

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

FES



Année 2013

Thèse N°039/13

ANATOMIE DU CŒUR : TOPOGRAPHIE ET DISSECTION

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 13/03/2013

PAR

Mlle. AZIOUAZ FATIMA

Née le 07 Septembre 1984 à Figuig

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Coeur - Anatomie du coeur - Dissection - Echoanatomie
Corrélation anatomo-clinique

JURY

M. CHAKOUR KHALID.....PRESIDENT ET RAPPORTEUR

Professeur d'Anatomie

M. ATMANI SAMIR.....

Professeur de Pédiatrie

Mme. LAHLOU IKRAM.....

Professeur agrégé de Cardiologie

} JUGES

M. EL KOUACHE MUSTAPHA..... MEMBRE ASSOCIE

Professeur assistant d'Anatomie

ABREVIATIONS

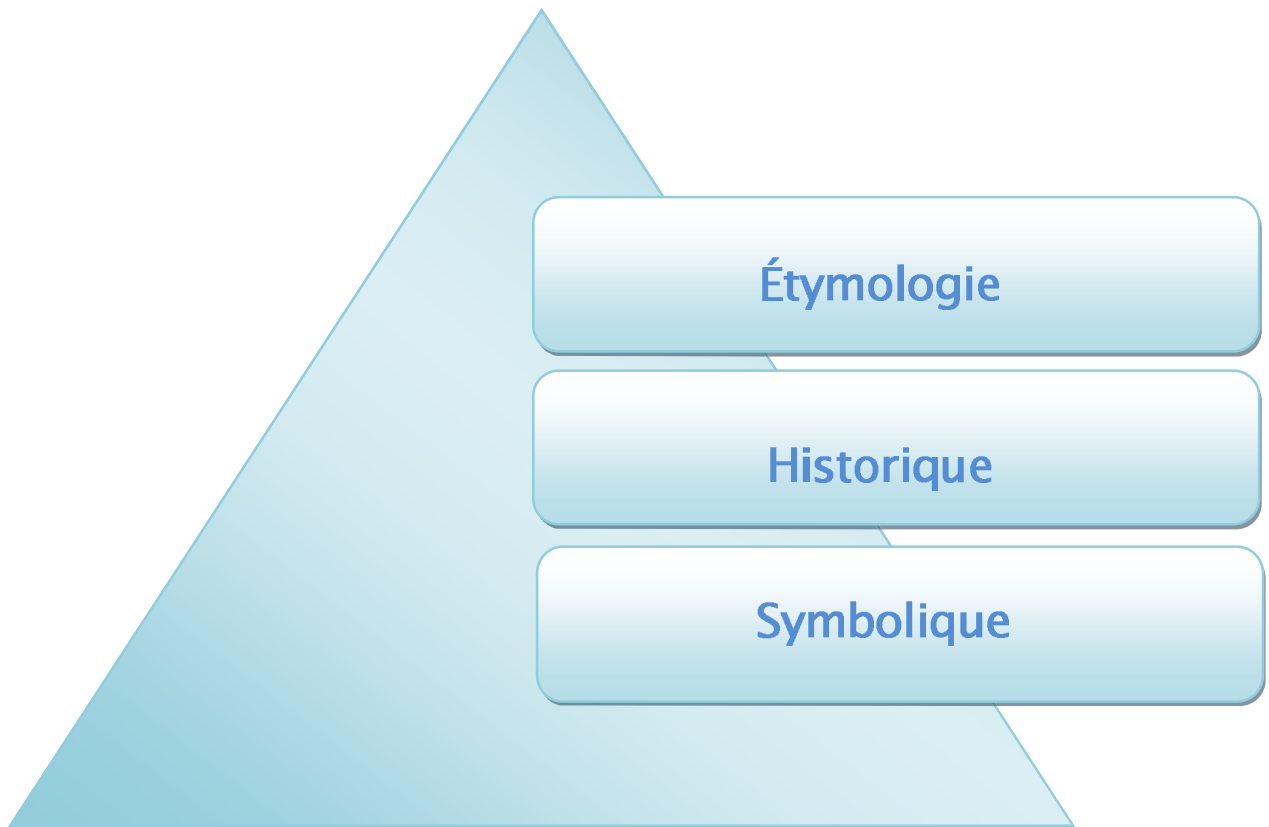
AD	: atrium droit
AG	: atrium gauche
ANT	: antérieur
Ao	: aorte
APD	: artère pulmonaire droite
APG	: artère pulmonaire gauche
AV	: atrioventriculaire
C	: vertèbre cervicale
CIA	: communication interatriale
CIV	: communication interventriculaire
Dt	: droit
G	: gauche
IAo	: insuffisance aortique
IM	: insuffisance mitrale
INF	: inférieur
IT	: insuffisance tricuspide
IVA	: interventriculaire antérieure
IVP	: interventriculaire postérieure
Lig	: ligament
POST	: postérieur
Rao	: rétrécissement aortique
RM	: rétrécissement mitral
RT	: rétrécissement tricuspide
SA	: sinoatrial

SC	: sinus coronaire
SUP	: supérieur
T	: vertèbre thoracique
TP	: tronc pulmonaire
VA	: valve aortique
VCI	: veine cave inférieure
VCS	: veine cave supérieure
VD	: ventricule droit
VG	: ventricule gauche
VM	: valve mitrale
VP	: valve pulmonaire
VPD	: veine pulmonaire droite
VPG	: veine pulmonaire gauche
VT	: valve tricuspide

PALN

- GENERALITES4
- OBJECTIFS 10
- ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE 12
 - Position et Anatomie de surface..... 12
 - Péricarde29
 - Cavités cardiaques68
 - Septum cœur 102
 - Appareil valvulaire..... 117
 - Structure du cœur 170
 - Innervation du cœur 189
 - Vascularisation du cœur.....201
- ANATOMIE RADIOLOGIQUE.....244
 - Radiographie thoracique standard.....246
 - Echocardiographie.....249
 - TDM cardiaque /IRM cardiaque270
 - Cathétérisme280
- DISSECTION ANATOMIQUE281
 - Conduite de dissection282
 - Méthode285
 - Résultats287
- ANATOMIE CHIRURGICALE 306
- ANATOMIE FONCTIONNELLE.....322
- RESUME 339
- REFERENCES342

GENERALITES



Le cœur est un muscle creux, de forme pyramidale triangulaire, situé dans le thorax entre les deux poumons, dans le médiastin antérieur. C'est le premier organe fonctionnel du fœtus, les premiers battements cardiaques apparaissant dès le début de la 3^e semaine de vie intra-utérine. Cet organe noble par excellence, est vital par son rôle de pompe du sang vers les vaisseaux sanguins du corps humain grâce à ses contractions rythmiques.

Le cœur est aussi un grand symbole lié à de nombreuses interprétations, notamment : le centre, l'importance des choses. Il exprime aussi : la volonté, l'intelligence, les sentiments ...

I. Étymologie :

Anatomie : vient du grec : anatomia ou anatome c'est à dire couper à travers ou disséquer, au latin : dissecare c'est-à-dire séparer.

Cœur : du latin, cor, cordis, dérivé du curro, courir en latin.

II. Historique : [1]

- 3000 avant Jésus-Christ : premières descriptions anatomiques sur papyrus (cœur, sang, foie..).
- Claude Galien (131–201 après J-C) « prince des médecins» (figure1):
 - Enseigne l'anatomie et écrit sur cette discipline (500 publications).
 - Travaux sur le singe.
 - Il a interdit la dissection cadavérique pour des raisons religieuses.

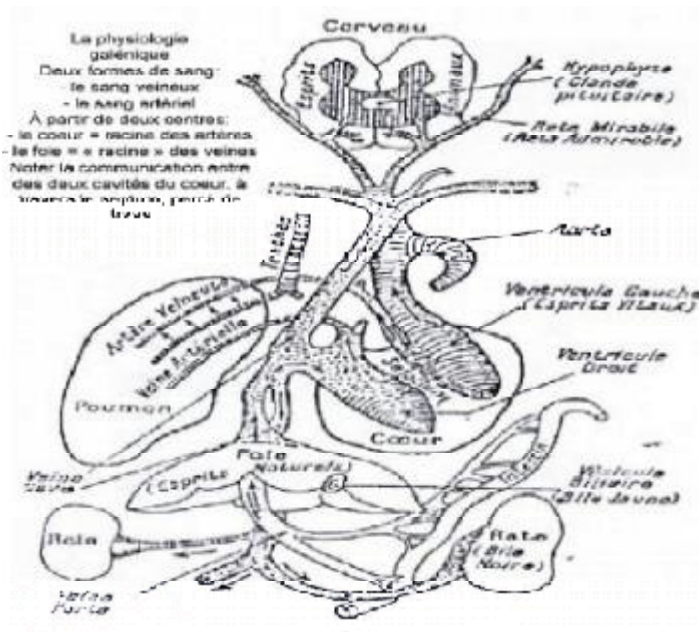


Figure 1 : Coupe sagittale schématique du thorax

➤ Ibn an-nafis (figure 2) (1213-1288) : révèle la première description de la circulation pulmonaire, et écrit « commentaires sur l'anatomie du Canon d'Ibn Sina ».

«L'opinion d'Ibnou Sinaque le cœur à trois ventricules n'est pas exacte. Le cœur n'a que deux ventricules: l'un est rempli de sang (c'est le droit) et l'autre rempli d'esprit (c'est le gauche). Il n'y a point de passage entre ces deux ventricules comme l'a cru Galien...

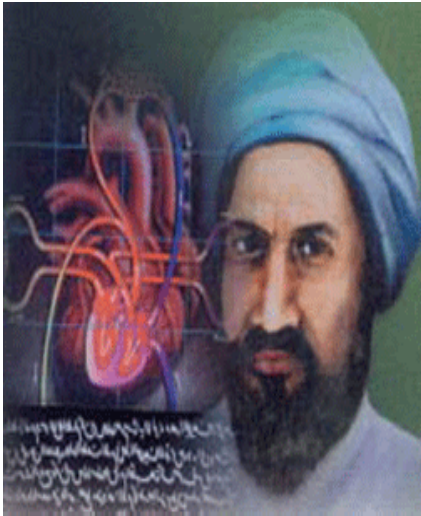


Figure 2 : Ibn an-nafis

L'anatomie montre qu'il n'en est rien et dément ce qui a été dit. La cloison entre les deux ventricules est plus épaisse que d'autres parties du cœur et cela afin

qu'il ne puisse y avoir interpénétration et perte de sang ou de l'esprit. ...Le passage du sang dans le ventricule gauche se fait par la voie des poumons...».

- William Harvey (1578-1657) : anatomiste anglais, il a redécouvert la circulation du sang dans le corps humain et publiée dans l'ouvrage intitulé «l'exercice anatomique sur la motion de sang et le cœur chez les animaux" (figure 3)



Figure3

- Sténon : Anatomiste, géologiste et théologiste danois Le premier à reconnaître que le cœur n'est qu'un muscle et à démontrer la contraction musculaire cardiaque.

III. Symbolique: [2]

La forme originale du symbole du cœur est issue de plantes : feuille de lierre (figure 4). Le côté noble de son sens s'est développé lorsque cette feuille de lierre fut utilisée pour décorer les tombes. Comme le lierre a une très longue durée de vie, il a servi comme une représentation parfaite de l'amour éternel et de la mémoire qui va au-delà de la tombe. Inspiré par des antiques illustrations, les illustrateurs monastiques ont donné à la feuille verte sa nouvelle couleur rouge, la



Figure 4 : Feuille de lierre

couleur du sang, lui donnant ainsi une connotation plus physique. Pourtant, la chose la plus intéressante est sans doute que cette transformation de la feuille en symbole du cœur s'est faite à la faveur d'un sérieux manque de connaissances anatomiques.

Avec cette lacune, le petit symbole fut accueilli dans les livres d'anatomie pour remplacer le vrai cœur. Même Leonardo da Vinci, génie de la Renaissance, dans ses débuts, dessinait des planches anatomiques (figure 5) où l'on trouve des cœurs qui sont un mélange entre le symbole et sa véritable forme. Ce n'est qu'ultérieurement qu'il réussit à les reproduire correctement.

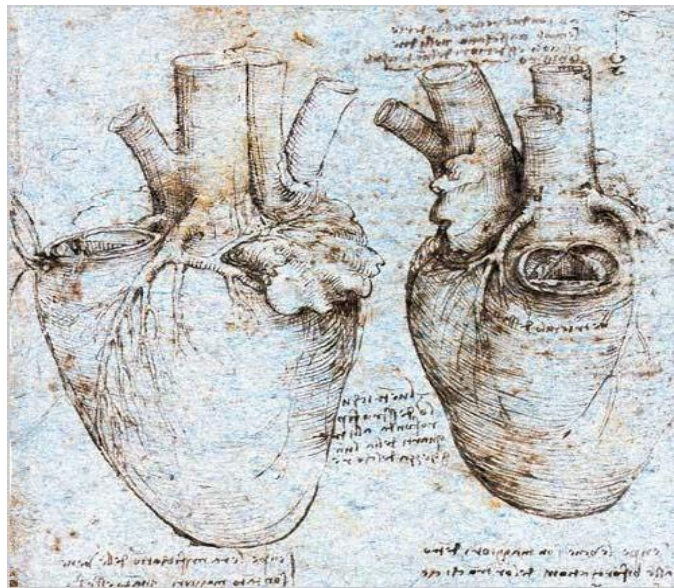


Figure 5 : Leonardo Da Vinci : Cœur et vaisseaux

On retrouve dans une fresque peinte par Giotto di Bondone dans la Chappelle degli Scrovegni à Padoue, une allégorie à la Charité (figure 6) qui donne son cœur au ciel. Son cœur est vraiment un cœur anatomique avec les vaisseaux sanguins. Cela fut rendu possible grâce aux avancées des scientifiques qui avaient été autorisés à effectuer des autopsies à cette époque.



Figure 6 : L'allégorie de la Charité. Fresque. Degli Scrovegni, Padoue, Italie.

objectifs

J'entends j'oublie... je vois je me souviens... je fais je comprends »

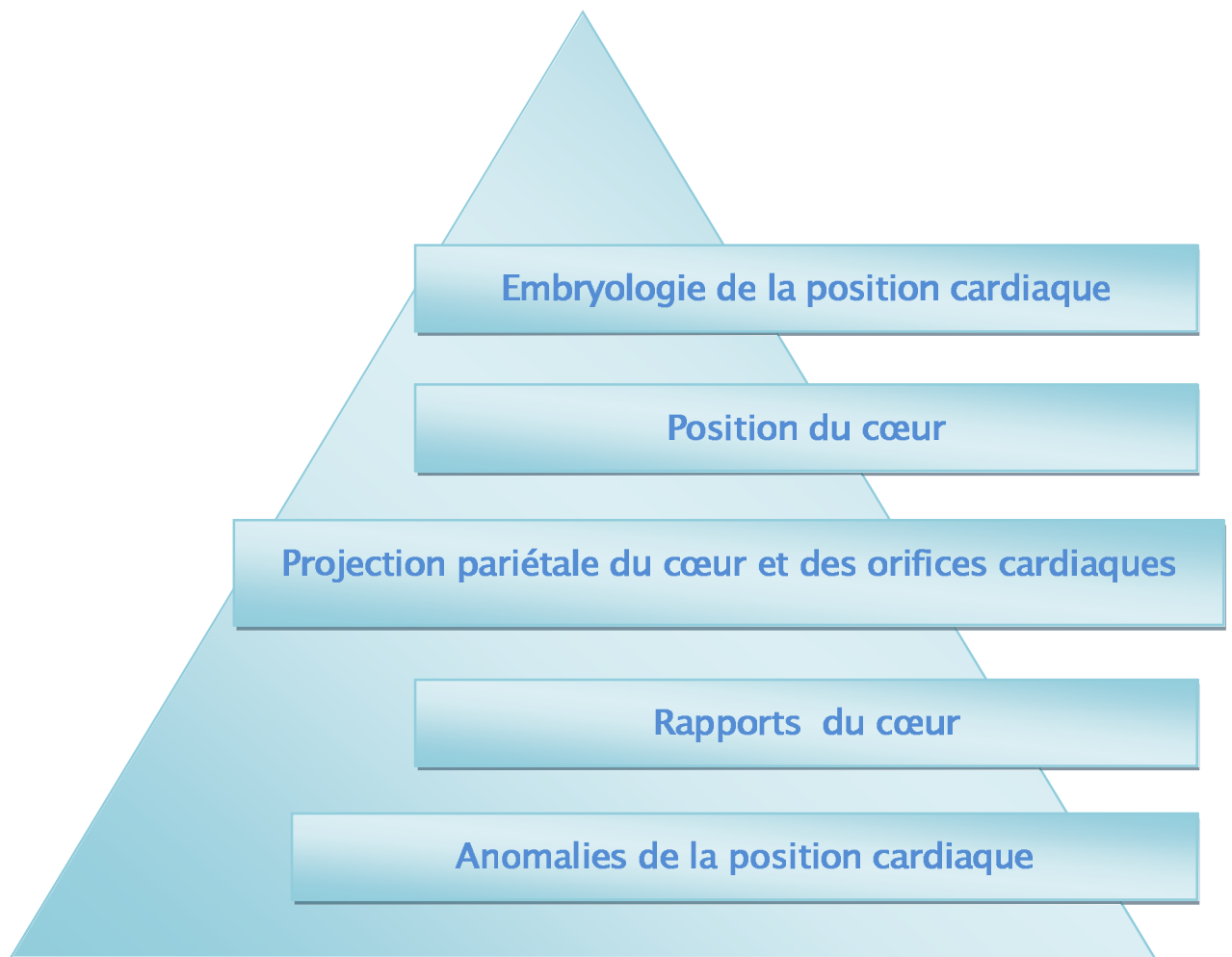
Confucius

- Si l'information est dite elle sera oubliée, et si elle est vue elle sera mémorisée, mais si elle est impliquée elle sera comprise et donc bien retenue. Bien qu'il soit courant que l'anatomie ne change pas, puisque le corps semble immuable depuis des millénaires. Comme toute science la connaissance d'un objet d'apparence invariable dépend non seulement du regard qu'on lui prête, de l'instrument dont on se sert pour l'étudier mais encore de l'usage que l'on en fait.
- à travers ce travail on va d'abord décrire chaque partie du cœur à part, selon les différents branches d'anatomie (embryologie, topographie, radiologie, et chirurgie). Cette description sera illustrée par des schémas et des dessins et des tableaux récapitulatifs.
- nous allons réaliser aussi une dissection anatomique du thorax et du cœur en montrant les différents rapports du massif cardiaque en insistant sur la configuration externe et interne du cœur.
- Le but de cette description des différentes parties du cœur est de pouvoir faire une corrélation anatomo-clinique qui sera utile pour la pratique quotidienne du médecin en formation.
- Nous souhaitons à travers cette description segmentaire qu'on a adopté dans ce travail de présenter l'anatomie du cœur d'une manière cohérente et didactique, dont l'objectif est de fournir un outil pédagogique clair et pratique de base que ce soit pour l'étudiant en médecine ou pour le résident en cardiologie ou en chirurgie cardiaque.

