

I.1 Introduction

Nous allons présenter dans ce chapitre le fonctionnement général du système cardiovasculaire, du tissu cardiaque ainsi que les processus de propagation de l'influx cardiaque. Puis l'électrocardiographie, qui permet d'obtenir une image de l'activité électrique cardiaque est détaillée. Enfin, les troubles du rythme et de la conduction sont décrits ainsi que les différents types de bruit.

I.2 Cœur

Élément principal du système cardiovasculaire, qui est un muscle appelé myocarde, d'un volume de poignet sert à propulser le sang vers tout le corps humain à travers les vaisseaux sanguins. Dans le corps humain, le cœur se situe dans le médiastin. C'est la partie médiane de la cage thoracique délimitée par les deux poumons, le sternum et la colonne vertébrale. Il se trouve un peu à gauche du centre du thorax, en arrière du sternum, sur le diaphragme. C'est un organe creux mû par un muscle, le myocarde, et enrobé du péricarde (pericardium); il est entouré par les poumons.

Les vaisseaux sanguins sont décomposés en deux grands systèmes, le système artériel et le système veineux. Le premier système assure l'acheminement du sang oxygéné vers les organes et le deuxième système sert à ramener le sang pauvre en oxygène au cœur [1].

I.2.1 Anatomie du cœur

Le cœur humain est situé dans la poitrine entre les poumons, son poids est entre 200 et 450 grammes. Chaque jour il bat en moyenne 100000 fois pompant environ 7600 litres de sang au corps. Les parois du cœur sont composées du muscle cardiaque "Myocarde", ce dernier a quatre cavités : oreillettes et ventricules gauches et droits (fig. I.1). Le ventricule gauche propulse le sang vers la circulation systématique "vers les organes" à travers le réseau artériel si la pression est supérieure à celle de la circulation pulmonaire qui est due au flux du ventricule droit. Chaque ventricule et oreillette sont reliés entre eux par une valve à sens unique.

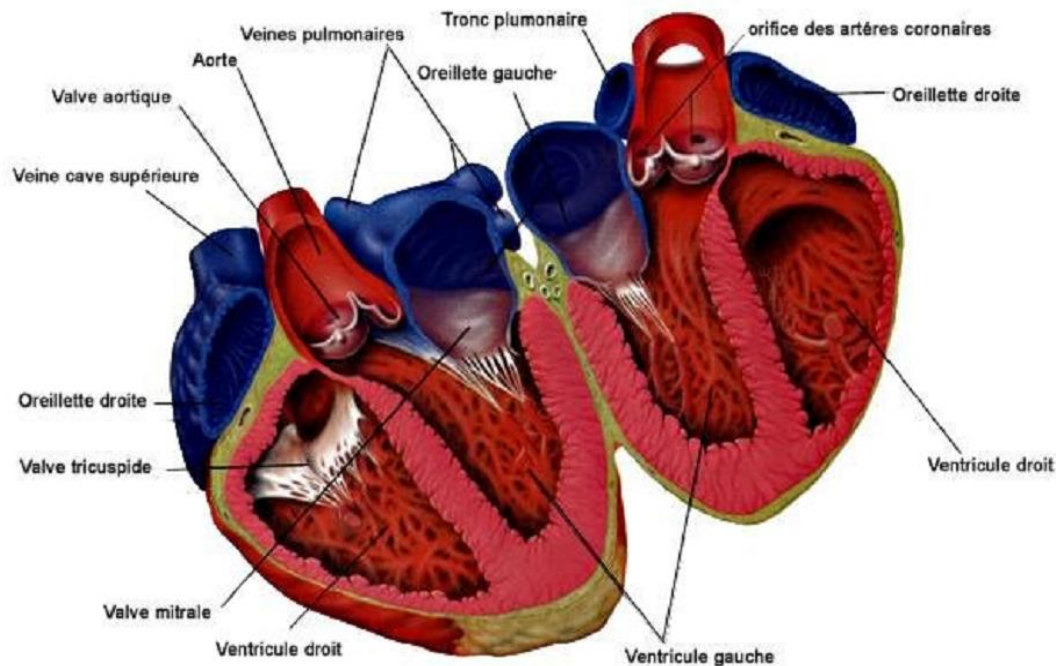


Figure I.1: Anatomie du cœur humain.

Le sang se propulse de la circulation systémique vers l'oreillette droite. En premier lieu, il passe vers le ventricule droit puis vers les poumons à travers les veines et les artères pulmonaires. Le sang riche d'oxygène revient des poumons vers l'oreillette gauche, puis vers le ventricule gauche qui le propulse vers les organes "circulation systémique" à travers la valve aortique [2].

Alors chaque pulsation cardiaque s'effectue en deux étapes (fig. I.2) : la diastole, pendant laquelle le muscle est relâché et le sang s'introduit ; la systole, au cours de laquelle les oreillettes et les ventricules se contractent. Une diminution de la pression dans chaque ventricule provoque l'ouverture des valvules tricuspidale et mitrale, puis le sang envahit les ventricules. De plus, chaque oreillette se contracte et le sang qui en sort finit de remplir les ventricules. Durant la systole des ventricules, qui commence juste après celle des oreillettes, les ventricules se contractent, les valvules mitrale et tricuspidale se ferment, les valvules aortiques et pulmonaires s'ouvrent et le sang est éjecté dans les artères. Quand le cœur se relâche, les valvules aortiques et pulmonaires se ferment et une nouvelle diastole commence [3][4].

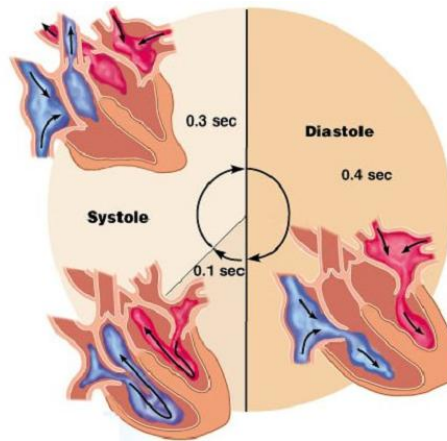


Figure I.2: Le cycle de contraction et de relâchement : la systole et la diastole

I.2.2 Activité électrique du cœur

Le mouvement des ions N^+_a à travers les membranes des cellules des fibres cardiaques (dépolarisation et la re-polarisation des cellules) génère une différence de potentiel électrique qui provoque ainsi la contraction et la décontraction respectivement du fibre cardiaque.

