



**UE 15 Système cardiovasculaire - Dr V. Mansourati**

**DATE : 14/02/24**

**GROUPE : Colombe Stricher ; Agathe Pichavant**

**REMARQUES : prof différent de l'année dernière mais cours identique**

---

## Physiologie et électrophysiologie cardiaque

---

### Table des matières

- I) Anatomie fonctionnelle
  - A) Système cardiovasculaire
  - B) Le cœur
    - 1- Cœur droit
    - 2- Cœur gauche
    - 3- Enveloppes
  - D) Tissu nodal et voies de conduction
  - E) Circulation coronaire
  - F) Innervation du cœur
  
- II) Bases physiologiques
  - A) Electrophysiologie cardiaque
  - B) Couplage excitation – contraction
  - C) Cycle cardiaque
    - 1- Systole ventriculaire
    - 2- Diastole ventriculaire
    - 3- 4 phases
  - D) Volumes ventriculaires, fraction d'éjection
  - E) Débit et index cardiaque

## I) Anatomie fonctionnelle

### A) Système cardiovasculaire

Le cœur est un organe d'apparence assez simple mais finalement plutôt complexe.

#### Rappel anatomie :

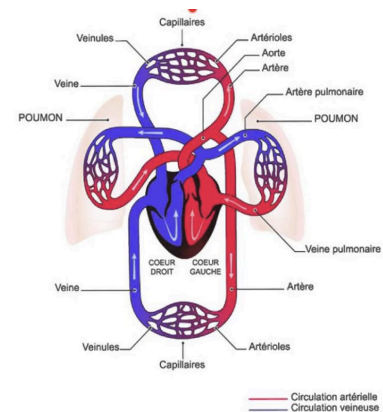
Le système cardiovasculaire correspond à une boucle fermée, de telle sorte que le sang est expulsé par le cœur (pompe). Le sang part des artères provenant du cœur pour aller dans les vaisseaux, les capillaires, puis il revient par les veinules et les veines jusqu'au cœur.

Cette boucle comprend 2 circuits : tous 2 partent du cœur pour revenir au cœur.

On distingue :

- **la circulation pulmonaire ou petite circulation (bleu)** à basse pression permettant l'oxygénation du sang (*non oxygéné*) veineux qui part du cœur droit.
- **la grande circulation ou circulation systémique (rouge)** à haute pression qui part du cœur gauche pour alimenter les organes de l'organisme en sang oxygéné.

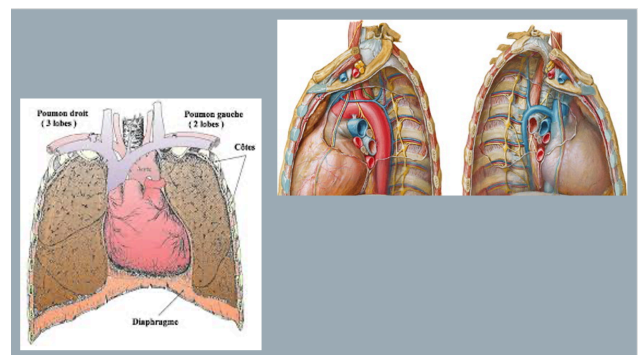
Entre artère et veine : capillaire (pour l'entrée et sortie d'O<sub>2</sub>)



### B) Le coeur

Le cœur est un organe intrathoracique, plutôt médian (un peu décalé vers la gauche). Il est situé dans le médiastin antérieur entre les 2 poumons et s'appuie sur la coupole diaphragmatique gauche. Il est en arrière du sternum et du grill costal et en avant de l'œsophage. Il a une orientation plutôt vers le bas, l'avant et la gauche (c'est pour ça qu'on dit qu'il est plutôt à gauche).

C'est un muscle creux en forme de pyramide triangulaire (3 faces, une base, un apex). Il est séparé en deux par un septum sur toute sa longueur qui va le diviser en cœur droit et cœur gauche en condition physiologique. On a aucune communication entre les deux, c'est pourquoi on parle de cœur droit (circulation pulmonaire) et de cœur gauche (circulation systémique)



Entre les 2 poumons, l'aorte est plutôt postérieure. Là on ne le voit pas mais l'œsophage passe plutôt juste derrière.

Ça peut être intéressant pour l'écho transoesophagien qui passe donc par l'oesophage pour aller voir le cœur.

### 1 - Cœur droit

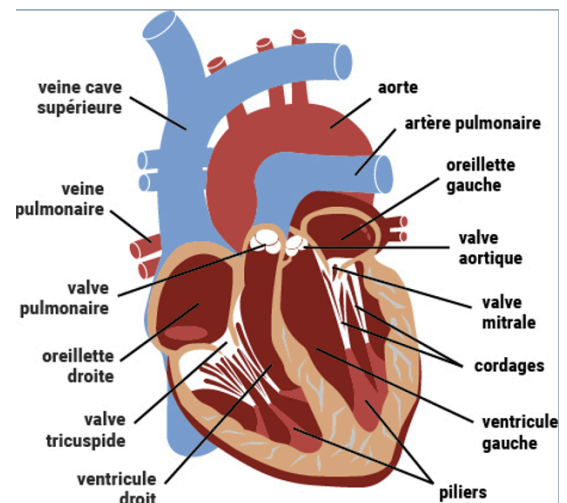
Le cœur droit se compose d'une oreillette droite qui reçoit le sang veineux via les veines caves supérieure et inférieure. Cette oreillette est séparée du ventricule droit par une valve appelée tricuspide (auriculo-ventriculaire) (3 feuillets, mais en réalité la plupart des valves sont tricuspides). On a ensuite le ventricule droit qui envoie le sang dans l'artère pulmonaire à travers la valve pulmonaire (3 sigmoïdes). Le cœur droit se charge de l'hématose (il envoie le sang se faire oxygéner dans les poumons).