Anatomie

Topographique

POSITION ET RAPPORTS DU COEUR



Le cœur, organe intra-thoracique, impair, musculaire creux, comportant 4 cavités, 2 atriums droit et gauche, et 2 ventricules droit et gauche. Il est initialement en position verticale et médiane. Les rotations successives du tube cardiaque primitif, au cours du développement fœtal, le déjettent à gauche, en position oblique.

D'un point de vue topographique, le cœur est situé dans le médiastin moyen (figure 1) (selon la nomenclature internationale).

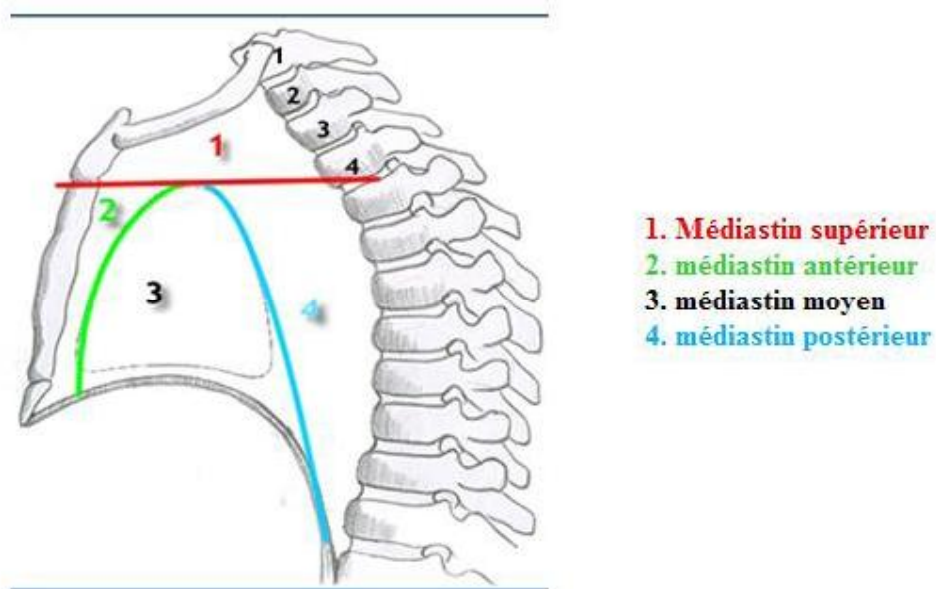


Figure 1 : Coupe sagittale schématique du thorax

Le cœur est entièrement contenu dans le sac fibreux péricardique et donc les rapports avec les autres organes intra-thoraciques se font par l'intermédiaire de celui-ci.

I. Embryologie de la position du cœur : [3], [8]

L'ébauche cardiaque n'apparaît qu'au début de la 3^e semaine de vie intra-utérine. Pendant les 2 premières semaines, l'embryon ne possède ni cœur ni système circulatoire, les besoins métaboliques étant assurés par simple diffusion.

Le cœur dérive du mésoderme, troisième feuillet du disque embryonnaire situé entre l'endoderme et l'ectoderme (figure 2).

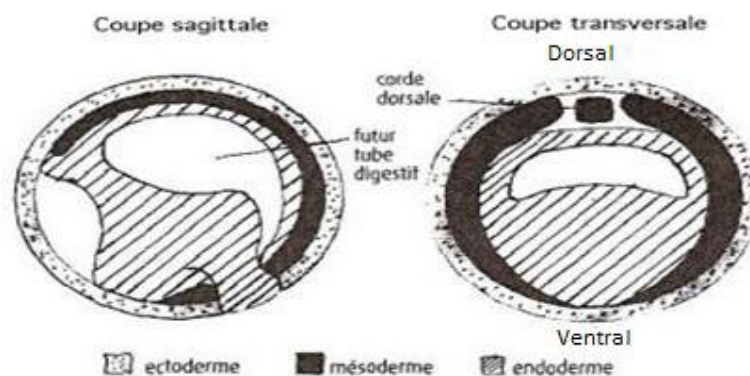


Figure 2 : les 3 feuillets embryonnaires.

Les cellules du mésoderme se groupent en amas cellulaires angioformateurs. Ces amas, qui trouvent leur origine de chaque côté de la ligne primitive, migrent vers la partie céphalique de l'embryon et se rejoignent en avant de la plaque neurale pour former un plexus vasculaire en forme de fer à cheval, la plaque cardiogénique (figure 3).

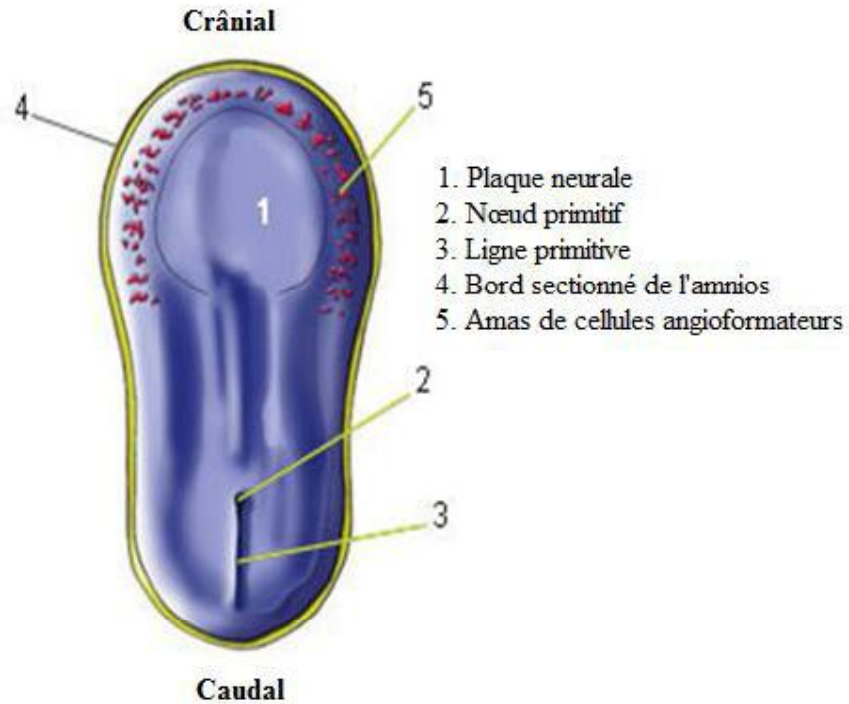


Figure 3 : Disque embryonnaire vue par sa face dorsale (20jours).

En réponse à des signaux émis par l'endoderme sous jacent, les cordons angioblastiques de l'aire cardiogénique, formés à partir des angioblastes provenant de la différenciation des amas cellulaires angioformateurs, fusionnent pour former une paire de tubes endocardiques latéraux (figure 4).

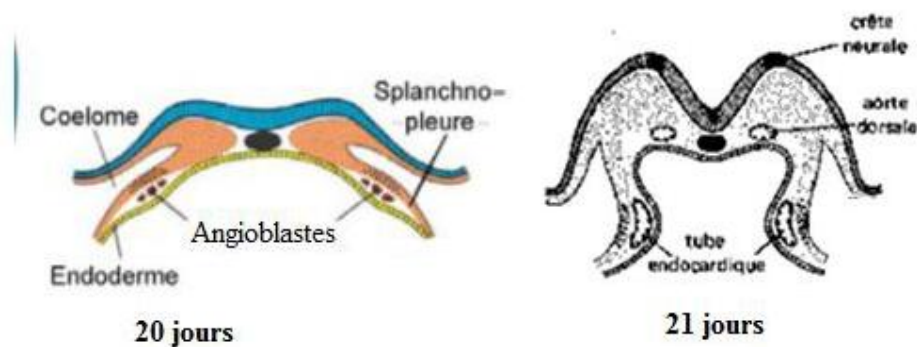


Figure 4 : Représentation schématique d'une coupe transversale d'un embryon de 20 et 21 jours.

Le disque embryonnaire se plie aussi transversalement. Par suite de cette inflexion latérale, les deux tubes cardiaques endothéliaux se rapprochent l'un de l'autre, s'adossent sur la ligne médiane avant de fusionner en un conduit unique, le tube cardiaque primitif (figure 5). Cette fusion est facilitée par l'apoptose programmée au niveau des surfaces de contact.

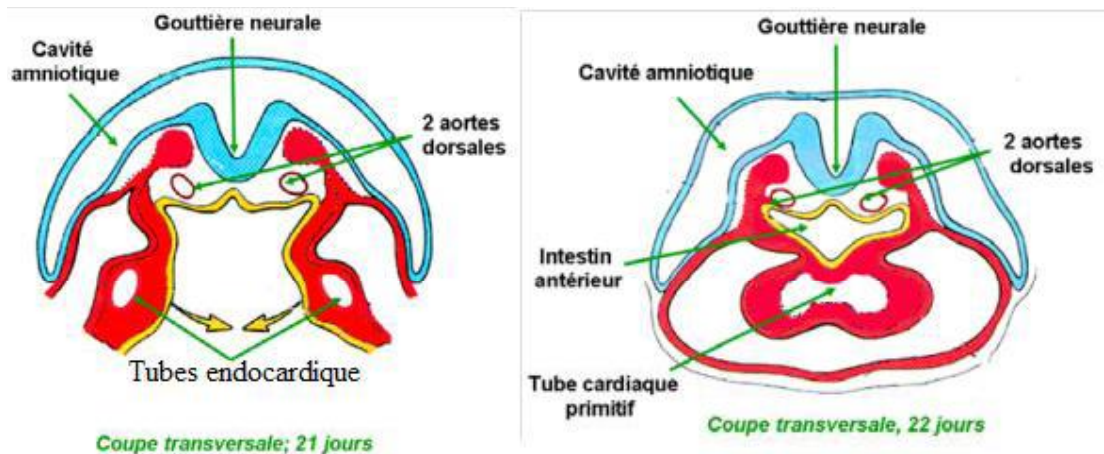
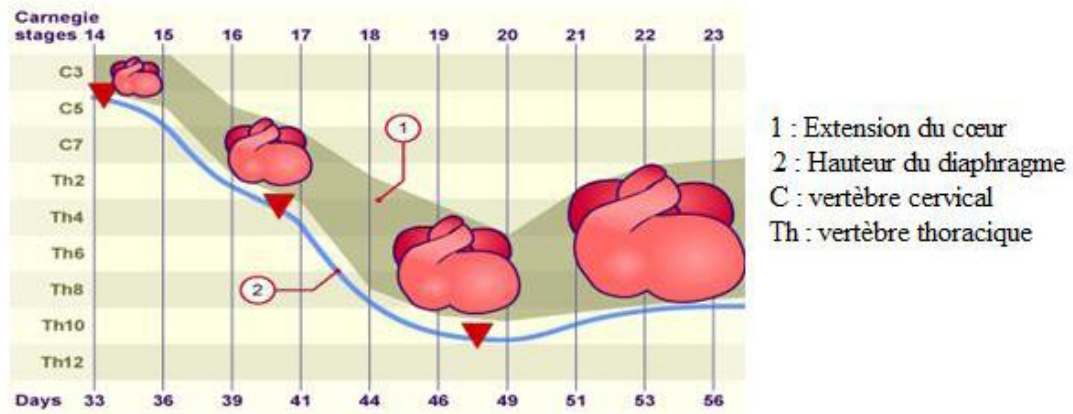


Figure 5 : Représentation schématique d'une coupe transversale d'un embryon de 21 et 22 jours.

Au 23^{ème} jour, le tube cardiaque commence à s'allonger et, simultanément à s'infléchir et à se courber. La partie crâniale du tube se recourbe en direction caudale et ventrale et vers la droite tandis que sa portion caudale, se recourbe en direction dorsocrâniale et vers la gauche. L'inflexion est achevée au 28^{ème} jour. La croissance du cerveau et l'inflexion céphalique de l'embryon repoussent l'ébauche cardiaque en situation cervicale puis thoracique (figure 6).



Les 3 triangles en rouge correspondent respectueusement :

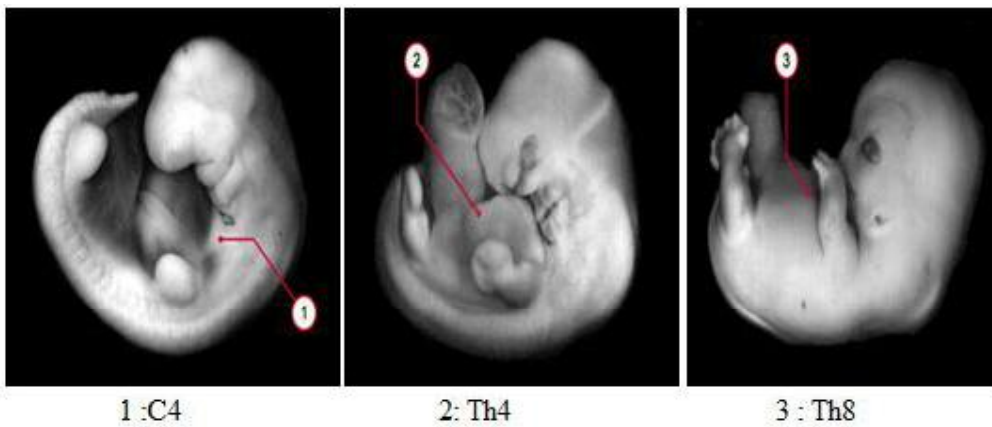


Figure 6 : descente du cœur

II. Position du cœur : [27]:

Le cœur présente un grand axe presque horizontal dirigé en avant, à gauche et un peu en bas. Son axe peut varier avec la morphologie du thorax : il se verticalise lorsque le thorax est étroit (sujet longiligne) ou au contraire s'horizontalise lorsque le thorax est large (sujet brévilignes). Ainsi dans la description modale, l'apex du cœur est en avant et à gauche et sa base regarde en arrière et à droite. Les deux tiers du cœur sont situés à gauche de la ligne médiane (figure 7).

