

## UE APPAREIL CARDIAQUE ET VASCULAIRE : PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE

*Avant de commencer un rappel sur les TP : PAS de changement de groupe de TP, sauf si vous trouvez quelqu'un pour permuter avec vous et garder le même nombre de gens dans les groupes.*

*Sinon, l'ensemble du cours présente l'état physiologique des choses, et la prof essaiera à chaque fois de donner un exemple de médecine, sans forcément rentrer dans des considérations médicales compliquées, elle s'en tiendra à de la médecine « de Nice-Matin ».*

### **LE CŒUR : QUELQUES DONNÉES :**

Taille : 12 cm ; Poids : 250-300 g (peu important)

Fréquence : 60-80 battements par minutes mais nous ne sommes pas tous égaux en terme de battements cardiaques : une fréquence de repos à 50 ou au contraire à 90 ne signifie pas être malade. Par contre, un cœur rapide a moins de possibilité de fournir un effort soutenu, et se fatiguera plus vite qu'un cœur lent, car il atteindra plus vite sa fréquence maximale (voir plus loin).

Les sportifs de haut niveau ont une fréquence cardiaque plus basse, et l'entraînement sportif fait baisser la fréquence cardiaque de repos.

Si on prenait deux individus en tous points identiques et qui ne diffèreraient que par leur fréquence cardiaque, c'est celui qui aura la fréquence cardiaque la plus basse qui sera le meilleur sportif.

Battements par jour  $\approx$  100000

Battements par vie  $\approx$  3 milliards

Le cœur est un organe qui ne peut pas se reposer : il faut donc un système qui lui permette de fonctionner pendant 80 à 100 ans, selon l'espérance de vie, celle des femmes étant un peu plus longue que celle des hommes.

*Petit aparté leçon de morale / de vie : Arrêtez de fumer, parce que fumer ça donne le cancer du poumon et le cancer du poumon ça fait mourir plus tôt que prévu, au cas où vous n'étiez pas encore au courant.*

Volume d'éjection systolique VES = 80 mL/battement : Le VES est la quantité de sang qui part dans les vaisseaux à chaque battement. Ici encore, on n'est pas tous égaux en terme de VES, il peut varier selon les besoins du cœur et de l'organisme. Si on ramène cette valeur à un volume d'éjection journalier, on obtient : VE/jour = 8000 L/jour environ.

### **RÔLES DU CŒUR**

- Après la ventilation dans le poumon, le sang va véhiculer et apporter à toutes les cellules l'O<sub>2</sub> et les nutriments (a.a, AG, vitamines...) indispensables au métabolisme
- A chaque inspiration, l'O<sub>2</sub> est fixé au niveau du sang et est apporté au niveau de l'ensemble des cellules de l'organisme, et le sang va récupérer le principal déchet produit par les cellules : le gaz carbonique, qui sera ramené au poumon et éjecté hors des poumons à l'expiration.
- Il participe au maintien de l'homéostasie :
    - pH++ grâce aux ions solubles dans le plasma : le pH est une constante de l'organisme qui permet aux cellules de fonctionner correctement (les cellules ne fonctionnent pas normalement dans un milieu trop acide ou trop alcalin).
    - sels minéraux
    - régulation de la quantité d'eau : principalement au niveau du rein par la production d'urine.
  - La régulation de la température : la température centrale est à 37°C ; les échanges entre les parties les plus profondes et les plus périphériques de l'organisme permettent de réguler cette température.
  - Le sang transporte également les déchets (CO<sub>2</sub>, lactates) rejetés à l'extérieur (poumons reins et peau).
  - Le sang véhicule également les hormones indispensable au fonctionnement de certains organes, ainsi que les acteurs de l'immunité comme les Ac.
  - Il répartit à travers tout le corps l'eau et la chaleur.
- Pour remplir ces différents rôles, l'appareil cardiovasculaire est composé d'une pompe : LE COEUR,

et d'un ensemble de conduits pour canaliser le sang : ces vaisseaux sont organisés dans l'ordre suivant plus on s'éloigne de la pompe cardiaque :

Artères → artérioles → capillaires (dans les tissus +++) → veinules → veines

C'est au niveau des capillaires que se font les échanges : captation de ce dont on a besoin et rejet des déchets dans les veinules.

La pompe cardiaque doit assurer une pression suffisante pour envoyer le sang dans tout l'organisme. Le retour veineux est également un paramètre important pour le bon fonctionnement du système cardiovasculaire.

## **AUTRES CARACTÉRISTIQUES DU CŒUR**

Le cœur est un muscle creux divisé en 2 compartiments indépendant assurant la séparation entre les 2 états du sang

→ Hématosé = riche en dioxygène

→ Carbonaté = riche en dioxyde de carbone

Environ 70-80 ml sont envoyés dans la circulation à chaque battement, c'est le VES = 5 L/min

Le cœur est un organe musculaire : le muscle cardiaque est alimenté par les 2 artères coronaires (base de l'aorte) : Ces artères coronaires ont une fonction primordiale dans la fonction cardiaque, car lorsqu'elles sont touchées, le cœur ne reçoit plus les apports indispensables à son fonctionnement et il y a un risque d'infarctus du myocarde.

