

ELECTROCARDIOGRAMME (ECG)

PLAN DU COURS

- I. Introduction
- II. Définition.
- III. Rappel physiologique
- IV. Réalisation de l'ECG
- V. Interprétation de l'ECG
- VI. Critères d'un ECG normal

OBJECTIFS DU COURS :

1. Savoir réaliser un ECG.
2. Reconnaître un ECG mal fait.
3. Savoir interpréter un ECG normal : faire une analyse générale et une analyse spécifique.

I. INTRODUCTION

C'est un outil diagnostique des pathologies cardiaques et extracardiaques. Il est non invasif, indolore et rapide. Comme pour tout examen complémentaire, la lecture d'un ECG peut être effectuée sans données cliniques, mais il est impossible de répondre à une question précise sans connaître le contexte clinique. Le vieil adage de médecin "on ne trouve que ce que l'on cherche et on ne cherche que ce l'on connaît" est tellement applicable à la lecture et donc à la synthèse d'un ECG.

II. DEFINITION

L'électrocardiogramme plus communément appelé ECG est un enregistrement de l'activité électrique du myocarde sur deux plans (frontal et horizontal) sur un support papier à l'aide d'un galvanomètre très sensible appelé électrocardiographe.

III. RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

1. Signal électrique

- L'activité enregistrée par l'ECG provient de courants extracellulaires liés à la propagation d'un front de dépolarisation (onde P atriale, puis complexe QRS ventriculaire, ST, et onde T) (Fig. 1) :

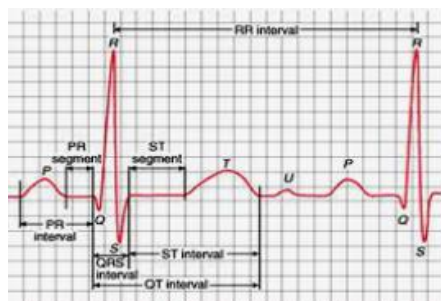


Fig. 1. Tracé ECG

- ✓ **L'onde P** est la dépolarisation des oreillettes.
 - ✓ **L'intervalle PR** est le reflet de la conduction auriculo-ventriculaire.
 - ✓ Le **complexe QRS** est la dépolarisation des ventricules :
 - onde Q : première onde négative et pas toujours présente
 - onde R : première onde positive du complexe
 - onde S : deuxième onde négative
 - ✓ Le **segment ST** correspond au temps pendant lequel l'ensemble des cellules myocardiques sont dépolarisées
 - ✓ **L'onde T** est la repolarisation ventriculaire
- Ces courants présents à la surface du cœur sont enregistrés à distance (surface du thorax). Si toutes les cellules cardiaques se dépolarisaient simultanément, cette propagation ne serait pas observée et l'ECG serait plat.
 - L'onde de repolarisation (onde T ventriculaire) est due de la même façon à une repolarisation graduelle des différentes cellules cardiaques à des instants différents. Si toutes les cellules cardiaques se repolarisaient simultanément, cette onde ne serait pas observée et l'ECG serait plat.

- Les ondes T ont la même polarité que les QRS sur une dérivation donnée de l'ECG normal (T positive si QRS positif, T négative si QRS négatif). Ce phénomène est dû au fait que la dépolarisation ventriculaire progresse de l'endocarde à l'épicaire et la repolarisation en sens inverse (c'est-à-dire de l'épicaire à l'endocarde).
- Quand une onde fuit l'électrode de recueil, elle est négative ; lorsqu'elle se dirige vers l'électrode, elle est positive.

2. Dérivations

2.1. Dérivations frontales ou périphériques

Elles sont obtenues à partir des membres et explorent le plan frontal (vertical) (Fig. 2 et 3):

- ✓ Dérivations bipolaires des membres : D1, D2 et D3 ou DI, DII et DIII
- ✓ Dérivations unipolaires des membres aVR, aVL et aVF.

a = augmented (amplifié), V = Voltage, R = Right (bras droit); Left (bras gauche), F = Foot (pied gauche).



Fig. 3. Dérivations frontales

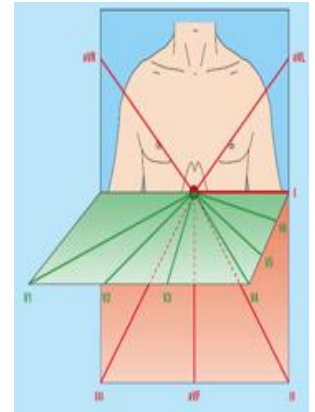


Fig. 2. Plan vertical et plan horizontal

2.2. Dérivations précordiales (Fig. 2 et 4)

Elles explorent le plan horizontal (transversal). Elles sont numérotées de V₁ à V₉, complétées parfois par V_{3R} et V_{4R}.