NB: feuillet c'est plutôt plat alors que sigmoïde plutôt arrondi comme un petit bassin.

### 2 - Cœur gauche

Concernant le côté gauche, l'oreillette gauche reçoit le sang oxygéné via les 4 veines pulmonaires provenant des poumons. Il y a ensuite passage du sang dans le ventricule gauche par la valve mitrale (seule de l'organisme à 2 feuillets) puis dans l'aorte via la valve aortique (3 sigmoïdes). Le cœur gauche se charge de distribuer le sang oxygéné aux différents organes.

Le ventricule gauche est plus épais, plus musclé, de forme assez arrondie, c'est lui qui est véritablement la pompe de l'organisme contrairement à celui de droite qui s'enroule autour du gauche en croissant.

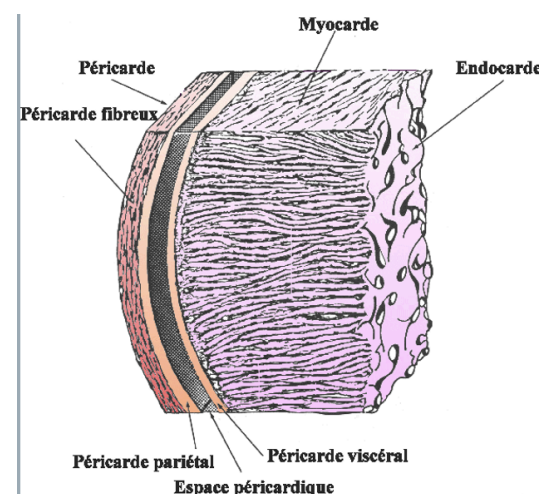


NB : possibilité de variation anatomique : 2 ou 5 valves...

### 3 - Enveloppes

Le cœur est protégé par le péricarde (couche la plus externe) qui correspond à un double sac fibro-séreux composé de **3 couches** :

- Péricarde **fibreux**, externe (inextensible)
- Péricarde **séreux**, formé de 2 autres couches = le péricarde viscéral (accroché au cœur) et le péricarde pariétal (plus accroché à la paroi). Entre les deux existe une cavité péricardique "virtuelle" qui va contenir un peu de liquide (quelques mL) physiologiquement. cela permet le glissement. En cas d'inflammation du cœur (péricardite), il y aura davantage de liquide, ce qui est pathologique. *Cela peut entraîner des problèmes d'insuffisance cardiaque voir l'arrêt cardiaque.*



On considère qu'il existe **3 parois** au niveau du cœur:

- **Endocarde** qui correspond à la tunique interne (lieu des épanchements péricardiques)
- **Myocarde** (vraiment le muscle) = au milieu qui correspond à la tunique médiane, musculaire (très épais)
- Parfois on parle de l'**Épicarde** qui correspond à la tunique externe c'est-à-dire au péricarde, plus particulièrement à son feuillet viscéral.

Il faut surtout retenir endocarde à l'intérieur, myocarde qui est vraiment la couche musculaire et puis l'épicarde/péricarde qui entoure l'extérieur.

### C) Tissu nodal et voies de conduction

Le cœur a une capacité de contraction grâce à sa capacité d'automatisme (circuit électrique). Ce circuit électrique est appelé tissu nodal et possède des voies de conduction.

Les battements cardiaques sont contrôlés par des "impulsions électriques" qui se propagent à travers le cœur et entraînent la contraction des oreillettes et des ventricules dans un certain ordre bien établi (l'influx doit circuler dans un sens bien défini). On parle de **couplage électromécanique +++**

L'influx électrique est initié par le tissu nodal qui produit spontanément un signal électrique pouvant stimuler les cellules voisines.

Le tissu nodal est composé de 2 amas cellulaires :

- le **nœud sinusal** : c'est le pacemaker naturel du cœur (donne le "tempo") doté d'automatisme, il prend le contrôle du rythme cardiaque c'est un pont entre les oreillettes et les ventricules (seul endroit perméable)
- le **nœud atrio ventriculaire**, plus bas à la jonction entre atrium et ventricule. C'est le seul passage de l'électricité, elle ne peut pas passer ailleurs.

