières sont mises en place.

V1 : 4^{ème} espace intercostal droit au bord droit du sternum

V2 : 4^{ème} espace intercostal gauche au bord gauche du sternum

V3 : à mi-distance entre V2 et V4

V4 : 5^{ème} espace intercostal gauche au niveau de la ligne médio-claviculaire gauche

V5 : sur la ligne axillaire antérieure à la hauteur de V4

V6 : sur la ligne axillaire moyenne à la hauteur de V4

V7 : sur la ligne axillaire postérieure à la hauteur de V4

V8 : à la pointe de l'omoplate à la hauteur de V4

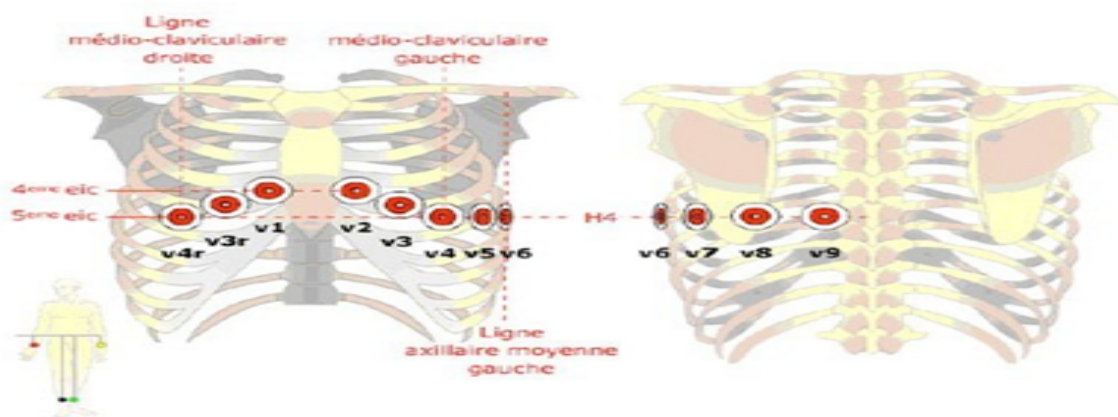
V9 : au bord gauche du rachis à la hauteur de V4

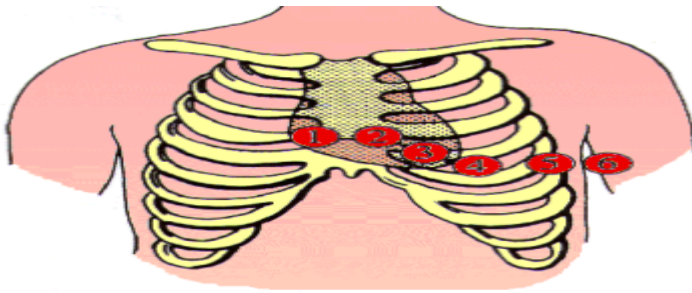
V3R : symétrique de V3 sur l'hémithorax droit

V4R : symétrique de V4 sur l'hémithorax droit

VE : épigastrique (pointe du processus xiphoïde)