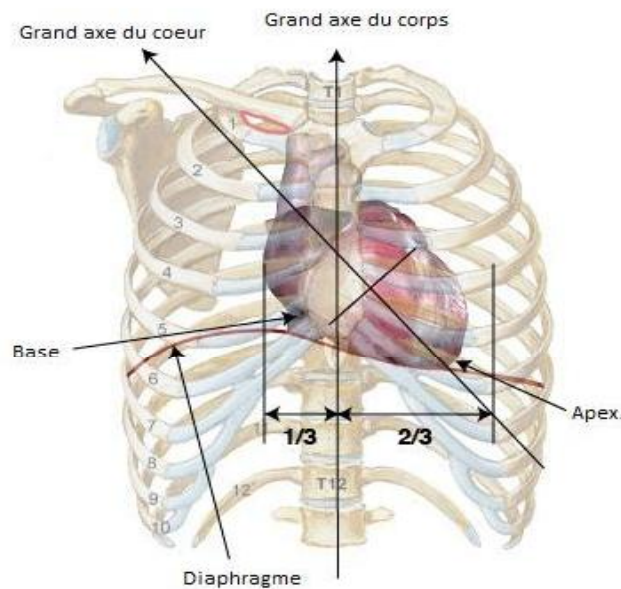


Figure 7 : Vue schématique de la position cardiaque

III. Projection pariétale du cœur et des orifices cardiaques : [24]

1. Aire cardiaque (figure 8):

Correspond à la région précordiale, elle est variable avec la morphologie du thorax, la forme du cœur et le cycle cardiaque. En moyenne, sa superficie normale est de 100 à 110 cm², mais elle peut notablement augmenté dans les cas pathologiques.

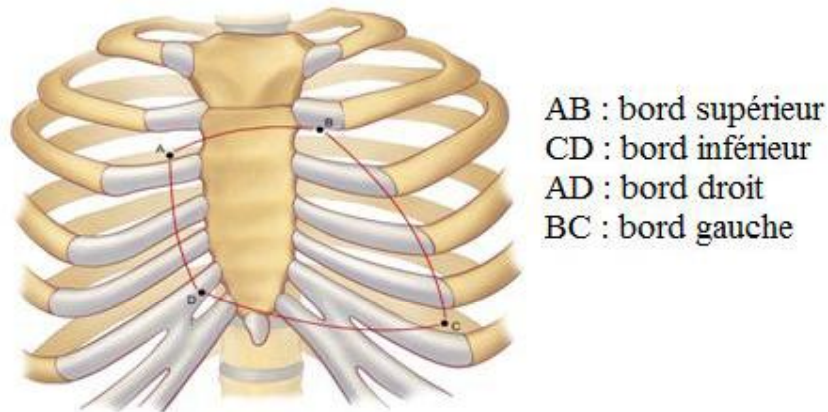


Figure 8 : aire cardiaque

De forme quadrilatère, elle est limitée par 4 bords :

- **Bord supérieur** : horizontal, passant par les 2^{èmes} espaces intercostaux, droit et gauche, jusqu'à 15 mm en dehors des bords latéraux du sternum.
- **Bord inférieur** : un peu oblique en bas et à gauche, du 6^{ème} cartilage droit jusqu'au 5^{ème} espace gauche, à 8 cm de la ligne médiane (pointe du cœur).
- **Bord droit** : vertical, presque parallèle au bord droit du sternum, à 15 mm en dehors, entre les 2^{ème} et 6^{ème} espaces intercostaux.
- **Bord gauche** : fortement oblique en bas et à gauche, jusqu'à l'angle inférieur du quadrilatère, entre les 2^{ème} et 5^{ème} espaces intercostaux.

2. Orifices cardiaques (figure 9):

a. **La projection anatomique** : Se fait selon 3 lignes de Merkel :

➤ **Orifice pulmonaire** : ligne horizontale, située en arrière du 3^{ème} cartilage costal gauche, débordant en arrière du sternum.

➤ **Orifice aortique** : ligne sous-jacente, oblique en bas et à droite, de l'extrémité sternale du 3^{ème} cartilage costal gauche jusqu'à la ligne médiane en regard du 4^{ème} cartilage.

➤ **Orifice atrio-ventriculaire** : ligne plus bas située, oblique en bas et à droite, depuis le bord inférieur du 3^{ème} cartilage costal gauche (15cm en dehors du bord gauche du sternum) jusqu'à l'extrémité sternale du 6^{ème} cartilage costal droit :

- **La moitié inféro-droite** : correspond à la projection de l'orifice atrio-ventriculaire droit, ou tricuspide.

- **La moitié supéro-gauche** : correspond à la projection de l'orifice atrio-ventriculaire gauche, ou mitral.

b. **La projection stéthacoustique** :

Ce sont les foyers d'auscultation clinique :

➤ **Le foyer pulmonaire** : Est juste sus-jacent à sa projection anatomique : 2^{ème} espace intercostal gauche (à 2 cm du bord gauche du sternum).

➤ **Le foyer aortique** : Est situé classiquement à distance de sa projection anatomique : 2^{ème} espace intercostal droit, symétrique par rapport au foyer pulmonaire.

➤ **Les foyers atrio-ventriculaires mitral et tricuspide** : Sont sous-jacents à la projection anatomique :

- **Région xiphoïdienne** : pour le foyer atrio-ventriculaire droit, tricuspide.
- **Région de l'apex** : 5eme espace intercostal gauche, pour le foyer atrio-ventriculaire gauche, mitral.

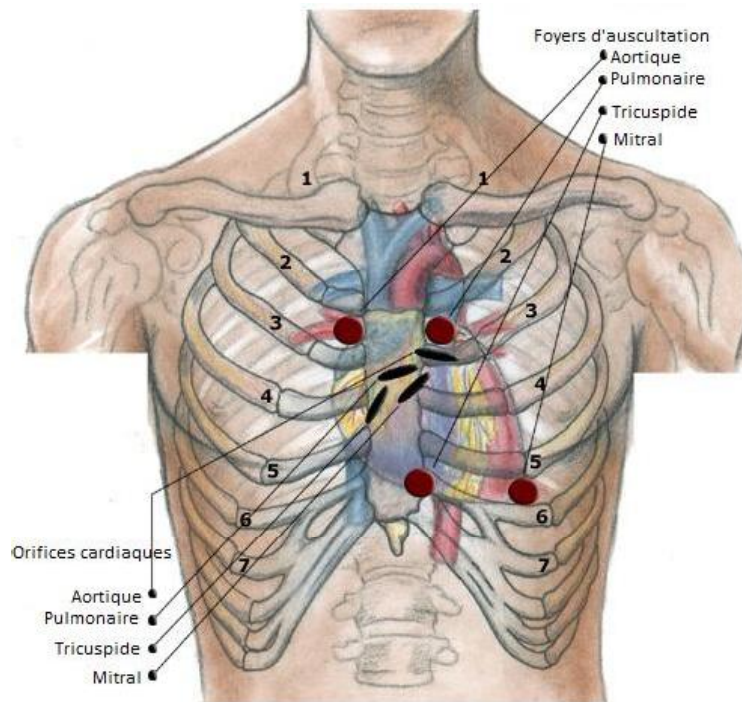


Figure 9 : orifices et foyers d'auscultation cardiaques

IV. Rapports du cœur : [24], [26]

1. Rapports antérieurs:

3 régions de la superficie à la profondeur :

a. **Plans présternaux :**

Représentés par la peau, le tissu sous cutané, l'aponévrose superficielle du thorax recouvrant les muscles grands pectoraux et plus latéralement, à gauche, par la glande mammaire qui s'interpose en avant du muscle.

b. **Plastron sterno costal :**

Du 2^{ème} au 5^{ème} espaces intercostaux, comblés par le muscle intercostal moyen, avec plaqués contre sa face postérieure, de part et d'autre de ligne médiane, le muscle transverse du thorax et les vaisseaux mammaires internes, accompagnés de leur chaîne lymphatique, 10 à 15 mm en dehors du bord latéral du sternum.



La chirurgie du pontage coronaire est destinée à apporter une irrigation artérielle au muscle cardiaque en aval d'une sténose (rétrécissement) d'une artère coronaire. Les artères mammaires internes sont souvent utilisées comme greffons et anastomosées aux segments de l'artère coronaire situés en aval de l'obstruction.

c. **Plans rétrosternaux :**

➤ Dans la région médiane :

Il y a un tissu cellulo-graisseux lâche, dont lequel peuvent être individualisées des houpes plus épaisses ou franges graisseuses de Poirier. Il est plus profond en haut (4-5cm) qu'en bas (1cm). Il est en continuité, en haut avec le tissu cellulaire placé en avant des gros vaisseaux supracardiaques, et le thymus (ou ses vestiges chez l'adulte), et en bas : avec la région rétro-pariétale de l'abdomen, à travers les interstices diaphragmatiques (fente médiane de Marfan, et fentes latérales de Larrey).



Il faut se méfier des gros vaisseaux lors de la sternotomie.



Latéralement :

On trouve les culs de sac pleuraux costaux-médiastinaux antérieurs qui sont verticaux et très proches de la ligne médiane (le droit surtout) entre les 2^{ème} et 4^{ème} espaces intercostaux, et divergents en-dessous, pour gagner le 6^{ème} espace intercostal (droit : en regard de son extrémité sternale et gauche : à 2 cm du bord gauche du sternum). Ainsi, est délimité un « triangle inter-pleural inférieur ».



L'ouverture pleurale est possible lors de la sternotomie.



Dans l'aire du « triangle inter-pleural inférieur » le péricarde répond directement à la paroi : la ponction péricardique peut donc être réalisée, sans effraction pleurale, en regard de l'extrémité sternale du 5^{ème} espace intercostal.

Le bord antérieur des poumon occupe le fond du cul de sac pleural sauf à gauche, entre les 4^{ème} et 6^{ème} espaces intercostaux, où il diverge de façon plus importante, dessinant « l'incisure cardiaque », limitant, vers la ligne médiane l'aire de « matité cardiaque absolue » ou espace de Gerhardt, c'est-à-dire la zone où le cœur répond à la paroi sans interposition pulmonaire.

2. Rapports inférieurs :

En avant, le péricarde adhère au diaphragme. En arrière, il en est séparé par la couche cellulo-graisseuse occupant l'espace infra-médiastinal (portal). Par

l'intermédiaire du diaphragme le cœur répond au lobe gauche du foie et au fundus gastrique.

3. Rapports latéraux :

Le cœur répond à la plèvre médiastinale et la face médiastinale du poumon gauche qu'il déprime en dessinant la fosse cardiaque. Il répond également au nerf phrénique gauche, accompagné de vaisseaux phréniques supérieurs, s'insinuant entre la plèvre médiastinale et le péricarde dont il est solidaire.

4. Rapports postérieurs :

a. A droite :

Le cœur répond à la plèvre médiastinale et la face médiastinale du poumon droit (empreinte cardiaque). Le nerf phrénique droit accompagné des vaisseaux phréniques supérieurs droits, s'insinuant entre la plèvre médiastinale et le péricarde dont il est solidaire.



La section accidentelle, lors d'une chirurgie cardiaque, de l'un des nerfs phréniques engendre une paralysie diaphragmatique.

b. A gauche :

Le cœur répond par l'intermédiaire du sinus oblique du péricarde, cul de sac de Haller, aux organes du médiastin postérieur, c'est-à-dire d'avant en arrière :

- l'œsophage thoracique, accompagné par les deux nerfs vagues, gauche en avant, et droit en arrière.
- L'aorte thoracique descendante, à gauche et la veine azygoz à droite, qui sont séparées de l'œsophage par les 2culs de sac pleuraux rétro-

œsophagiens (inter-aortico-oesophagien à gauche, et inter -azygo-oesophagien à droite). Ces 2 culs de sac étant réunis en arrière de l'œsophage par le ligament interpleural (Morosow).

- Le canal thoracique.
- La colonne vertébrale de T5 à T8.
- La bifurcation trachéale.

V. Anomalies de positionnement du cœur :

1. Ectopie cardiaque (figure 10) :



Figure 10 : cœur ectopique

C'est une anomalie rare, le cœur est situé à l'extérieur du thorax. Le point de départ de cette malformation est dû à un défaut de fermeture de l'embryon sur la ligne médiane.

2. Dextrocardie (figure 11):

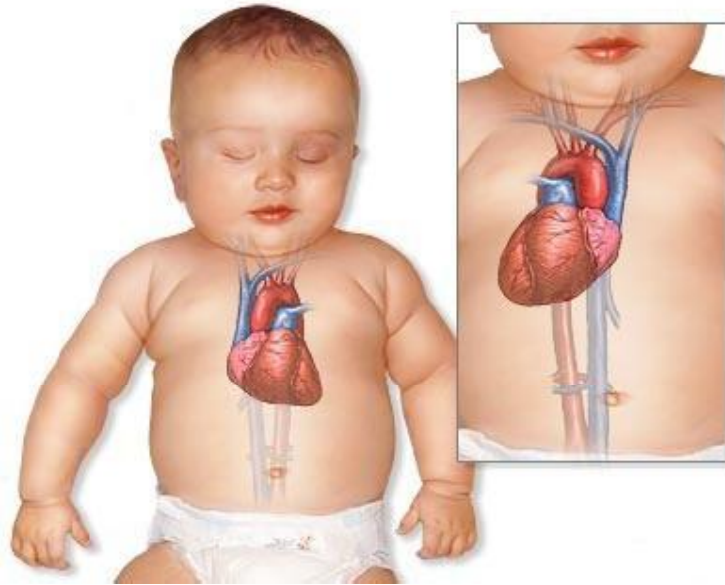


Figure 11 : dextrocardie

La dextrocardie est due à une inversion de l'inflexion cardiaque qui se produit à droite au lieu de se faire à gauche, si bien que le cœur se développe dans l'hémothorax droit. Cette anomalie peut être isolée ou associée à un situs inversus (transposition des viscères thoraciques et abdominaux) total ou partielle.

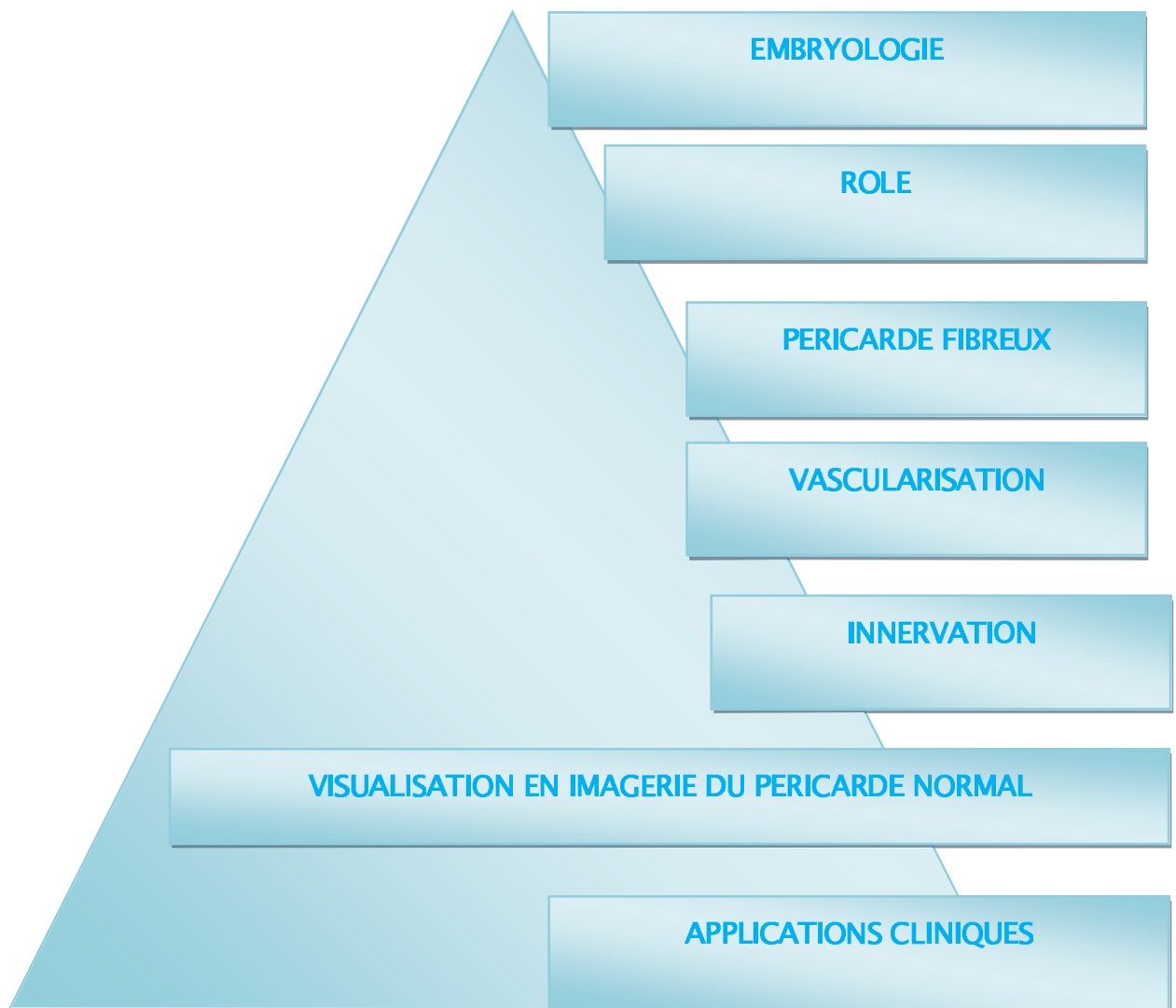
3. Lévocardie :

Positionnement anatomique anormal du cœur dans la partie gauche du thorax. On distingue deux types de lévocardie : les lévocardies acquises et congénitales. Au cours des premières, appelées également sinistroversions, le cœur est refoulé par une pleurésie ou par une tumeur. Certaines sont le résultat d'une attraction par des adhérences des plèvres, une perte d'élasticité ou une atélectasie des poumons à gauche. Les lévocardies congénitales sont dues à des anomalies très rares de position du cœur, au cours desquelles le cœur est à gauche (individu ayant un situs inversus de l'ensemble des viscères).