L'influx part du nœud sinusal, il traverse l'oreillette droite jusqu'au nœud atrio-ventriculaire. Le nœud atrio-ventriculaire est le seul passage électrique des oreillettes vers les ventricules. Il chemine ensuite dans le tronc du faisceau de His, dans les branches droite (une) et gauches (deux : une post et une ant) du faisceau de His, puis dans le réseau de Purkinje (ramifications qui vont pouvoir transmettre l'activité électrique à tout le myocarde)

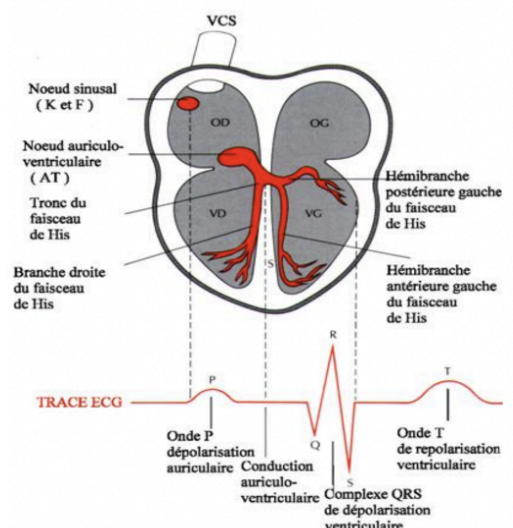
On part donc du haut du cœur pour aller vers le bas du cœur ce qui permet de **dépolariser** les structures dans un ordre établi.

**Onde P** : dépolarisation des oreillettes

**Espace entre P et QRS** : nœud atrio ventriculaire, conduction auriculo-ventriculaire

**QRS** = dépolarisation ventriculaire, plus ample

**Onde T** = repolarisation du ventricule



**Fondamental : il y a un couplage entre le circuit électrique et l'activité mécanique !**

## D) Circulation coronaire

La vascularisation du cœur est assurée par des vaisseaux appelés **vaisseaux coronaires qui circulent à la surface des ventricules, plus ou moins dans l'épaisseur du muscle**. Ils fournissent l'oxygène et les nutriments et débarrassent les tissus des déchets métaboliques. En effet, le cœur **est un muscle donc lui aussi a besoin d'être oxygéné**.

On distingue deux artères coronaires droite et gauche qui naissent de **l'aorte** au-dessus de la valve aortique (environ 1cm au-dessus). Les veines coronaires quant à elles drainent le sang veineux vers l'oreillette droite via le sinus coronaire qui se dirige vers les poumons pour se faire oxygéner. Elles suivent plus ou moins le même chemin que les artères coronaires. Il est important de noter que l'irrigation du myocarde s'effectue pendant la **diastole (2/3 du cycle cardiaque)**

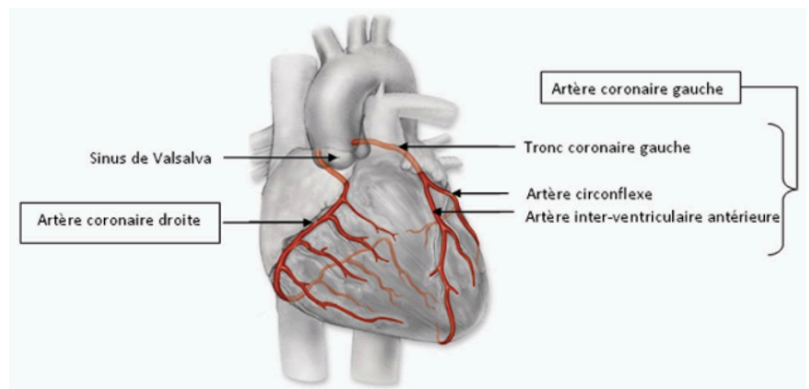
*Systole est stable peu importe fréquence cardiaque (FC), par contre + la FC augmente + la diastole est longue*

*Angine de poitrine : si fréquence augmente (effort) alors systole augmente donc vascularisation prend plus de temps = douleur*

**L'artère coronaire droite** donne un gros vaisseau qui longe tout le **côté droit** du cœur.

**L'artère coronaire gauche** quant à elle donne un tronc commun (environ 1 cm) qui se divise en une artère interventriculaire antérieure (septum interventriculaire et cœur antérieur) et en artère circonflexe (vascularise la partie latéral du coeur) (qui passe dans le sillon entre l'oreillette et le ventricule gauche).

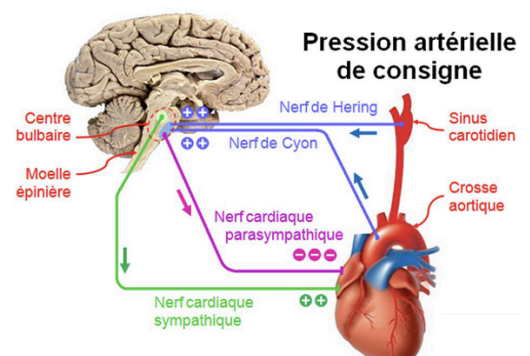
On voit bien sur le schéma les ventricules, ce sont surtout eux qui sont irrigués car c'est le plus gros du muscle.



