



# **ELECTROPHYSIOLOGIE CARDIAQUE**

## I-Introduction :

-La fréquence cardiaque au repos se situe entre **60 et 80 battements par minutes.**

-La fréquence maximale théorique à 220 -l'âge

### 1-Le coeur comporte deux types de cellules :

• Les cellules myocardiques contractiles communes, qui assurent le travail mécanique du cœur.

• Les cellules du tissu nodal, siège de l'automatisme et assurant la conduction.

• Toutes ces cellules sont électriquement polarisées lors de la diastole et se dépolarisent lors de la systole : c'est le potentiel d'action.

• Constitué de fibres striées et ramifiées (anastomoses)

• Constitué de cellules individualisées reliées par des disques intercalaires

### 2-Notions fondamentales :

#### Propriétés physiologiques :

• **Chronotrope** : Fréquence cardiaque et commande la régularité d'un rythme  
-Positifs : **Système Sympathiques, les catécholamines circulants, l'hypocalcémie et l'hypokaliémie**, Négatif : **Traitement à base de  $\beta$  bloquantes,  $\Delta$ .Parasympathique**

• **Inotrope**, se dit de la puissance de contraction des cellules myocardique sous le contrôle de système autonome, Négatif : **Traitement à base de  $\beta$  bloquantes**

• **Tonotrope** : Distensibilité(Négatif= $\Delta$ .Parasympathique)

• **Bathmotrope**: excitabilité périodiquement variable du myocarde, modifiables grâce au contrôle de la durée de la période réfractaire

• **Dromotrope**: relatif à la vitesse conductibilité de la fibre musculaire cardiaque, toute action qui augmente la conductibilité est dite dromotrope positive, celle qui la diminue , est dite dromotrope négative= $\Delta$ .Parasympathique

### 3-Autres Notions fondamentales :

• **Notion de seuil** : un temps court un courant peu intense, il y aura inversion de la polarité entraînant un potentiel local : c'est la stimulation infra-liminaire.

• **intensité seuil** : doit être suffisante pour obtenir un potentiel d'action.

• **Loi du Tout ou Rien** : l'amplitude du potentiel d'action est indépendante de l'intensité du stimulus d'excitation . Si l'intensité atteint le seuil ou le dépasse, un potentiel d'action, d'amplitude maximale apparaît.

• **Notion de période réfractaire** : pendant la durée du potentiel d'action, la fibre est à l'état réfractaire absolu. Aucun stimulus, quel que soit son intensité, ne peut faire apparaître un nouvel influx.

### 4-Automatlicité :

• Faculté pour un groupe de cellules de se dépolariser spontanément sans aucune excitation.

• Dépolarisation progressive diastolique spontanée jusqu'à atteindre un seuil propre de dépolarisation, la dépolarisation est alors entière, la cellule devient contractile

• **Nœud sinusal = véritable pace-maker**

### 5-Electrophysiologie cardiaque :

Phénomènes fondamentaux

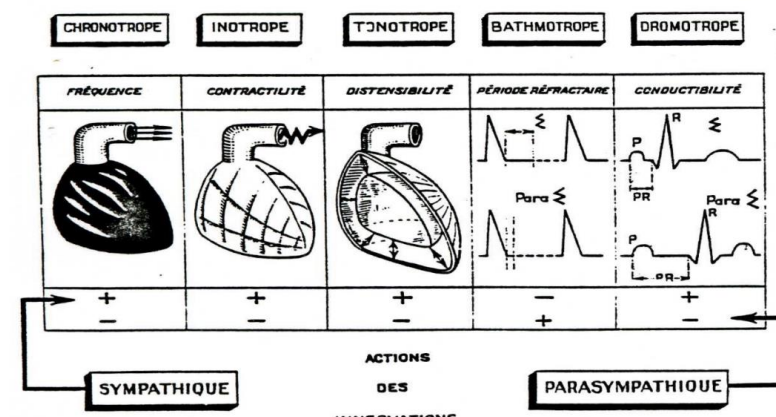
• Au repos, la cellule myocardique est polarisée :

• charge + à l'extérieur

• charge - à l'intérieur

• L'excitation entraîne la dépolarisation (charge - à l'extérieur, charge + à l'intérieur), phénomène initial rapide qui va donner naissance à un phénomène mécanique : la contraction.