## **CONSTITUTION DU MUSCLE CARDIAQUE**

Chaque compartiment est lui même divisé en 2 cavités communiquant par une valvule

- la partie réceptive = oreillette
- la partie motrice, contractile = ventricule, à paroi musculaire épaisses, qui envoie le sang soit dans la circulation pulmonaire, soit dans la circulation générale.

## **ORGANISATION DU SYSTÈME CARDIO-VASCULAIRE**

### **1. La petite circulation**

On l'appelle la petite circulation car la distance entre le cœur et les poumons (où est envoyé le sang) est petite. C'est la circulation pulmonaire, et elle se fait à basse pression.

La petite circulation est constituée de

- vaisseaux capacitifs : regroupant des vaisseaux artériels et veineux pulmonaires, qui ont une certaine capacité de dilatation et qui participent ainsi à la fonction de réservoir.
- Vaisseaux d'échange : les capillaires pulmonaires qui tapissent les alvéoles pulmonaires, et qui ne donnent normalement passage qu'aux gaz respiratoires (dioxygène et gaz carbonique).

### **2. Grande circulation**

a/ Système d'alimentation à haute pression à la sortie du ventricule G : 120/80 mm Hg :

c'est la pression artérielle. 120 est la valeur de la pression sanguine au moment de la systole, et 80 au moment de la diastole.

*Attention, la France est le seul pays à parler en cm d'Hg, mais il faudrait essayer de parler en mm Hg comme tout le monde.*

- Aorte (la plus grosse artère) et grosses artères = vaisseaux élastiques : réservoirs à haute pression, qui permettent de maintenir au maximum la pression imposée par la contraction ventriculaire gauche.
- Vx résistifs pré-capillaires : petites artères et artérioles (vx de distribution) ds lesquelles la

pression hémodynamique chute brutalement. Plus ces vx ont un petit diamètre, plus la résistance fournie au passage du sang est importante et cela fait diminuer la pression.

- Capillaires qui font suite aux artérioles, et qui irriguent les tissus de l'organisme
- une fois que les échanges gazeux et de nutriments ont eu lieu au niveau des capillaires, on passe à la circulation veineuse

b/ Système de retour à basse pression : le retour veineux représente 80% du volume de la grande circulation. Il comprend :

- Circulation veineuse et lymphatique
  - Capillaires
  - Vx résistifs post capillaires : les veinules, dont les modifications de calibre influencent largement l'importance des échanges capillaires.
  - Vx capacitifs : les veines systémiques dont la capacité est importante et variable selon les circonstances hémodynamiques. Elles ont une fonction de réservoir sanguin.
- Les veines et le système de retour veineux permettent de moduler le volume de sang qui retourne dans l'oreillette droite, selon les besoins de l'organisme. Cette modulation se fait grâce aux vasoconstrictions ou -dilatations des vaisseaux.

### **3. Zones d'échanges entre secteur vasculaire et secteur interstitielle**

Sang - milieu extérieur :

- capillaires pulmonaires : les poumons sont considérés comme faisant partie du milieu extérieur. Les échanges se font ici avec l'air extérieur, et sont de nature gazeuse.
- Capillaires splanchniques : au niveau de l'intestin grêle (faisant lui aussi partie du milieu extérieur) au moment de la digestion. Les échanges concernent ici les nutriments alimentaires.
- Capillaires rénaux : le rein a une fonction de filtration du sang et d'en rejeter les déchets dans l'urine.

Sang - milieu intérieur : capillaires systémiques qui irriguent les tissus des organes qui composent le milieu intérieur.

## **CONSTITUTION DU MUSCLE CARDIAQUE (SUITE)**

Le cœur est constitué de deux ensembles analogues juxtaposés le cœur G et D, qui travaillent de façon synchrone ( le cœur gauche se contracte en même temps que le cœur droit), mais pas à même pression : cœur gauche = haute pression ; cœur droit = basse pression.

Il est constitué de fibres myocardiques = mu squelettique involontaire capable de se contracter rythmiquement de façon spontanée, sans avoir besoin d'une commande nerveuse volontaire pour fonctionner : le cœur ne reçoit aucune composante nerveuse du système nerveux central.

Les battements cardiaques et leur rythme sont déterminés par l'activité INTRINSEQUE des cardiomyocytes du nœud sino-auriculaire.

Les cardiomyocytes sont spontanément excitables : leur dépolarisation et repolarisation rythmique sont indépendantes du système nerveux. Le SNV exerce toutefois une influence continue et permanente sur le rythme des contractions :

- Le parasymphatique ralentit (Ach)
- Le sympathique accélère (NorAd/Ad)

→ pour le retenir : quand on a peur on sécrète de l'adrénaline, cette adrénaline nous fait battre le cœur plus vite.

Le cœur comporte également un squelette fibreux contenant les valvules, qui modulent le passage du sang des oreillettes vers les ventricules.