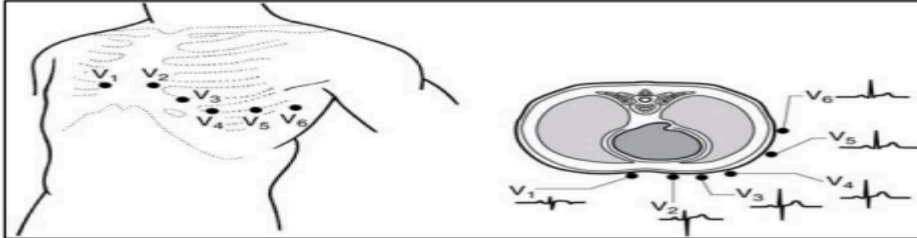
Figure 6 : Dérivations précordiales |





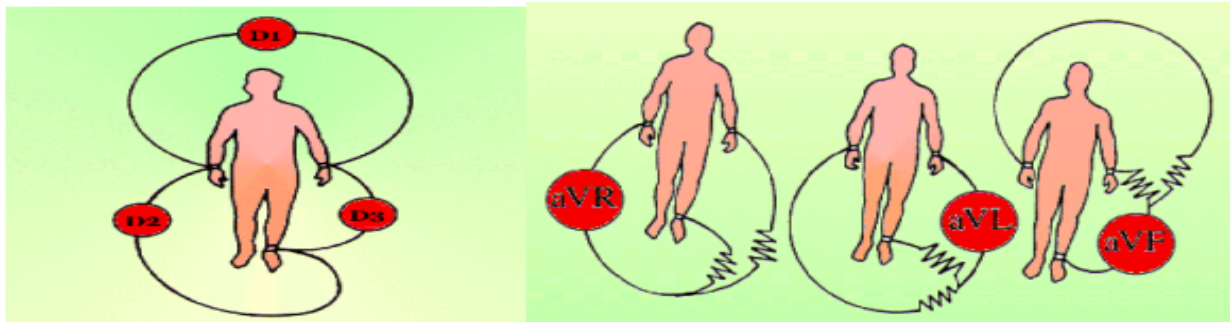
6 électrodes de base

- V1 rouge
- V2 jaune
- V3 vert
- V4 marron
- V5 noire
- V6 Violet



Chaque dérivation thoracique regarde le cœur dans un plan transversal et selon un angle différent

LES DERIVATIONS DES MEMBRES FRONTALES :



Bipolaires

Unipolaires

Mise en place des électrodes:

4 sur les membres = Dérivations périphériques

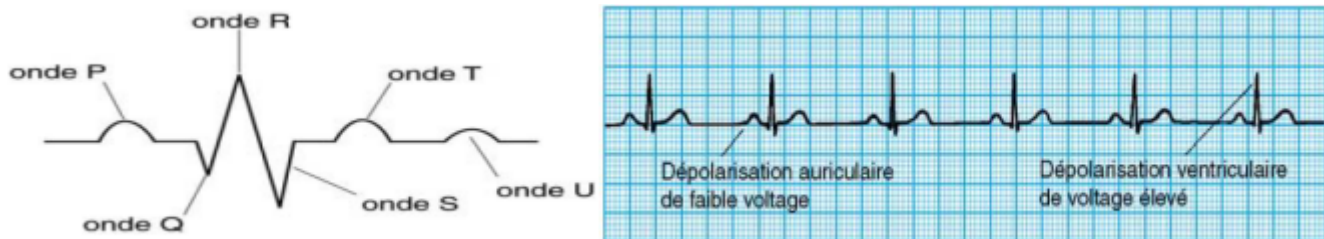
Bras D → Rouge
Jambe D → Noir
Jambe → Vert
Bras G → Jaune

Rien Ne Vas Jamais

Ces 4 électrodes permettent d'enregistrer 6 dérivations

Qu'enregistre véritablement l'ECG ?

Par convention, on attribue aux ondes principales de l'ECG les lettres P, Q, R, S, T et U. Chaque onde représente la dépolarisation (décharge électrique) ou la repolarisation (recharge électrique) d'une certaine région du cœur. Les changements de voltage détectés par l'électrocardiographe sont minimes, de l'ordre du millivolt. La taille de chaque onde correspond à l'amplitude du voltage généré par l'événement qui lui a donné naissance. Plus le voltage est élevé, plus l'onde est ample.



L'ECG permet aussi de calculer la durée d'un événement. Le papier ECG se déroule dans l'appareil à une vitesse constante de 25 mm/s.



