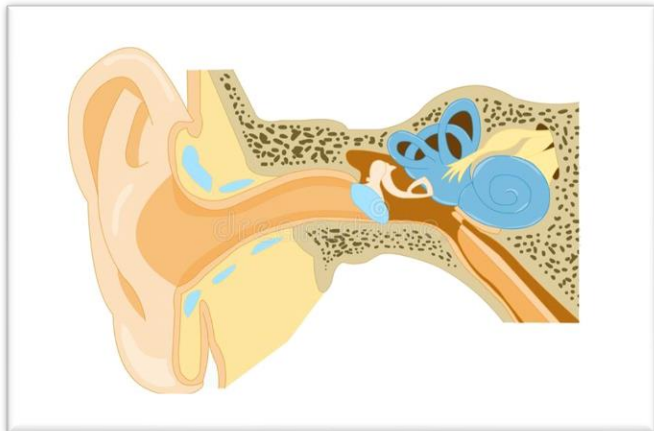


TP Biophysique

Oussama Essahili

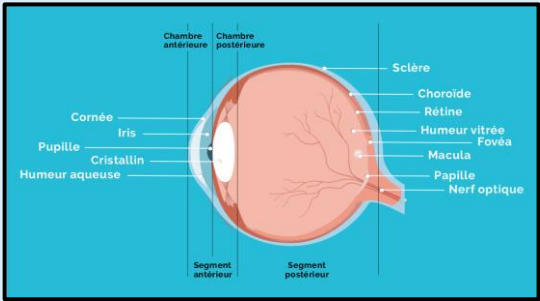


Verres correcteurs
Audition
Electrocardiogramme

RAPPELS :

Œil emmétrope :

- Les dioptries constituant l'œil (**la cornée, le cristallin principalement et l'humeur vitrée**) sont sphériques à mêmes rayons.
- Position du PR (vue sans accommodation : $SR = -\infty$)
- Position du PP : **SP = 25 cm** (distance moyenne)
- Accommodation déforme le cristallin : pour les objets entre PR et PP.
- Le cristallin joue le rôle d'une lentille à distance focale variable **car sa puissance varie lorsqu'il se bombe.**



Amétropies sphériques		Amétropies cylindriques		
MYOPIE	HYPERMÉTROPIE	ASTIGMATISME		
Causes : <ul style="list-style-type: none">- Œil trop long- Cristallin très bombé- Indice de réfraction élevé <ul style="list-style-type: none">- L'œil est trop puissant au repos-> Convergence élevée- $-\infty < SR < 20\text{cm}$: le PR est situé à une distance finie.- L'image d'un objet se forme avant la rétine.	Causes : <ul style="list-style-type: none">- Œil trop court- Cristallin relativement aplati- Indice de réfraction faible = Hyperopie <ul style="list-style-type: none">- L'œil n'est pas assez puissant au repos.-> Divergence élevée- L'image d'un point à l'infini se forme en arrière de la rétine.	Causes : <ul style="list-style-type: none">- Les dioptries oculaires ne sont plus de révolution : généralement le dioptre cornéen-> astigmatisme cornéen- La puissance (La distance focale) n'est pas la même suivant les directions considérées.		
		ASTIGMATISME RÉGULIER	ASTIGMATISME IRRÉGULIER	STRABISME
		Il existe 2 méridiens privilégiés perpendiculaires correspondants : l'un à Pmax (Rmin) et l'autre Pmin (Rmax)	++ de 2 méridiens principaux ou aucun Causes : <ul style="list-style-type: none">- Traumatismes et déformations permanentes de la cornée- Réfraction anarchique Conséquences : <ul style="list-style-type: none">- Image résultante + ou - déformée.	Cause : <ul style="list-style-type: none">- Défaut des muscles qui positionnent les yeux en direction Conséquence : <ul style="list-style-type: none">- Chaque œil a un champ visuel différent.
Correction : La vergence d'une lentille V ou puissance avec F la distance focale : <ul style="list-style-type: none">- Lentille divergente -> $V < 0$- Lentille convergente -> $V > 0$ Association de 2 lentilles : $V = V1 + V2$ Pour augmenter la vergence d'un système -> On associe une lentille convergente Pour diminuer la vergence d'un système -> On associe une lentille divergente		Correction : Lentilles cylindriques	Correction : Verres de contact	Correction : Prisme qui modifie la direction des rayons lumineux : <ul style="list-style-type: none">- L'orientation et l'angle au sommet sont à déterminer. Défaut de strabisme faible -> Rééducation musculaire Défaut de strabisme important -> Chirurgie Pour les prismes de petit angle : $D = (n-1)A$ avec D : déviation, n : indice du verre, A : Angle au sommet du prisme