Ce sont 4 anneaux solidaires qui délimitent les orifices auriculo-ventriculaires et artériels.

Les valvules empêchent le sang de revenir à contre courant depuis les ventricules vers les oreillettes ou depuis les artères pulmonaires ou l'aorte vers les ventricules.

Entre les oreillettes et les ventricules, il y a les valvules tricuspide (à droite) et mitrale (à gauche). La valvule qui sépare ventricule droit et artère pulmonaire est la valvule sigmoïde pulmonaire et celle qui sépare aorte et ventricule gauche s'appelle valvule sigmoïde aortique.

Les cavités et les valves sont tapissées par un endothélium sur leur face interne : l'endocarde qui continue celui qui recouvre l'intérieur des vx sanguins.

La surface externe du cœur est recouverte par une membrane à 2 feuillets :

- épicarde qui colle au muscle cardiaque (myocarde)
- péricarde remontant à la racine des vx de la base du coeur

→ entre les 2, il existe une couche de liquide d'environ 10/15mL : quand tout va bien, le volume de ce liquide est très difficilement mesurable.

Ces feuillets péricardiques et le liquide qui les sépare facilitent les mouvements de la masse cardiaque au cours de son cycle (*comme un mince filet d'eau entre deux plaques de verre qui leur permet de glisser l'une sur l'autre beaucoup plus facilement, et permet également de les garder solidaires l'une de l'autre*). Mais cet accolement est également un site de pathologies, sous forme d'inflammation ou d'infection : les péricardites qui enflamment ces feuillets et entraînent une sécrétion de liquide plus importante et donc les battements cardiaques sont coincés, gênés par cette quantité de liquide qui comprime le cœur, ce qui entraîne un mauvais fonctionnement cardiaque.

## LES OREILLETES

Les oreillettes sont constituées d'un tissu relativement mou, leur parois sont minces et flasques, de structure lâche et peu ordonnée, de façon à pouvoir se distendre au moment du remplissage.

**Rôles des oreillettes (+++):**

- **réservoir**
- **hémodynamique cardiaque : participe au mouvement du sang dans le coeur.**
- **excitation cardiaque, puisqu'il contient en son sein le tissu nodal, qui est responsable de la contraction cardiaque.**
- **régulation circulatoire grâce aux *volorécepteurs* (sensibles au volume) qui permettent de réguler l'état distendu ou non des parois auriculaires, grâce aux *centres nerveux bulbaires*, grâce au contrôle hormonal par l'aldostérone et la vasopressine**
- **sécrétion du Facteur Atrial Natriurétique : régule la TA**

## LES VENTRICULES

### **1. VG**

Il a une paroi épaisse, une forme de cône avec une section transversale circulaire. La contraction puissante à la manière d'un piston. La contraction du VG participe à celle du ventricule droit. Le travail du VG est donc beaucoup plus important que celui du VD.

### **2. VD**

Pyramide avec section transversale en forme de croissant. La contraction du VD se fait à la manière d'un soufflet

Le rôle du VD comme du VG est l'éjection du sang dans l'appareil circulatoire (petite circulation pour le VD et grande pour le VG).

Constitution des ventricules :

Fibres myocardiques répartie en 3 couches, l'épaisseur totale étant 3 fois plus importante pour le ventricule gauche que pour le droit.

VTD (volume en fin de diastole) : 150 mL

La dynamique de la contraction ventriculaire entraîne la baisse de toutes les dimensions des cavités ventriculaires (++ diamètres transversaux). La contraction du VG participe à la contraction et à l'éjection du sang du VD.

## SYSTÈMES VALVULAIRES

Elles sont situées entre oreillettes et ventricules et entre ventricules et gros vaisseaux.

Certaines régulent l'entrée du sang dans les ventricules : valvules mitrale et tricuspide ; les autres régulent la sortie du sang des ventricules : les valvules sigmoïdes pulmonaire ou aortique.

→ quand elles sont ouvertes : pas de résistance à l'écoulement du sang

→ quand elles sont fermées : étanches, sans passage de sang.

### 1. Valvules auriculo ventriculaire : mitrale et tricuspide

Elles sont caractérisée par la présence de piliers : c'est l'appareil sous valvulaire : les cordages insérés sur les piliers du cœur sous tendent les valves

Les piliers ont un rôle important dans l'ouverture et la fermeture des valves.

Ce sont aussi et surtout des zones susceptibles de s'enflammer et/ou de s'infecter et lorsque c'est le cas, l'ouverture, la fermeture et la perméabilité des valvules seront compromises : on assistera alors au passage de sang entre l'oreillette et le ventricule alors qu'il ne devrait pas y en avoir.