## E) Innervation du coeur

*(il a dit qu'il n'allait pas dans le détail parce que ça serait trop long et trop complexe)*

*coeur = système électrique vascularisé par les artères coronaires mais aussi innervé*



**Le système nerveux autonome** se charge principalement de l'innervation du cœur. Il module l'automatisme et les propriétés des voies de conduction (ralenti ou accélère) par deux grands systèmes qui s'opposent en permanence et servent d'équilibre à l'innervation du cœur :

- **Nerf vague (parasympathique) : cardio-modérateur**, qualifié de frein vagal permanent ralentissant le rythme cardiaque, la force de contraction et l'excitabilité du tissu nodal aboutissant ainsi une bradycardie, une baisse de tension. Lors d'un malaise, le nerf vague freine le cœur, le patient est alors généralement bradycarde (*d'où le terme de malaise vagal*)
- **Nerf sympathique (nerf de l'émotion) : cardio-accélérateur**, augmentant le rythme cardiaque, la force de contraction et l'excitabilité du tissu nodal aboutissant à une tachycardie. Il accélère le cœur.

Ces 2 systèmes s'opposent en permanence et se balancent. Soit le sympathique prend le dessus et alors le cœur s'accélère soit l'inverse et on est en bradycardie et donc plus proche du malaise.

Il existe d'autres mécanismes de régulation avec des barorécepteurs qui servent de contrôle mais on ne rentre pas dans les détails

## II) Bases de la physiologie

### A) Electrophysiologie cardiaque

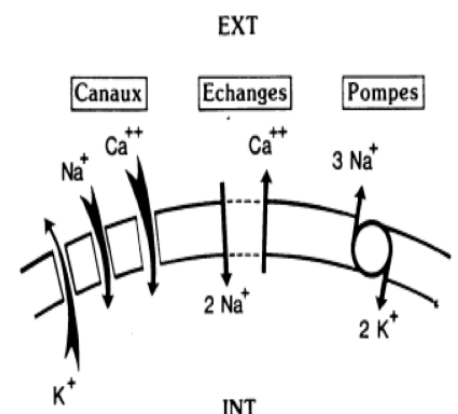
Le cœur correspond à une double pompe musculaire fonctionnant grâce à :

- un système « électrique » : tissu nodal (NS et NAV) et voies de conduction avec le faisceau de HIS et réseau de purkinje.
- la circulation sanguine coronaire

Le cœur envoie le sang de manière **synchrone** dans les circulations pulmonaire et systémique **en même temps**, adaptant le débit sanguin aux besoins de l'organisme grâce à un système de régulation nerveux et humoral. Il est important d'avoir ça en tête, les 2 côtés du cœur fonctionnent en même temps, les 2 ventricules se contractent en même temps !

=> Automaticité cardiaque :

L'activité cardiaque électrique qui entraîne une activité mécanique dépend des **variations de concentrations ioniques** de part et d'autre de la membrane cellulaire



Ces mouvements ioniques s'effectuent par l'intermédiaire :

- **des canaux ioniques**
- **des pompes (Na/K ATPase, Ca ATPase) : phénomènes actifs**
- **des échanges passifs dépendants des concentrations ioniques**

#### 4 Propriétés fondamentales des cellules cardiaques

*(il a beaucoup insisté là dessus en cours)*

- Automaticité : Capacité à se dépolariser lentement et *spontanément* à partir d'un état polarisé au repos : assure l'émergence d'un rythme cardiaque (cellules pacemaker : **noeud sinusal** et NAV)
- Excitabilité : Capacité à se dépolariser *brutalement* à partir d'un potentiel électrique : nécessaire à la propagation des influx électriques (His, Purkinje, myocytes A et V)
- Conductibilité : Capacité de *propager* aux cellules voisines l'influx électrique (potentiel d'action) résultant de la dépolarisation
- Repolarisation : Capacité des cellules à se repolariser pour revenir à l'état (polarisé) de repos pour être à *nouveau excitable*

Un cycle *dépolarisation / repolarisation (alternance)* a lieu à chaque systole électrique et est associé de manière synchrone à un cycle *contraction / relaxation* musculaire qui permet au cœur d'assurer sa fonction hémodynamique

*Il faut qu'il y ait une contraction synchrone pour assurer le bon fonctionnement hémodynamique du cœur +++*

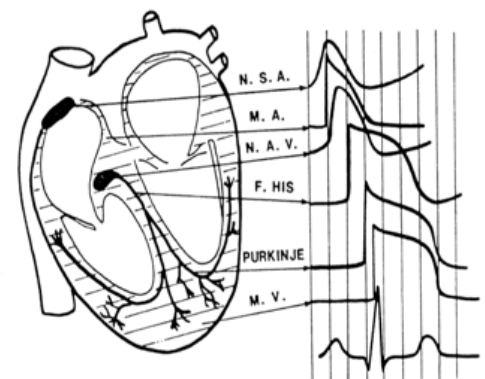
*(il existe des pathologies où on "perd de la contraction" au niveau de l'oreillette donc on perd une bonne hémodynamie)*

=> Le potentiel :

Le potentiel de membrane est la somme des différents potentiels d'équilibre des ions. Le potentiel de repos du cœur est d'environ -70mV.

→ Le courant **dépolarisant** amène le potentiel vers 0 mV (excitabilité de la cellule)

→ Le courant **repolarisant** ramène le potentiel vers sa valeur de repos/base.



Si le potentiel de membrane atteint le potentiel d'excitabilité de la cellule, il y a formation d'un **potentiel d'action, la cellule est dépolarisée et ça entraîne la contraction à l'endroit où la cellule est dépolarisée**. Le potentiel des cardiomyocytes est plus lent que celui des autres cellules musculaires de l'organisme.