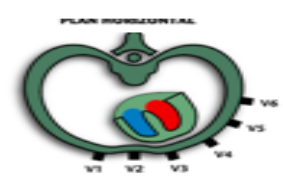


Fig. 4. Dérivations précordiales

NB : L'ECG comporte 12 dérivation et parfois 17 dérivation si ischémie inférieure ou latérale bas :

- ✓ ECG 12 dérivation : DI, DII, DIII, aVR, aVL et aVF, V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆.
- ✓ ECG 17 dérivation : ECG 12 dérivation + V₇, V₈, V₉ + V_{3R} et V_{4R}.

2.3. Triangle d'Einthoven et le double triaxe de Bailey

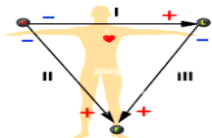


Fig. 5. Triangle d'Einthoven

Les électrodes **d'Einthoven** inventées en 1885 permettent l'enregistrement des **dérivation frontales** dans le plan frontal : DI (horizontal à 0°), DII (oblique à environ 60°) et DIII = DII - DI à environ 120° formant le triangle d'Einthoven (Fig. 5).

Les dérivation amplifiées de Godberger inventées en 1942 permettent d'examiner le cœur selon un deuxième triangle [aVR (à -150°), aVL (à -30°) et aVF (à +90°)] qui complète l'analyse de l'activité électrique dans le plan frontal.

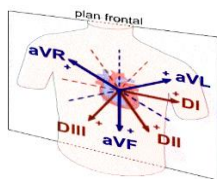


Fig. 6. Double triaxe de Bailey

Le **double triaxe** de Bailey est obtenu en reportant les axes des six dérivation périphériques sur un même centre. Le centre est de polarité négative (-) alors que l'extrémité des axes est de polarité positive (+). Il permet de visualiser la direction de lecture des dérivation périphériques : latérales (aVL et DI) et inférieures (DII, DIII, aVF). Il est utile dans le calcul de l'*axe électrique moyen* du cœur (Fig. 6).



Fig. 7. Appareil ECG

IV. REALISATION DE L'ECG

1. Explication au patient l'examen.
2. Installation du patient :

Tout en respectant la pudeur et l'intimité en position confortable allongée sur le dos, tors nu, ne parle pas, ne bouge pas durant l'examen et respire calmement. Les membres supérieurs restent le long du corps pendant l'enregistrement.

Les pieds du patient ne doivent pas toucher les pieds du lit, enlever la montre et les bijoux du patient s'il en a, écarter les téléphones portables, éloigner tout objet métallique pouvant entrer en contact avec le patient. Si le patient est porteur d'un dispositif médical implanté (pace maker), il faut mettre un aimant.

3. Mettre une solution hydro-alcoolique aux points de placement des électrodes.

4. Mise sur lui des électrodes reliées par des câbles à l'électrocardiographe

Dérivations frontales (Fig. 8)

- ✓ Electrode jaune (L) sur la face interne du poignet gauche
- ✓ Electrode Rouge (R) sur la face interne du poignet droit
- ✓ Electrode verte (F) sur la face interne de la cheville gauche
- ✓ Electrode noire (N) sur la face interne de la cheville droite (elle sert de mise à la terre)

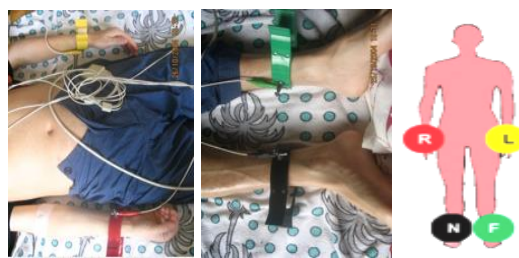


Fig. 8. Mise en place des électrodes périphériques

Dérivations précordiales (Fig. 9)

- ✓ V₁ : 4^{ème} espace intercostal (EI) à droite du sternum
- ✓ V₂ : 4^{ème} EI à gauche du sternum
- ✓ V₃ : à mi-chemin entre V₂ et V₄
- ✓ V₄ : 5^{ème} EIG sur la ligne médio-claviculaire
- ✓ V₅ : 5^{ème} EIG à mi-chemin entre V₄ et V₆ ou sur la ligne axillaire antérieure
- ✓ V₆ : 5^{ème} EIG sur la ligne médio-axillaire
- ✓ V₇ : 5^{ème} EIG sur la ligne axillaire postérieure
- ✓ V₈ : 5^{ème} EIG sur la ligne médiane de l'omoplate
- ✓ V₉ : 5^{ème} EIG sur la ligne para-vertébrale gauche
- ✓ V_{3R} : à mi-chemin entre V₁ et V_{4R}
- ✓ V_{4R} : 5^{ème} EI droit sur la ligne médio-claviculaire