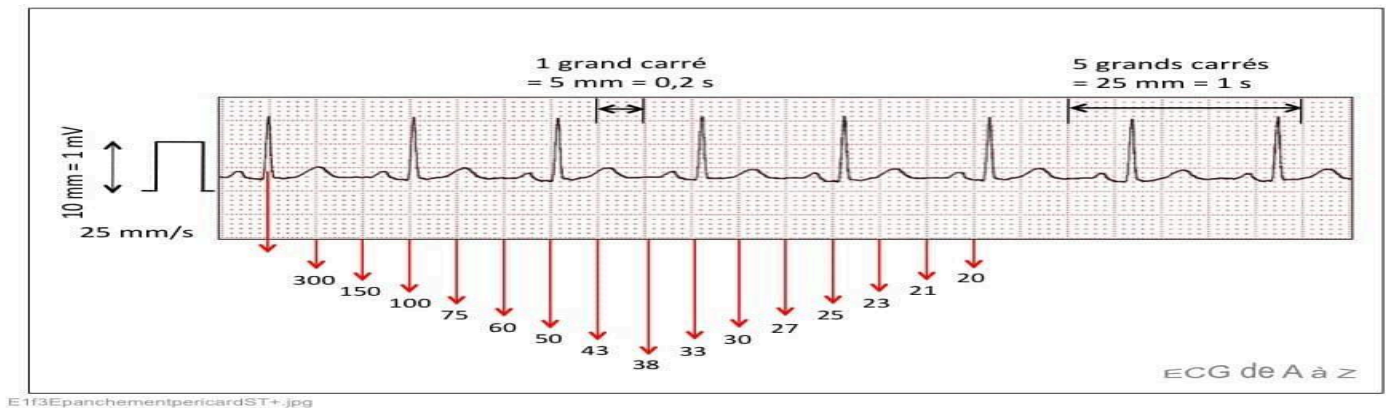
TECHNIQUE DE L'ENREGISTREMENT DE L'E.C.G :

L'enregistrement se fait sur un papier millimétré qui se déroule à une vitesse constante.

Étalonnage correct :

La calibration usuelle du signal électrique imprimé sur un ECG est 1 mV = 10 mm et la vitesse de déroulement du papier millimétré de 25 mm/sec [1]. La calibration est obligatoirement affichée sur un ECG imprimé ou numérique. Elle est généralement symbolisée par un rectangle de 10 mm de haut sur 5 mm de large (1 mm = 1 petit carré = 40 ms, donc 5 mm = 200 ms et 5 grands carrés = 1 seconde)

ECG généralités (étalonnage)



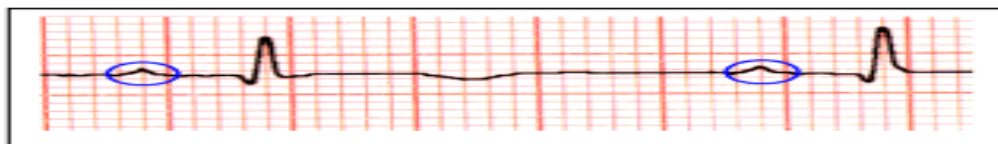
- L'ORIGINE DE CHAQUE ONDE :

Lorsqu'on connaît l'emplacement de chaque dérivation par rapport au cœur, il est possible de dire si l'onde électrique se dirige vers cette dérivation ou s'en éloigne. Ceci est très simple à apprécier, parce que le courant électrique qui se dirige vers une dérivation produit une déflexion orientée vers le haut (positive) sur l'ECG, tandis que le courant qui s'en éloigne produit une déflexion dirigée vers le bas (négative)

1- **L'onde P** : - Dans un cœur normal, chaque battement commence avec la décharge (dépolarisation) du nœud sino-auriculaire ne provoquant aucune onde identifiable sur l'ECG standard - La première onde détectable apparaît quand l'influx se propage à partir du nœud sinusal pour dépolariser les oreillettes, c'est l'onde P.