• La repolarisation est un phénomène tardif et lent purement électrique (retour à l'état initial)



## Potentiel d'action avec les 4 phases :

Phase 0 :

-Dans les cellules myocardiques auriculaires et ventriculaires, ainsi que dans les cellules du tissu conducteur rapide ventriculaire cette phase 0 est très pentue : elle est due au rapide accroissement de la perméabilité membranaire au sodium qui entraîne le flux entrant **passif des ions sodium. (Phase de dépolarisation rapide)**  
-Dans les cellules du **nœud SA** et du **nœud AV**, la pente de la phase 0 est faible : le courant sodique entrant rapide n'existe pas ou n'est pas fonctionnel et cette phase 0 est due principalement à l'entrée passive plus lente des ions calcium.

Phase 1 :

C'est la phase de **repolarisation rapide précoce**. Une inversion du potentiel intra-cellulaire qui est devenu positif, suit une courte période de repolarisation, plus ou moins marquée, principalement dans les cellules à phase 0 rapide  
. Dans ces cellules, cette phase 1 résulte de l'activation **de courants transitoires** entrant chlorure ou sortant potassique.

Phase 2 :

C'est la phase du **plateau du potentiel d'action**. Elle correspond à une repolarisation lente qui peut durer plusieurs centaines de millisecondes. La repolarisation est ralentie par la composante lente du courant calcique entrant.

Phase 3 :

C'est la phase de **repolarisation finale rapide**. Cette repolarisation rapide résulte de l'**activation de courants potassiques sortants** combinés à l'inactivation des courants calciques entrants. Pendant toute cette période de repolarisation la cellule n'est plus excitable : c'est la période réfractaire. **(Correspond à la partie T de l'ECG)**

Phase 4  
(Instable) :

-Cette phase est **celle du potentiel transmembranaire** de repos pour les cellules myocardiques : entre deux dépolarisations, la cellule a récupéré son potentiel de repos, avec une charge positive en surface, riche en potassium comparée à une charge plus pauvre en potassium à l'intérieur. Ceci constitue un gradient de concentration qui doit être maintenu, c'est le rôle de la pompe **Na/K-ATPase**  
Pour les cellules automatiques, c'est la **phase de dépolarisation spontanée diastolique lente** : le potentiel transmembranaire de repos devient graduellement moins négatif jusqu'à atteindre un potentiel seuil à partir duquel se produit un potentiel d'action spontané.  
-Cette dépolarisation lente est le résultat d'**'un déséquilibre entre les courants sortants** repolarisant et les courants entrants dépolarisants au profit de ces derniers.  
-Les cellules automatiques ont, de ce fait, la **propriété de s'activer et de se décharger spontanément**, stimulant les oreillettes et les ventricules. Les centres d'automatismes ont des fréquences de dépolarisation différentes : 60 à 100/min. pour le nœud sinusal, 40 à 60/min. pour le faisceau de His, 20 à 40/min. pour le réseau de Purkinje

-Le cœur a une **activité mécanique** qui est commandée électriquement.