Dans l'état normal du cœur, la dépolarisation du muscle cardiaque (inversion de la polarité électrique de la membrane par passage actif d'ions N^+_a à travers celle-ci) prend naissance dans la partie haute de l'oreillette droite dans le nœud sinusal de Keith et Flack. Cette dépolarisation s'effectue d'une manière autonome avec un rythme de 70 à 100 fois par minute et se propage dans les oreillettes, induisant la systole auriculaire (fig. I.2), qui est suivie d'une diastole (décontraction du muscle). L'impulsion électrique gagne alors le nœud auriculo-ventriculaire (AV), après une courte pause permettant au sang de pénétrer au ventricules, elle emprunte le faisceau de His, qui est composé de deux branches principales allant chacune dans un ventricule. Les fibres constituant ces faisceaux complétés par les fibres de Purkinje, grâce à leur conduction rapide, propagent l'impulsion électrique en plusieurs points des ventricules et permettent ainsi une dépolarisation quasi-instantanée des ventricules. Cette contraction constitue la systole ventriculaire. Puis suit le diastole ventriculaire (décontraction du muscle); les fibres musculaires se re-polarisent et reviennent ainsi à leur état initial.

Les scientifiques ont constatés, depuis la première découverte, l'importance de l'activité électrique du cœur dans le domaine du diagnostic pathologique au niveau du myocarde et qu'il peut être la source d'une foule de renseignements précieux de l'état structurel et fonctionnel de l'appareil cardio-circulatoire, d'où la nécessité d'un outil permettant l'exploration et l'enregistrement de cette activité électrique, afin de l'exploiter aisément [1][2].

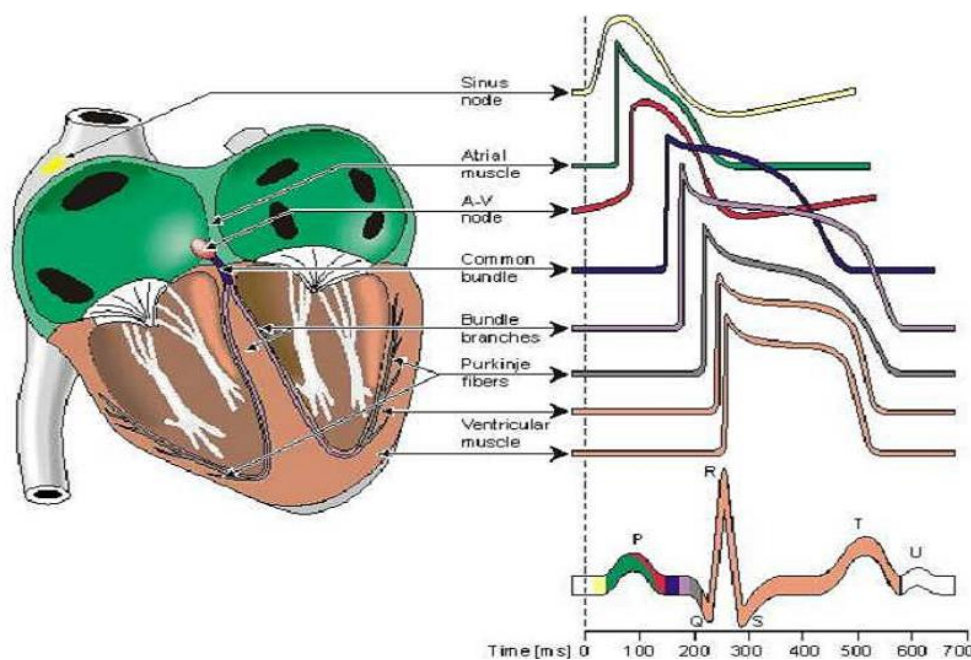


Figure I.3 : Formes de potentiels d'action dans les différentes parties du cœur et séquence temporelle de la propagation de l'activité électrique cardiaque ; analogie avec les ondes de l'ECG

I.3 Présentation de l'électrocardiogramme

L'électrocardiogramme est une projection graphique de l'activité électrique du cœur c'est une image électrique de l'activité cardiaque. L'activité électrique est captée par des électrodes placées à la surface des téguments. Chaque électrode capte les ondes d'activation selon le plan du cœur qu'elle explore. Le tracé est effectué sur un papier millimétré et quadrillé.

L'électrocardiogramme est ainsi l'enregistrement sur papier des courants d'action cardiaque transmis à la surface du corps. On utilise deux électrodes de contact reliées par un fil à un galvanomètre mesurant l'intensité des courants électriques pour constituer une dérivation. Par convention, le tracé utilise en abscisse l'échelle de temps qui correspond à la vitesse de déroulement du papier et en ordonnée le voltage. Grâce au quadrillage, on appréciera l'amplitude des ondes enregistrées d'une part en durée, d'autre part en intensité. Ce quadrillage est par convention d'un millimètre sur un millimètre avec un trait renforcé tous les 5 mm :

1mm (1 petit carreau) horizontal correspond à 1 millivolt.

1mm (1 petit carreau) vertical correspond pour un déroulement de 25 mm/sec du papier à 0.04 seconde (soit 0.2 seconde par trait renforcé) [5].

I.3.1 Principe de fonctionnement

Une cellule vivante, lors du transfert ionique entre ses parois, peut être considérée comme un dipôle électrique. Au repos aucune différence de potentiel n'existe, alors et par une représentation vectorielle du potentiel électrique, le vecteur est nul, (fig. I.4.a). Après une stimulation, la polarité des parois se change induisant ainsi une différence de potentiel qui se propage tout au long de la paroi marquée par un vecteur positif (fig. I.4.b), qui atteint son maximum lorsque l'impulsion électrique arrive au milieu (fig. I.4.c). La fin de la dépolarisation est marquée par un vecteur positif de faible amplitude. Une fois la cellule et dépolarisée le vecteur est nul (fig. I.4.d). La ré-polarisation de la cellule se manifeste par un vecteur négatif (fig. I.4.e), qui suit les mêmes étapes que le premier dans le sens opposé (fig. I.4.f) [1].