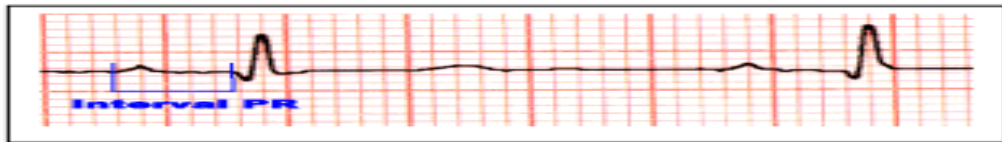
- L'onde P sinusale est toujours positive en D1 et D2 et négative en aVR ; elle est positive ou diphase (+ ou -) en V1 et positive ou plate en V6

- Durée inférieure à 0,12s et amplitude inférieure à 2,5 mv



2 - intervalle PR :

- Conduction auriculo-ventriculaire : espace PR ou PQ .
- La durée normale de l'intervalle PR est comprise entre 0.12 et 0.20 s.
- Ce délai se mesure du début de l'onde P au début du complexe QRS
- Il correspond au temps de conduction de l'influx de l'oreillette aux ventricules. Il diminue si la fréquence cardiaque s'accélère et augmente avec l'âge.



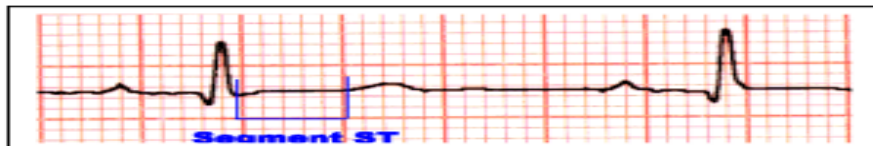
3-Complexe QRS :

Par convention, la première déflexion du complexe QRS, si elle est dirigée vers le bas, prend le nom d'onde Q. La première déflexion dirigée vers le haut est appelée onde R, qu'elle suive ou non une onde Q. Une déflexion dirigée vers le bas après une onde R est appelée onde S. D'où la possibilité de complexes de morphologies diverses, sa durée normale est de 0,08s



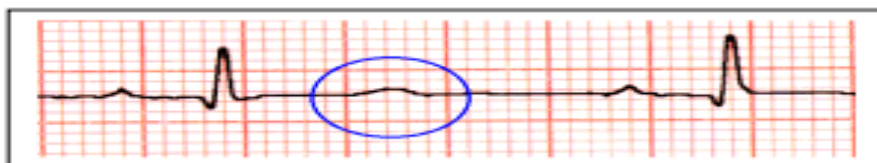
4-Le segment ST :

Correspond à la période transitoire pendant laquelle aucun courant électrique ultérieur ne peut être propagé à travers le myocarde. Il se mesure de la fin de l'onde S au début de l'onde T, il est isoélectrique



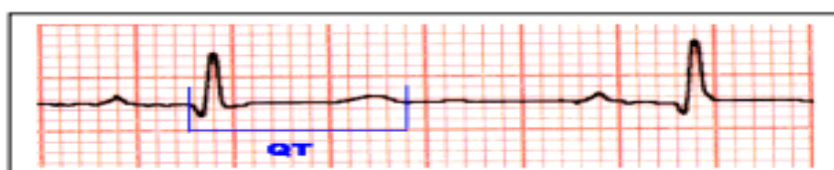
5- L'onde T :

Représente la repolarisation « recharge » du myocarde ventriculaire à son état électrique de repos.



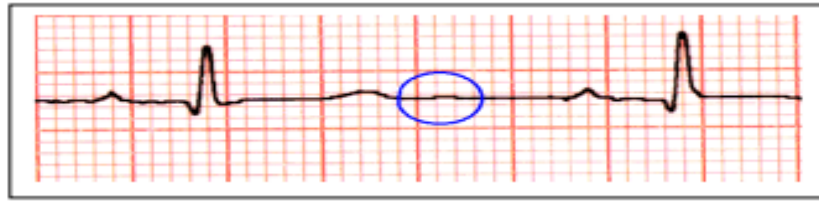
6- L'intervalle QT

Mesure le temps total écoulé pendant l'activation des ventricules et le retour à l'état normal de repos.