Amétropies sphériques	Astigmatisme régulier	
SUBJECTIVE Optotype + Trou sténopéique	SUBJECTIVE Fente sténopéique + Cadran	OBJECTIVE Ophtalmomètre de Javal
<p>1. Contrôle de la vision : On place l'Optotype (le support des lettres à 5m de l'œil) L'analyse se fait individuellement pour chaque œil.</p> <p>Possibilité 1 : On voit correctement la dernière ligne => Vision normale</p> <p>Possibilité 2 : Lecture des petits lettres impossible => Vision défectueuse</p> <p>2. Distinction entre amétropie et défaut rétinien : On regarde œil par œil à travers le trou sténopéique de 0,6mm environ. => Permet de diminuer le diamètre de la pupille, ce qui diminue le diamètre du cercle de diffusion, ce qui améliore la vue.</p> <p>Possibilité 1 : La vision s'améliore => Trouble de la réfraction (amétropie)</p> <p>Possibilité 2 : La vision ne s'est pas amélioré => Défaut de la rétine ou du récepteur cérébral</p> <p>3. Correction de l'amétropie sphérique Résultat 1 : Le sujet peut voir certaines petites lettres. => On place un verre convergent faible.</p> <p>Vision améliorée : Le sujet est hypermétrope léger => Le verre correcteur est le verre le plus convergent utilisé.</p> <p>Vision diminuée : Le sujet est emmétrope ou myope léger => Le verre divergent donnera la meilleure vision.</p> <p>Résultat 2 : Le sujet ne lit que les très grosses lettres ou ne peut rien lire du tout => On place un verre divergent faible Vision diminuée : 3 possibilités - Le sujet est hypermétrope fort => On essaie des verres convergents - Atteint de lésions du fond de l'œil - Est astigmat</p>	<p>1. Détection de l'astigmatisme On place à 5 mètres un cadran comportant de figures formées des lignes parallèles, en tournant les figures :</p> <p>Possibilité : si toutes les lignes sont pareillement vues noires => Œil n'est pas astigmat</p> <p>2. Détection des axes</p> <p>LMV (Ligne de meilleure vue) - Ligne vue la plus noire - Donne dans la direction du plan méridien principal - C'est la focale la plus proche de la rétine</p> <p>LMBV (Ligne de moins bonne vue) - Ligne vue le moins noire - L'autre plan méridien principal et perpendiculaire à LMV</p> <p>3. Détermination des verres correcteurs On place devant l'œil : verre cylindrique divergent</p> <p>Possibilité 1 : Vision améliorée On augmente la puissance jusqu'à voir les lignes pareillement noires => On corrige les amétropies sphériques qui restent</p> <p>Possibilité 2 : Vision n'est pas améliorée Verre cylindrique convergent</p> <p>On utilise des verres cylindriques en association avec des verres sphériques en cas d'amétropies sphériques.</p> <p>Remarque : La fente sténopéique est utilisée dans cette manipulation pour déterminer les deux plans méridiens principaux</p>	<p>Composition :</p> <ul style="list-style-type: none">- Un support pour immobiliser la tête du patient- Une source lumineuse projetant deux mires lumineuses sur la cornée de l'œil du patient- Une lunette d'observation orientable contenant un prisme de Wollaston- Un viseur dans lequel on peut lire le rayon de courbure de la cornée en « mm », la puissance correspondante en dioptrie et l'angle entre les méridiens principaux en degrés. <p>Rôle :</p> <ul style="list-style-type: none">- Préciser le degré d'astigmatisme (puissance de la lentille cylindrique correctrice) $D = P_{max} - P_{min} = \frac{n_2 - n_1}{R_{min}} - \frac{n_2 - n_1}{R_{max}}$ $= \frac{0,33}{R_{min}} - \frac{0,33}{R_{max}}$ <p>car : $P = \frac{n_2 - n_1}{R}$ et $n_2 = 1,33$ et $n_1 = 1$</p>

***Fente sténopéique** (Méthode subjective pour détecter LMV et LMBV) # **Trou sténopéique** (distingue entre amétropie et faut rétinien)

Audition

RAPPELS :

Système auditif : 3 parties de l'oreille

Oreille externe : les ondes sonores arrivent au **pavillon** puis sont transmises par le **canal auditif** jusqu'au tympan.