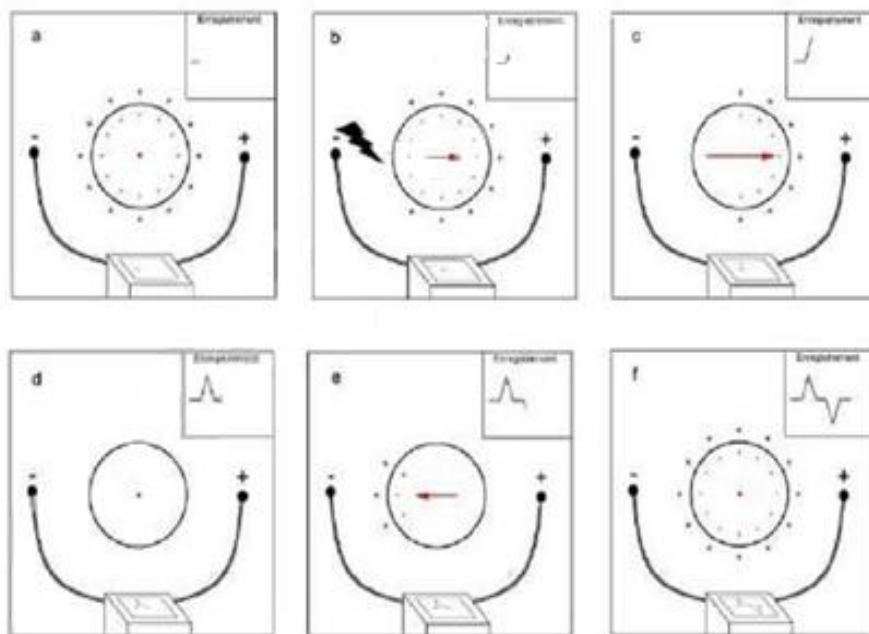


Figure I.4 : Principe de fonctionnement de l'ECG.

I.3.2 Dérivations d'un électrocardiogramme

Il existe deux types de dérivations:

I.3.2.1 Dérivations frontales

a. Loi d' Einthoven

Einthoven a imaginé les dérivations périphériques en disposant les électrodes sur le bras droit R, le bras gauche L et la jambe gauche F formant ainsi un triangle équilatéral dont le cœur occupe le centre géométrique : c'est le triangle d' Einthoven (fig. I.5).

D1 : entre bras droit (pôle -) et bras gauche (pôle +).

D2 : entre bras droit (pôle -) et jambe gauche (pôle +).

D3 : entre bras gauche (pôle -) et jambe gauche (pôle +).

D1, D2 et D3 décrivent le triangle d'Einthoven.



Figure 1.5 : Triangle d'Einthoven.

b. Dérivations unipolaires

aVR, aVL et aVF sont des dérivations unipolaires et correspondent au membre avec lequel elles sont connectées soit respectivement le bras droit, le bras gauche et la jambe gauche. C'est la théorie de Wilson et Golberger, où l'électrode exploratrice positive correspond au membre appliqué. Le voltage est alors amplifié (d'où le préfixe a) pour obtenir un tracé de même amplitude que D1, D2 et D3.

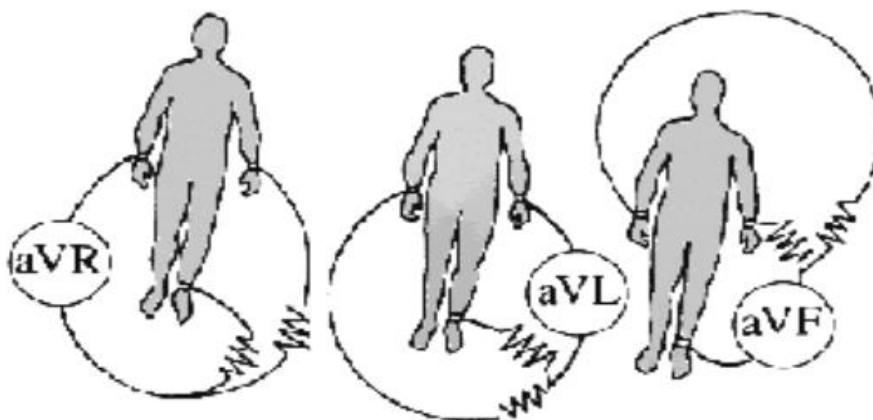


Figure 1.6: aVR, aVL, aVF.

L'ensemble des dérivations uni et bipolaires projetées géométriquement représentent un double triaxe avec un centre schématisé : le cœur. On peut déjà apercevoir que les régions explorées par ces dérivations périphériques seront :

D1, aVL : paroi latérale du ventricule gauche.

D2, D3, aVF : paroi inférieure.

aVR : intérieur des cavités du cœur.

I.3.2.2 Dérivations précordiales

Ce sont des dérivations unipolaires désignées par Wilson, fixées en des points définis sur la paroi thoracique. On les nomme les dérivations standard V1 à V6 :

V1 : est placée sur le 4^{ème} espace intercostal droit, au bord droit du sternum.

V2 : est placée sur le 4^{ème} espace intercostal gauche, au bord gauche du sternum.

V3 : est placée entre V2 et V4.

V4 : est placée sur le 5^{ème} espace intercostal gauche, sur la ligne médioclaviculaire.

V5 : est placée sur le 5^{ème} espace intercostal gauche, sur la ligne axillaire antérieure.

V6 : est placée sur le 5^{ème} espace intercostal gauche, sur la ligne axillaire moyenne.

Il est possible d'utiliser trois dérivations précordiales supplémentaires pour explorer la face postérieure du cœur : V7, V8, V9 qui sont à placer sur le 5^{ème} espace intercostal gauche, respectivement sur la ligne axillaire postérieure, sur la ligne médioscapulaire et sur la ligne scapulo-vertébrale. De même que pour les dérivations frontales, il est possible d'apercevoir les régions explorées par ces dérivations :

V1 et V2 : les parois ventriculaires droite et septale.

V3 et V4 : les parois antérieures du septum et du ventricule gauche.

V5 et V6 : la paroi latérale du ventricule gauche.

La figure I.7 montre ces dérivations et leur emplacement sur la paroi thoracique [5].