7- L'onde U :

Est d'origine incertaine, peuvent être difficiles à identifier, mais lorsqu'elles sont présentes, elles sont plus facilement identifiables sur les dérivations thoraciques antérieures, de V2 à V4



Analyse de l'électrocardiogramme :

Avant d'interpréter un ECG, il faut s'assurer de la qualité de l'enregistrement et en particulier :

- de l'absence de défaut d'étalonnage
- de la stabilité de la ligne de base et de l'absence d'interférence
- de l'absence d'inversion des fils, par exemple, bras droit – bras gauche, erreur facilement détectable en raison de la négativité de l'onde P en D1.
- Elle doit être méthodique et systématique. Elle comporte au minimum l'étude de :
 - la fréquence et du rythme
 - la dépolarisation auriculaire : onde P (durée et amplitude)
 - la conduction auriculo – ventriculaire : durée de l'intervalle PR (ou plus exactement PQ)
 - la dépolarisation ventriculaire (complexe QRS) : - axe dans le plan frontal - morphologie et amplitude des déflexions Q, R, S, selon les dérivations - durée du complexe
 - la 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

-Electrocardiogramme normal :

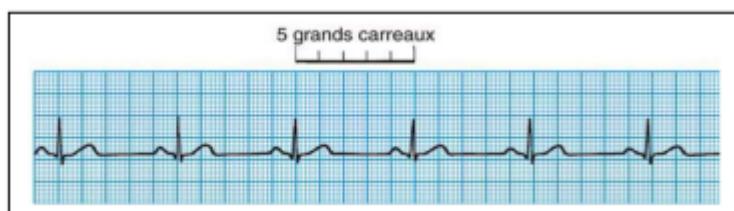
1 - Rythme cardiaque

- La séquence régulière P (d'origine sinusale), QRS-T traduit un rythme sinusal normal.
- L'onde P sinusal a une morphologie constante.
- Le rythme est régulier si les espaces R-R sont égaux.
- Si c'est le cas on dit : un rythme régulier sinusal.

3 - Fréquence cardiaque :

- La mesure de la fréquence cardiaque est simple et peut s'effectuer de différentes façons.
- Avant d'essayer de mesurer quoi que ce soit, vérifiez toutefois que l'ECG a bien été enregistré à la vitesse standard de 25 mm/s.
- Si tel est le cas, un tracé d'une durée d'une minute couvre 300 grands carreaux.

- Si le rythme du patient est régulier, tout ce que vous avez à faire est de compter le nombre de grands carreaux entre deux complexes QRS consécutifs et de diviser 300 par ce nombre.



$$FC = 300 / 5 = 60 \text{ par minute}$$

- **Onde P.**

- **espace PR.**

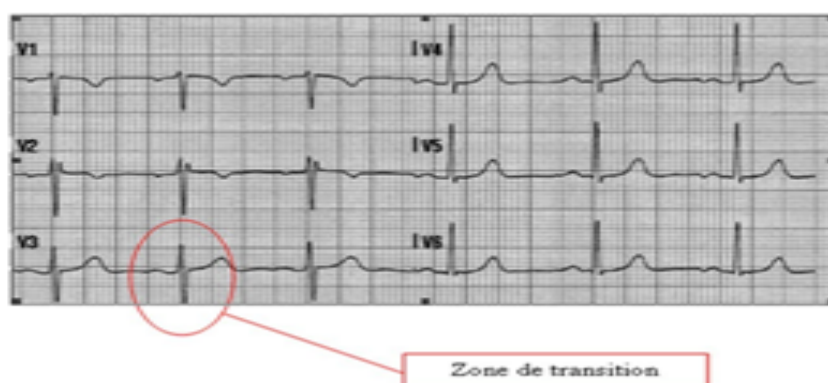
- **Dépolarisation ventriculaire : complexe QRS**

a) **Nomenclature** : Par convention, la nomenclature suivante est utilisée :

- **R** désigne la première déflexion positive, **Q** une onde négative précédant l'onde R, **S** toute onde négative suivant une onde R
- Quand il y a deux ondes positives, la seconde est désignée par **R'**.

b) **Morphologie du complexe QRS** : L'onde R croît de V1 à V6 où elle est habituellement maximale. La dérivation où les ondes R et S ont la même amplitude est dite zone de transition.