-**Autorythmicité cardiaque** : existence de cellules myocardiques produisant spontanément un signal électrique qui stimule les cellules voisines. : Cet ensemble de cellules constitue le tissu nodal

**2 amas cellulaires :- nœud sinusal ou Keith et Flack & nœud auriculo-ventriculaire ou nœud de Aschoff-Tawara**

**1-** Prolongement par le faisceau de His **2-** Division en 2 branches : réseau de fibres de Purkinje

**3-** Naissance du processus de stimulation du cœur dans le nœud sinusal **4-** Nœud sinusal = pace-maker impose son rythme à tout le cœur = rythme sinusal

**5-** Propagation aux oreillettes qui se contractent en bloc **6-** Relayée par le nœud auriculo-ventriculaire

**7-** Atteint l'ensemble des 2 ventricules par le faisceau de His et le réseau de Purkinje

## II-Automatisme :

### A/Facteurs intrinsèques :

-La pente de dépolarisation spontanée (plus la pente est abrupte, plus la dépolarisation est rapide, plus tôt est atteint le seuil, plus le potentiel sera atteint rapidement, plus vite la cellule sera à nouveau excitable).

-Le degré de dépolarisation de départ : Si le potentiel de repos est proche de zéro, le degré de dépolarisation de départ sera augmenté, donc la fréquence sera augmentée.

### B/Facteurs extrinsèques :

-Le système nerveux autonome :

- Le para sympathique, représenté par le nerf vague ou X, le pneumogastrique, et l'acétylcholine, il est cardiomodérateur

-Le sympathique, augmente la fréquence en jouant sur la pente de dépolarisation (pente augmentée) les médicaments et les agents pharmacologiques (exemple : les digitaliques qui abaissent la pente de dépolarisation et ralentissent le cœur)

-Les troubles métaboliques : hypocalcémie et hypokaliémie favorisent l'automatisme cardiaque

-L'environnement : l'augmentation de la température a une action chronotrope + directe sur la cellule

-Humoral : catécholamines circulantes, pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>

## IV-Activité cardiaque :

Activation auriculaire :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Commence au nœud sinusal (Keith et Flack)</li> <li>- Marque le début de l'activité cardiaque</li> <li>- Sous la dépendance du nœud sinusal</li> <li>- Comporte une dépolarisation et une repolarisation</li> <li>- Activation auriculaire : onde P</li> </ul>
Conduction auriculoventriculaire :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Voie de conduction normale: Le nœud auriculaventriculaire d'Aschoff Tawara – le faisceau de His – la branche droite (face droite du septum interventriculaire = SIV) – la branche gauche (se divise en hémibranche antérieure et postérieure) – voies de conduction accessoires (généralement lieu de trouble du rythme, exemple = Wolf Parkinson White)</li> </ul>
L'activation septale :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Commence à la partie moyenne de la face gauche du septum interventriculaire (SIV gauche) - Gagne la profondeur du SIV de gauche à droite du VG et VD (ce qui explique les différences d'enregistrement des précordiales le vecteur tourne de proche en proche...)</li> </ul>
L'activation ventriculaire :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Suit l'activation auriculaire dont elle est séparée par la conduction auriculoventriculaire (espace PR allongé si obstacle à conduction)</li> <li>● Inégale répartition des branches : <ul style="list-style-type: none"> <li>– branche droite plus longue : pointe du VD</li> <li>– branche gauche plus courte : partie moyenne du SIV</li> </ul> </li> <li>● Inégalité des épaisseurs des parties libres : VG &gt; VD</li> </ul>
L'activation pariétale :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réseau de Purkinje</li> <li>● Immédiatement après l'activation septale</li> <li>● Débute dans les couches profondes : sous endocarde vers sous-épicarde</li> <li>● VG a son activation légèrement anticipée par rapport à celle du VD</li> <li>● Activation du VG engendre des potentiels plus importants (épaisseur pariétale)</li> </ul>
Repolarisation normale :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Commence à la surface (épicarde) et progresse vers endocarde</li> <li>● Dépolarise et repolarisation ont donc sens inverse</li> </ul>
Dépolarisation et repolarisation :	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La dépolarisation débute des couches profondes (endocarde) vers l'extérieur (épicarde)</li> <li>● La repolarisation est l'inverse (ce qui explique l'onde T positive)</li> </ul>



