

I-Dipôle électrique :

Un dipôle électrique constituée par Σ de 2 charges électriques $-q$ et $+q$ placée en 2 point A et B.

Le potentiel crée en P : $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{|q| \cos \theta}{r^2} \times \vec{u}_{AB}$ ou $V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{\mathcal{M} \cdot \vec{u}_P}{r^2}$

$\mathcal{M} = q \cdot \vec{AB}$: Moment dipolaire du système

\vec{u}_P : Vecteur unitaire de la direction \vec{OP}

r : distance OP

$\mathcal{M} \cdot \vec{u}_P$: représente la projection \vec{OM} de \vec{u}_P sur la projection \vec{OP}



ECG TP

A-LE MUSCLE CARDIAQUE :

QCM

1- la particularité d'avoir un fonctionnement **automatique** en dehors de toute commande nerveuse; de **lui même**, il donne naissance à des potentiels d'action rythmiques et l'innervation extérieure **n'intervient que** pour moduler la fréquence de cette activité.

2- Bien que les cellules myocardiques **soient distinctes** les unes des autres, toutes les fibres se contractent de manière pratiquement synchrone. Tout se passe comme si le myocarde auriculaire et le myocarde ventriculaire étaient chacun constitué d'une seule cellule.

B/ ACTIVITE ELECTRIQUE DE LA FIBRE CARDIAQUE

-En raison de la grande durée du potentiel d'action, il existe toujours un certain intervalle de temps pendant lequel la fibre est entièrement excitée. En admettant un potentiel d'action de forme trapézoïdale, on peut présenter schématiquement l'activité électrique de la fibre par 4 phases successives (figure 1).

Phase diastolique; tous les points sont au même potentiel et il n'y a pas de courant dans le volume extérieur.

La fibre est en cours d'activation; la partie activée est négative et la fibre se comporte alors, à chaque instant, comme un dipôle électrique dont le moment a le même sens que la progression de l'excitation.

La fibre est entièrement excitée; tous les points sont au même potentiel et il n'y a pas de courant extérieur.

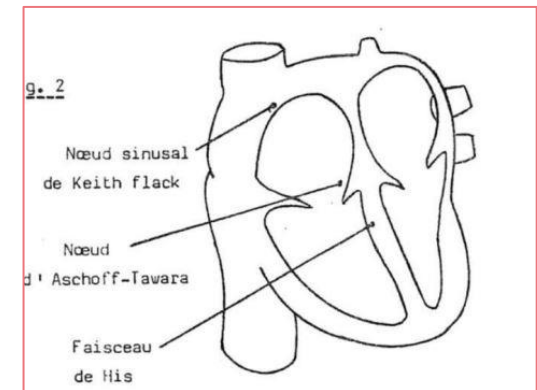
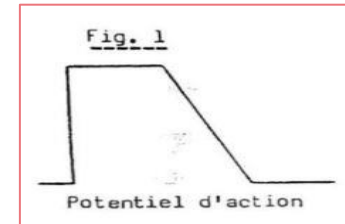
La fibre est en voie de restauration; la partie restaurée est positive et, à chaque instant; la fibre peut être représentée par un dipôle.

Si le potentiel d'action à la même durée en tout point de la fibre, la restauration progresse dans le même sens que l'activation et le dipôle est de sens opposé au dipôle d'activation

Par contre, dans le cas où le potentiel d'action est **plus long** en A qu'en A', la restauration progresse **en sens inverse** de l'activation et le dipôle est de même sens que le dipôle d'activation

-L'intérêt de la représentation **dipolaire** réside dans le fait que, moyennant certaines hypothèses, il est facile de déterminer les effets **à distance de la fibre**.