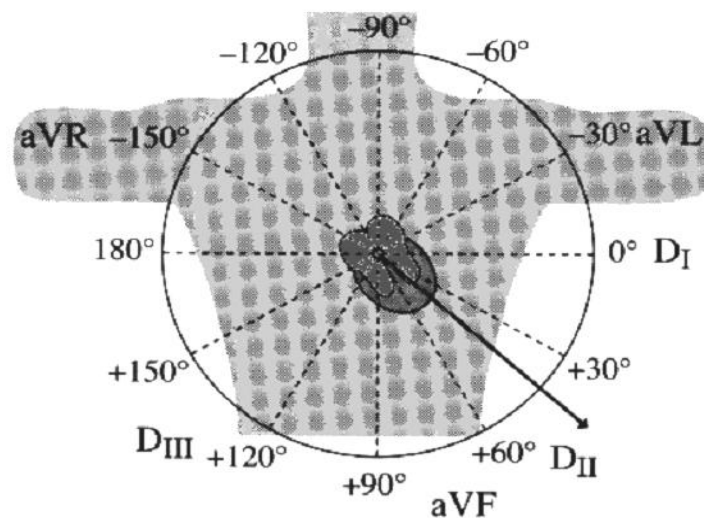


Figure 1.7 : Triaxe des dérivations frontales.

I.3.2.3 Autres systèmes de dérivations ECG

Parmi les systèmes de dérivations ECG il y a :

- Les dérivations orthogonales corrigées ou bien le système de dérivations de Frank : sept électrodes placées sur la poitrine, le dos, le cou et la jambe gauche sont utilisées pour visualiser le cœur à partir du côté gauche X, le côté du dessous Y et de face Z.
- Le système de projection du potentiel sur la surface du corps : c'est une extension des systèmes conventionnels par l'augmentation du nombre d'électrodes sur la surface du corps [5].

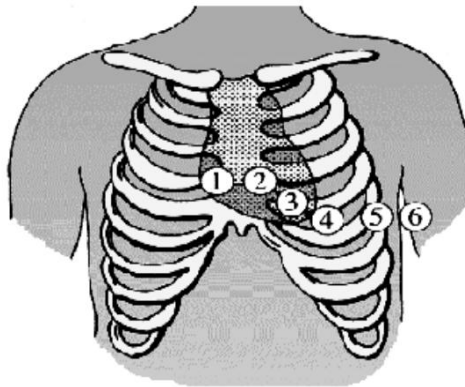


Figure I.8 : Dérivations précordiales.

I.3.3 Ondes et intervalles de temps de l'ECG normal

Un enregistrement *ECG* normal représente un cycle cardiaque normal. Il est caractérisé par un spectre de fréquences distribuées au dessous de 40-50 Hz et par des ondes et des intervalles de temps qui se répètent d'une manière quasi périodique [6] (fig. I.9) :

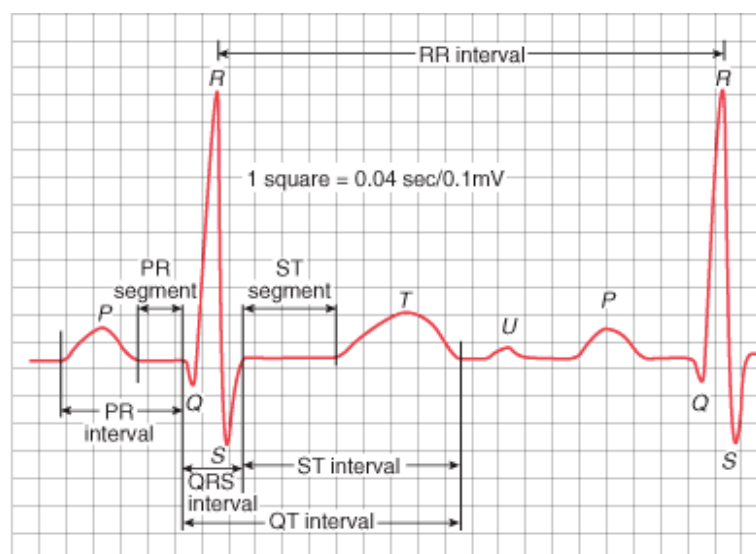


Figure I.9: Enregistrement ECG normal : différents ondes, intervalles et segments.

I.3.3.1 Ondes de l'ECG

- Onde P

La dépolarisation des oreillettes est aperçue comme l'onde *P* de l'ECG (fig. I.10.a). Elle a une durée de 0.1 à 0.12 secondes et une amplitude de 0.1 à 0.3 mV, elle est toujours positive sauf pour la dérivation *aVR*. La fréquence de l'onde *P* est entre 10 et 15 Hz (fig. I.11) [7].

- Complexe QRS

La première dépolarisation ventriculaire correspond au complexe *QRS* (fig. I.10.b), il est constitué par trois ondes : l'onde *R* qui est l'onde positive, l'onde *Q* qui est la première onde négative précédant l'onde *R* et enfin l'onde *S* est la première onde négative après *R*. Le spectre de fréquences du complexe *QRS* se trouve entre 10 et 50 Hz (fig. I.11) [7][8][4].

- Onde T

Elle exprime la ré-polarisation des ventricules (fig. I.10.c), elle est toujours positive pour *DI* et *DII* et négative pour *aVR*.

- Onde U

Après l'onde *T*, un enregistrement ECG peut parfois présenter une onde de très basse amplitude dite l'onde *U* (fig. I.10.d), elle est similaire dans la forme à l'onde *P* et elle est souvent associée aux processus de ré-polarisation ventriculaire tardive [8].

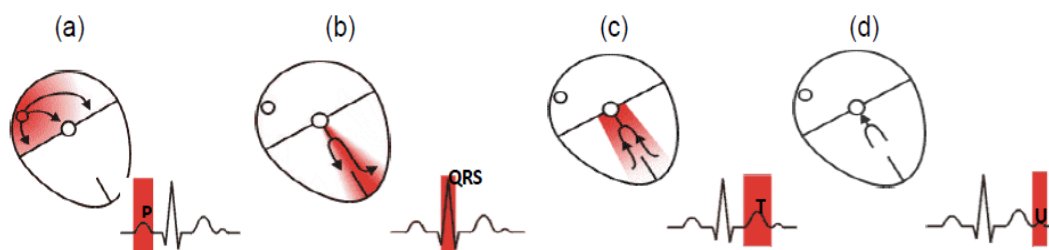


Figure I.10: Différentes ondes du tracé ECG : (a) l'onde *P*, (b) le complexe *QRS*, (c) l'onde *T* et (d) l'onde *U*.