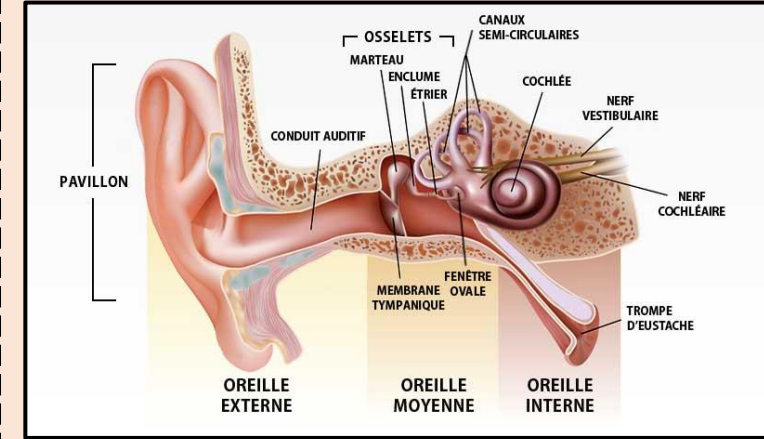
Oreille moyenne : La vibration du tympan entraîne la vibration des **osselets** et donc la transmission de la vibration de l'air au liquide du limaçon.

***TROMPE D'EUSTACHE** : permet d'équilibrer la pression sur les 2 faces du tympan.

Oreille interne : La cochlée ou limaçon contient le liquide cochléaire où est transformé le signal (vibration mécanique) en impulsions transmises par le nerf au cerveau (influx nerveux)

Rôles :

- **Caisse avec osselets** : Adapteurs acoustiques (amplifie l'énergie sonore)
- **Tympan** : Transmission des vibrations



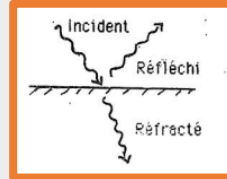
LE SON :

- Se propage dans un **milieu matériel** (solide, liquide, gaz)
- Phénomène **vibratoire** : **variation périodique de la pression** en fonction du temps avec une vitesse dépendante du milieu.

- **Pas de transport de la matière**, mais par contre, **transport d'énergie**.

Autres phénomènes : Réflexion (écho), Réfraction, Diffusion.

$$r = \frac{E_{\text{réfléchi}}}{E_{\text{transmise}}} : \text{dépend de la nature des 2 matières}$$



SON PUR = Un son tel que la variation de la pression ΔP est une **FONCTION SINUSOÏDALE** du temps. L'énergie transportée est proportionnelle à A^2

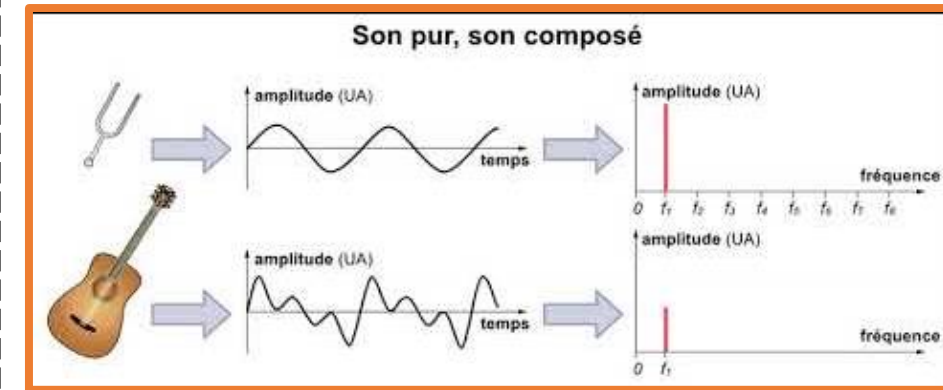
$$\Delta P = A \cos w \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

$$\Delta P = A \cos 2\pi \left(ft - \frac{x}{\lambda} \right)$$

V : vitesse de propagation de l'onde, f : fréquence de l'onde, w : pulsation de l'onde

SON COMPOSÉ = Un son tel que la variation de la pression ΔP est une **FONCTION PÉRIODIQUE** mais non sinusoïdale.

$$\Delta P = \sum_i A_i \cos 2\pi f_i \left(t - \frac{x}{v} - \psi_i \right)$$



QUALITÉS DU SYSTÈME AUDITIF

3 qualités physiologiques

Hauteur = Tonie

C'est la qualité qui permet d'affirmer qu'un son est **aigu ou grave**.