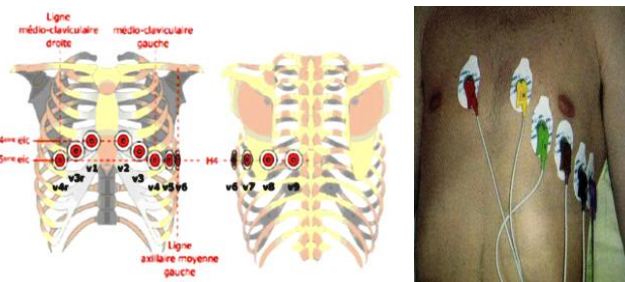


Fig. 9. Mise en place des électrodes précordiales

5. Mise en marche de l'appareil ECG sous tension (charge).

6. Réglage de la vitesse (25 mm/s) et de l'étalonnage (1 mV = 10 mm) (Fig. 8 et 9).

7. Choix du filtre : s'il y a des artéfacts abaisser le filtre.

8. Après stabilisation de l'enregistrement, lancer l'impression sur papier (≥ 4 QRS par dérivation).

9. Lors de l'enregistrement, donnez des consignes au patient : ne bougez pas, ne parlez pas, respirez calmement, détendez-vous le plus possible

V. INTERPRETATION D'UN ECG

En suivant la technique de lecture habituelle d'un ECG (de la gauche vers la droite, P-QRS-ST-T-U), on peut reconnaître un ECG strictement normal à l'aide de 12 critères.

L'interprétation se fait selon le plan suivant :

1. Identification de l'ECG : nom, prénom, âge, date, lieu, antécédents.

2. Précision de la vitesse (Fig. 10) et de l'étalonnage (Fig. 11)

3. Analyse générale

3.1. Vérification de l'absence d'erreur dans la position des électrodes

Si une seule des trois règles suivantes n'est pas respectée, il faut suspecter une inversion des électrodes frontales.

- Les ondes P et les complexes QRS sont positifs en DI
- Les trois dérivations DI, DII ou DIII ne sont pas plates
- Les P-QRS-T ne sont pas négatifs en DIII

3.2. Etude du rythme cardiaque (Fig. 12)

Il faut rechercher la présence des ondes P, les localiser par rapport au complexe QRS et calculer la distance RR pour pouvoir se prononcer sur l'origine sinusale et la régularité du rythme cardiaque.

Le rythme est dit sinusal si :

- tous les complexes QRS sont précédés d'une seule onde P
- la fréquence cardiaque (Fc) est régulière et ≤ 120 b/mn
- l'onde P est normale en son aspect
- l'espace PR est compris entre 0,12 et 0,20 secondes (entre 3 et 5 petits carreaux).

Le rythme est régulier quand la distance RR est égale le long du tracé et sur toutes les dérivations.



Fig. 12. Rythme sinusal régulier

3.3. Détermination de la fréquence cardiaque

- Méthode des paresseux : règle de l'ECG
- Méthodes usuelle : 300, 150, 100, 75, 60, 50, etc (Fig. 13).
- Méthode mathématique $FC = 300 / \text{nombre de carreaux}$ (Fig.14).
- Méthode par 6 secondes : $FC = \text{nombre R sur 6 sec} \times 10$ (Fig. 15).



Fig. 13. Méthode usuelle

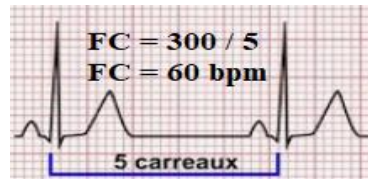


Fig. 14. Méthode mathématique

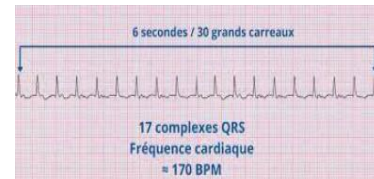


Fig. 15. Méthode des 6 Secondes

3.4. Etude de l'axe du cœur (Fig. 16)

L'axe du cœur se calcule dans le plan frontal. Il est la composante des vecteurs AvF et DI. Cet axe doit être compris entre 0 et 90°. Le triangle d'Einthoven et le double triaxe de Bailey peuvent au calcul de l'axe (Fig. 5 et 6).