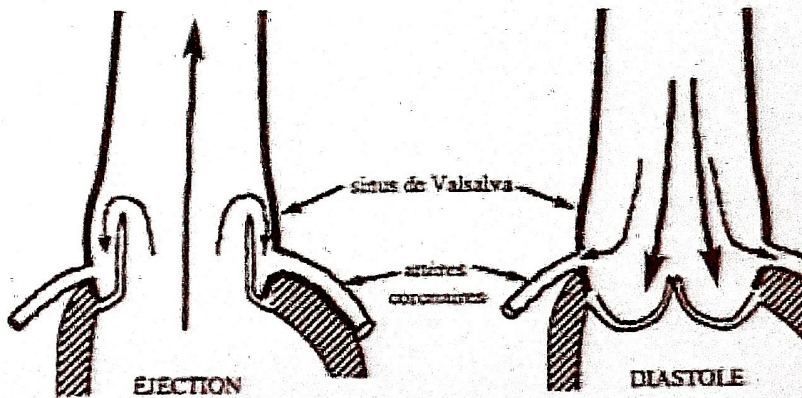
Le fonctionnement des valvules auriculoventriculaires est passif :

quand pression ventriculaire > pression auriculaire → les valvules se ferment.

La contraction auriculaire en fin de remplissage ventriculaire provoque une accélération du flux sanguin dans les ventricules et donc des tourbillons qui éloignent les valvules des parois V et donc un début de fermeture.

Si les piliers des valvules sont altérés, les valvules ne se fermeront pas correctement, même sous la pression du sang dans le ventricule (=fuite). Au contraire, si ces piliers sont trop rigides, les valvules ne pourront pas s'ouvrir complètement au moment du remplissage ventriculaire (=rétrécissement).

### 2. Valvules sigmoïdes aortique et pulmonaire



Ces valvules ne présentent pas de cordage : 3 valvules en nid de pigeon

L'intérêt de ces valvules est leur fonctionnement au moment de l'éjection, et surtout au moment de la diastole. Les artères coronaires s'abouchent dans le cul de sac entre l'aorte et la paroi du ventricule.

Quand les valvules sont ouvertes, pendant l'éjection ventriculaire, elles ne viennent jamais s'accoler complètement à la paroi aortique, il existe toujours un espace pour permettre le remplissage des coronaires. (sinus de Valsalva).

Physiologiquement il n'y a donc JAMAIS d'occlusion coronaire à ce niveau.

Au moment de la diastole, la pression

dans l'aorte devient plus importante que dans le ventricule gauche, ce qui ferme les valvules sigmoïdes aortiques et permet un encore meilleur remplissage des coronaires, car le poids du sang dans l'aorte le fait "stagner" un peu à ce niveau.

*Pour mémoire le texte de la diapo 25 :*

#### VALVES AURICULOVENTRICULAIRES

- Diastole :

valves non plaquées contre les parois ventriculaires car tension exercée par les cordages.

Tourbillon derrière leur face ventriculaire.

- Fin de la systole ventriculaire

Inversion du gradient de pression auriculoventriculaire donc début d'affrontement des valves

#### VALVES SIGMOIDES

Ouverture au début de la phase d'éjection ventriculaire lorsque P ventricule > P aortique et pulmonaire.

#### LES ARTERES CORONAIRES :

- 10% du débit total dans les coronaires
- Elles irriguent le muscle lui même
- L'ischémie des coronaires peut entraîner un angor (angine de poitrine) puis un Infarctus Du

## Myocarde (IDM)

1. Angine de poitrine = début de constitution d'obstacles dans la circulation des coronaires => Insuffisance de la circulation coronaire. Le premier signe de l'angor est une douleur une douleur rétro sternale.
2. IDM : L'étendue des lésions du myocarde se fera selon la taille et l'importance de l'artère coronaire occluse. Si la plaque d'athérome est sur une branche de la coronaire qui vascularise une grosse partie du myocarde c'est grave.
3. Traitement de l'infarctus :
  - Stent maintiennent les parois des vx décollées.
  - Sinon pontage (remplacement d'un vaisseau bouché par un autre morceau de vaisseau) si la zone est trop importante.

### ▪ La circulation coronaire :

Elle est locale et intramurale, et a un rôle considérable dans l'apport d'oxygène. Elle apporte plus d'oxygène que les autres circulations.

### ▪ Particularité de la circulation coronaire :

Extraction physiologique de 80% d'O<sub>2</sub>

Elles ont la capacité d'augmenter le débit (par vasodilatation) selon le besoin. Si on a une diminution locale de pO<sub>2</sub> ou l'augmentation de la concentration d'acide lactique, d'adénosine (souvent observé lors d'un effort), cela va être un stimulus pour vasodilater les coronaires et donc augmenter le débit sanguin pour irriguer le myocarde.

## ANATOMIE MICROSCOPIQUE

Le cœur a une activité mécanique qui est commandée électriquement.

### ▪ Myocarde commun

Ce sont des fibres musculaires striées :

- Membrane avec de nombreux tubules T
- Cytoplasme riche en mitochondries (=énergie) et myofibrilles.
- Réticulum sarcoplasmique avec citernes

Ces fibres musculaires striées sont ramifiées et anastomosées à leur extrémité : disques intercalaires (nexus) qui permettent une meilleure cohésion des fibres entre elle et meilleur passage de l'influx nerveux.

### ▪ Le tissu nodal

On le retrouve au niveau des oreillettes.

