



FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE  
UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA



**Module :** Biophysique

**Basé sur :** le cours

-> Ce résumé est un complément de cours, il contient suffisamment d'informations, mais ne remplace pas le polycopié du professeur.

-> Merci d'envoyer toutes vos remarques via l'adresse mail suivante :  
[mahdikettani1@gmail.com](mailto:mahdikettani1@gmail.com)

-> Bon courage et bonne lecture !

**Auteur :** Kettani El Mahdi, étudiant de la promotion médecine 2019

اللهم أستودعك ما قرأت و ما حفظت و ما تعلمت، فردّه عند حاجتي إليه، إنك على كل شيء قدير

# ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE DU CŒUR

## I) Introduction :

-> Le cœur est un muscle qui se contracte par lui-même grâce à une stimulation électrique périodique qui peut être mesuré à distance par l'électrocardiogramme, l'étude de ce dernier nous permet de diagnostiquer et suivre l'évolution de pathologie détectée à cause d'un désordre de l'activité électrique du cœur mais aussi d'évaluer l'efficacité d'un traitement.

-> Le cœur est formé de 2 tissus :

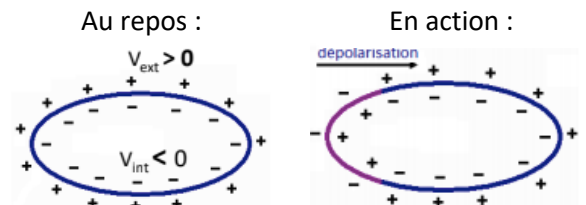
- Tissu myocardique : tissu musculaire qui se contracte
- Tissu nodal : tissu nerveux spécialisé et peu nombreux, peu contractile qui génère, conduit, et régule l'activité électrique du cœur. Il est formé par : Nœud sinusal - Nœud auriculo-ventriculaire - Tronc et branche du faisceau de His - Réseau de Purkinje

-> Propagation de la stimulation nerveuse au niveau du tissu nodal :

- La stimulation électrique naît périodiquement dans le nœud sinusal
- Dépolarisation de l'auricule droit et gauche
- La stimulation passe au nœud auriculo-ventriculaire avec décalage de 0,15s : c'est le ralentissement de NAV
- La stimulation passe au tronc puis aux branches du Faisceau de His
- Se termine au niveau du réseau de Purkinje dont les ramifications atteignent toutes les cellules du myocarde

-> Au repos, la cellule est chargée :

- Négativement à l'intérieur des ions  $K^+$
- Positivement à l'extérieur des ions  $Na^+$
- La cellule est donc dite polarisée avec une DDP ( $V_{int} - V_{ext} < 0$ )



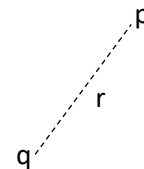
-> En action :

La cellule subissant une excitation suffisante, fait rentrer et sortir  $Na^+$ ,  $K^+$  et  $Ca^{2+}$ , ce qui inverse sa polarité : La dépolarisation se propage le long de la membrane et la cellule se comporte comme un dipôle ou un feuillet électrique (avec un moment du dipôle  $\vec{M}$ ) et donc on peut enregistrer l'activité électrique globale du cœur par l'électrocardiogramme.

## II) Electrographie – Électrocardiogramme :

-> Une charge  $q$  crée un potentiel électrostatique  $V_p$  au point  $P$  :  $V_p = K \frac{q}{r}$

-> Avec :  $K$  : constante /  $q$  : charge /  $r$  : distance qui sépare la charge du point où est créé le potentiel.



### A) Dipôle électrique :

-> 2 charges  $-q$  et  $+q$  séparées d'une distance  $a$  créant un potentiel  $V_p$  qui le séparent d'une distance  $r$  tel que  $a \ll r$  (Sachant que  $V_p = V_A + V_B$ )

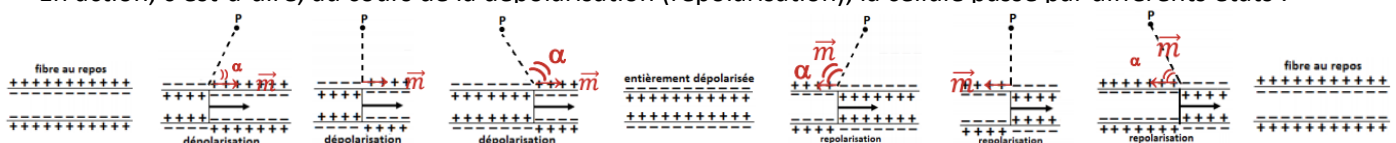
-> Avec un moment dipôle  $\vec{m}$ , un vecteur :

$$V_p = K \frac{qa \cos \alpha}{r^2}$$

- Dirigé de  $-q$  vers  $+q$
- Avec une valeur  $|\vec{m}| = q \times a$
- Passe par la ligne  $-q+q$  ou  $AB$
- N'a pas d'origine fixe