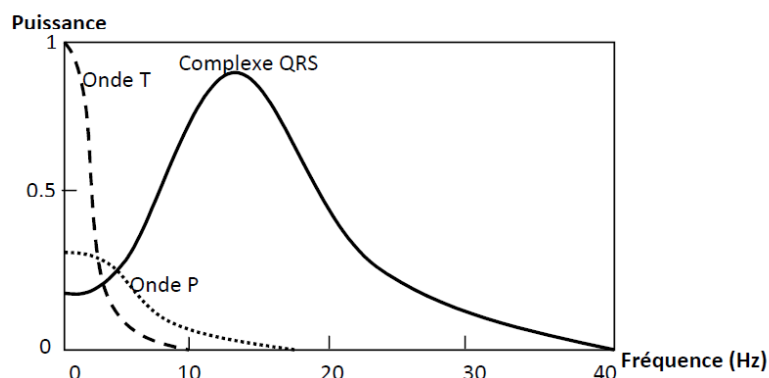


Figure I.11: Spectre de puissance de l'onde *P*, du complexe *QRS* et de l'onde *T*.

I.3.3.2 Intervalles et segments de l'ECG

Parmi les intervalles et les segments qui caractérisent le tracé *ECG* il y a (fig.I.9) :

- Intervalle PR

Il mesure la distance entre le début de l'onde *P* et le début du complexe *QRS*, il représente la dépolarisation des oreillettes et du noeud AV. Sa durée normale est entre 0.12 et 0.2 secondes [6].

- Segment PR

C'est la période temporelle comprise entre la fin de l'onde *P* et le début du complexe *QRS*, il représente le temps de transmission du front de dépolarisation par le nœud AV [2][6].

- Segment ST

Il est compris entre la fin du complexe *QRS* (ou point *J*) et le début de la phase ascendante de l'onde *T*. Ce segment correspond au temps pendant lequel l'ensemble des cellules myocardiques sont dépolarisées et donc, dans le cas normal, il doit être isoélectrique. Dans le cas contraire, le niveau d'amplitude et la pente de ce segment sont des indicateurs de l'état ischémique du myocarde.

- Intervalle QT

C'est le temps entre le début du complexe *QRS* et la fin de l'onde *T*. Il représente une indication de la longueur des phases de dépolarisation et ré-polarisation ventriculaires. Sa durée varie avec la fréquence cardiaque entre 0.3 et 0.38 secondes [7][4].

- Intervalle PP

Il mesure la durée du cycle des oreillettes, c'est un indicateur de la fréquence des oreillettes.

- Intervalle RR

C'est la distance entre deux ondes *R* successives, c'est l'indicateur de la fréquence des ventricules [2].

I.3.4 Enregistrements HOLTER

Malgré les quantités de renseignements qu'un ECG peut fournir, il ne reflète qu'un instant de l'activité électrique recueillie pendant les quelques secondes d'enregistrement. Dans la plupart des cas, cela suffit pour faire un diagnostic et aider à l'élaboration d'un traitement. Mais certains symptômes épisodiques (palpitations, lipothymies, douleurs, ...) ont très peu de chances de se produire au moment de l'enregistrement, privant ainsi la possibilité de rattacher ces symptômes à un éventuel trouble du rythme cardiaque. Le diagnostic de ces

symptômes paraissant alors bien compromis, un américain s'appelant Norman Holter a tenté de résoudre le problème en concevant un système d'enregistrement ECG continu portable. Après bien des perfectionnements et une grande miniaturisation liée aux progrès de l'électronique, le dispositif permettant l'enregistrement Holter est maintenant d'utilisation courante. L'appareil que le patient porte en bandoulière ou en ceinture, est relié par un câble à 5 électrodes collées sur la poitrine du patient. Il enregistre en permanence l'ECG pendant 24 ou 48 heures. Le support de cet enregistrement a longtemps été une simple bande magnétique, il est maintenant une disquette où l'ECG est stocké sous forme numérique. A la fin de l'enregistrement, la disquette est introduite dans un ordinateur qui va lire en quelques minutes l'enregistrement et l'interpréter selon une précision qui est fonction du logiciel informatique utilisé et sa programmation. Un rapport imprimé est fourni qui rassemble la totalité de l'ECG des 24 ou 48 heures, les anomalies constatées et bien d'autres renseignements encore. De la sorte, une anomalie transitoire de l'ECG a des chances de figurer dans le rapport final. Cet examen est dans la grande majorité des cas un examen ambulatoire, et il importe non seulement d'enregistrer des anomalies ECG mais également de pouvoir les rapporter à des symptômes ressentis par le patient et réciproquement [9].

I.4 Artefacts de l'enregistrement ECG

Tout enregistrement ECG peut contenir des événements indésirables qui peuvent brouiller le tracé et induire en erreur le diagnostic final, ces bruits sont reconnaissables à l'œil expérimental qui les identifie avant tout diagnostic. Ces perturbations ont fait l'objet d'études et restent, pour certaines, encore difficiles à traiter de manière automatique. Les effets indésirables peuvent avoir plusieurs sources : techniques, physiques, pathologiques, ou pharmacologiques.

Donc les artefacts sont des déflexions du tracé ECG qui sont dues à des influences autres que l'activité cardiaque du cœur [4].

Artefacts dus aux mouvements d'électrodes

Les mouvements d'électrodes produisent des perturbations de la distribution des ions qui cause des changements dans le potentiel de la cellule, le résultat de ces mouvements pour le tracé ECG se traduit par un décalage de la ligne de base qui apparaît beaucoup plus dans le segment PR qui se décale de la ligne isoélectrique d'amplitude zéro (fig.I.12.a). Cet

éloignement de la ligne de base représente une perturbation de basse fréquence de l'ordre de 0.1 Hz [4].

Mouvements de la ligne de base

En plus du mouvement d'électrode, la ligne de base se décale de la ligne isoélectrique (fig. I.12.b) à cause des mouvements du câble et la fréquence d'un tel bruit est de l'ordre de 0.1 à 10 Hz.