Intensité = Sonie

C'est la sensation qui nous permet de dire qu'un son est **faible ou fort**.

Timbre = Origine d'un son

C'est la qualité qui nous permet de **différencier entre les voix** grâce aux harmoniques.

HAUTEUR OU TONIE :

- **Liée à la fréquence** (élevée -> son aigu / faible -> son grave)

xxx

Seuil différentiel de hauteur v' (fréquence) :

C'est la plus petite valeur de Δv qui donne une sensation de hauteur distincte.

$$v' = v + \Delta v$$

$$\Delta v_s = v' - v$$

Seuil différentiel relatif de hauteur : (utilisée dans la loi de WEBER = la variation relative de hauteur dans un domaine bien défini, est constante)

C'est la plus petite variation de signal physique donnant une sensation de variation.

$$dv/v$$

N.B : La sensation de la hauteur peut aussi dépendre :

- L'intensité : le son paraît plus grave s'il est intense
- Si un son est très faible, on ne distingue aucune sensation
- Δv augmente pour les sons faibles.

SONIE :

- **Liée à l'intensité**

$$L = 10 \log (W/W_0)$$

W_0 : est une énergie prise arbitrairement comme référence.
L : s'exprime en décibels (dB).

Seuil absolu ou Seuil d'audibilité :

Le niveau sonore **le plus petit** qui peut produire une sensation sonore.

Le **seuil absolu** (conduction osseuse) ➔ **Seuil absolu** (conduction aérienne)

- A partir du niveau sonore **40dB**, on considère que le patient présente une anomalie.

Seuil différentiel de sonie : c'est la **plus petite variation** de niveau sonore que l'on peut détecter.

Seuil douloureux :

Le premier niveau sonore à produit une sensation sonore douloureuse

Champ auditif tonal :

La surface comprise entre les courbes de seuil absolu et seuil douloureux.

TIMBRES :

- **Dû aux harmoniques.**

FATIGUE AUDITIVE :

Lorsqu'un son est intense, les performances diminuent, puis se récupèrent.

Ex : Mariage marocain

DIAGNOSTIC DES SURDITÉS

- **Surdité de transmission** : oreille **externe** (conduit auditif, tympan), oreille **moyenne** (chaîne des osselets)
- **Surdité de perception** : oreille **interne**
- **Surdité de conduction nerveuse** : compression du **nerf auditif**, lésion **nerveuse**

MÉTHODES POUR DÉTERMINER LA LOCALISATION ET LA NATURE DES LÉSIONS :

2 méthodes objectives et 1 méthode subjective

Méthodes objectives		Méthode subjective	
IMPÉDANCEMÉTRIE	ELECTROCOCHLÉOGRAPHIE	AUDIOMÉTRIE 1 ou plusieurs générateurs de fréquences	
Méthode qui consiste à mesurer la mobilité mécanique du tympan et de la chaîne des osselets.	Consiste à mesurer pour un stimulus déterminé la réponse électrique qui parvient au niveau du cerveau ou même de la cochlée.	PAR CONDUCTION AÉRIENNE A l'aide de deux écouteurs placés sur les oreilles	PAR CONDUCTION OSSEUSE A l'aide d' un vibreur placé sur la surface mastoïdienne

Audiométrie

Audiomètre tonal

- Générateur électrique basses fréquences
- Amplificateur ou atténuateur permet de varier le niveau sonore (puissance acoustique)
- Paire d'écouteurs
- Vibreur

RAPPEL : Conduction

AÉRIENNE : de l'air au liquide de limaçon
Oreille **externe** -> **moyenne** -> **interne**