-> La variation du  $V_p$  est en fonction de la position du  $\vec{m}$

-> En action, c'est-à-dire, au cours de la dépolarisation (repolarisation), la cellule passe par différents états :



Au repos -----> Entièrement dépoléarisée -----> Au repos

En cours de dépolarisation

En cours de repolarisation

-> NB : Le signe de  $V_p$  est celui de la majorité de la face en regard de  $P$

## B) Feuillelet électrique :

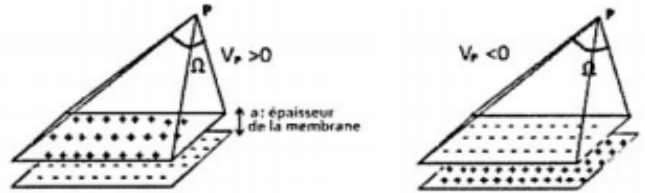
-> Double distribution de charges de signes opposés sur 2 surfaces parallèles :

$$V_p = K \cdot \Omega \cdot \mu = K \cdot \Omega \cdot \left( a \cdot \frac{dq}{ds} \right)$$

-> Avec : K : constante /  $\Omega$  : angle entre P et la surface /

$\mu = a \times \frac{dq}{ds}$  : puissance du feuillet

-> Le signe de  $V_p$  est celui de la face en regard de P



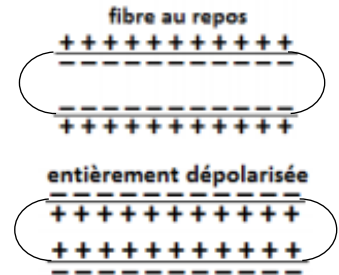
-> On peut considérer la fibre du myocarde comme 2 feuillettes parallèles fermées

-> Le  $V_p$  de la fibre est l'ensemble des potentiels des 2 faces exposés à P

-> Au repos, la fibre est chargée :

- + à l'extérieur
- - à l'intérieur

-> Et puisque les 2 faces exposées à P sont opposées ->  $V_p = 0$



-> Cellule entièrement dépolarisée est chargée :

- - à l'extérieur
- + à l'intérieur

-> Et puisque les 2 faces exposées à P sont opposées ->  $V_p = 0$

-> En cours de dépolarisation, les charges varient, le  $V_p$  peut être donc  $> 0$ ,  $< 0$  ou  $= 0$ , elles varient de façon sinusoïdale (comme pour le dipôle électrique, la fibre cardiaque change de  $V_p$  en cours de dépolarisation et repolarisation)

-> Au repos, le potentiel = -90mV

-> En action, le potentiel comporte un plateau

-> Mouvement des ions :

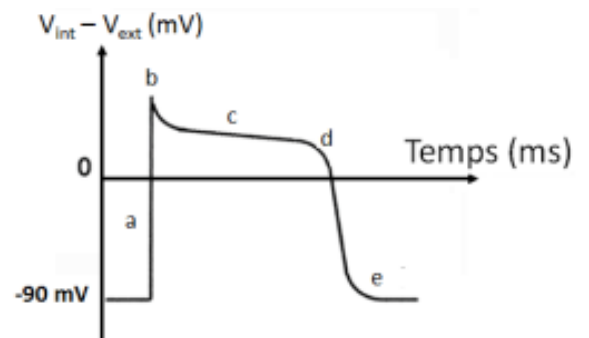
A : dépolarisation rapide : entrée de  $\text{Na}^+$

B : Repolarisation initiale : sortie programme de  $\text{K}^+$

C : Plateau : entrée Calcio-sodique

D : Repolarisation : sortie de  $\text{K}^+$

E : Potentiel de repos : Rétablissement des concentrations des ions



## III) Technique d'enregistrement :

-> Au cours de la dépolarisation, il y'a :

- Une zone dépolarisée électronegative
- Une zone encore à l'état de repos électropositive

-> Ces 2 zones de charges opposées forment un dipôle

-> Le moment dipolaire de cette fibre cardiaque se propage progressivement

-> Dans le cœur, la dépolarisation commence au niveau des fibres du myocarde auriculaire puis passe aux fibres du myocarde ventriculaire

-> On enregistre l'activité électrique globale de tout le cœur avec le moment dipolaire  $\vec{M}$  de toutes les fibres (auriculaire + ventriculaire) qui varie dans le temps en : origine, direction, sens et amplitude.