4. Mésocardie :

Cœur situé au centre, ou axe base apex vers le bas. Associée à l'isomérisme des atriums.

Péricarde



Le péricarde est un sac fibro-séreux qui enveloppe le cœur. Il tire son nom du grec péri=autour, cardia=cœur.

Le péricarde est l'une des trois séreuses de l'organisme à côté des plèvres et du péritoine. Il a la forme d'un cône tronqué à base diaphragmatique et à sommet appliqué sur les gros vaisseaux de la base du cœur. Il maintient le cœur en place dans le médiastin tout en lui accordant une liberté de mouvement suffisante pour réaliser de rapides et vigoureuses contractions. Il se divise en deux couches : l'une superficielle, le péricarde fibreux, et l'autre profonde, le péricarde séreux formé par deux feuillets : viscéral et pariétal (figure 1).

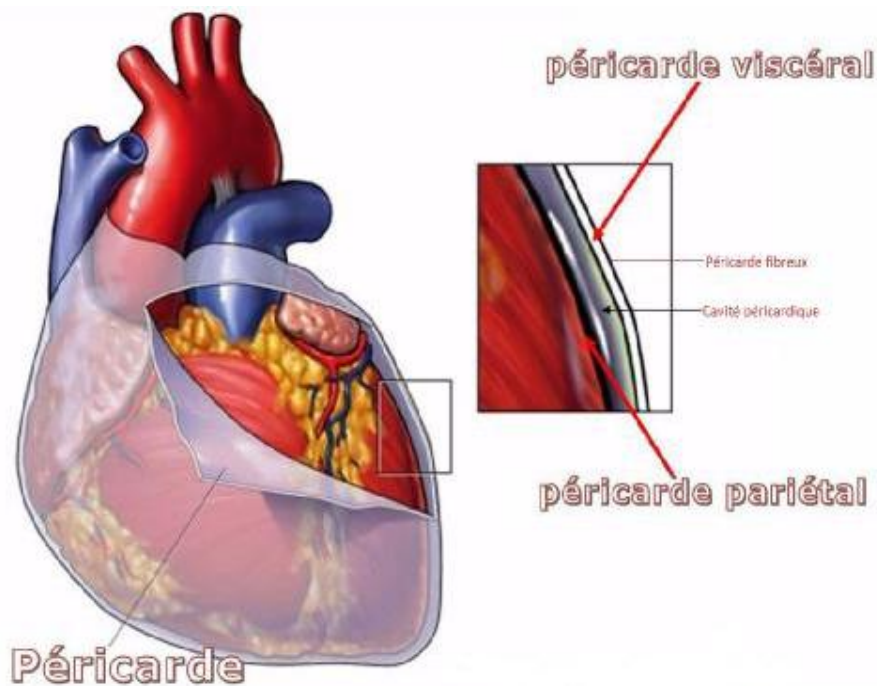


Figure 1 : différents feuillets péricardiques

Dimensions :

- Hauteur=13-14 cm en avant, 11-12 cm en arrière.
- Diamètre sagittal=10 cm à la base, 7cm au sommet.
- Diamètre transversal=14cm (au niveau du 4^{ème} espace intercostal, où il est le plus étendu).
- Epaisseur : ne dépasse pas, dans les conditions physiologiques, 1 mm.

I. Embryologie : [21] [22] [23]

Le mésoderme se différencie en 3 structures, de part et d'autre de la ligne primitive en voie de dégression : le mésoderme para-axial, le mésoderme intermédiaire et le mésoderme latéral (figure 2).

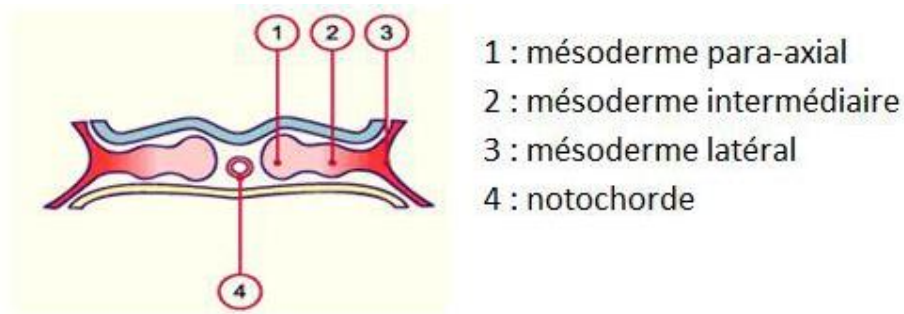
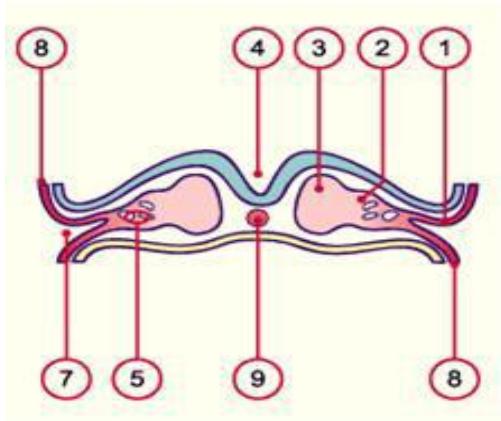
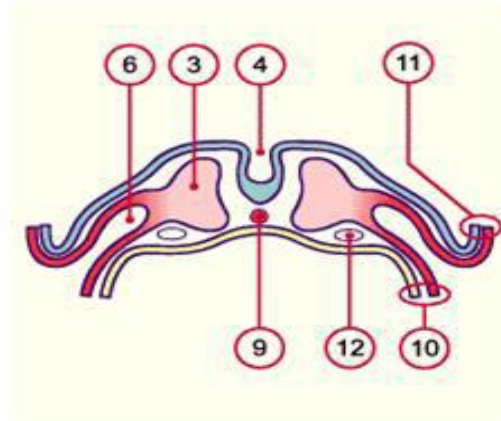


Figure 2 : schéma du mésoderme vers le 20^{ème} jour

Le mésoderme latéral est une plaque épaisse constituée de cellules épiblastiques, creusée par une cavité : le coelome intra-embryonnaire (les coelomes constituent l'ébauche des cavités séreuses du tronc: péritoine, plèvre et péricarde), délimitant deux feuilletts : la somatopleure, qui adhère à l'ectoderme, et la splanchnopleure qui tapisse l'endoderme (figure 3 et 4).



- 1 : mésoblaste latéral
- 2 : mésoblaste intermédiaire
- 3 : mésoblaste para-axial
- 4 : gouttière neurale
- 5 : vacuoles coelomiques
- 6 : coelome intraembryonnaire
- 7 : coelome extraembryonnaire



- 7 : coelome extraembryonnaire
- 8 : mésenchyme extraembryonnaire
- 9 : notochorde
- 10 : splanchnopleure et entoblaste
- 11 : somatopleure et ectoblaste
- 12 : aorte dorsale

Figure 3 : Vacuoles coelomiques 23e jour

Figure 4: Cavités coelomiques 25e jour

Le coelome intra-embryonnaire apparaît d'abord comme un ensemble d'espaces droit et gauche isolés dans le mésoblaste latéral. Initialement il communique avec le coelome extra-embryonnaire. Toutefois pendant le processus de plicature latérale de l'embryon au cours de la 4e semaine, ces espaces fusionnent et forment une cavité unique en forme de fer à cheval, qui ne communique plus avec le coelome extra-embryonnaire (figure 5).

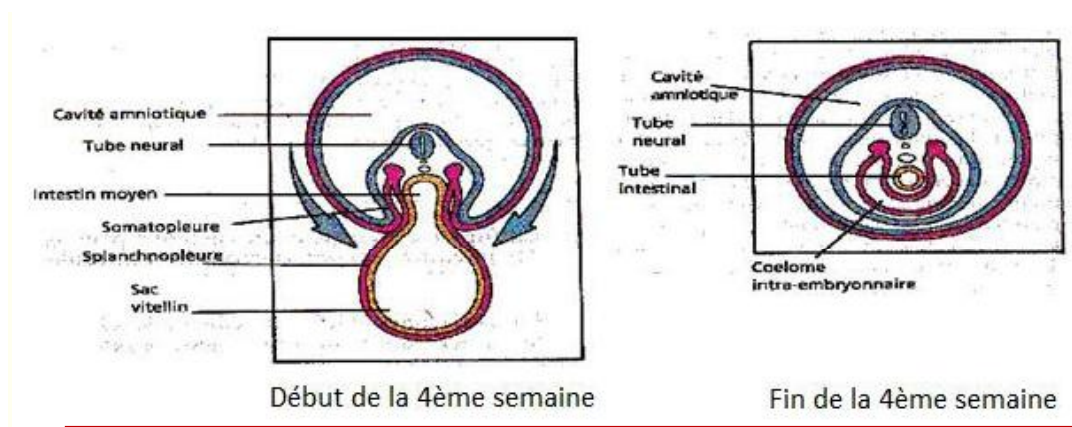


Figure 5 : schéma montrant formation du coelome intra-embryonnaire

Le septum transversum (figure 6) représente une séparation horizontale qui divise partiellement la cavité coelomique en deux portions, une supérieure thoracique, et une inférieure abdominale. La portion supérieure contient le cœur en formation et est appelée cavité péricardique primitive, alors que la portion inférieure n'est autre que la future cavité péritonéale. Ces 2 cavités communiquent par 2 larges ouvertures dorso-latérales : les canaux péricardico-péritonéaux.

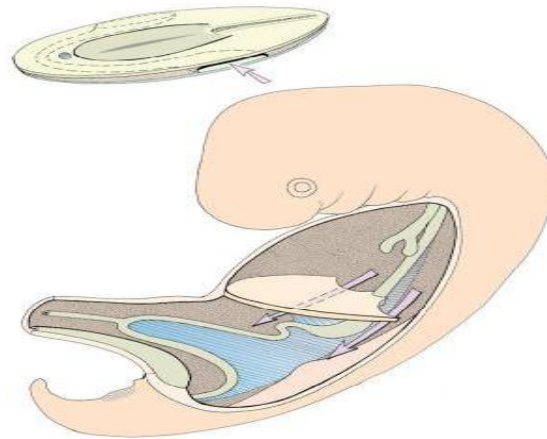


Figure 6 : Vue schématique du septum transversum

La poursuite de la plicature et de la croissance différentielle de l'axe embryonnaire entraîne un déplacement progressif du septum transversum en direction caudale (4^{ème}-5^{ème} semaine). Au début de la cinquième semaine, les plis pleuro-péricardiques, naissent dans un plan frontal, le long des parois latérales du tronc. Elles sont formées par 3 couches, à savoir le mésenchyme de la paroi latérale du tronc (dérivé du mésoderme para-axiale) pris en sandwich entre les 2 feuillets mésodermiques de la somatopleure. Ces plis pleuro-péricardiques se développent en direction médiale, pour se rejoindre à la fin de la cinquième semaine et fusionner avec l'intestin antérieur (dérivant de l'endoderme), divisant ainsi la cavité péricardique primitive en 3 compartiments : un ventral, complètement fermé, la cavité péricardique définitive, et 2 dorso-latéraux, les cavités pleurales. Ces

dernières reste toujours en communication avec la cavité péritonéale par l'intermédiaire des canaux péricardo-péritonéales (terme retenu alors que la cavité péritonéale ne communique qu'avec les cavités pleurale).

Le fin sac péricardique définitif, garde la structure en 3 couches, avec 2 feuillets séreux, un interne, le péricarde séreux, et externe, la plèvre médiastinale, séparés par une fine tissu conjonctive dérivé du mésenchyme, le péricarde fibreux.

II. Rôle :

Le péricarde a essentiellement 2 fonctions :

1. Hémodynamique :

- Prévention contre l'étirement excessif du cœur (surtout le Ventricule Droit).
- Optimisation des relations volume/pression intra-cavitaires.

2. Mécanique :

- Protège le cœur des phénomènes infectieux/inflammatoires médiastinaux.
- Réduit les frottements cœur/structures adjacentes.
- Maintient le cœur dans une position grossièrement fixe, notamment lors des changements de position.

III. Le péricarde fibreux : [25], [26], [57]

Est une membrane épaisse, d'aspect blanc nacré, formant un sac fibreux, robuste, inélastique et irrégulier, recouvert de franges graisseuses.

1. Le sac fibreux (figure 7) :

Est formé de fibres curvilignes, qui s'entrecroisent en tous sens, et se condensent en bandelettes qui réalisent autour des vaisseaux de la base du cœur de véritables « anneau fibreux ». En forme d'un cône tronqué, on peut lui décrire 4 faces, une base et un sommet :

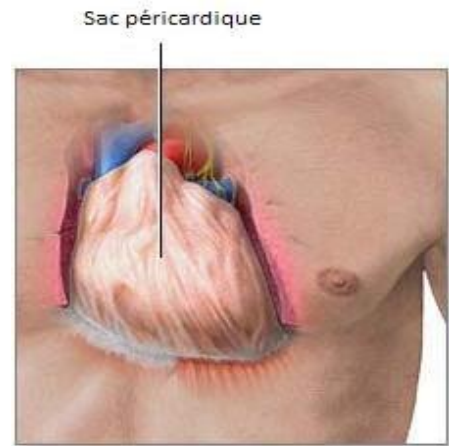


Figure 7 : sac fibreux péricardique

➤ **Face antérieure :**

Répondant au bord antérieur des poumons, aux culs de sac antérieurs de la plèvre, et au plastron sterno-costal.

➤ **Face postérieure :**

Répondant aux organes du médiastin postérieur, et particulièrement à l'œsophage thoracique.

➤ **Faces latérales :**

Une droite est nettement marquée, la gauche est souvent réduite à un bord. Elles répondent à la plèvre médiastine.

➤ **Base :** reposant sur le centre phrénique du diaphragme.

➤ **Sommet :** tronqué, il se prolonge à la surface des gros vaisseaux de la base du cœur, se confondant avec leur tunique externe.

2. Les ligaments péricardiques (figure 8):

Ils relient le péricarde fibreux au squelette et aux organes voisins, on distingue :

a. Les ligaments phrénico-péricardiques :

Dépendant du fascia endothoracique, sont les plus puissants, 3 ligaments principaux sont individualisés :

- **Antérieur** : unissant le bord antérieur de la base du péricarde au diaphragme.
- **Droit** : longeant la partie postéro-latérale de la veine cave inférieure.
- **Gauche** : inconstant, situé à la partie postérieure et gauche du péricarde.

b. Les ligaments sterno-péricardiques : sont au nombre de 2 :

- **Le ligament sterno-péricardique supérieur** : triangulaire, quasi-vertical, unissant la face postérieure du manubrium sternal à la partie supérieure de la face antérieure du péricarde.
- **Le ligament sterno-péricardique inférieur** : triangulaire, quasi-horizontale, unissant la base du processus xiphoïde à la partie inférieure de la face antérieure du péricarde.

c. Les ligaments vertébro-péricardiques :

Naissent de la lame prévertébrale de C6 à T4 et gagnent la partie supérieure du péricarde.

d. Les autres ligaments ont un rôle accessoire :

- La lame thyro-péricardique.
- Ligaments viscéro-péricardiques (trachéo, broncho, et oeso-péricardiques).