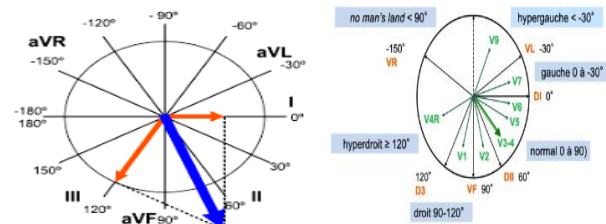


Fig. 16. Axe du cœur

4. Analyse spécifique

4.1. Analyse de l'onde P (Fig. 1)

- L'onde P normale est positive (+) en DI, DII et négative en aVR.
- Elle est rarement négative en AVL et AVF.
- L'axe de P peut être calculé : il est normal entre 0° et 90°.
- La durée de l'onde P est de 0,08 s (2 petits carreaux) et son amplitude est de 2 mm (2 petits carreaux).

4.2. Analyse de l'espace PR (Fig. 1)

L'espace PR est isoélectrique, constant et sa durée est comprise entre 0,12 et 0,20 secondes (entre 3 et 5 petits carreaux).

4.3. Analyse du complexe QRS (Fig. 1)

- L'onde Q est la première onde négative non précédée d'une positivité.
- L'onde R est la première onde positive, précédée ou non d'une onde Q
- L'onde S est une onde négative survenant après R.
- L'axe des complexes QRS est facile à calculer et doit toujours être calculer (triangle de Einthoven, normale entre 0° et 90°).
- Le QRS est toujours négatif en AVR. Sa positivité doit faire suspecter une malposition des électrodes standards sauf si l'axe du cœur est à hyperdroit (QRS en aVR positifs).
- L'analyse des QRS doit préciser leur aspect, leur amplitude, leur durée, leur axe, ainsi que le rapport R/S, la zone de transition et l'index de déflexion intrinsécoïde (DI correspond au délai entre le début du QRS et le sommet de l'onde R : DI normale = 0,03 s pour V₁, V₂, V₃ et 0,06 s pour V₅, V₅, V₆).

4.4. Analyse du segment ST (Fig. 17)

Le segment ST s'étend entre la fin du complexe QRS (traduit la fin de la dépolarisation ventriculaire) et le début de l'onde T. Il est isoélectrique. *Le Point J* est défini par l'intersection entre la fin du complexe QRS et le début du segment ST.

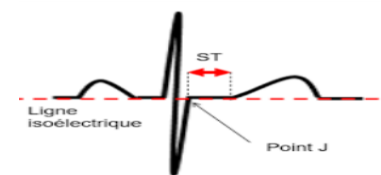


Fig. 17. Segment ST et point J

4.5. Analyse de l'onde T

L'onde T est de faible amplitude, asymétrique avec une pente ascendante plus faible que la pente descendante et de même axe que le QRS.

4.6. Calcul de l'espace QT

Le QT théorique se calcule suivant la formule de Bazett : $QT (s) = 0,4 RR (s) \pm 0,04 s$. La valeur de l'intervalle QT varie selon la fréquence cardiaque et doit être normalisée afin de pouvoir la comparer, c'est ce qu'on appelle le QT corrigé ou QTc. L'intervalle QT est considéré comme allongé lorsqu'il est supérieur à 45 s pour un homme et 46 s pour une femme.

5. Etablir une conclusion diagnostique de toute l'interprétation précédente.

VI. CRITERES D'UN ECG NORMAL

1. L'onde P sinusale est positive en DI-DII (en dôme)
2. Une onde P sinusale unique précède chaque QRS ($DII \leq 2,5 \text{ mm}$ et $< 0,12 \text{ s}$)
3. La fréquence des ondes P sinusales est comprise entre 60-100/min (adulte)
4. L'intervalle PR (ou PQ) a une durée constante (0,12 à 0,20 s)
5. Les complexes QRS ont un axe frontal entre -30° à 90° (les QRS DI-DII ont une polarité ≥ 0)
6. Les complexes QRS sont tous fins (durée maximale d'un QRS $\leq 0,12 \text{ s}$)
7. Il n'y a pas d'onde Q (mais il doit exister une microonde q en V5V6-VL et il peut exister une microonde q fine en frontales, voire QS en DIII ou V1)
8. Les QRS ont un aspect rS en V1 et qR en V6 (l'onde R croît de V1 à V4(V5) puis décroît et l'onde S croît de V1 à V2 puis décroît)
9. Les QRS ont des amplitudes de R et de S ni trop amples, ni microvoltées ($< 5 \text{ mm}$ en frontales et $\leq 10 \text{ mm}$ en précordiales)
10. Le segment ST est isoélectrique ($< 1 \text{ mm}$) au segment PQ)
11. L'onde T est asymétrique et positive (sauf en VR et V1 et parfois en DIII-VL) et son amplitude maximum $< 2/3$ du QRS et minimum $> 10\%$ de R
12. L'intervalle QT corrigé est normal ($\leq 0,45 \text{ s}$ homme et $\leq 0,46 \text{ s}$ femme)

Un ECG normal n'élimine jamais complètement une maladie structurelle ou électrique du cœur