## II-Excitabilité cardiaque :

- C'est la transmission du phénomène électrique de **proche en proche**
- Elle dépend du : – Niveau du seuil de dépolarisation (plus il est élevé (loin de zéro), plus l'excitabilité est réduite)
- La durée des périodes réfractaires (plus elles sont élevées, moins un potentiel a de chance d'être obtenue, moins la cellule est excitable)
- De l'asynchronisme physiologique des périodes réfractaires : ni le début, ni la fin des périodes réfractaires ne sont identiques pour toutes les structures cardiaques, **toute les cellules n'ont pas la même période réfractaire**

## III-L'ECG = électrocardiographie = l'étude électrique du cœur

- Tout muscle en travail est le siège d'une onde de dépolarisation, c'est à dire d'un courant qui peut être enregistré par 2 électrodes placées judicieusement.
- Le coeur, comme n'importe quel muscle, produit un courant.

### Principe de Base :

- L' enregistrement est réalisé sur revêtement cutané par intermédiaire d'électrodes
- L'électrocardiogramme est le résultat de l'enregistrement de l'activité électrique du coeur, étudiée sous des <>
- Plus ces points d'études sont différents, et nombreux, plus le <> électrique de l'activité cardiaque ainsi obtenu :

### 6 PLAN EN FRONTAL :

Les dérivations : trois sortes de dérivation sont utilisées:

- **Les dérivations standards.** D1, D2, D3
- **Les dérivations unipolaires frontales** VR (poignet droit, R pour Right), VL (poignet gauche, L pour left) et VF (cheville gauche, F pour Foot).
- **Les dérivations unipolaires précordiales :** sont indiquées par la lettre V suivie d'un chiffre qui indique, la place exacte de l'électrode active sur la paroi thoracique

-**Les dérivations précordiales :** Ce sont des dérivations unipolaires fixées en des points

On les nomme pour les dérivations standards : V1 à V6 :

- V1 est placée sur le 4ème espace intercostal droit, au bord droit du sternum.
- V2 est placée sur le 4ème espace intercostal gauche, au bord gauche du sternum.
- V4 est placée sur le 5ème espace intercostal gauche, sur la ligne médioclaviculaire.
- V3 est placée entre V2 et V4.
- V5 est placée sur le 5ème espace intercostal gauche, sur la ligne axillaire antérieure.
- V6 est placée sur le 5ème espace intercostal gauche, sur la ligne axillaire moyenne.

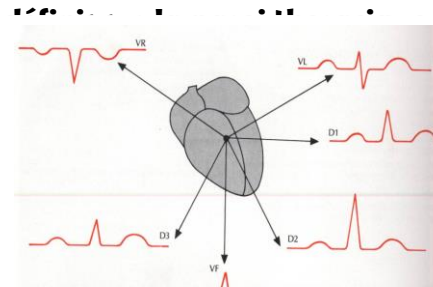
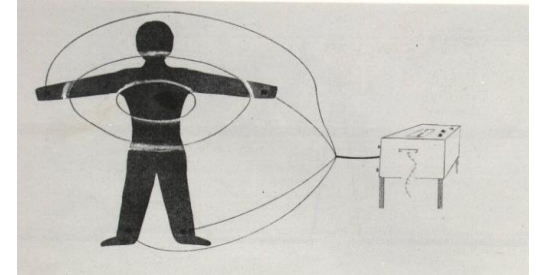
### ELECTROCARDIOGRAMME :

- On recueille la séquence : – Onde P : activité et dépolarisation auriculaire ,PQ ou PR : influx début nœud auriculoventriculaire =réseau Purkinje ,onde QRS: dépolarisation ventriculaire, Onde T: repolarisation ventriculaire

**DÉRIVATIONS D'ENREGISTREMENT : 12 dérivations minimum = 6 PLAN FRONTAL (D1, D2, D3, VR, VL,VF) et 6 PLAN HORIZONTAL (V1 à V6 )**

-**6 autres dérivations :** 3 Dérivations droites : V3R, V4R, V5R et 3 Dérivations basales : (V7, V8, V9)

-Ca se fait grâce a le triangle d'Einthoven



signifié par Wilson