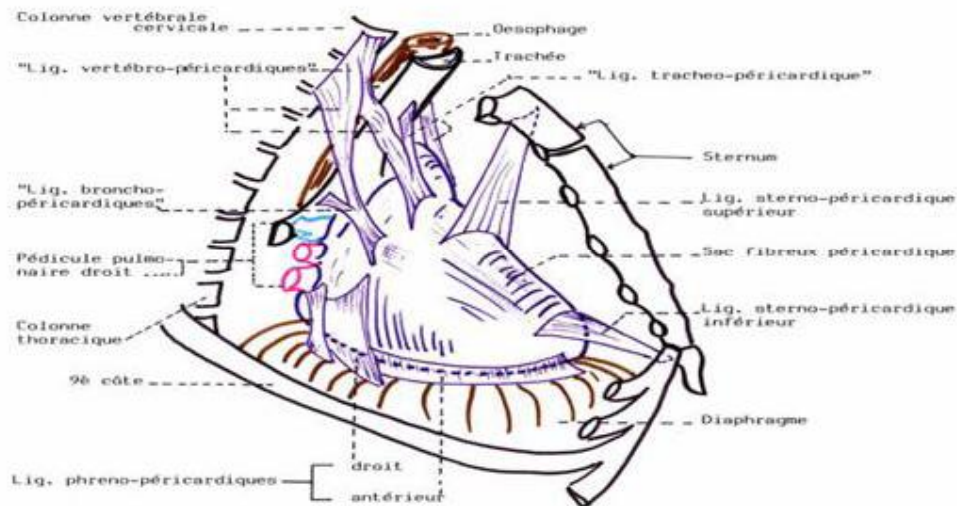


Figure 8 : Vue schématique latérale droite des ligaments péricardiques

IV. Le péricarde séreux : [25], [26], [57]:

Comporte 2 feuillets, le feuillet viscéral et le feuillet pariétal (figure 9), qui se continuent l'un avec l'autre au niveau de la ligne de réflexion du péricarde et limitent entre eux la cavité péricardique.

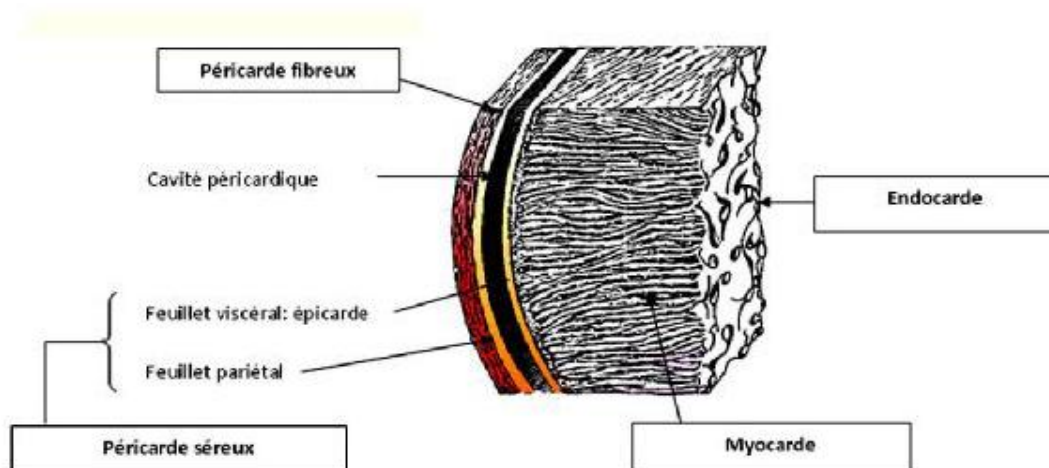


Figure 9 : Péricarde séreux

1. Les feuillets :

a. **Le feuillet viscéral ou épicarde :**

Appliqué contre le cœur, sauf qu'au niveau des atriums, il persiste une zone dépicardisée : le méso du cœur, formé de 3 portions :

- **Horizontale :** située au dessus de l'atrium gauche, entre les veines pulmonaires supérieures (droite et gauche).
- **Verticale droite :** étendue de la veine cave supérieure à la veine cave inférieure, et entourant l'embouchure des 2 veines pulmonaires droites.
- **Verticale gauche :** entourant les 2 veines pulmonaires gauches.

Le feuillet viscéral se prolonge par 2 gaines, l'une pour le pédicule artériel, l'autre pour le pédicule veineux.

b. **Le feuillet pariétal :**

Appliqué contre la face profonde du péricarde fibreux.

2. Ligne de réflexion des 2 feuillets péricardiques (figure 10) :

En avant, elle part de l'origine de l'artère pulmonaire gauche, remonte sur l'aorte ascendante jusqu'à l'origine du tronc brachio-céphalique, puis redescend vers la veine cave supérieure qu'elle contourne vers la face postérieure.

En arrière, elle part de la face postérieure de la veine cave supérieure, longe à droite les veines pulmonaires droites, contourne la veine cave inférieure sur sa face antérieure pour rejoindre la face postérieure de l'atrium gauche. Entre les veines pulmonaires, elle forme un cul-de-sac, le sinus oblique du péricarde (cul de sac de Haller). Enfin, la ligne contourne à gauche les veines pulmonaires gauches, pour rejoindre l'origine de l'artère pulmonaire gauche. Entre les veines pulmonaires droites et les veines pulmonaires gauches, le péricarde forme respectivement les récessus inter-pulmonaires droit et gauche.

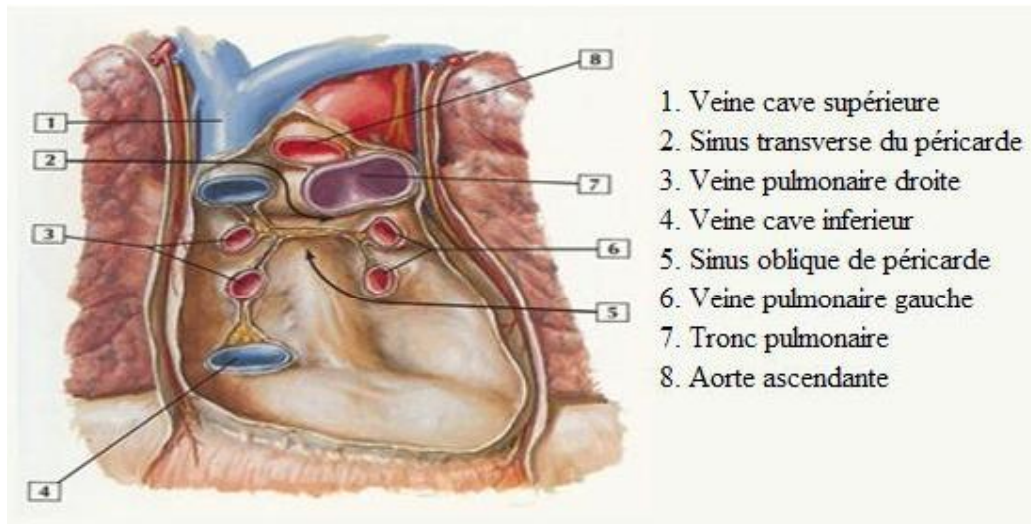


Figure 10 : Vue antérieure du péricarde après ablation du cœur

3. La cavité péricardique :

Espace séparant les 2 feuillets viscéral et pariétal, contenant une mince pellicule de liquide (quelques millilitres) appelée sérosité péricardique. Sécrétée par les cellules du péricarde, ce liquide réduit la friction entre les feuillets du péricarde séreux lorsque le cœur est en mouvement. Elle comporte 2 parties :

a. La grande cavité péricardique.

b. Ses diverticules :

➤ **Le sinus transverse du péricarde (ou sinus de Thébésius) :**

C'est un passage arciforme étroit unissant les régions droite et gauche de la cavité péricardique à travers les pédicules artériels et les veines du cœur. Il est limité en avant par l'aorte ascendante et le tronc pulmonaire, en arrière par la veine cave supérieure et les atriums et en haut par l'artère pulmonaire droite. En arrière de cette dernière, se situe le récessus rétro-artériel du sinus transverse. Au dessus et en avant d'elle, se situe le récessus supra-artériel qui s'insinue en arrière de l'aorte ascendante, sur 23mm de profondeur environ.

L'orifice droit du sinus transverse est limité par la veine cave supérieure, l'aorte ascendante et l'auricule droite. Alors que son orifice gauche est limité par le tronc pulmonaire, l'auricule gauche, l'atrium gauche et le pli de la veine cave gauche. On appelle pli de la veine cave gauche le pli de l'épicaarde vestigial tendu entre la veine pulmonaire supérieure gauche et l'artère pulmonaire gauche. Il sépare le récessus pulmonaire de l'orifice gauche du sinus transverse. Ce récessus est situé au dessus du récessus inter-pulmonaire gauche et du tronc pulmonaire.

➤ Les diverticules dessinés autour du pédicule veineux :

- Le sinus oblique du péricarde, le plus important.
- Autres diverticules moins importants :
 - La fossette rétro-cave (Allison), entre veine cave supérieure et veine pulmonaire supérieure droite.
 - Récessus inter-pulmonaire supérieur droit.
 - Récessus inter-pulmonaire droit, peu marqué, situé entre les 2 veines pulmonaires droites.
 - Récessus inter-pulmonaire gauche, plus profond.
 - Récessus cave inférieur, peu profond, entre veine cave inférieure et veine pulmonaire inférieure droite.
 - Récessus pulmonaire gauche, entre veine pulmonaire supérieure gauche et artère pulmonaire gauche, très étroit.

V. Vascularisation / Innervation (figure 11) :

1. Artères :

a. **Superficielles** : pour le péricarde fibreux et le feuillet pariétal du péricarde séreux :

➤ **Artères principales** : Issues des mammaires internes, des diaphragmatiques supérieures, et des diaphragmatiques inférieures.

➤ **Artères accessoires** : Issues des artères bronchiques, œsophagiennes, de la thyroïdienne moyenne, et chez l'enfant des thymiques.

b. **Profondes** : pour le feuillet viscéral, issues des branches des artères coronaires.

2. Veines : satellites des artères, elles rejoignent :

a. **En arrière** : les veines azygos.

b. **Latéralement** : les veines diaphragmatiques supérieures.

3. Lymphatiques :

a. **Superficiels** : se drainent dans les ganglions inter-trachéo-bronchiques.

b. **Profonds** : rejoignant le réseau sous péricardique du cœur.

4. Nerfs :

a. **Superficiels** : issus des nerfs vagues, phréniques et sympathiques.

b. **Profonds** : issus des plexus cardiaques.

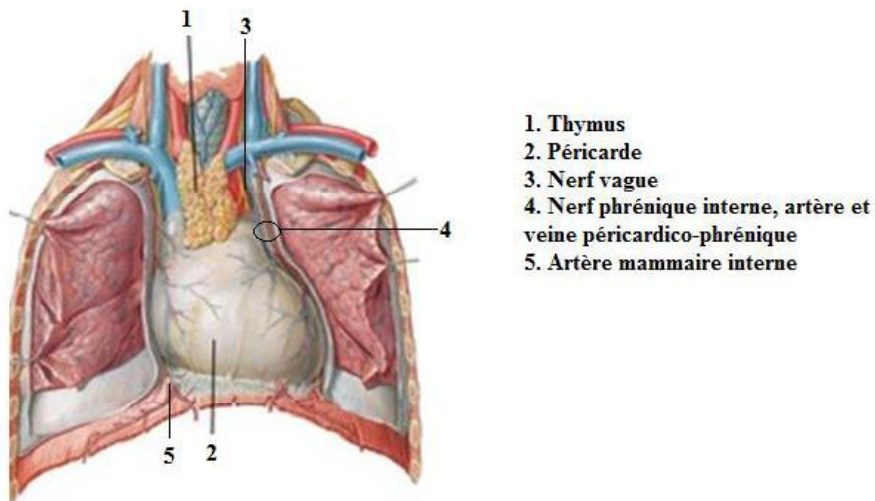


Figure 11 : Vue antérieure du cœur.

VI. Visualisation en imagerie du péricarde normal :

1. Echocardiographie (figure 1 2):

Le péricarde est la structure la plus claire, en particulier en postérieur, sur une image de coupe échocardiographique normale. Les 2 feuillets péricardiques ne peuvent normalement être dissociés. L'épaisseur normale est variable et ne mesure que quelque millimètre. En cas de très bonne qualité d'image, il est souvent possible d'observer un espace liquidien minime qui est à l'origine d'un décollement visible des 2 feuillets, alors qu'en diastole aucune séparation n'est observable.



Figure 12 : coupe échocardiographique apicale 4 cavités montrant un décollement des deux feuillets du péricarde lors d'une péricardite.

2. TDM (figure 13) :

Le péricarde est visible comme une fine ligne régulière de densité tissulaire au sein de la graisse hypodense. Son épaisseur normale est strictement inférieure à 2 mm.

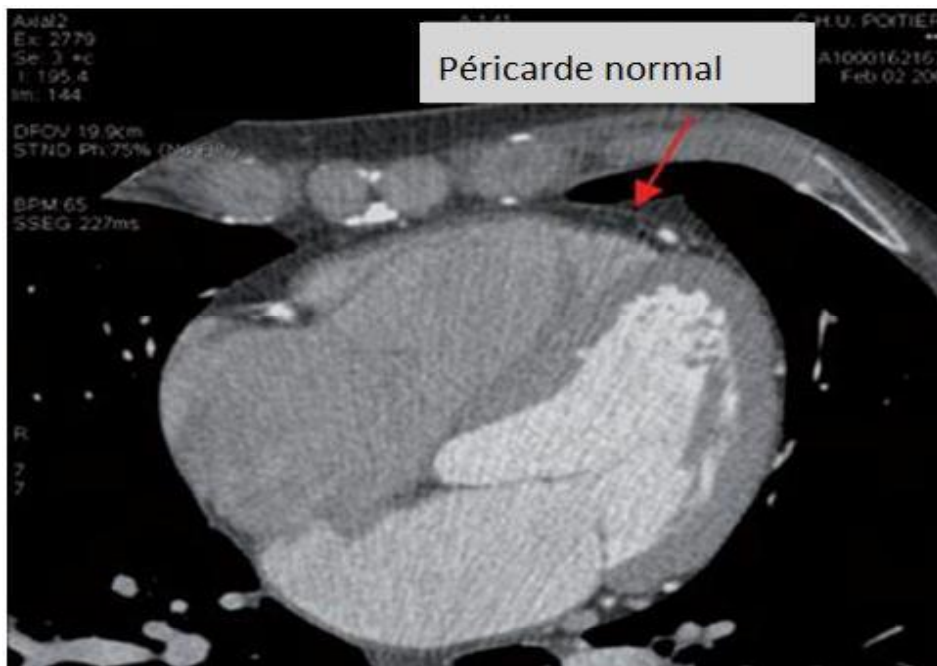
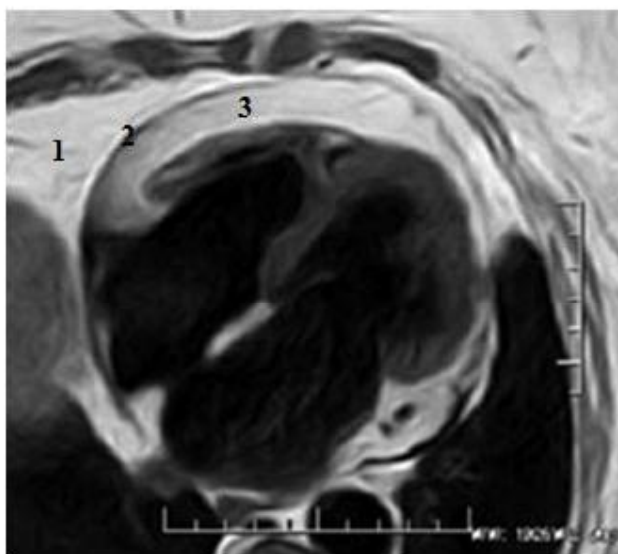


Figure 13: coupe scannographique axiale 4 cavités (acquisition au moment du remplissage ventriculaire gauche).

3. IRM (figure 14) :

Le péricarde apparaît comme une fine ligne régulière en hypo-signal au sein de la graisse en hyper-signal. Son épaisseur varie de 1-3 mm en fonction du moment du cycle cardiaque



1. Graisse péricardique
2. Péricarde normal
3. Graisse épocardique

Figure 14 : coupe axiale du cœur en IRM à la séquence pondéré T1.

VII. Applications cliniques :

1. Les malformations du péricarde :

L'absence de formation ou de soudure des plis pleuro-péricardiques conduit à la persistance d'une cavité commune pleuro-péricardique. On peut également assister à une absence de formation du péricarde (très rare).

2. signification chirurgical du sinus transverse du péricarde (figure 15) :

Ce sinus est particulièrement important pour les chirurgiens cardiaques. Après l'ouverture du sac péricardique, un doigt peut être glissé dans ce sinus en passant en arrière du tronc pulmonaire et de l'aorte ascendante. Dans des interventions cardiaques sous circulation extracorporelle, telles le pontage d'une artère coronaire, le chirurgien peut arrêter ou dériver la circulation du sang dans ces gros vaisseaux, en y plaçant un clamp, une ligature et introduire les tubes d'un appareil de dérivation et serrer la ligature.