Figure 17 : V3 Zone de transition



c) **Axe de QRS** :

L'axe moyen du QRS est la résultante de tous les vecteurs instantanés résultant de la dépolarisation ventriculaire. Le vecteur moyen du QRS se dirige vers le bas et la gauche du malade.

Figure 18 : Axe moyen du QRS

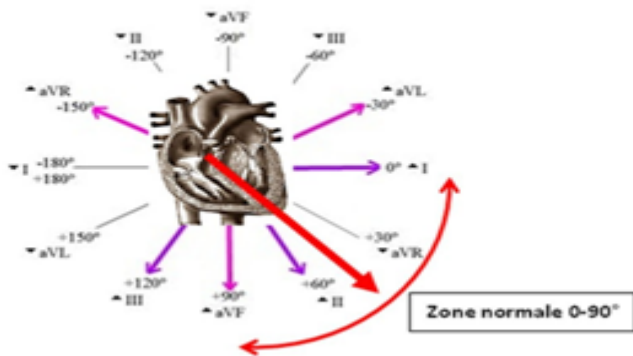
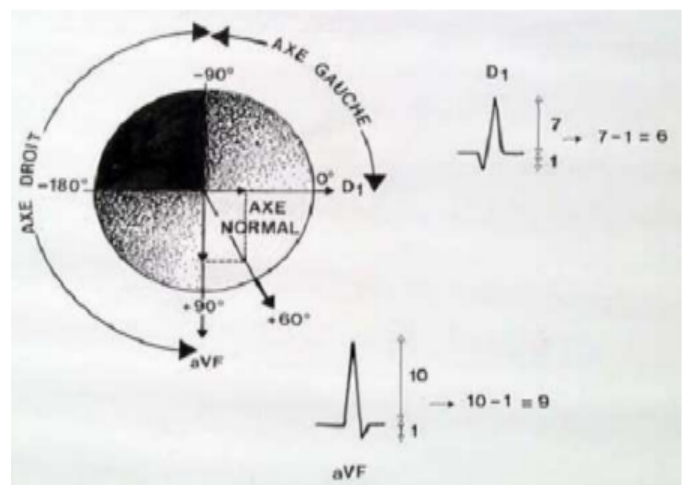
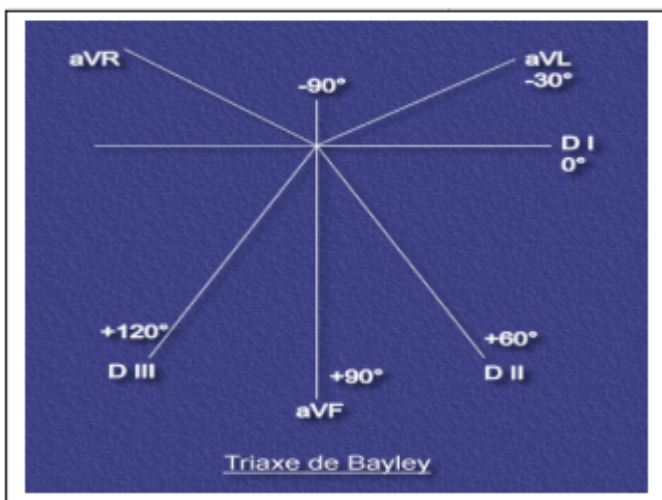
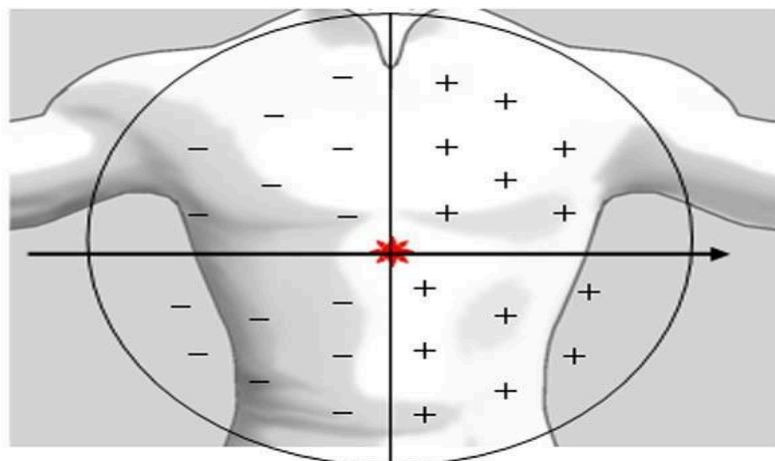