*Ce potentiel sera propagé de cellule en cellule via la propriété de conductibilité*

### Phases du potentiel d'action :

- Phase 0 : ouverture rapide et brève des canaux Na, entrée massive et totale du Na = **courant dépolarisant très rapide**

- Phase 1 : un type de canal potassique ouvert, sortie de potassium (de intra vers extracellulaire) = **courant repolarisant transitoire (petite repolarisation)**

- Phase 2 : (**phase de plateau = nécessaire à la contraction**) Canaux calciques ouverts, entrée de calcium = **courant dépolarisant prolongé**, ions Ca<sup>++</sup> nécessaire au couplage excitation-contraction. Entrée d'ions calcium **importante, c'est pour ça qu'elle est un petit peu plus lente**.

- Phase 3 : ouverture des canaux potassique (sortie du potassium de façon importante) = **courant repolarisant prolongé**

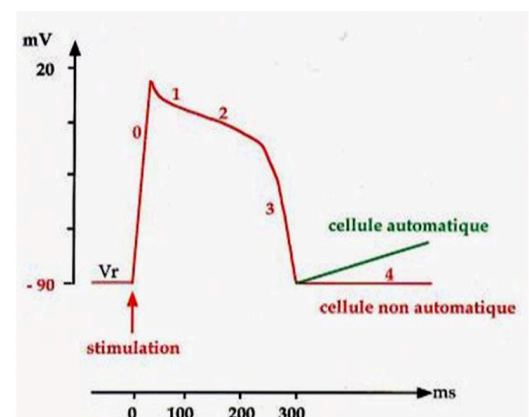
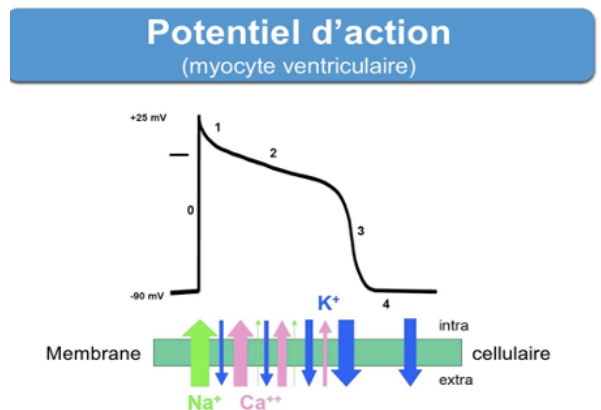
- Phase 4 : potentiel revenu au potentiel de repos/ de base, phase stable (jusqu'à la prochaine dépolarisation liée à l'ouverture des canaux sodiques)

**NB: important pour les médicaments qui peuvent jouer sur ces phases donc il faut les connaître ++**

### Particularité du nœud sinusal :

Il est à l'origine de l'automaticité cardiaque (personne ne lui dit de se contracter). Il n'a pas un potentiel de repos constant : il présente **une phase 4 instable qui se dépolarise spontanément et graduellement pour atteindre son niveau d'excitabilité. (en vert sur le schéma)**

*Dysfonctionnement du nœud sinusal (NS ne fonctionne pas) : possibilité de contractilité anarchique mais le NAV peut "diminuer" ce problème -> fibrillation atriale*





Le NAV, le faisceau de His et le réseau de Purkinje (*se prononce purkingné*) sont des pacemakers latents. Ils peuvent manifester de l'automatisme et suppléer le nœud sinusal quand celui-ci est défaillant (ou qu'il tire sa flemme).

Si la vitesse intrinsèque de dépolarisation est plus lente alors la FC est plus lente.

### B) Couplage excitation - contraction

C'est un phénomène permettant de transformer le signal électrique en phénomène mécanique. **Le calcium a un rôle central**, il entre dans les cellules grâce à plusieurs canaux calciques et une pompe à  $Ca^{2+}$ . Le  $Ca^{2+}$  se lie à la troponine C déclenchant ainsi la contraction des myocytes. L'importance de la contraction est **proportionnelle** à la quantité de calcium qui entre en intracellulaire (*+ il y a de calcium + la contraction est importante*)

### C) Cycle cardiaque

L'activité électrique automatique périodique engendre l'activité mécanique cardiaque

2 phases : (le plus important selon le prof)

- **systole = contraction, éjection ( $\frac{1}{3}$  du temps)**

- **diastole = relaxation, remplissage (des oreillettes et du ventricule) ( $\frac{2}{3}$  du temps)**

- Succession d'une systole + une diastole = **cycle cardiaque** (environ une seconde)

ex : avec une FC de 60BPM on a 60 cycles d'où le fait que 1 cycle = **1s en moyenne**

Le cycle cardiaque se décompose en :

-**une diastole auriculaire,**

-**une systole auriculaire,**

-**une diastole ventriculaire**

-**une systole ventriculaire.**

La succession des phases de contraction (systole) et de relaxation (diastole) cardiaque fait varier la pression intracardiaque et favorise l'hémodynamique intracardiaque.