QCM



C) ACTIVITE ELECTRIQUE DE L'ENSEMBLE DU CŒUR :

-On peut à tout instant représenter l'état électrique d'une des deux parties du myocarde par un dipôle unique obtenu par somme vectorielle des dipôles "élémentaires" représentant chaque fibre. Chacune des deux parties subit successivement les phases d'excitation et de restauration. L'activation prend au niveau du **nœud sinusal** de Keith-Flack (activation articulaire) ,gagne le nœud de Aschoff-Tawara et se propage ensuite dans le myocarde par le faisceau de His (Fig 2).

-La succession des évènements électriques peut être schématisée selon le tableau suivant :

	Onde P			Complexe QRS		Onde T
Myocarde auriculaire :	Repos	En voie d'excitation	Excite	En voie de restauration	Repos	Repos
Myocarde ventriculaire :	Repos	Repos	Repos	En voie d'excitation	Excite	En voie de restauration
Effet électrique :	Pas d'effet	Dipôle d'excitation auriculaire	Pas d'effet	Dipôle de restauration Auriculaire Dipôle d'excitation ve Ventriculaire	Pas d'effet	Dipôle de restauration Ventriculaire

II/ PRINCIPE DE L'E.C.G

QCM

A-VECTEUR CARDIAQUE :

-Le cœur peut être assimilé, à un dipôle dont le moment est appelé vecteur cardiaque qui **varie** en **grandeur, sens, direction et origine au cours du temps**, **a condition de se placer à grande distance** du cœur, on peut admettre que **l'origine** du vecteur cardiaque reste **fixe**.

-Cette **origine**, située dans le **ventricule gauche**, est appelée centre électrique du cœur.

-Lorsque le cœur est **au repos**, ou excité le **vecteur cardiaque = 0**, pas d'effet électrique.

-Au cours d'une phase **d'excitation** Ou de **restauration** (P.QRS.T), le vecteur cardiaque n'est **pas nul**, l'origine restant fixe son extrémité décrit une courbe appelé vectocardiogramme.

-Le vectocardiogramme d'une phase donne l'évolution au cours du temps du vecteur cardiaque pour cette phase. Il existe trois vectocardiogramme correspondant aux trois phases: P, QRS, et T

QCM

B/ POTENTIEL ENGENDRE PAR LE VECTEUR CARDIAQUE A UN INSTANT :

Pour simplifier la suite nous supposons que les potentiels sont relevés en 3 points R,L,F (RIGHT, LEFT, FOOT) formant **un triangle équilatéral de Einthoven** dont le centre, est occupé par le point O centre électrique

$$V_R = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{c}{r^2} \times \vec{u}_R \times \vec{c} \approx \vec{u}_R \times \vec{c} \quad \text{et} \quad V_L = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{c}{r^2} \times \vec{u}_L \times \vec{c} \approx \vec{u}_L \times \vec{c} \quad \text{et} \quad V_F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{c}{r^2} \times \vec{u}_F \times \vec{c} \approx \vec{u}_F \times \vec{c}$$

-Le triangle R,L,F étant équilatéral est le même dans les 3 expressions et $4\pi\epsilon r^2 = \text{cte}$, V_R est proportionnel à $\vec{u}_R \times \vec{c}$ et V_F à $\vec{u}_F \times \vec{c}$ et V_L à $\vec{u}_L \times \vec{c}$

-Dans la pratique on mesure la différence entre 2 points non pas le potentiel en 1 seul point :

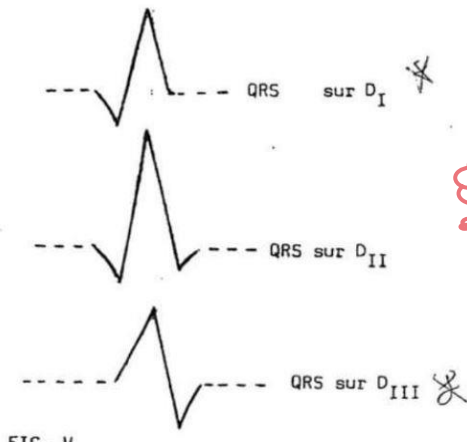
$$\text{POUR } D_1 = V_L - V_R = \vec{u}_L \times \vec{c} - \vec{u}_R \times \vec{c} \quad \text{POUR } D_2 = V_F - V_R = \vec{u}_F \times \vec{c} - \vec{u}_R \times \vec{c}$$