Artefacts dus au secteur

Ces bruits sont dus à la source de tension qui alimente l'appareil à travers le secteur, ce sont des bruits de haute tension de 50 ou 60 Hz (fig. I.12.c).

Artefacts musculaires

Ce type de bruit est dû aux contractions musculaires. On remarque que l'intervalle RR du tracé ECG pour ces artefacts est très régulier (fig. I.12.d) [4].

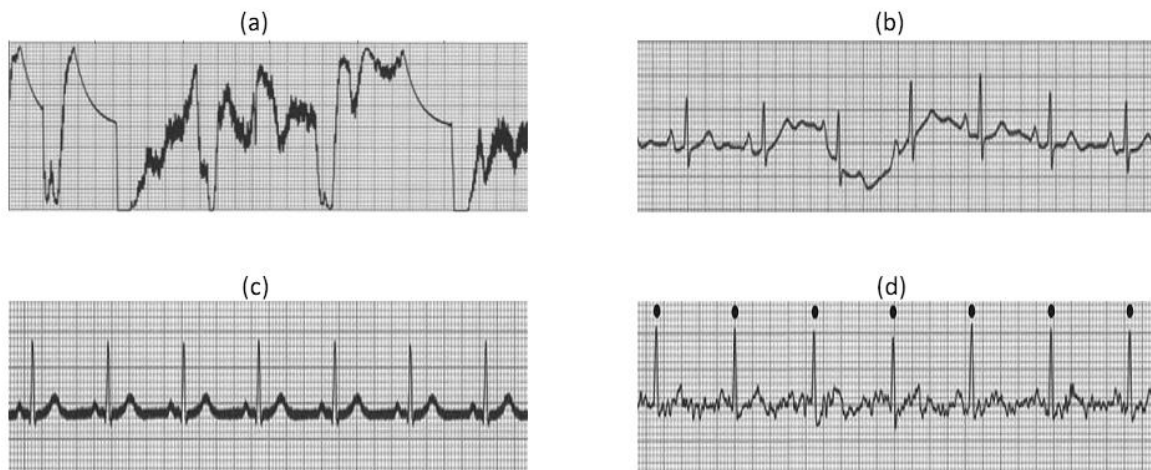


Figure I.12: Artefacts du tracé ECG : (a) artefacts dus aux mouvements d'électrodes, (b) mouvement de la ligne de base, (c) artefacts dus au secteur et (d) artefacts musculaire.

I.5 Bases de données utilisées

Il existe différents standards de bases de données utilisées pour l'analyse du signal électrocardiographique : MIT-BIH Database, AHA Database, ESC Database, NST Database, CU Database, ST Database, ..., etc.

Dans notre travail, on a utilisé la base de données MIT-BIH. Elle contient 48 enregistrements de 30 minutes chacun, les 23 premiers (numérotés de 100 à 124) ont été choisis aléatoirement et les 25 autres (numérotés de 200 à 234) contiennent des tracés avec des phénomènes arythmiques importants.

La majorité des enregistrements ont été obtenus par la dérivation DII modifiée en plaçant l'électrode sur la poitrine, dans les autres on a utilisé les dérivations précordiales V1 et parfois V2 ou V5 [10].

I.6 Troubles du rythme et de la conduction cardiaque

Sous cette dénomination on regroupe les arythmies cardiaques et les blocs cardiaques. Le meilleur outil pour diagnostiquer une arythmie est l'électrocardiogramme. Dans l'analyse de l'ECG, les pathologies ou anomalies sont détectées et classées en fonction de leur déviation par rapport au rythme idéal qu'est le rythme sinusal. Chaque déviation visible sur l'ECG peut être attribuée à une anomalie physiologique. Ainsi, les blocs cardiaques sont dus à un défaut de conduction de l'onde de dépolarisation à travers le myocarde différencié et les arythmies sont générées par un foyer ectopique prenant le relais ou supplantant le nœud sinusal. Ces pathologies ne sont pas exclusives, un patient peut être atteint d'arythmies et de blocs cardiaques. Les sections suivantes détaillent le rythme sinusal, les blocs cardiaques et certaines arythmies cardiaques.

Rythme sinusal : Le rythme sinusal est le rythme normal cardiaque. Il correspond à une activation physiologique des oreillettes, puis des ventricules, à partir du nœud sinusal. Son rythme est compris entre 60 à 80 battements par minute avec un intervalle régulier entre des battements normaux. Le cœur s'accélère normalement lors de l'activité physique, dans les circonstances physiologiques qui exigent un surcroît de demande métabolique ou sous l'effet des émotions ou d'excitants tels que café, tabac, alcool.

Blocs cardiaques : Les blocs cardiaques sont dus à une rupture de conduction du myocarde différencié qui altère la dépolarisation du myocarde. Ces ruptures peuvent être plus ou moins sévères : freinantes (allongement du temps de parcours intermittentes (un stimulus sur 2 ou 3 est conduit), ou complète (aucune conduction)). Nous allons détailler les types de blocs cardiaques :

Bloc Sino-Auriculaire (Bloc SA) : Le nœud sinusal peut ne pas transmettre de stimulus aux cellules des oreillettes. La conséquence est qu'au moins un cycle complet n'est pas effectué. Après la pause, due au bloc, le cycle reprend normalement si aucun autre foyer ectopique n'a déclenché de contraction.

Blocs Auriculo-ventriculaire (BAV) : On appelle BAV l'altération de la conduction du stimulus de dépolarisation entre les oreillettes et les ventricules. On distingue trois degrés de sévérité.

- Les BAV de premier degré provoquent l’allongement du segment PR de façon égale à chaque cycle.
- Les BAV de deuxième degré traduisent l’absence momentanée d’onde QRS après une onde P normale. Lorsque les segments PR précédents sont normaux, on parle de Mobitz de type II (fig. I.13). Lorsque les segments précédents vont en s’augmentant, on parle de phénomènes de Wenckebach (ou Mobitz de type I).
- Les BAV de troisième degré sont dit complets, c’est-à-dire qu’aucune dépolarisation auriculaire ne parvient aux ventricules. Un foyer ectopique ventriculaire ou jonctionnel joue alors le rôle de pacemaker. Le foyer est identifiable par la forme et la fréquence des battements. Les activités auriculaire et ventriculaire sont complètement dissociées.