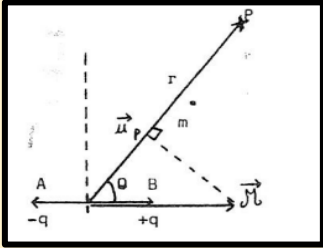
OSSEUSE : Mastoïde -> Oreille interne

Epreuves audiométriques			
2 types d'épreuves audiométriques - mettent en jeu la réponse du sujet			
Audiométrie tonale laminaire : déterminer pour chaque oreille, les seuils absolus du niveau sonore à des fréquences différentes soit en :		Audiométrie tonal supra-laminaire : étude des distorsions de :	
CONDUCTION OSSEUSE	CONDUCTION AÉRIENNE	INTENSITÉ DU SON	HAUTEUR DU SON
<u>Défaut :</u> Surdité de perception	<u>Défaut :</u> Surdité de transmission	Recrutement : mis en évidence par TEST FOWLER qui n'est applicable qu'en cas de surdité unilatérale. Sa fréquence de référence est de 1000 Hz Axe des ordonnées : Les db de l'oreille droite Axe des abscisses : Les db de l'oreille gauche Courbe au-dessus de la bissectrice : Oreille droite malade Courbe au-dessous de la bissectrice : Oreille gauche malade. Recrutement Gauche : Surdité de l'oreille gauche Recrutement Droit : Surdité de l'oreille droit	Diplacousie

Dipôle électrique :

Un dipôle électrique est constitué par l'ensemble de **deux charges électrique -q et +q** placées en des points A et B.

Le potentiel créé par ce système en un point P de l'espace est donné par :



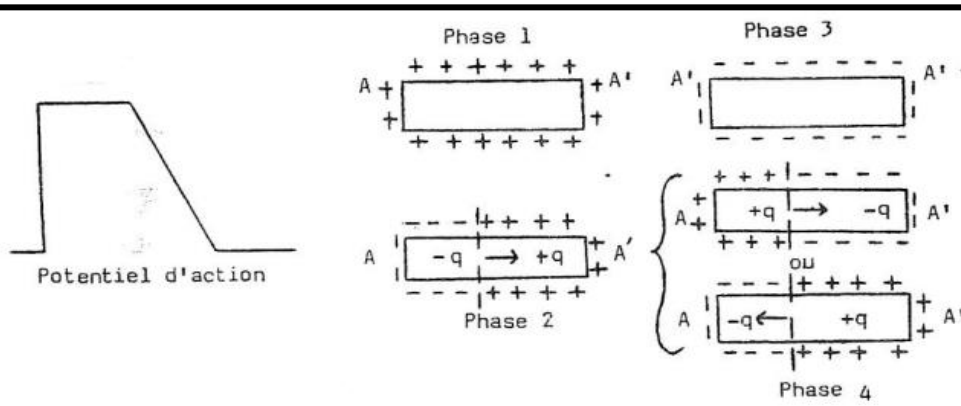
$$V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q| |\vec{AB}| \cos \theta}{r^2}$$

ou :

$$V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\vec{K} \cdot \vec{u}_P}{r^2}$$

Avec : $\vec{K} = q \cdot \vec{AB}$ = moment dipolaire du système
 \vec{u}_P = vecteur unitaire de la direction \vec{OP}
 r = distance \vec{OP}

On remarquera que $\vec{K} \cdot \vec{u}_P$ représente la projection \overline{Om} de \vec{K} sur la direction \vec{OP} . Cette projection est une grandeur scalaire algébrique.



Rappels sur le muscle cardiaque

Le muscle cardiaque présente 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.

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.

Activité électrique 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**.

Phase 1

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

Phase 2

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

Phase 3

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

Phase 4

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 **a 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.

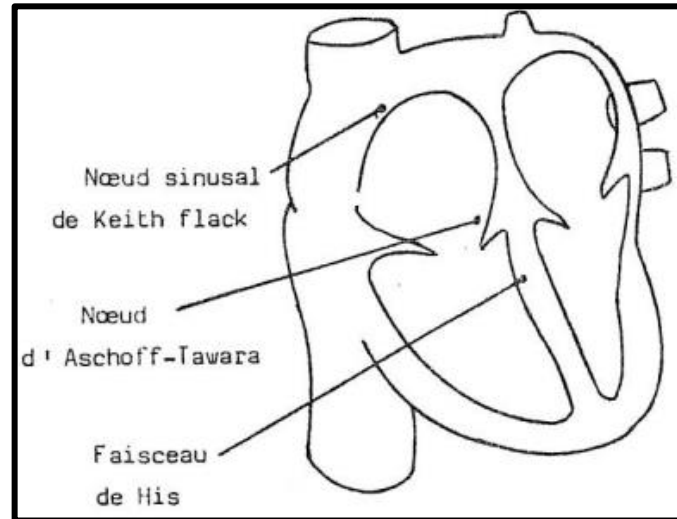
Ainsi, la **fibre n'est électriquement active** qu'au cours des **phases 2 et 4** ; on peut alors l'assimiler à un **dipôle**. Au cours du temps, le **dipôle varie en grandeur et en sens** mais sa **direction ne change pas**.