**Tout cela selon des jeux de pression.** Le sang se déplace instantanément selon un gradient de pression, d'un compartiment de forte pression (en systole) vers un compartiment de basse pression (en diastole). La circulation du sang dans le cœur est une circulation à sens unique. L'ouverture et la fermeture des valves sont complètement **passives. Elles dépendent uniquement de la différence de pression de chaque côté de la valve.**

## 1) Systole ventriculaire 36'40

On va détailler la systole ventriculaire

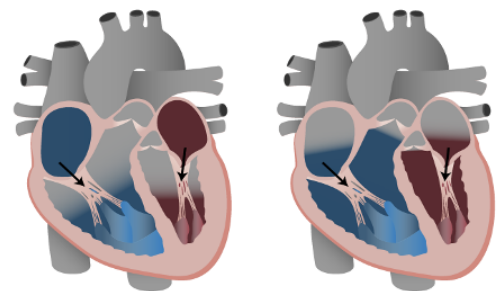
- Phase d'éjection : Contraction des 2 ventricules de façon **synchrone** (au même moment à G et à D)

- **Fermeture** des valves atrio-ventriculaires (mitrale (G) et tricuspide (D)) pour éviter le reflux sanguin.

- **Ouverture** des valves aortique et pulmonaire. La pression augmente fortement pour permettre l'ouverture de ces valves

L'éjection sanguine dépend de plusieurs paramètres, notamment :

- **Contractilité** du myocarde ventriculaire (en lien avec la concentration de calcium dans la cellule)
- **Précharge** ventriculaire = remplissage-
- **Postcharge** ventriculaire = résistance du circuit à l'éjection

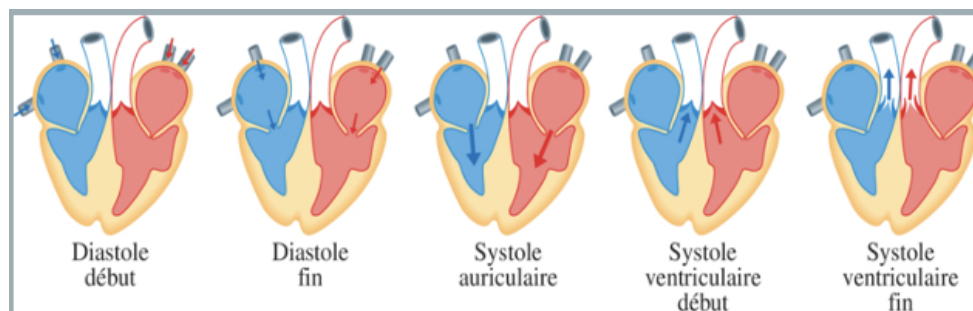


## 2) Diastole ventriculaire

Phase de remplissage = diastole

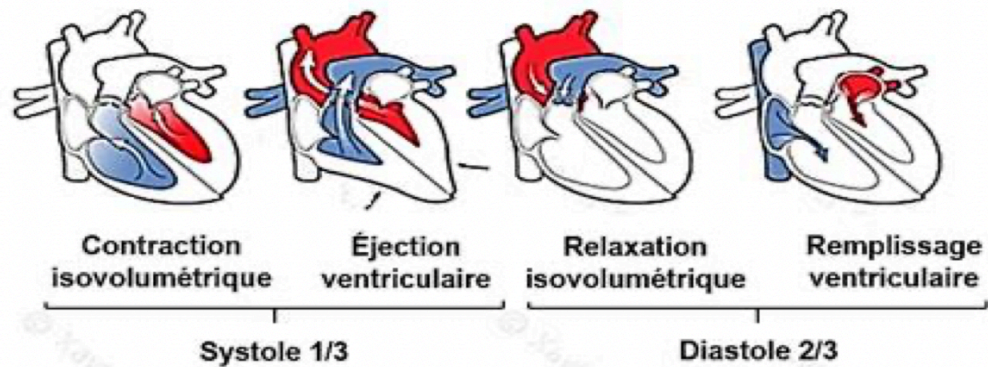
Quand les pressions intraventriculaires deviennent plus faibles que celles des oreillettes, on a alors une fermeture des valves aortiques et pulmonaires et une ouverture des valves mitrales et tricuspides (dû au gradient de pression). Le passage du sang des oreillettes vers les ventricules est **d'abord passif** (dû à la différence de pression trop importante) **puis actif** (systole atriale, c'ad l'oreillette qui va se contracter pour faire passer le reste de sang de l'oreillette vers le ventricule).

Durée diastole > durée systole (**2 tiers/1 tiers /!\**) = c'est plus long de se remplir que d'éjecter (comme c'est plus long de remplir son côlon sigmoïde de matières fécales que d'aller à la selle normalement)