$$\text{POUR } D_3 = V_F - V_L = \vec{u}_F \times \vec{c} - \vec{u}_L \times \vec{c}$$

$$\text{NB : } V_L + V_R + V_F = 0$$

QCM

FIG. IV : VECTOCARDIOGRAMME DE PHASE QRS



QCM

II/ MANIPULATION :

A/ ENREGISTREMENT :

Lire le mode d'emploi de l'appareil et repérer les Boutons de commande.

Faire allonger le patient, bras le long du corps : il ne doit faire aucun mouvement sous peine de superposer à l'ECG

Placer les électrodes après les avoir enduites de gelée dépolarisante.

Brancher la masse de l'appareil et Mettre l'appareil sous tension.

Observer le déplacement de l'aiguille traceuse sans faire défiler le papier.

Placer l'aiguille au centre du papier

Envoyer une impulsion de 1mV donnée par l'appareil et régler l'amplification pour que la déviation corresponde à 10mm

Faire l'enregistrement de DI, DII et DIII

Chaque étudiant doit être une fois patient et une fois manipulateur

QCM

Pour mieux comprendre le traçage en détail d'ECG

Voir l'explication en vidéo de **Chahd EL Achari** sur se lien :

<https://drive.google.com/drive/u/O/folders/1boO9TdJ2Tv-78xkyxik9xC78Zo5IEu2r>

D/ AXE ELECTRIQUE D'UNE PHASE :

- L'axe électrique QRS est la **direction du vecteur cardiaque moyen** de la phase QRS.
- D'après le vectocardiogramme QRS on voit que la direction de l'axe électrique est sensiblement la même que celle du vecteur cardiaque maximum de la phase QRS dont les projections correspondent aux pics R de l'électrocardiogramme
- le vectocardiogramme étant **symétrique**, le vecteur moyen est porté par l'axe du système qui est aussi la direction du vecteur cardiaque maximum.
- Pour obtenir l'axe électrique QRS il faut pointer la hauteur des pics R sur les enregistrements DI DII, les reporter sur ODI et ODII et construire L'axe électrique alors à partir de ces projections.
- On fait de même avec les ondes P et T pour construire les axes A_P et A_T .
- Les valeurs des angles que font les axes électriques avec la direction ODI (**sens positif: sens des aiguilles d'une montre**) sont significatives en électro cardiologie.

QCM

Paramètre d'un ECG :	Duree en s	Amplitude	Forme	Angle forme par et l'axe électrique
ONDE P	0.08 a 0.1	<0,25 mV en DII	Arrondie donne aplati	+50° à +60°
ESPACE PR,PQ	0.18			
COMPLEXE RAPIDE QRS	0.08	0,5 à 2mV Q < R/3	Variable suivant la dérivation. Si Q existe : 0,04 s	0 à +90°
ESPACE ST	Peu précis			
ONDE T	Peu précis	0,1 a 0,4	Asymétrique	0 à + 80°
ESPACE QT	0.3 a 0.35			

B/ ETUDE DE L'ELECTROCARDIOGRAMME :

-**Période globale du processus cardiaque**

-Il suffit de prendre seulement deux composantes. On choisit **DI, DII** car ce sont **généralement**

les plus intenses et on trouve la direction des vecteurs cardiaques moyens en menant les **⊥** aux axes **ODI, ODII** à partir des sommets des pics (P_{ODI} , P_{ODII}) En mesurant la hauteur des pics correspondants aux ondes P, R et T, déterminer la direction des vecteurs électriques moyen d'excitation auriculaire, ventriculaire et de restauration ventriculaire.