Blocs de branche : Le bloc de branche est dû au blocage de la dépolarisation dans une des branches du faisceau de His. Un bloc dans l’une ou l’autre branche provoque un retard dans la dépolarisation du ventricule auquel elle appartient. La dépolarisation des ventricules est désynchronisée et le complexe QRS est élargi (fig. I.14).

Arythmies : Les arythmies proprement dites relèvent de l’entrée en jeu d’un « foyer » ectopique qui peut se situer dans n’importe quelle portion du cœur, ou de la formation d’un circuit électrique (appelé réentrée notamment par les faisceaux de Kent), dont la localisation peut être auriculaire, jonctionnelle (entre oreillettes et ventricules) ou ventriculaire. Les paragraphes suivants présentent quelques arythmies dites supra-ventriculaires (auriculaires ou jonctionnelles) et des arythmies ventriculaires.

I.6.1 Arythmies supra-ventriculaires

La tachycardie supra-ventriculaire (TSV) (maladie de Bouveret) correspond à un mécanisme de réentrée qui peut soit être localisé à l’intérieur du nœud auriculo-ventriculaire (réentrée nodale), soit couvrir un large circuit empruntant dans un sens la voie de conduction normale (nœud AV et faisceau de His) et dans l’autre le faisceau de Kent. La tachycardie est rapide (entre 180 et 220 pulsations par minute) parfaitement régulière, à début et fin brusques. Les complexes QRS sont normaux et l’activité auriculaire se superpose à ces derniers ou les suit. Les accès se répètent à des intervalles variables, mais l’évolution reste bénigne car il n’existe pas, sauf association occasionnelle, d’anomalie des valves, du muscle cardiaque ou des coronaires.

La fibrillation auriculaire (FA) : est une désorganisation totale de l’activité électrique auriculaire avec perte de la contraction mécanique rythmée des oreillettes. Les oreillettes sont

parcourues de multiples ondes électriques, qui se propagent de façon anarchique à une très grande vitesse, supérieure à 350 par minute. Les ondes auriculaires de fibrillation sont en grande partie bloquées dans le nœud auriculo-ventriculaire qui joue le rôle de filtre, protégeant les ventricules d'une activité trop rapide. Le choc électrique externe est le moyen le plus efficace pour rétablir le rythme sinusal (emploi d'un défibrillateur). La FA peut être traitée par des soins médicamenteux (antiarythmiques) et s'ils se révèlent inappropriés, il devient nécessaire d'implanter un défibrillateur.

I.6.2 Arythmies ventriculaires

L'arythmie extrasystolique est la plus fréquente. Les extrasystoles sont des battements ectopiques, uniques ou répétés, provenant d'un seul ou de plusieurs foyers qui peuvent entraîner des sensations désagréables de rates, de coups dans la poitrine, d'arrêts de cœur ou de palpitations. Les extrasystoles sont des phases systoliques en trop qui seront apparentes sur l'ECG par un complexe QRS large (fig. I.14). Les extrasystoles ne constituent habituellement pas en elles-mêmes un facteur de gravité, leur pronostic dépend de l'état cardiaque qui peut être absolument normal (extrasystoles dites bénignes) ou pathologique. Lorsqu'il existe un double foyer ventriculaire, on parle de doublet ventriculaire (fig. I.15).

Les bigéminismes et trigéminismes : sont des rythmes à deux commandes. La commande de base (généralement sinusale) est interrompue par des battements d'origine ectopique. Lorsque l'on se trouve en présence d'un bigéminisme les QRS qui appartiennent au rythme de base sont suivis d'un QRS d'origine ectopique avec une succession de 1/1. On parle de trigéminisme lorsqu'on est en présence d'une succession 2/1.

Les tachycardies ventriculaires (TV) : représentent les arythmies les plus graves, elles compromettent souvent l'hémodynamique et peuvent dégénérer en fibrillation ventriculaire létale. Les complexes QRS sont toujours élargis et le rythme est rapide. L'accès de tachycardie ventriculaire persistante est une urgence médicale, l'arrêt de la crise pouvant être obtenu par injection intraveineuse d'un antiarythmique ou par choc électrique externe. Quand les récurrences de tachycardie ne sont pas prévenues par la médication anti arythmique, le recours à des méthodes non pharmacologiques est légitime : exérèse chirurgicale de la zone arythmogène, défibrillateur implantable.

La fibrillation ventriculaire (FV) est la cause principale de mort subite. Elle peut apparaître d'emblée, comme manifestation d'instabilité électrique, dans les premières minutes ou heures d'un infarctus du myocarde aigu ou succéder à une autre arythmie ventriculaire chez les malades ayant une cardiopathie sévère. Les contractions complètement anarchiques

des ventricules aboutissent très rapidement à une inefficacité cardio-circulatoire qui est létale en l'absence de manœuvres de réanimation (massage cardiaque, ventilation assistée, choc électrique externe). Ces dernières doivent être entreprises en quelques minutes pour éviter les complications cérébrales secondaires à une privation d'oxygène prolongée au niveau des cellules. Les figures I.13 à I.20 donnent des exemples sur les différentes arythmies.

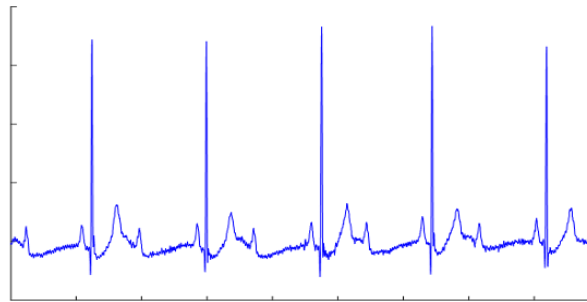


Figure I.13 : Exemple de Mobitz de type II.

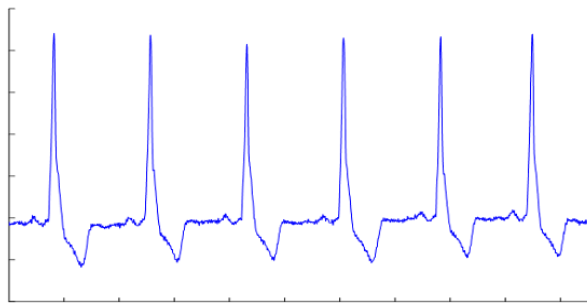


Figure I.14 : Exemple de bloc de branche gauche.