*(il a dit que le schéma n'était pas très clair)*

### 3) 4 phases

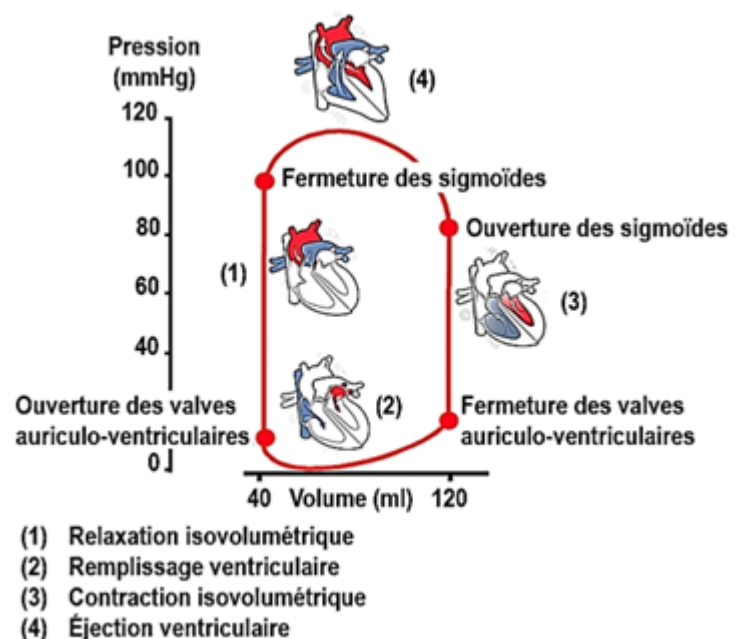


Phase de **contraction isovolumétrique** : valve mitrale et aortiques fermées: on fait monter la pression pour que les valves s'ouvrent. (sans modification du volume)

Phase d'**éjection ventriculaire** : valve aortique ouverte et valve mitrale fermée. (idem pour le cœur droit : valve tricuspide fermée)

Phase de **relaxation isovolumétrique** : valve aortique et valve mitrale fermées.

Phase de **remplissage ventriculaire** : valve aortique fermée, valve mitrale ouverte - l'oreillette se contracte pour permettre la systole atriale.



Sur le schéma on voit qu'au cours du temps il y a des variations de volume et de pression au sein des cavités.

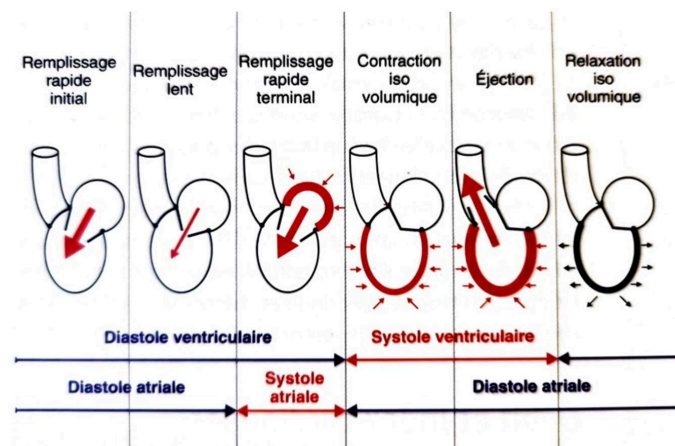
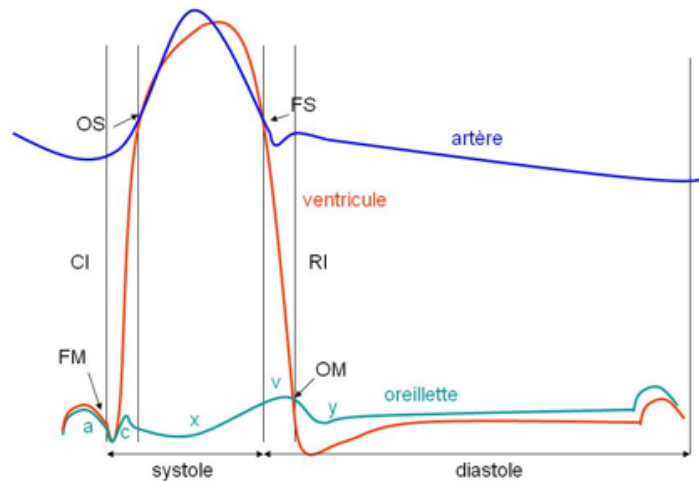
On commence par la phase 3 pour simplifier :

**Phase 3 ou phase de contraction isovolumétrique:** volume max au sein du ventricule gauche qui s'est rempli, les valves mitrales et tricuspides sont fermées. Le myocarde commence à se contracter, augmentation de pression (à 80/90 mmHg) à volume constant. Ça permet d'ouvrir les valves pulmonaires et aortiques et on passe à la phase d'éjection (à pression constante)

**Phase 4 ou phase d'éjection :** le volume diminue on passe de 120 à 50 ml, on parle du volume télésystolique (volume qui reste dans le cœur à la fin de la contraction) et télédiastolique (ce qui reste à la fin du remplissage).

**Phase 1 ou phase de relaxation isovolumétrique** : le volume reste stable et la pression redescend

**Phase 2 ou phase de remplissage ventriculaire** : ouverture des valves auriculo-ventriculaires avec remplissage des ventricules.



### D) Volumes ventriculaires, fraction d'éjection (important à retenir)

- *Volume télédiastolique* (VTD) = volume contenu dans les ventricules en fin de diastole (environ 120mL : volume maximal)
- *Volume télésystolique* (VTS) = volume contenu dans les ventricules en fin de systole (environ 50mL : volume minimal)
- *Volume d'éjection systolique* (VES) = volume sanguin éjecté à chaque battement cardiaque (70ml éjecté si on fait le calcul)

$$VES = VTD - VTS$$

• *Fraction d'éjection ventriculaire* = % de sang qui est éjecté par le ventricule (c'est un rapport)

$$\text{FEVG} = \text{VES} / \text{VTD}$$

**Fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG)** : reflet de la puissance du cœur, marqueur beaucoup utilisé en cardiologie

Résultat normal = **60 %** rapport entre VES et TD (télédiastolique) on n'a jamais 100% +++ . C'est un bon indice (mais pas le seul) pour mesurer la dégradation de la fonction ventriculaire dans les cardiopathies.