2 types de cellules très pauvres en myofibrilles et très riches en nexus :

- On a des petites cellules fusiformes groupées au niveau du nœud sinusal (en regard de la paroi post oreillette D) où naît l'influx nerveux. Ces cellules sont aussi retrouvées au niveau du nœud auriculo-ventriculaire (partie sup inter ventriculaire)
- Des cellules de gros diamètre : au niveau du Faisceau de His (entre la paroi des deux ventricules) il se divise en deux branches D & G qui se ramifient en réseau de Purkinje (retrouvé au niveau sous endocardique)
- De tissu nodal : petites cellules au niveau du nœud sinusal et auriculo ventriculaire et grosses cellules au niveau du faisceau de His et du réseau de Purkinje.

⇒ Ce tissu est responsable de l'automatisme cardiaque (par dépolarisation spontanée)

## QUELQUES DEFINITIONS

- Systole : contraction du muscle cardiaque
- Diastole : relâchement du muscle cardiaque
- Volume d'Ejection Systolique (VES) : volume de sang éjecté par les ventricules à chaque contraction (environ 80-100 mL)
- Volume Télé Diastolique (VTD) : volume de sang contenu dans les ventricules juste avant la systole ventriculaire (environ 150 mL) = volume de précharge
- Volume Télé Systolique (VTS) : volume de sang contenu dans les ventricules à la fin de chaque systole (environ 60mL).

- VES = VTD-VTS
- Fréquence Cardiaque (FC) : nombre de contractions ventriculaires par unité de temps  
Exprimée en battements par minutes (en moyenne pour un individu normal 60 – 70 battements par minutes)
  - FC max : varie selon les individus. Elle diminue progressivement avec l'âge et l'entraînement sportif.  
FCmax théorique = 220 - âge.
  - Effet chronotrope : effet qui joue sur la fréquence
  - Inotrope : sur la force de contraction
  - Dromotrope : sur la vitesse de conduction
  - Bathmotrope : sur l'excitabilité
  - Tonotrope : sur la distensibilité

## **CARACTERISTIQUES HEMODYNAMIQUES GENERALES :**

*Qu'est ce qui fait couler le sang ?*

Les fluides (liquides ou gazeux) s'écoulent sous l'effet d'une différence de pression depuis la zone où la pression est la plus haute vers celle où elle est la plus basse (pas de différence de pression => pas de circulation)

### ▪ **Pression :**

La pression exercée par un fluide en mouvement a deux composantes :

- ⇒ Dynamique = énergie cinétique du système
- ⇒ Latérale qui correspond à la force exercée par le fluide sur les parois de son conteneur (vaisseaux).

- Chez l'homme la pression est créée dans les cavités du cœur quand il se contracte (surtout ventricule G). Le sang sort du cœur et la pression diminue au fur et à mesure que le sang circule dans les différentes artères. Puisque le diamètre de ces artères diminue, il constitue une résistance à l'écoulement du sang et donc au fur et à mesure que cette résistance augmente, la pression va diminuer.
- C'est dans l'aorte et les grosses artères systémiques que la pression est la plus haute, et dans les veines caves qu'elle est la plus basse.
- La vitesse de propagation de l'onde pulsatile de contraction sur la paroi des artères (transfert d'énergie) est beaucoup plus rapide que la vitesse d'écoulement du sang (transfert de matière).
- Les artères se contractent parce qu'elles ont une certaine compliance et distensibilité.

La transmission de l'onde de pression est d'autant plus rapide que la compliance artérielle est faible.

- Avec l'âge la distensibilité des artères diminue naturellement, la pression à l'intérieure augmente et c'est pour cela que mamie a de la tension.
- Les pathologies comme les plaques d'athérome rigidifient la paroi des artères et diminuent la contractilité.

### ▪ **Résistance :**

Ensemble des frottements avec les parois des VX et entre les éléments du sang.

Dans la circulation le sang coule de façon préférentielle vers les régions de faible résistance.

avec L = longueur, viscosité et r = rayon du vaisseau (facteur très important)

Exemple : la résistance est divisée par 16 quand le rayon est multiplié par deux et inversement.

### ▪ **Débit = P / R**

Le débit dans un VX est inversement proportionnel à la résistance.

Dans le cas de débit continu, la résistance des parois vasculaires est la seule force qui s'oppose au débit.

Dans le cas d'un débit pulsatile, la résistance est représentée par l'association :

- frottement contre la paroi vasculaire

- l'élastance de la paroi
- l'inertie sanguine

$$D = P / R =$$

Ainsi, le débit est multiplié par 16, quand le rayon est multiplié par 2 et inversement.

#### ▪ La vitesse circulatoire :

A débit sanguin stable, elle dépend de la largeur des vaisseaux.