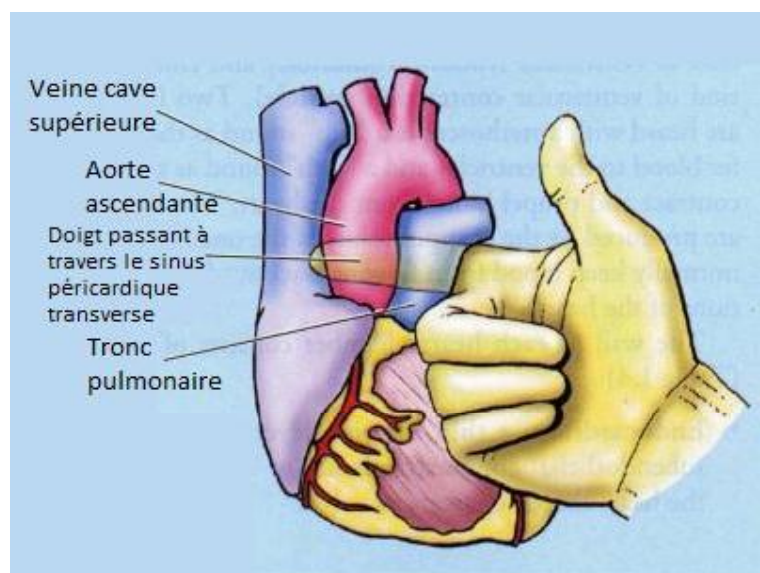


Figure 15 : mise en évidence du sinus transverse

3. Accès à la veine cave supérieure et à la veine cave inférieure :

Après avoir franchi le diaphragme, toute la portion intra-thoracique de la veine cave inférieure (environ 2 cm) se trouve à l'intérieur du péricarde. Le sac péricardique doit donc être ouvert pour permettre l'accès à la veine cave inférieure. Il en va de même pour la portion terminale de la veine cave supérieure puisqu'une partie de cette veine chemine en dehors du sac péricardique et l'autre partie en dedans.

4. Péricardite, épanchement péricardique et tamponnade cardiaque

(figure 16) :

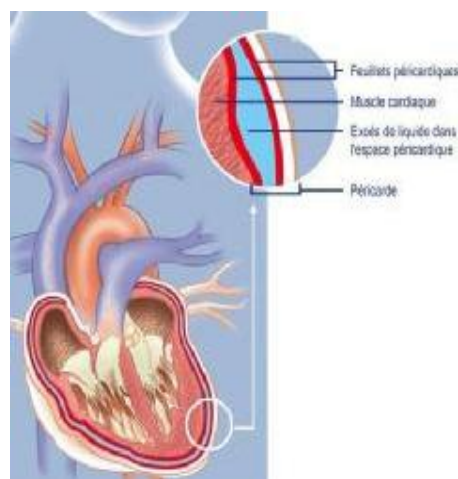


Figure 16 : péricardite avec épanchement

Le péricarde peut être impliqué dans plusieurs processus pathologiques. L'inflammation du péricarde (péricardite) provoque en général une douleur thoracique et certaines pathologies inflammatoires peuvent entraîner la formation d'un épanchement péricardique (passage de liquide dans la cavité péricardique à partir des vaisseaux capillaires du péricarde). Le cœur est donc comprimé et devient inefficace (incapable de se dilater et de se remplir complètement). Un péricarde

chroniquement enflammé et épaissi peut finalement se calcifier et compromettre sérieusement la fonction cardiaque. La décompensation cardiaque congestive – le cœur n'arrive plus à expulser le sang au même rythme qu'il le reçoit, il ne peut donc plus assurer la circulation normale du sang – peut être responsable d'un épanchement péricardique non inflammatoire.

D'habitude les feuillets adjacents du péricarde séreux n'engendrent aucun son décelable à l'auscultation. Toutefois, une péricardite rend ses feuillets rigoureux et la friction qui en résulte (frottement péricardique) est perçue au stéthoscope comme le froissement de la soie. S'il existe un important épanchement péricardique, l'excès de liquide empêche le cœur de se dilater complètement, ce qui tend à limiter l'afflux du sang dans les ventricules. Ce phénomène – la tamponnade cardiaque – est une condition potentiellement létale car le péricarde fibreux est résistant et dépourvu d'élasticité. Par conséquent le volume du cœur se trouve de plus en plus limité par le liquide qui s'accumule en dehors de lui dans la cavité péricardique.

Un coup de poignard qui transperce le cœur provoque une effusion de sang dans la cavité péricardique – hémopéricarde –, ce qui a également pour conséquence de provoquer une compression cardiaque. Un hémopéricarde peut aussi résulter de la perforation d'une zone affaiblie de la paroi musculaire cardiaque à la suite d'un infarctus du myocarde. Des interventions chirurgicales sur le cœur sont parfois suivies de saignement dans la cavité péricardique, ce qui est également susceptible de provoquer une tamponnade cardiaque.

5. drainage péricardique :

Se fait soit par ponction ou péricardiocentèse, soit par fenestration péricardique ou une péricardotomie ouverte.

a. Péricardiocentèse (figure 17):

Selon les dernières recommandations, elle est en principe la méthode de choix pour tous les importants épanchements péricardiques, elle se fait généralement sous anesthésie locale et sous contrôle échocardiographique direct. Après ponction sous-xiphoïdienne, un cathéter à demeure flexible est introduit dans le sac péricardique. Les avantages de cette technique sont qu'elle est peu invasive et peut se faire sous anesthésie locale, et sur place.

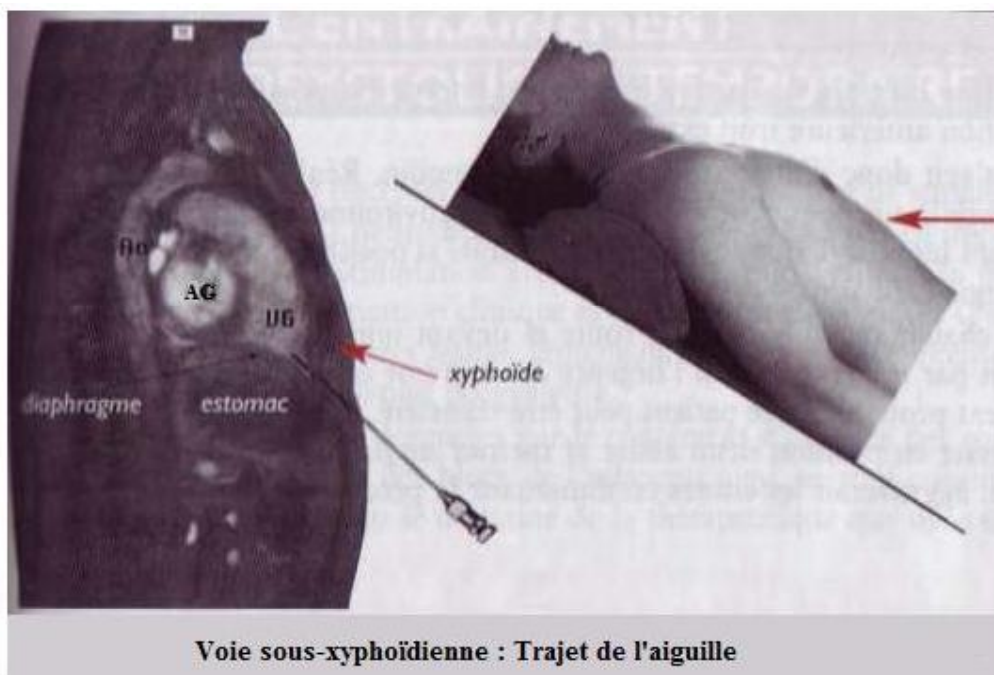


Figure 17 : Péricardiocentèse

b. Le drainage péricardique chirurgical à ciel ouvert :

Recommandé si contre indication à la ponction cardiaque, réalisé principalement par 3 voies d'abord:

➤ Abord sous-xiphœdien:

Son avantage est qu'il est aussi relativement peu invasif (incision à 3-5 cm en dessous de l'appendice xiphœide, le sternum reste intact). C'est une méthode rapide pouvant théoriquement être pratiquée sous anesthésie locale et permettant une fenestration péritonéo-péricardique.

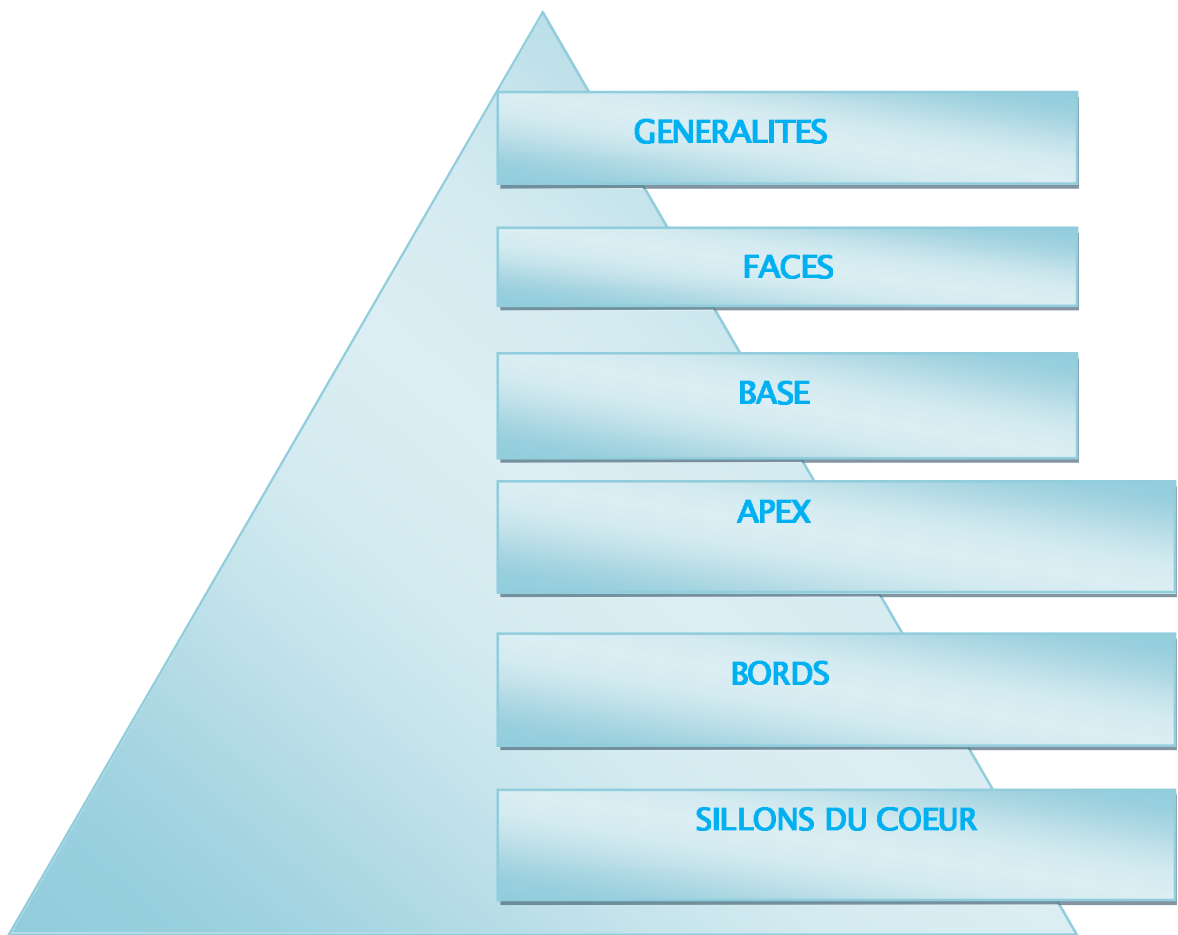
➤ Sternotomie médiane:

Son avantage réside dans son champ de vision avec possibilité de traitement causal chirurgical (par ex.: dissection aiguë de l'aorte, identification de la source de l'hémorragie, révision postopératoire précoce, etc.).

➤ Thoracotomie (à ciel ouvert directe ou thoracoscopie):

Son avantage est la possibilité de réaliser une fenestration pleuropéricardique (par ex. épanchements récidivants) avec contrôle visuel, permettant un drainage continu de l'épanchement dans l'espace pleural (en général à gauche).

ANATOMIE DE SURFACE



Le cœur a grossièrement la forme d'un cône incliné à 50/60° en bas et à gauche dans le thorax ; en raison de sa forme, on lui distingue 3 faces, 3 bords, une base et un sommet. Sa base, postéro-droite et supérieure est constituée par les atrioms ; la partie effilée du cône est constituée par les ventricules ; le sommet du cône, antérogauche et inférieur, constitue la pointe du cœur.

En position anatomique dans le thorax, la face antérieure du cœur est constituée par l'atrium droit, à droite, la paroi antérieure du ventricule droit, la paroi antérieure du ventricule gauche étant située à gauche et au-dessus du ventricule droit ; la pointe du cœur est constituée à peu près exclusivement par le sommet du ventricule gauche. La face postérieure du cœur est constituée par l'atrium gauche en haut, à droite et en arrière, les parois latérales et postérieures du ventricule gauche à gauche, la paroi postérieure du ventricule droit en bas ; la pointe du cœur est également formée à peu près exclusivement par le sommet du ventricule gauche. Extérieurement, tant sur la face antérieure que postérieure du cœur, la séparation entre les atrioms est peu marquée ; par contre la jonction atrioms-ventricules est plus nettement individualisée par les sillons atrio-ventriculaires droit et gauche qui sont habituellement, et davantage le droit que le gauche, comblés par de la graisse.

Les deux ventricules apparaissent nettement séparés par les deux sillons interventriculaires, antérieur et postérieur; le sillon antérieur est le plus souvent tapissé par un matelas graisseux d'épaisseur variable ; alors que l'amas graisseux, habituellement, ne déborde guère au-delà de la partie supérieure du sillon interventriculaire postérieur.

I. Généralités :

1. Forme (figure 1):

Le cœur est classiquement décrit comme ayant une forme de pyramide triangulaire chez le cadavre et d'œuf chez le sujet vivant.

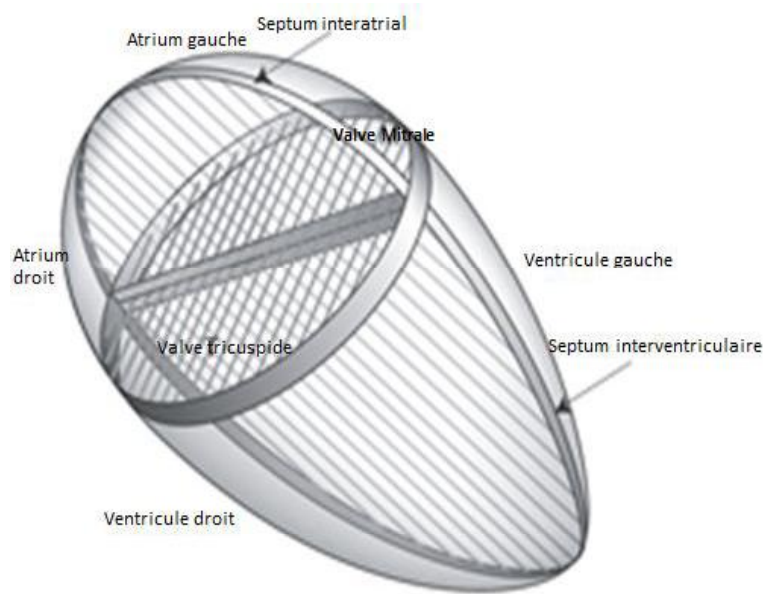


Figure 1 : Morphologie générale

La forme est variable avec le cycle cardiaque (systole et diastole), la conformation du thorax (cœur arrondi chez le nouveau-né, allongé chez le sujet longiligne, et transversal chez le sujet bréviligne), et aussi lors de certaines atteintes cardiaques ou autre (emphysème, tétralogie de Fallot, péricardite...) (figure 2).



Cœur en goutte : sujet longiligne.



Cœur en sabot : tétralogie de Fallot.



Cœur en carafe : péricardite.

Figure 2.

2. Couleur :

Le cœur à une couleur rouge, sa surface est parsemée d'amas graisseux comblant les sillons et les débordant sur les parois des cavités, donnant au cœur un aspect plus ou moins graisseux, entremêlé de zones de myocarde rougeâtre. Les atriums ne sont jamais recouverts de graisse et ont une couleur allant du mauve au rouge (Figure 3).