Il peut être calculé par échographie ou IRM cardiaque.

Chez un patient qui a une maladie cardiaque cela peut aboutir à une insuffisance cardiaque et donc une diminution de cette fraction d'éjection.

### **E) Débit et index cardiaque**

**Débit cardiaque** : quantité de sang qu'éjecte le cœur en **une minute (quantité de volume sur un temps donné)**

$$\text{Dc} = \text{VES} \times \text{FC} \text{ (volume d'éjection systolique * fréquence cardiaque)}$$

*NB: le VES varie peu contrairement à la FC qui peut beaucoup varier, lors d'un effort physique intense par exemple*

- **Normale = 5-6L/min** (si 2-3L/min = le patient est confus, cerveau, reins moins irrigués entre autres)
- **Débit cœur droit = débit cœur gauche** (chez un patient sain)

**Index cardiaque** : débit cardiaque indexé à la surface corporelle du patient. Ces index sont importants à connaître !

- **Normale = 3,5 L/min/m<sup>2</sup>**

La finalité du système cardiovasculaire (*rappel = circuit électrique qui assure la contraction*) est d'assurer un débit cardiaque à une pression artérielle suffisante pour assurer la perfusion des différents organes.

Différents composants participent à la régulation de ce débit et de cette PA : **(important à retenir)**

- **Inotropisme** = contractilité du cœur en lui même (si vous avez un cœur qui se contracte de façon normale vous aurez un meilleur débit que si vous avez un cœur qui se contracte pas très bien) (*il y a des médicaments qui peuvent majorer ou freiner l'inotropisme*)

- **Fréquence cardiaque** (*si le cœur se contracte moins bien mais plus vite il peut compenser et assurer un débit constant en augmentant la fréquence, le patient décompense, il se fatigue, tachycardie*)

- **Précharge** : remplissage ventriculaire (dépend notamment du volume sanguin revenant au cœur droit)

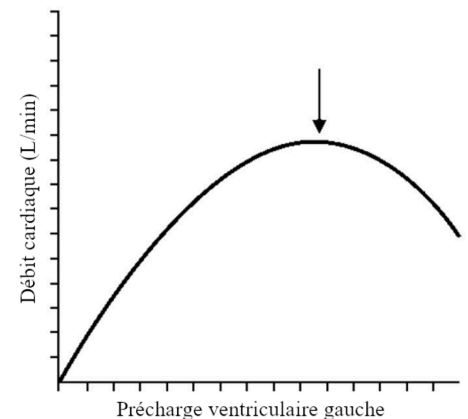
- **Postcharge** : résistance à l'éjection (résistances artérielles systémiques = niveau de vasoconstriction des artères), survient pendant la systole. En cas de valve aortique rétrécie on a alors une augmentation de la post charge (donc débit cardiaque diminue)

L'augmentation de la précharge s'accompagne d'une augmentation du VES à contractilité constante (et inversement). *Le VES ne fluctue pas beaucoup entre les patients.*

**Loi de Frank-Starling (sera vu dans un autre cours) :**

Elle repose sur la relation longueur-tension de telle sorte que toute augmentation du VTD entraîne une augmentation de la longueur des fibres et par conséquent l'augmentation de la tension engendrée (force de contraction) et du volume d'éjection.

Cette loi est vraie jusqu'à un certain point car à un moment les fibres cardiaques sont tellement étirées qu'on perd en efficacité et en contraction et le débit cardiaque ne va plus augmenter à un moment (d'où cette forme de parabole).



- Augmentation du débit cardiaque en réponse à une augmentation de la pression veineuse de remplissage (volume télédiastolique, pour rappel le débit correspond à un volume par unité de temps)

L'augmentation de la postcharge s'accompagne d'une diminution du VES à contractilité constante et inversement.

Exemple : si vasoconstriction artérielle ou un rétrécissement de la valve aortique on a une augmentation de la postcharge car augmentation de la résistance.

En pratique à l'effort, il y a surtout une augmentation de la FC qui s'associe au nerf sympathique pour augmenter le débit cardiaque.

A l'effort le remplissage se fait moins bien mais l'augmentation de la contractilité compense !

**Question => Quelle est la différence entre diastole et précharge ?**

NB: attention à ne pas confondre précharge et diastole:

→ diastole ventriculaire = moment du cycle, moment pendant lequel la précharge s'effectue.

→ précharge = notion de remplissage. La précharge se passe pendant la diastole mais ce n'est pas tout à fait la même notion. Elle dépend plus de l'état d'hydratation, si le retour veineux se fait bien, s'il est en décompensation cardiaque ou pas et de son âge. L'augmentation de la précharge s'accompagne d'une augmentation du VES à contractilité constante (et inversement).

De même la post charge c'est la résistance à l'éjection qui va survenir pendant la systole mais ce n'est pas la même notion !

**La pompe cardiaque est liée principalement à l'harmonie du circuit électrique**