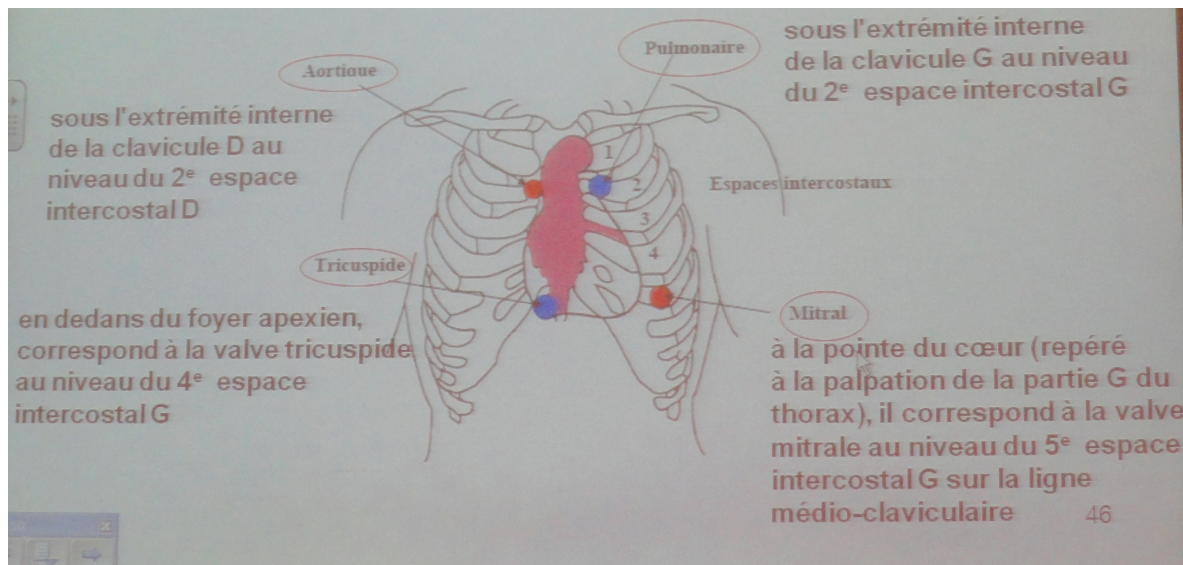
Aorte : 2.5cm ; vitesse moyenne 50 à 60 cm/sec ; surface de section 5cm<sup>2</sup>

Capillaires : = 500 ; vitesse 0,5mm.s<sup>-1</sup> ; surface de sections 3500 cm<sup>2</sup>

### BRUITS DU CŒUR

Auscultation = Laennec stéthoscope biauriculaire, **4 foyers principaux** (diapo ci dessous)

Phonocardiographie = enregistrement de BDC par microphone au contact de la peau.



⇒ Les bruits du cœur sont produits par les vibrations provoquées par les accélérations et décélération de la colonne sanguine sous l'effet de la contraction du myocarde et des mouvements valvulaires.

⇒ Ils sont transmis par les tissus jusqu'à la surface thoracique, amortis par le parenchyme pulmonaire.

Ces bruits sont perçus dans les zones où le cœur est en contact avec le parenchyme (directement ou via les tissus denses du médiastin).

#### ▪ **Bruits du cœur normal :**

Il y a 4 bruits mais on en entend que deux à l'oreille B1 & B2

##### ➤ Premier bruit B1

Contraction du myocarde au début de la systole ventriculaire

*Mécanisme de production :*

1. mise en tension myocarde ventriculaire : début contraction iso volumétrique

2. mise en tension des feuillets valvulaires : fermeture valves AV

3 choc de l'onde systolique sur les colonnes sanguines aortiques et pulmonaire : ouverture des valves sigmoïdes.

4. Ecoulement turbulent du sang dans l'aorte et l'artère pulmonaire.

⇒ Seules les composantes 2 et 3 sont audibles

Il est environ contemporain du pouls : sourd, prolongé (0.1s), maximum à la pointe : **TOUM**

##### ➤ Deuxième bruit B2 (plus faible):

A la fin de la systole ventriculaire, il y a une fermeture valves sigmoïdes.

B2 est séparé de B1 par le petit silence

Sec bref aigu = **TA**

*Mécanismes de production :*

Les vibrations des colonnes sanguines aortiques et pulmonaires, dues au choc en retour de la masse sanguine sur les sigmoïdes.

B2 a deux composantes : aortiques et pulmonaire (moins intense).

➤ Troisième bruit B3 :

Bruit proto diastolique (dans la première partie de diastole) : phase de remplissage passif rapide.