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.

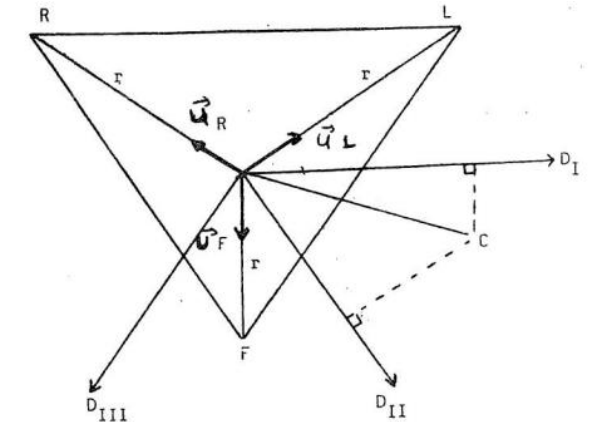
Activité électrique de l'ensemble du cœur

Nous avons vu que chacune des deux parties du **myocarde (auriculaire et ventriculaire)** était constituée de fibres évoluant de manière synchrone. Par conséquent, les dipôles électriques représentant chacune des fibres varient aussi de manière **synchrone**, et à condition de se placer assez loin du cœur, on peut à tout instant représenter l'état électrique d'un 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 auriculaire) gagne le **nœud d'Aschoff-Tawara** et se propage ensuite dans le **myocarde** par le **faisceau de His**.

La succession des événements électriques peut être schématisée selon le tableau suivant.



		ONDE P		COMPLEXE QRS		ONDE T
MYOCARDE AURICULAIRE	Repos	En voie d'excitation	Excité	En voie de restauration	Repos	Repos
MYOCARDE VENTRICULAIRE	Repos	Repos	Repos	En voie d'excitation	Excité	En voie de restauration
EFFET ELECTRIQUE	Pas d'effet	Dipôle d'excitation auriculaire	Pas d'effet	Dipôle de restauration auriculaire + Dipôle d'excitation ventriculaire	Pas d'effet	Dipôle de restauration ventriculaire



Triangle Einthoven

PRINCIPE DE L'E.C.G

Vecteur cardiaque

A chaque instant le cœur peut être assimilé, du point de vue électrique, à un dipôle dont le moment est appelé **vecteur cardiaque**.

Ce vecteur cardiaque **varie en grandeur, sens, direction** et **origine au cours du temps**. Cependant à 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**.

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

Potentiel engendré par le vecteur cardiaque à un instant t

Pour simplifier la suite, nous supposons que les potentiels sont relevés en trois parties : R, L et F (RIGHT, LEFT, FOOT) formant un triangle équilatéral dont le centre est occupé par le point O centre électrique du cœur. Ce triangle est appelé triangle Einthoven.

Soit C le vecteur cardiaque à un instant t .

Ce vecteur créera en R, L, F les potentiels :

$$V_R = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\vec{C} \cdot \vec{u}_R}{r^2} \approx \vec{C} \cdot \vec{u}_R$$

$$V_L = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\vec{C} \cdot \vec{u}_L}{r^2} \approx \vec{C} \cdot \vec{u}_L$$

$$V_F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\vec{C} \cdot \vec{u}_F}{r^2} \approx \vec{C} \cdot \vec{u}_F$$

Le triangle R, L, F étant équilatéral, r est le même dans les trois expressions et $4\pi\epsilon r^2$ est une constante. V_R est donc proportionnel à :

$$\vec{C} \cdot \vec{u}_R, V_L \text{ à } \vec{C} \cdot \vec{u}_L, V_F \text{ à } \vec{C} \cdot \vec{u}_F$$

Dans la pratique, on ne mesure pas le potentiel en un point, mais la **différence de potentiel** entre deux points, soit :

$$D_I = V_L - V_R \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_L - \vec{u}_R)$$