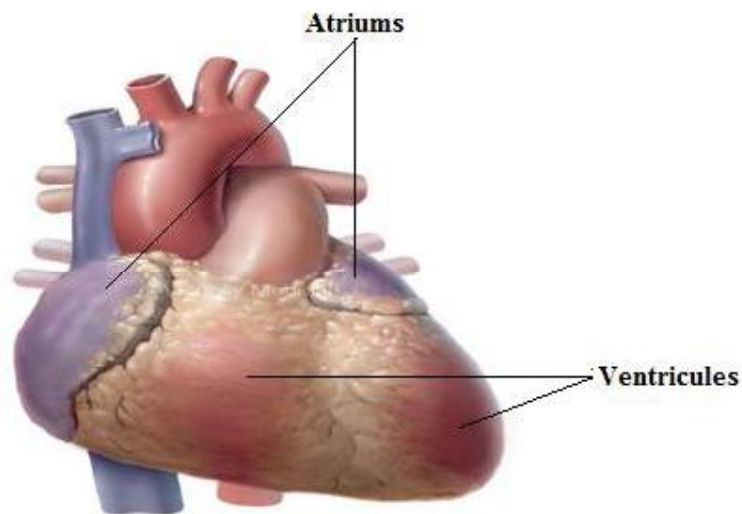


Figure 3

3. Consistance :

Molle et dépressive au niveau des atriums, ferme et résistante au niveau des ventricules.

4. Dimensions :

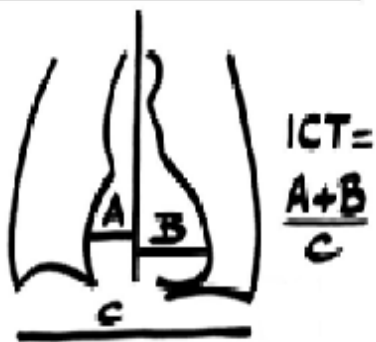
Les dimensions du cœur varient considérablement en fonction de l'âge, du Sexe, de la taille de la graisse épicaudique, de l'activité physique et de l'état nutritionnel. Il peut également considérablement augmenter de taille en cas de pathologies myocardiques ischémique, valvulaire ou congénitale. Sa taille est d'environ 1,5 fois

la taille du poing de la personne. Un peu moins gros chez la femme que chez l'homme.

Chez l'homme adulte :

- Longueur : 12,5 cm
- Largeur : 8,5 cm
- Epaisseur : 6,5 cm
- Circonférence : 20,5 cm

MEASURE DE L'INDEX CARDIO-THORACIQUE



L'ICT normal ne dépasse pas 0.50. Il est pathologique au-delà de 0.55 et l'on parle alors de cardiomégalie.

5. Poids :

- A la naissance : 25g.
- A 10 ans : 100g.
- Chez l'adulte : 300 g chez l'homme et 250 g chez la femme.

6. Volumes /Capacité:

Chaque jour, le cœur pompe l'équivalent de 8 000 litres de sang pour un équivalent de 100 000 battements cardiaques.

Comme sa forme, le volume du cœur est sujet à des variations avec la révolution cardiaque (systole/diastole), le poids de la personne, et l'hypertrophie fonctionnelle. En moyenne le volume est à 800cm³.

La capacité : assez difficile à apprécier; sur le cœur en diastole :

- Cœur droit= 300ml.
- Cœur gauche=260ml.

II. Faces :

On décrit au cœur trois faces : antérieure ou sterno-costale, inférieure ou diaphragmatique et latérale gauche ou pulmonaire. On retrouve, à la surface du cœur, la limite des 4 cavités sous formes de 3 sillons à disposition cruciforme, l'un transversal : le sillon atrio-ventriculaire (ou sillon coronaire), et les 2 autres verticaux, en continuité en arrière : sillon interatrial et sillon interventriculaire.

Chaque face est divisée par le sillon coronaire en 2 segments : Un segment antérieur ou ventriculaire, et un segment postérieur ou atrial.

1. Face antérieure ou sterno -costale (figure 4):

a. Description :

La face antérieure est convexe, orientée en avant, à droite et un peu en haut.

On en distingue :

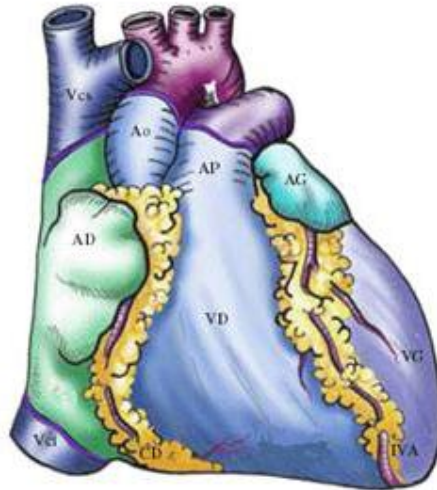


Figure 4 : Face antérieure du cœur.

➤ **Le segment antérieur ou ventriculaire** : divisé en deux zones :

- **La zone artérielle ou postéro-supérieure** : qui est en grande partie circonscrite par une partie du sillon atrio-ventriculaire. Elle est entièrement occupée par les orifices des deux gros troncs artériels qui s'échappent du cœur : l'orifice aortique, en arrière et à droite, et l'orifice de l'artère pulmonaire, en avant et à gauche.
- **La zone antéro-inférieure, proprement ventriculaire** : légèrement convexe, plus étendue, subdivisée par le sillon interventriculaire antérieur en deux champs : un gauche, étroit, répondant au ventricule gauche, et l'autre droit, large, répondant au ventricule droit.

➤ **Le segment postérieur, atrial :**

Présente au-dessus de la zone artérielle du segment ventriculaire, une large dépression en forme de gouttière ouverte en avant et qui reçoit dans sa concavité le pédicule artériel formé de l'aorte et de l'artère pulmonaire. Le fond de la gouttière répond au septum qui sépare les 2 atriums. Chacun de ces atriums présentent en avant un prolongement diverticulaire aplati transversalement dont le contour est irrégulièrement dentelé. Ces prolongements sont les auricules :

- **L'auricule droite :**

Triangulaire, déborde en avant le sillon atrio-ventriculaire et se confond par sa base avec l'atrium proprement dit; elle masque partiellement la portion initiale de l'aorte et de l'artère coronaire droite, son sommet, libre, s'étend jusqu' au voisinage du sillon inter-aortico-pulmonaire.

- **L'auricule gauche :**

En forme de S, plus long et plus étroit, dont l'extrémité antérieure seule (pointe) appartient à la face antérieure du cœur, il s'avance sur la face gauche de l'artère pulmonaire. Par la plus grande partie de son étendue, elle fait partie de la face gauche.

b. Rapports :

À travers le péricarde, la face antérieure du cœur répond successivement :

- À la plèvre médiastinale et au poumon droit.
- Aux récessus costaux-médiastinaux et aux bords antérieurs des poumons.
- Au thymus ou à ses vestiges.
- Aux vaisseaux thoraciques internes.
- Aux muscles transverses du thorax et au sternum.

2. La face latérale gauche ou pulmonaire (figure 5) :

a. Description :

La face latérale est très convexe de haut en bas, regardant en arrière et à gauche, elle est divisée en 2 segments par la partie gauche du sillon coronaire :

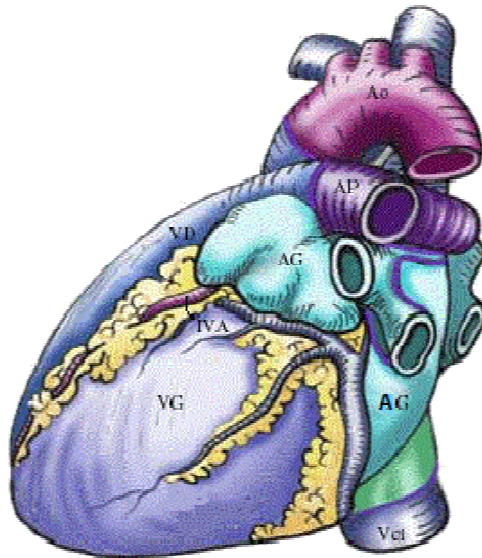


Figure 5 : Face latérale gauche du cœur

➤ **Le segment antérieur ou ventriculaire :**

Très convexe, c'est la face latérale du ventricule gauche, à la surface duquel cheminent les branches marginales de l'artère circonflexe. C'est dans cette portion que ces artères marginales sont abordées afin d'implanter les greffons de revascularisation.

➤ **Le segment postérieur ou atrial :**

Plus étroit, répond à l'auricule gauche, qui présente en effet à son union avec l'atrium, une profonde incisure établissant une limite nette entre eux. Cette auricule gauche s'enroule sur la face latérale gauche de l'artère pulmonaire.

b. Rapports : à travers le péricarde, la face latérale répond :

- Au nerf phrénique et aux vaisseaux péricardiaco-phréniques gauches.
- Au poumon et à la plèvre médiastinale gauches.

3. La face inférieure ou diaphragmatique (figure 6):

a. Description :

La face inférieure est appelée aussi diaphragmatique, en raison de son rapport avec le diaphragme. Presque plane, regardant en bas et en avant.

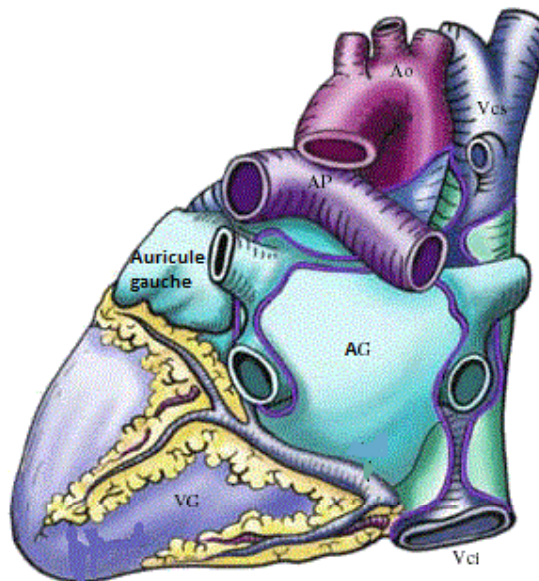


Figure 6 : Vue inférieure du cœur

➤ **Le segment antérieur ou ventriculaire** :

Large, subdivisé par sillon interventriculaire inférieur (appelé également sillon interventriculaire postérieur) en 2 champs inégaux : un droit, large, répondant au ventricule droit, et l'autre gauche, étroit, répondant au ventricule gauche. Dans le sillon inter-ventriculaire chemine la branche terminale inter-ventriculaire postérieure (ou inférieure) de l'artère coronaire droite. L'origine de l'artère coronaire

droite est fréquemment abordée chirurgicalement pour recevoir l'implantation d'un greffon.

➤ **Segment postérieur, atrial :**

Très étroit, est divisé en 2 par la partie postérieure du sillon interatrial. Par ailleurs le sillon atrio-ventriculaire est très rapproché, surtout à gauche, de la limite entre la face inférieure et la base du cœur .A droite cette limite se confond avec le vaste orifice de la veine cave inférieure qui appartient à la fois à la face inférieure et à la face postérieure du cœur.

b. Rapport :

A travers le péricarde, la face inférieure repose sur le centre phrénique du diaphragme.

III. Base (figure 7) :

1. Description :

La base est postérieure, regardant en en arrière et à droite, fortement convexe transversalement, et plane de haut en bas. Elle est uniquement constituée par les atriums et divisée en 2 segments par le sillon interatrial :

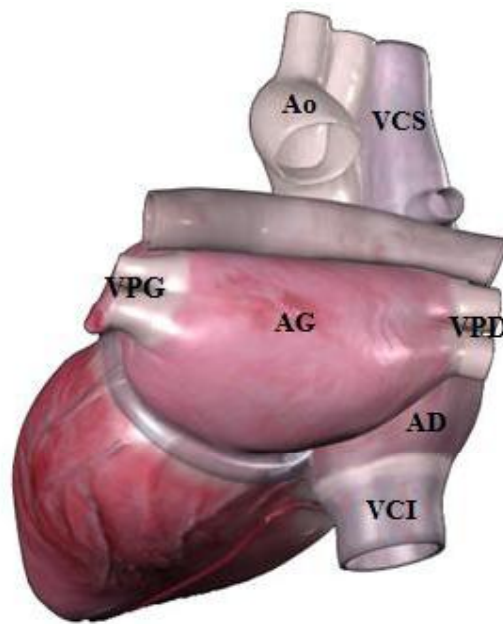


Figure 7 : base du cœur.

a. Le segment gauche :

Répond à l'atrium gauche, occupe la majeure partie de la base du cœur, regarde directement en arrière et allongé transversalement entre les orifices des 4 veines pulmonaires, au nombre de deux de chaque côté. Entre les veines droites et les veines gauches se trouve un large espace qui répond au cul de sac péricardique de Haller.

b. Le segment droit :

Répondant à l'atrium droit, étroit, regarde fortement à droite, est subdivisé en 2 parties par un sillon vertical, légèrement arqué et concave à gauche : la crista terminalis. La partie droite, dérivant de l'atrium primitif, est irrégulière et striée. Alors que la partie gauche, dérivant du sinus veineux, est lisse et avasculaire. Allongée de haut en bas entre les 2 veines caves supérieure et inférieure, ces deux veines semblent se prolonger l'une par l'autre et forment ainsi une paroi droite purement vasculaire (sinus veineux) séparée de la paroi atriale proprement dite par le sulcus terminalis.

2. Rapports :

La base du cœur se projette sur les vertèbres thoraciques T5 à T8. Elle répond à travers le péricarde à l'œsophage, accompagné des nerfs vagues, et aux ligaments pulmonaires. En arrière, l'œsophage est séparé de l'aorte, du conduit thoracique et de la veine azygos par les récessus sus rétro-œsophagiens de la plèvre.

IV. Le sommet ou pointe ou apex :

1. Description (figure 8) :

Situé en avant et à gauche, et divisé, par une légère dépression qui unit le sillon interventriculaire antérieur au sillon interventriculaire postérieur, en deux parties : l'une droite petite, répond au ventricule droit ; l'autre plus volumineuse, appartient au ventricule gauche et occupe presque même tout le sommet du cœur.

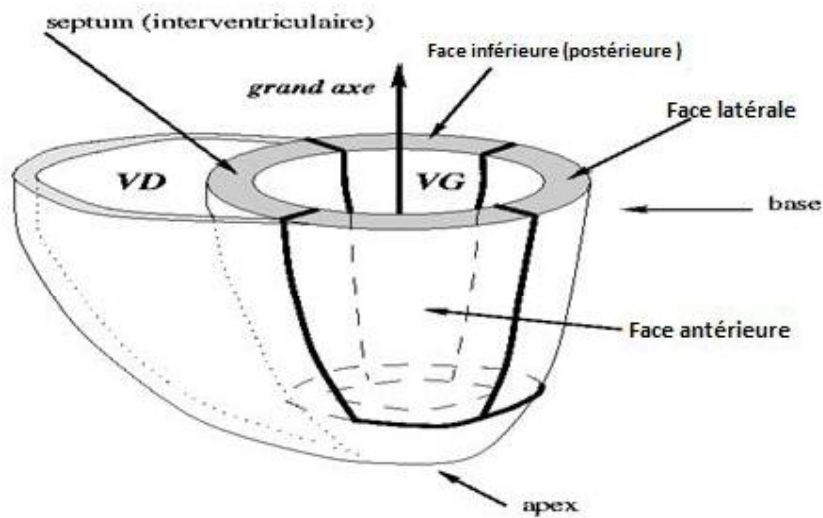


Figure 8 : vue schématique montrant l'apex du cœur

2. Rapports :

L'apex est recouvert à travers le péricarde par le poumon et à la plèvre gauche. Il répond au 6eme espace intercostal.

V. Les bords :

Peu nets, et ne se sont cités que pour faciliter la description, car les 3 faces se poursuivent insensiblement. Ils sont au nombre de 3 un droit et 2 gauches ; séparant les 3 faces du cœur et convergent tous vers l'apex:

1. **Le bord droit :** aigu, le plus marqué, il sépare la face antérieure de la face inférieure.
2. **Les 2 bords gauches :** antérolatéral et postéro-latéral, sont mousses, arrondis, séparent la face latérale gauche des faces antérieure et inférieure.

VI. Les sillons du cœur (figure 9) :

Ils délimitent extérieurement les cavités cardiaques .Les vaisseaux coronaires y cheminent masqués par du tissu adipeux. Trois sillons principaux se reconnaissent sur la surface du cœur :

1. Le sillon interatrial :

Ce sillon occupe la base du cœur et sépare l'atrium droit de l'atrium gauche .Il est convexe à droite dans sa partie supérieure et répond à gauche aux veines pulmonaires .Il est concave à droite dans sa partie inférieure et répond au bord gauche de l'orifice de la veine cave inférieure.