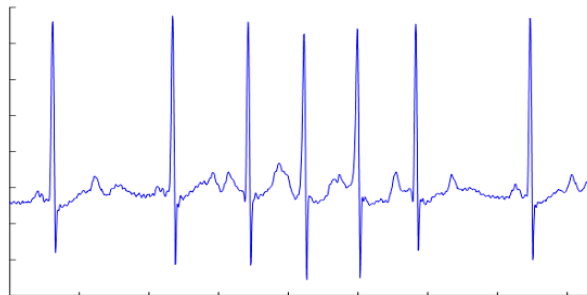


Figure I.15: Exemple d'accès de tachycardie supra-ventriculaire.

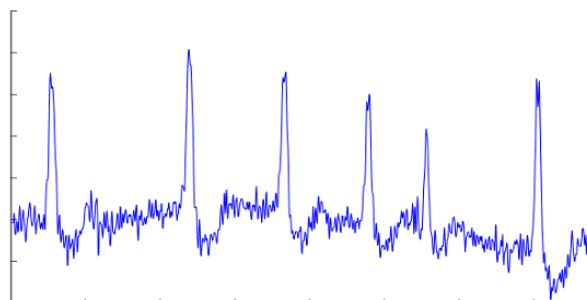


Figure I.16 : Exemple de fibrillation auriculaire.

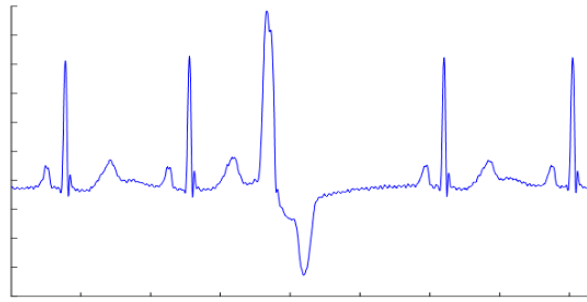


Figure I.17 : Exemple d'extrasystole.

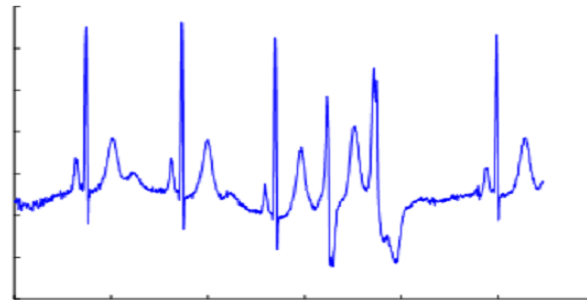


Figure I.18 : Exemple de doublet ventriculaire.

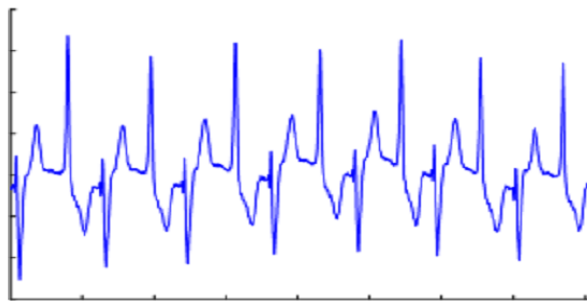


Figure I.19 : Exemple de tachycardie ventriculaire

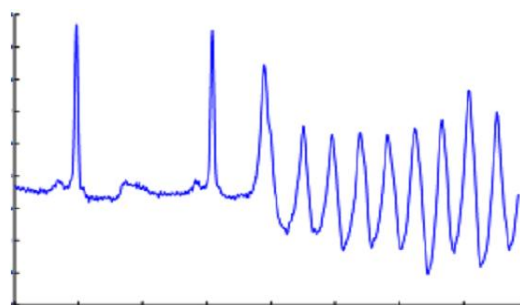


Figure I.20 : Exemple d'accès de fibrillation ventriculaire.

I.7 Diagnostic des arythmies

Le problème principal dans le diagnostic des arythmies cardiaques est de trouver le siège du foyer ectopique qui peut être soit supra-ventriculaire (auriculaire ou jonctionnel) ou ventriculaire. Pour ce faire le cardiologue décrit l'électrocardiogramme selon les ondes et

intervalles définis précédemment. Ce paragraphe a pour but de présenter les deux principales méthodes pour diagnostiquer des arythmies à d'ECG : l'analyse de la morphologie des QRS et l'analyse des relations entre l'activité auriculaire et ventriculaire.

Analyse morphologique : Les arythmies supraventriculaires, naissent au-dessus de la bifurcation du faisceau de His. Elles sont théoriquement caractérisées par des QRS fins car l'activation ventriculaire reste normale (donc rapide). Les arythmies ventriculaires sont au contraire caractérisées par l'existence de complexes QRS élargis et déformés. L'activation naît en un point quelconque du myocarde ventriculaire et entraîne une activation anormale de la masse ventriculaire. La durée du QRS est supérieure à 120 ms, avec un aspect de bloc de branche. Dans certains cas, cette différenciation entre arythmie supra-ventriculaire ou ventriculaire peut être très difficile. C'est le cas par exemple des arythmies supra-ventriculaires associées à un bloc de branche préexistant. Les QRS sont alors élargis quelque soit le foyer et peuvent être confondus avec une arythmie ventriculaire.

Relations entre l'activité auriculaire et ventriculaire : L'analyse de l'activité électrique auriculaire est parfois difficile, surtout quand le rythme ventriculaire est rapide. En cas d'arythmies supra-ventriculaires, il existe souvent une lésion constante entre l'activité auriculaire et ventriculaire. En cas d'arythmies ventriculaires, on observe le plus souvent une dissociation entre l'activité auriculaire et l'activité ventriculaire [11].

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre on a exposé l'anatomie du cœur humain et son fonctionnement dans le système cardiovasculaire, puis on a vu que l'activité des cellules cardiaques est la cause des potentiels électriques qui à leur tour sont responsables de la naissance des ondes constituant le tracé électrocardiogramme. On a vu aussi que ce tracé est, parfois, affecté par différents types d'artefacts et peut comporter des arythmies caractérisées par des déformations des ondes ou des intervalles entre ces dernières.

Ces connaissances sur le fonctionnement du cœur humain vont nous faciliter l'implémentation de différents algorithmes pour l'analyse de l'enregistrement ECG.