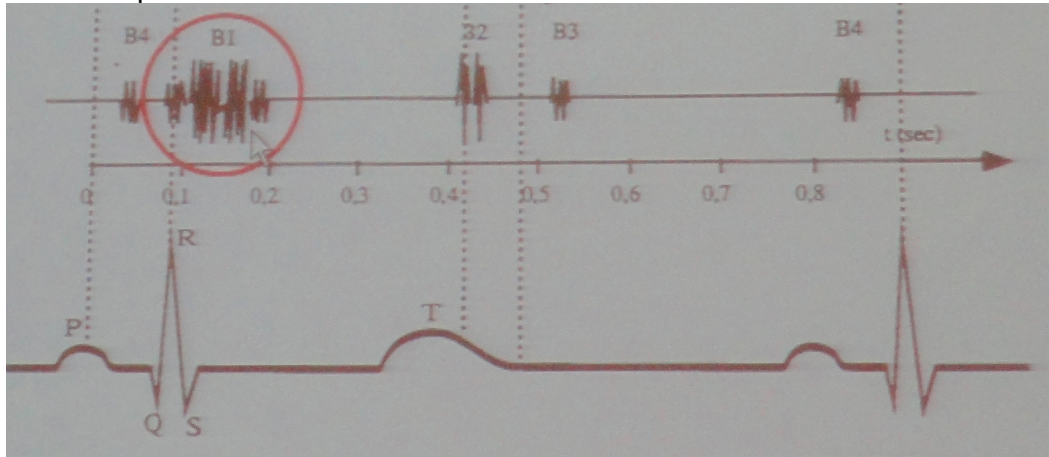
*Mécanisme de production :*

Vibration paroi ventriculaire sous l'effet de l'irruption brutale du sang.

➤ Quatrième bruit B4 :

Bruit présystolique : systole atriale

Bruits couplés à ECG :



▪ **Bruits anormaux :**

Normalement il y a un écoulement sanguin laminaire, mais s'il y a un obstacle ou un orifice rétréci : écoulement turbulent. On entend aussi des bruits en cas de lésions cardiaques (rétrécissement ou incontinence valvulaire) ce sont les souffles et roulements.

❖ Si dilatation de la cavité ventriculaire :

B3 accentué bruit de galop protodiastolique, ce bruit est perçu à l'oreille.

B4 accentué : bruit de galop présystolique, ce bruit est perçu par l'oreille.

Bruits du cœur : <http://depts.washington.edu/physdx/heart/demo.html>

**PRINCIPALES EXPLORATIONS DE LA FONCTION CARDIAQUE :**

• **Examen clinique :**

• auscultation, mesure PA, palpation et auscultation des artères du cou et des membres (pouls).

• **ECG** (elle passe rapidement et dit de reprendre le cours paes) :

Permet d'apprécier

- rythme et fréquence cardiaque, épaisseur des parois du cœur
- existence d'anomalie de cheminement de l'activité électrique & indirectement dans la circulation des artères coronaires.
- Si l'activité cardiaque est arrêtée l'ECG est plat.

• **ECG d'effort :**

Permet de détecter une insuffisance coronaire s'il est couplé à l'injection de thallium (scintigraphie myocardique).

• **HOLTER :**

Enregistrement permanent du rythme cardiaque dans une cassette placée à la ceinture pendant 24-48-72 heures.

Permet de noter les modifications des battements du cœur en fonction des activités du sujet, de dépister les troubles du rythme et de détecter des anomalies inaperçues sur un ECG simple.

- **Holter tensionnel (MAPA) :**

Identique pour la surveillance de la TA en fonction des activités du sujet. Evite l'effet « blouse blanche ».

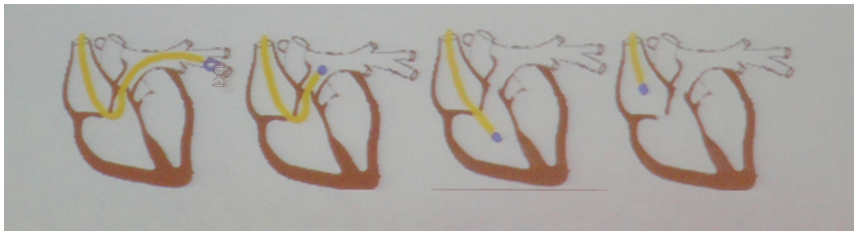
- **Cathétérisme :**

Introduction d'une sonde dans les différentes cavités cardiaques pour :

- Mesurer les pressions intravasculaires et intra cardiaque
- Prélever « taisez vous » des échantillons de sang
- Injecter divers indicateurs pour mesurer le débit cardiaque
- Détecter et quantifier un shunt intra cardiaque
- Injecter des produits de contraste pour l'étude morphologique et cinétique des cavités et des vaisseaux.

**Cathétérisme droit :**

1. On introduit par la veine fémorale un cathéter branché sur un manomètre et on le guide jusque dans la branche de l'artère pulmonaire où on le bloque en gonflant un ballonnet.
2. On enregistre alors la pression capillaire pulmonaire, puis successivement en retirant le cathéter on enregistre la pression des différentes cavités :
  - Dans l'artère pulmonaire : mesure de la pression capillaire bloquée.
  - En dégonflant le ballonnet : mesure de la pression artérielle pulmonaire
  - En retirant la sonde jusque dans le ventricule droit : mesure de la pression ventriculaire droite.
  - Puis passage dans l'oreillette droite et mesure de la pression.



**Nota :** On peut réaliser à D comme à G, en même temps des prélèvements sanguins (oxymétrie) ou l'injection de produits radio opaque (angiocardiographie de l'oreillette droite, ventricule droit ou de l'artère pulmonaire)

**Cathétérisme gauche :**

Se fait par voie artérielle (à contre courant) rétrograde (art fémorale, humérale axillaire). La sonde chemine à contre courant dans l'aorte, atteint les sigmoïdes et franchit le ventricule gauche.