-> La variation de  $\vec{M}$  dans le temps, lorsque l'activité électrique est différente de 0, est représentée par un vectocardiogramme de forme spécifique pour chaque des 3 phases :



-> La projection orthogonale des vecteurs de vectocardiogramme nous donne l'électrocardiogramme ECG

-> L'enregistrement de l'activité électrique du cœur se fait selon 2 méthodes :

- Périphériques : électrode sur poignet G, poignet droit et cheville gauche
- Précordiales : à différents endroits du thorax.

-> L'enregistrement consiste en la mesure de dérivation : mesure de la différence de potentiel DDP entre 2 électrode

-> Les mesures des différentes dérivations correspondent à la même action électrique mesurée sous différents angles dans le but de diagnostiquer différents territoires de myocarde

-> Le patient s'allonge, ferme les yeux, et relâche tous ses muscles pour ne pas fausser les résultats de l'ECG par ceux de l'électromyogramme EMG

-> Enregistrement périphérique :

- Grande distance
- Dipôle électrique
- Dérivation unipolaire : DDP entre membre et un référentiel (On amplifie les voltages pour obtenir au tracé de même amplitude D1, D2 et D3)
- Dérivation bipolaire : DDP entre les 3 électrodes (2 à 2)

-> Enregistrement précordiale :

- Courtes distances
- Feuille électrique
- Dérivation unipolaire
- Il existe 6 dérivation au niveau du thorax qui entoure le cœur

### Électrocardiogramme ECG :

-> Onde P :

- Dépolarisation auriculaire
- Durée : 0,08 – 0,1 s
- Amplitude : < 0,25 mV

-> Complexe QRS :

- Repolarisation auriculaire
- Dépolarisation ventriculaire
- Durée : 0,06 – 0,08 s
- Amplitude : 0,5 – 2 mV (avec amplitude de Q > amplitude R/3)

-> Onde T :

- Repolarisation ventriculaire
- Positive asymétrique

-> Espace PR :

- Ralentissement du NAV
- Isoélectrique
- Durée : 0,12 – 0,2 s

-> Espace ST :

- Ventricule entièrement dépolarisé
- Isoélectrique

-> Espace QT :

- Dépend de la fréquence
- Durée : 0,35 – 0,43 s pour f = 60 battements/min
- F augmente, durée diminue

-> De T à P suivant : Isoélectrique

### IV) Lecture et interprétation du tracée :

-> L'ECG = variation de  $\vec{M}$  à chaque instant

-> On utilise la dérivation périphérique

-> On utilise surtout le complexe QRS car il est utile et représente l'orientation globale du vectocardiogramme.

-> On le trace de 2 manières :

- Tracé positif : (max possible) approximatif
- Tracé algébrique (positif et négatif) précis

-> On trace un triangle équilatéral dont les sommets R, L et F sont les emplacements des 3 électrodes (bien sûr pour une dérivation périphérique donc dipôle), avec le centre de gravité du triangle est l'origine du vecteur moyen et de tous les vecteurs, qui sont fixes et coïncident avec le ventricule gauche.

-> Puis on reporte l'amplitude des ondes P, QRS et T

-> On mesure l'angle que fait le vecteur moyen avec l'horizontale

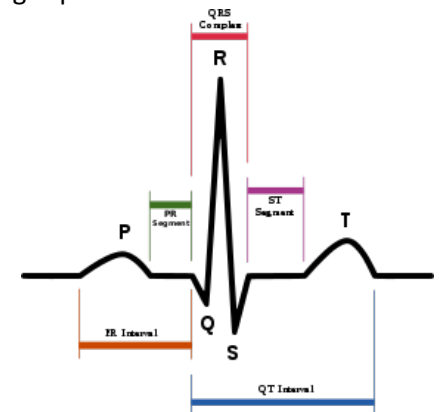
-> L'axe moyen d'un QRS est : 0° - 90°

-> L'axe moyen d'un P est : 50° - 90°

-> L'axe moyen d'un T est : 0° - +80°

-> Si l'axe de QRS est orienté vers -90° : Hypertrophie ventriculaire gauche

-> Si l'axe de QRS est orienté vers 180° : Hypertrophie ventriculaire droite



#### Informations :

-> Ligne de base = ligne isoélectrique = pas d'activité électrique

-> --- DDP > 0

-> --- DDP < 0