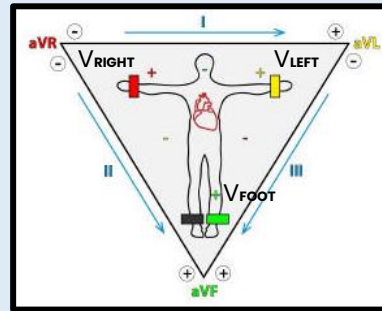
$$D_{II} = V_F - V_R \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_F - \vec{u}_R)$$

$$D_{III} = V_F - V_L \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_F - \vec{u}_L)$$

D_I, D_{II} et D_{III} sont les dérivations **bipolaires frontales** (O, R, L, F sont dans le même plan)

D_I est donc la projection du vecteur cardiaque sur la direction $U_L - U_R$, cette direction est celle de l'axe **OD_I**.

De même **D_{II}** est la projection de C sur **OD_{II}** et **D_{III}** la projection sur **OD_{III}**



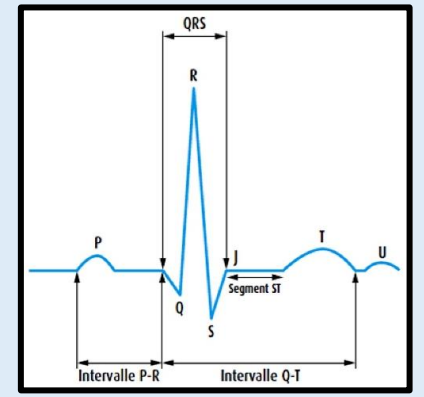
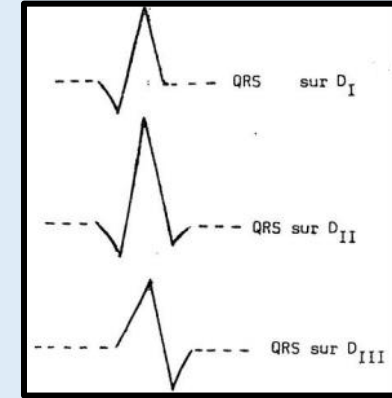
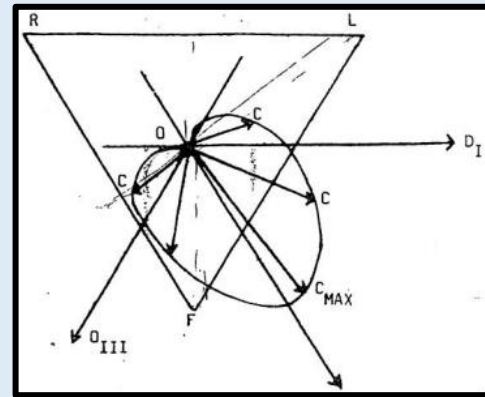
FEU SUR ESSENCE
SOLEIL SUR LA NATURE

Electrocardiogramme

Le vecteur cardiaque et ses projections sur OD_I, OD_{II}, OD_{III} que l'on enregistre sur papier millimétré.

Si on connaît le vectocardiogramme on peut prévoir l'allure des tracés.

Par exemple supposons que le vectocardiogramme QRS ait l'allure de la figure. On obtient en projetant sur D_I, D_{II} et D_{III} les tracés pour la phase QRS. Dans la pratique, on a en plus les ondes P et des espaces correspondant à l'absence d'effet électrique.



Axe électrique 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 **D_I** et **D_{II}**, les reporter sur **OD_I** et **OD_{II}** 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 Ap et At.

Les valeurs des angles que font les axes électriques avec la direction OD_I (**sens positif : sens des aiguilles d'une montre**) sont significatives en électrocardiologie.

Valeurs moyennes pour un tracé normal

Oussama Essahili

	Durée (en « s »)	Amplitude	Forme	Angle formé
ONDE P	0,08 à 0,1	<0,25 mV en DII	Arrondie donne aplati	+50° à +60°
ESPACE PR ou 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 à 0,4 mV	Asymétrique	0 à + 80°
ESPACE QT	0,3 à 0,35			

MANIPULATION

ENREGISTREMENT

- Lire le mode d'emploi de l'appareil et repérer les différents 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 l'activité des muscles électromyogramme.**
- Placer les électrodes après les avoir enduites de gelée dépolarisante.
- Brancher la masse de l'appareil
- 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
- Enregistrer de la même façon DII et DIII
- Chaque étudiant doit être une fois patient et une fois manipulateur.