Figure 19 : Calcul de l'axe (1)



Dérivation DI



d) Amplitude de QRS

Dans les dérivations frontales, elle est très variable, ne dépassant pas 15mm en DI et 12mm en aVL. On parle de **microvoltage** lorsque dans ces dérivations l'amplitude est inférieure à 5mm.

Dans les dérivations précordiales, on utilise des critères :

- **Indice de Sokolov-Lyon:** SV1 + RV5 (normale < 35 mm sauf chez le sujet jeune) au-delà le tracé est compatible avec une hypertrophie ventriculaire gauche

- **Indice de Lewis:** (RDI-RDIII) + (SDIII-SD1) (normale comprise entre - 14 et + 17). Les valeurs < -14 traduisent une hypertrophie ventriculaire droite et supérieures à +17 une hypertrophie ventriculaire gauche.
- **Indice de Cornell :** SV3 + RaVL. (valeurs normales: < 20 chez la femme et < 28 chez l'homme).
- Rapport R/S <1 en V1 et >2 en V6.

e) Durée du complexe QRS

Elle est en moyenne de 0,08 s. Au-delà il s'agit en principe d'un trouble de conduction intraventriculaire.

5- Repolarisation ventriculaire : segment ST – onde T – onde U

Le segment ST sépare le complexe QRS de l'onde T. Son origine est précise, répondant au point J.

Le segment est normalement isoélectrique.

L'onde T est habituellement de faible amplitude, asymétrique avec une pente ascendante plus faible que la pente descendante, et de même sens que QRS. Elle est normalement positive en D1, D2, D3, aVF et en V2 à V7.

L'onde U, inconstante, fait suite à l'onde T. Elle est de même sens mais d'amplitude moindre; c'est en précordiales moyenne (V3, V4) qu'elle est le plus fréquemment visible. Sa signification est discutée.

L'intervalle QT (début de QRS, fin de T) varie surtout en fonction de la fréquence cardiaque. Pour une fréquence voisine de 60/mn, la durée de l'intervalle QT avoisine 0.4 s.

Dérivations et territoires explorés :

Certaines dérivations explorent certains territoires. La logique en est simple, liée aux positions des électrodes par rapport à l'anatomie du cœur.

Ce principe concerne essentiellement les ventricules et est très utile à la localisation des infarctus. On distingue les dérivations :

- dites antéroseptales V1, V2 et V3 explorant la paroi antérieure du ventricule gauche et le septum interventriculaire ;
- apicales : V4 ;
- dites latérales D1, aVL (hautes) et V5, V6 (basses) ;
- dites inférieures ou diaphragmatiques D2, D3 et aVF pour la face inférieure du ventricule gauche ;
- postérieures V7, V8 et V9 pour la face basale et inférieure du ventricule gauche.

Le ventricule droit est exploré par V1, V2, V3R et V4R.