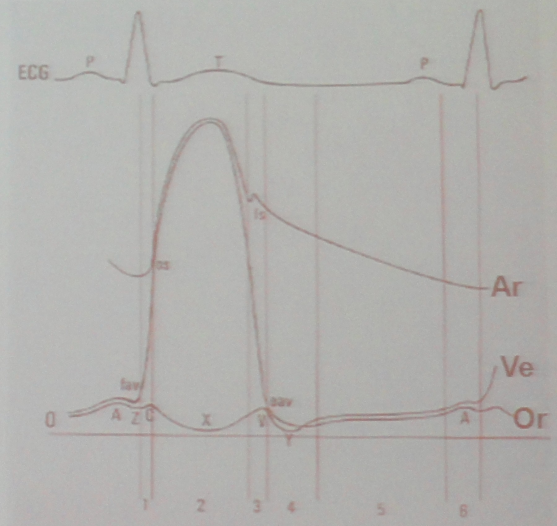
**L'oreillette gauche ne peut être explorée par cette voie.**

- **Courbes de pression (on le reverra mieux plus tard dans le cours) :**

Elles sont morphologiquement identiques à droite et à gauche

On individualise différentes phases:

- 1 : contraction isovolumétrique
- 2 : éjection
- 3 : relaxation isovolumétrique
- 4 : remplissage rapide
- 5 : remplissage lent
- 6 : remplissage lié à la contraction auriculaire.



Valeurs des pressions D et G

	Pression systolique	Pression diastolique
OD	+ 3 mmHg	- 3 mmHg
VD	20 à 25 mmHg	0 mmHg
Art. pulmon.	20 à 25 mmHg	10 mmHg
OG	7 mmHg	0 mmHg
VG	120mmHg	0 mmHg
Aorte	120mmHg	80 mmHg

Les pressions diastoliques et systoliques sont très différentes entre le cœur G et D.

- **Exemples de pathologies relevées au cours de cathétérisme :**

- Hypertension diastolique dans le VD & OD : insuffisance cardiaque et péricardite constrictive (inflammation des feuillets péricardiques : enserrment du cœur et fait augmenter la pression).
- Hypertension dans l'artère pulmonaire : cœur pulmonaire chronique = maladie de cœur due à une insuffisance pulmonaire.
- Élévation des pressions diastoliques dans l'OG et le VG : Insuffisance ventriculaire gauche ou péricardite constrictive.
- Élévation des pressions systoliques seulement dans l'OG : insuffisance mitrale.
- Augmentation des pressions diastoliques dans le VG : insuffisance aortique.

- **Oxymétrie :**

- La saturation en oxygène à droite est à 75%. Cette saturation est stable dans le tronc de l'artère pulmonaire. Le sang de la VCI (veine cave inférieure) est plus riche en O<sub>2</sub> que la VCS, car le rein consomme peu d'O<sub>2</sub>.
- La saturation en oxygène à gauche est de 95 à 97%.
- L'augmentation du taux d'oxygène dans l'une des cavités droites permet de soupçonner un shunt gauche / droit car il y a passage de sang oxygéné dans la circulation moins riche en oxygène (communication inter auriculaire ou ventriculaire ou encore canal artériel).

- **Echocardiographie :**

Permet de visualiser des cavités, valvules, parois cardiaques et péricarde par émission d'ultrasons à partir d'un capteur placé sur le thorax ou dans l'œsophage.  
 Apprécier la capacité fonctionnelle du muscle cardiaque (débit, fraction d'éjection)  
 Évaluer la masse du ventricule gauche (dont l'augmentation constitue l'hypertrophie ventriculaire gauche), quantifier l'insuffisance ou le rétrécissement des valves.

- **Doppler artériel et veineux :**

Exploration des artères superficielles (mb inf et cou) par ultrasons. Il permet de détecter les rétrécissements artériels et le degré de surcharge d athérosclérose.

- **Coronarographie :**

Pour le diagnostic de la maladie coronaire. Radio des coronaires sous anesthésie locale. Elle se fait à partir d une sonde introduite dans l aorte par l artère fémorale (ou radiale) on la monte jusque dans les coronaires, puis injection d un produit de contraste opaque pour visualiser le siège et le nombre des sténoses des coronaires.

Cet examen est très utilisé (500 000 à 800 000 par an).

- **IRM :** montre l artère dans son ensemble par l extérieur, permet de faire la différence de constitution entre des plaques d athéromes très fibrosées ou très calcifiées.

- **Scanner coronaire :** angioscanner multibarrettes, permet une reconstitution complète des coronaires.

L IRM et le scanner coronaire sont deux examens moins fréquents.

- ❖ Voilà. Nous on a fait les deux premières heures, bonne chance pour les deux suivantes :-S.
- ❖ Merci à Laurie pour les photos des diapos et à Word pour la correction des fautes d'orthographe.
- ❖ Spéciale dédicace à raytouille-touille : lauve faurever.