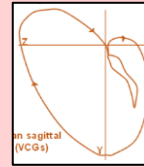
ETUDE DE L'ECG

- Période globale du processus cardiaque
- Reconnaître les différentes parties en III/E et en déterminer les durées, amplitudes et formes ; comparer avec les valeurs normales.
- Construction des vecteurs cardiaques moyens axes électriques ; on a vu que DI, DII et DIII sont respectivement proportionnelles aux projections du vecteur cardiaque selon les axes 0DI, 0DII, 0DIII puisque l'on travaille dans le plan, il suffit de prendre seulement deux composantes. On choisit DI et DII car ce sont généralement les plus intenses et on trouve la direction des vecteurs cardiaques moyens en menant les **perpendiculaires aux axes** 0DI et 0DII à partir des sommets des pics (P0DI, P0DII).
- En mesurant la hauteur des pics correspondants aux ondes P, R et T, déterminer la direction des vecteurs électriques moyen d'excitation.

PETIT SUM-UP :

Qu'est ce qu'un vectocardiogramme ?

C'est l'évolution du vecteur cardiaque au cours du temps.



L'axe électrique d'une phase ?

Direction du vecteur cardiaque moyen de la phase QRS.

La construction qui permet de passer du vecteur cardiaque au potentiel sur une dérivation

Le vectocardiogramme, le triangle d'Einthoven (avec les axes de sa projection)

Pourquoi les périodes d'enregistrement sur les 3 dérivations sont-elles identiques ?

Car tous les fibres cardiaques (auriculaires + ventriculaires) se contractent d'une façon synchrone

=> **Le rythme sinusal et sa propagation est la même dans tout le corps** (Comme si le myocarde était formé d'une seule cellule)

MANIPULATION

- Patient allongé : Le patient **ne doit pas faire de mvt pendant le tracé de l'ECG** pour éviter la superposition de l'électrocardiogramme **ECG** avec l'électromyogramme **EMG**.
- Placer les électrodes après les avoir enduites de **gelée dépolarisante**.
- Le sujet ne doit pas porter d'objets conducteurs d'électricité : pour ne pas fausser l'activité électrique.

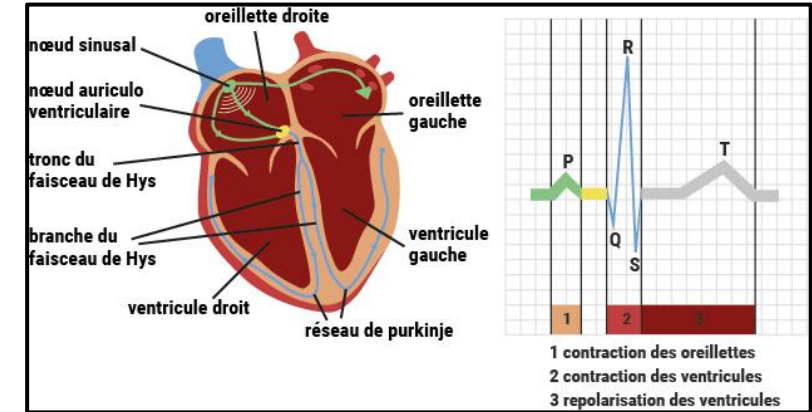
Que représente le vecteur cardiaque pour le cœur ?

Le **moment dipolaire**

DI, DII, DIII : sont les projections du vecteur cardiaque.

Etude de l'ECG :

Construction du vecteur cardiaque moyen : on choisit D1 et D2



$$\begin{aligned} D_I &= V_L - V_R \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_L - \vec{u}_R) \\ D_{II} &= V_F - V_R \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_F - \vec{u}_R) \\ D_{III} &= V_F - V_L \approx \vec{C} \cdot (\vec{u}_F - \vec{u}_L) \end{aligned}$$

VECTEUR CARDIAQUE MOYEN

Varie : Grandeur, sens, direction

Constant : Origine

SON DIPOLE ELECTRIQUE

Varie : Grandeur, sens, origine

Constant : Direction

Angle formé

ONDE P	+50° à +60°
COMPLEXE QRS	0 à +90°
ONDE T	0 à +80°