2. Le sillon interventriculaire :

Ce sillon est situé dans un plan vertical passant par l'axe du cœur. Il sépare la face antérieure en deux champs répondant aux ventricules droit et gauche, et la face diaphragmatique en arrière .Le sillon interventriculaire divise le sommet du cœur en deux parties dont la plus importante, celle du ventricule gauche, forme l'apex du cœur .Ce sillon est parcouru par les vaisseaux interventriculaires.

3. Le sillon atrio-ventriculaire :

Ce sillon est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe du cœur. Il sépare les atriums des ventricles. Il est concave en avant, circonscrivant la zone artérielle du champ ventriculaire, longe l'auricule droite et contourne le bord droit du cœur pour passer sur la face diaphragmatique ; sur cette dernière il rejoint les sillons interatrial et interventriculaire postérieur.

On y trouve :

- À droite, l'artère coronaire droite et la petite veine coronaire.
- À gauche, l'artère auriculo-ventriculaire et la grande veine coronaire.

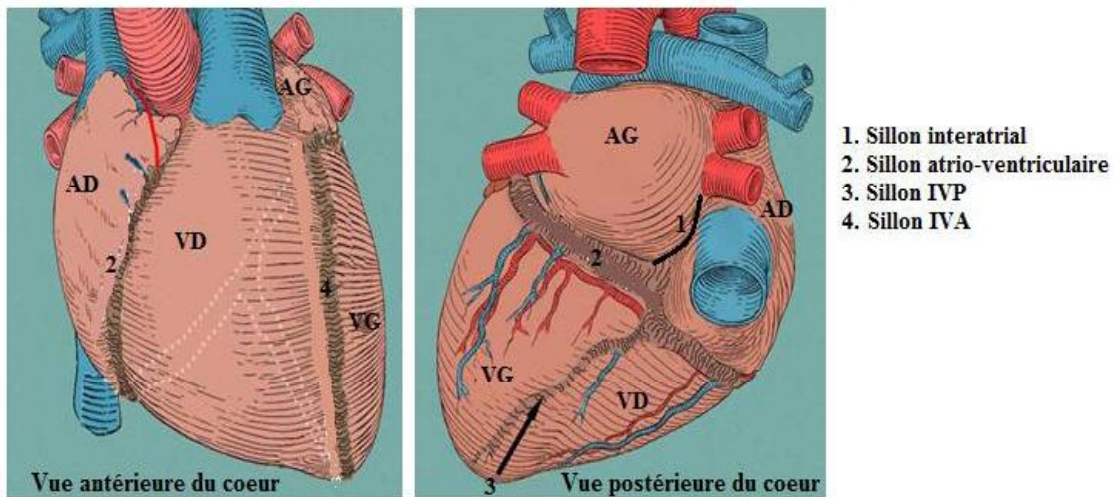
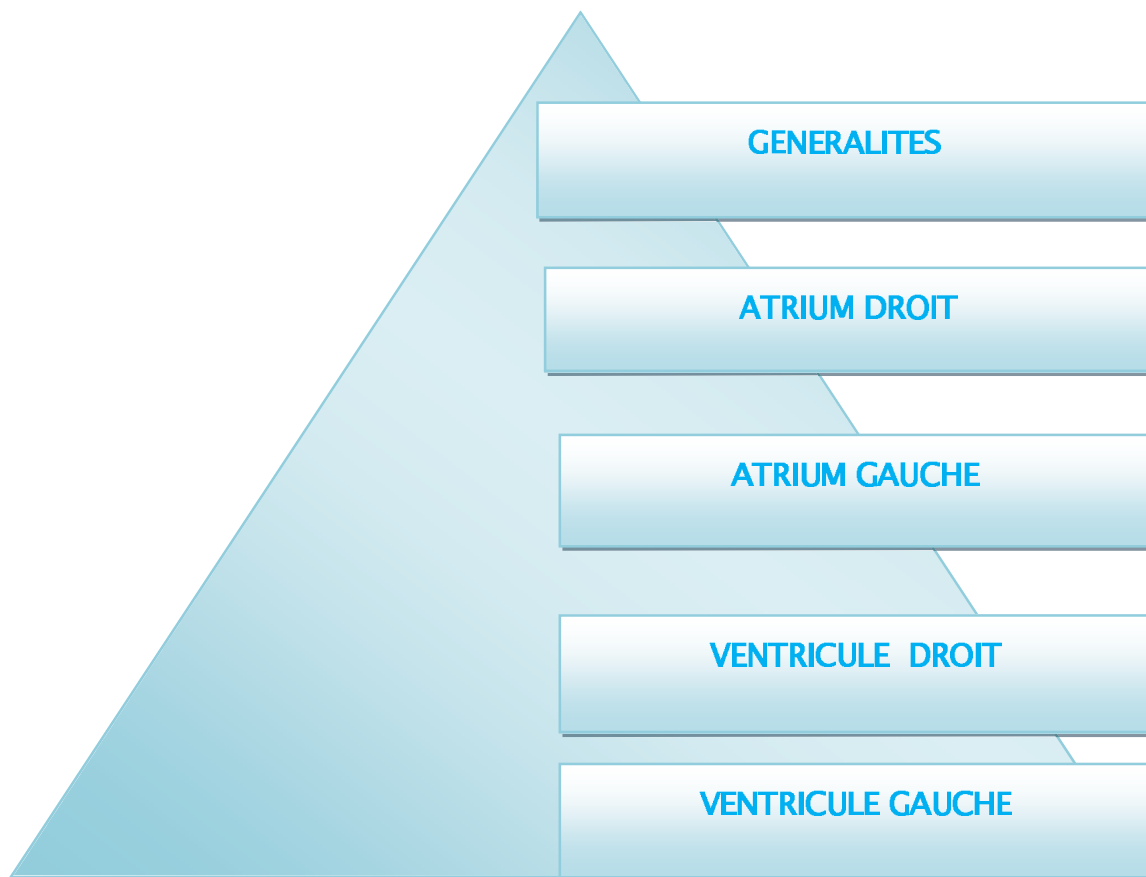


Figure 9 : schématisation des sillons du cœur



Au fond des sillons du cœur cheminent les paquets vasculo-nerveux incluant les troncs principaux des artères coronaires et leurs principales collatérales : C'est à ce niveau qu'elles sont abordées lors de la réalisation des pontages coronaires.

Les Cavités cardiaques



Embryologie

Rôle

Description

Visualisation en imagerie

Applications cliniques

GENERALITES

Le cœur est composé de quatre cavités (figure 1) associées deux à deux permettant ainsi de distinguer un « cœur droit » et un « cœur gauche », qui normalement ne communiquent pas entre eux. En rapport avec leur rôle physiologique, le cœur droit possède une structure adaptée au régime veineux à basse pression, alors que le cœur gauche présente une structure adaptée au régime artériel à haute pression.

« Le cœur droit » et « le cœur gauche » sont séparés par une cloison ou septum et composés chacun d'un atrium et d'un ventricule. L'atrium est une cavité globuleuse, grossièrement sphérique, s'ouvrant en avant dans le ventricule. Le ventricule est une cavité pyramidale qui présente au niveau de sa base deux orifices, l'un atrio-ventriculaire qui met en communication atrium et ventricule, et l'autre artériel qui permet la vidange ventriculaire.

Le cœur droit reçoit le sang désaturé et le propulse dans la petite circulation, ou circulation pulmonaire, où il va se charger en oxygène. Il y règne des pressions basses assurant une pression de perfusion moyenne de 15 mmHg environ dans l'artère pulmonaire.

Le cœur gauche reçoit le sang oxygéné (saturation à 99 %) et le propulse dans la grande circulation ou circulation systémique. Il y règne des pressions élevées assurant une pression de perfusion moyenne dans le système artériel de 100 mmHg environ.

Il est indispensable de signaler que l'ancien terme « oreillette » désigne encore malheureusement l'«atrium », dans les traités en langue française d'anatomie, et

même dans notre pratique médicale courante, et l'adjectif « auriculaire » qui lui est attaché ne peut que prêter à confusion avec celui formé par l'«auricule ».

En réalité, à l'époque où les traités d'anatomie étaient écrits en latin, l'«oreille » du cœur (auris) se prolongeait par une « petite oreille» (auricula), et ce mot, indifféremment par traduit par « oreillette » ou par « auricule » ne devrait désigner que le petit diverticule, à la cavité elle-même ne doit désormais s'appliquer que le terme « atrium » (vestibule), seul admis depuis longtemps par la nomenclature internationale.

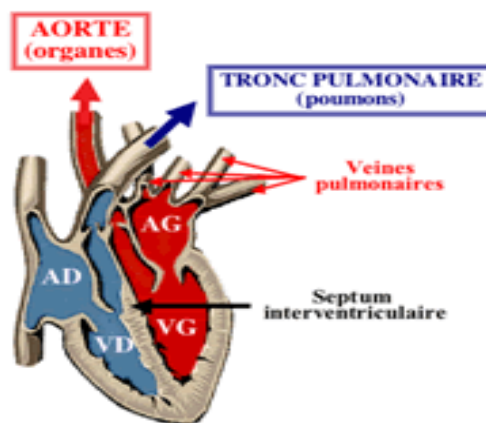


Figure 1

ATRIUMS

Les atriums constituent le segment postéro-supérieur de la pyramide cardiaque, et forment par leur face postérieure la base du cœur. Ils ont une forme grossièrement cubique, avec 6 parois minces et souples, contractiles (dépressibles et expansibles). Ils sont séparés par le septum inter-atrial.

Mensurations	Atrium droit	Atrium gauche
Largeur	2,5 cm	2,5cm
Longueur	4,5 cm	3,5cm
Poids	30g	30g
Capacité	160 ml	140ml

ATRIUM DROIT

I. Embryologie : [3] [4] [8] [10]:

Le tube cardiaque impair et médian commence à battre dès le 23^{ème} jour. Les premières contractions efficaces sont notées au 24^{ème} jour concomitamment à l'apparition, dans les cardiomyocytes, des 1^{er} sarcomères. Cette date marque donc le début de la circulation embryonnaire. Les vaisseaux embryonnaires se développent en même temps que les tubes cardiaques par creusement de cavités dans le mésoderme latéral. Ces cavités confluent pour donner des vaisseaux qui entrent en connexion avec les tubes cardiaques avant l'achèvement de leur fusion. A l'extrémité caudale du tube s'abouchent les veines embryonnaires et extra-embryonnaires. A son extrémité céphalique naissent 2 aortes dorsales.

Des compartiments apparaissent dès le 22^{ème} jour dans le tube cardiaque primitif, par suite d'inégalités de sa croissance. Ils sont séparés par des sillons visibles de l'extérieur.

En allant de la partie antérieure (céphalique ou crâniale) vers la partie postérieure (caudale) du tube cardiaque primitif (figure 2), on trouve 4 compartiments:

- Le conotruncus (truncus + conus ou bulbe artériel) ;
- Le ventricule primitif ;
- L'atrium primitif séparé du ventricule primitive par le sillon atrio-ventriculaire ;
- Le sinus veineux.

Ces 2 derniers, contribuent à la formation des atriums définitifs.

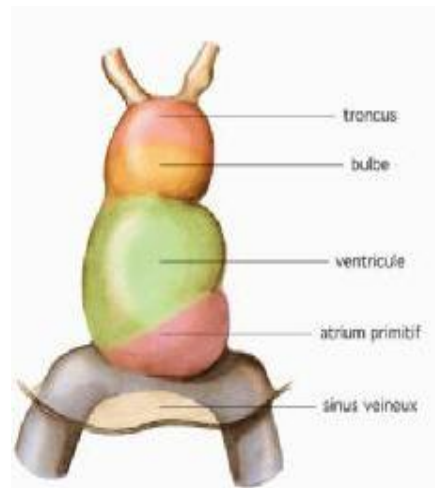


Figure 2 : Tube cardiaque au
22^{ème} jour

A ces 4 cavités, qui constituent le cœur proprement dit, s'ajoute le sac aortique, région de transition avec le système artériel de l'embryon. Il assure la connexion du tube cardiaque primitif avec les aortes dorsales par l'intermédiaire des arcs aortiques.

Dans le tube cardiaque primitif, le sang circule du sinus veineux vers le sac aortique.

Le sinus veineux est formé de la confluence des veines embryonnaires et extra-embryonnaires, à savoir :

- Deux veines cardinales antérieures qui drainent la région céphalique de l'embryon.
- Deux veines cardinales postérieures qui drainent le tronc.
- Les veines cardinales antérieures et postérieures de chaque côté se réunissent en une veine cardinale commune (ou canal de Cuvier) avant de se jeter dans le sinus veineux.
- Deux veines vitellines qui drainent le sac vitellin.

- Deux veines ombilicales qui acheminent le sang oxygéné provenant du placenta jusqu'au cœur.

Le sinus veineux est initialement symétrique, comme l'ensemble du système veineux de l'embryon, dont il représente la terminaison. Ultérieurement, le système veineux embryonnaire est remodelé au profit des vaisseaux situés à droite du cœur, donnant notamment naissance aux veines caves supérieure et inférieure. Ces veines se jettent dans la portion (corne) droite du sinus veineux qui, elle-même, s'incorpore progressivement à la paroi dorsale droite de l'atrium primitif. La portion gauche du sinus veineux persiste en tant que vaisseau donnant le sinus coronaire, portion terminale de la grande veine coronaire qui reçoit presque toutes les veines du cœur. La valve de la veine cave inférieure et la valve du sinus coronaire sont formés à partir des replis tissulaires initialement localisés entre l'atrium primitif et le sinus veineux.

Entre le 23^{ème} et le 33^{ème} jour, le tube cardiaque se coude vers la droite, et adopte la forme d'une boucle, c'est le phénomène de plicature cardiaque (figure 3), lors duquel l'atrium primitif vers l'arrière et vers le haut jusqu'à la base du bulbe artériel qu'elle déborde latéralement pour former les auricules.

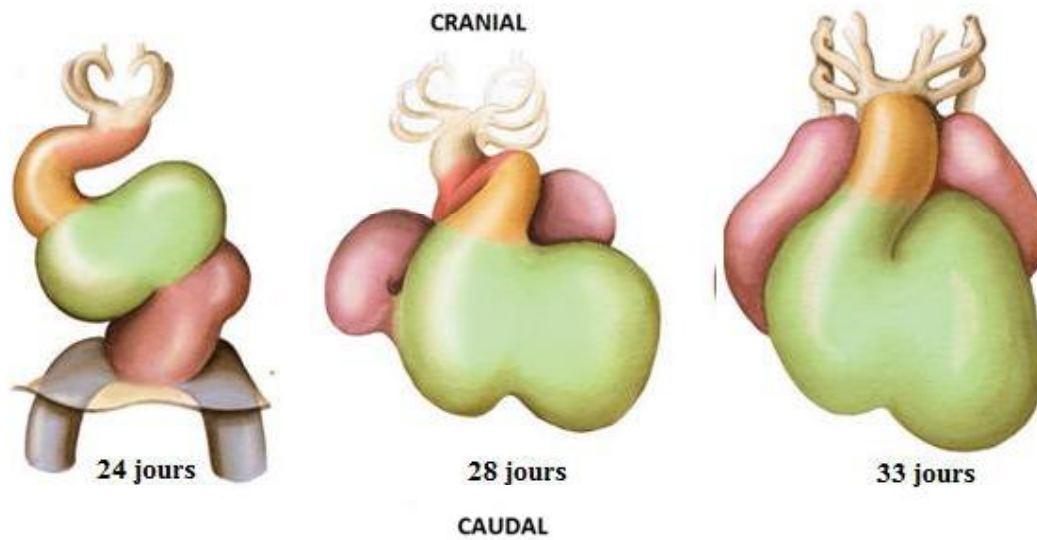


Figure 3 : Phénomène de plicature cardiaque

Par le phénomène de cloisonnement de l'atrium primitif, qui aura lieu entre 30^{ème} - 36^{ème} jours, on obtient les 2 atriums droit et gauche.

(On va parler en détails de ce phénomène au cours du chapitre septum interatrial).

II. Rôle :

L'atrium droit joue le rôle d'un :

- Réservoir au cours de la systole.
- Conduit lors de la protodiastole.
- Pompe en télédiastole.

III. Description : [24], [25], [57] :

L'atrium droit (figure 4) est le confluent du sang veineux chargé en CO₂, provenant des deux veines caves. En forme de pavillon de l'oreille, l'auricule droite est une poche musculaire conique qui se détache de l'atrium droit comme une sorte de compartiment annexe. En se projetant en avant de l'aorte ascendant, il contribue à augmenter la capacité de l'atrium. Donc on peut considérer l'auricule droite comme une formation triangulaire, à base postérieure, implantée dans l'atrium droit, et à sommet antérieur au contact du bord droit de l'artère pulmonaire. Elle recouvre en partie le sillon atrio-ventriculaire droit.

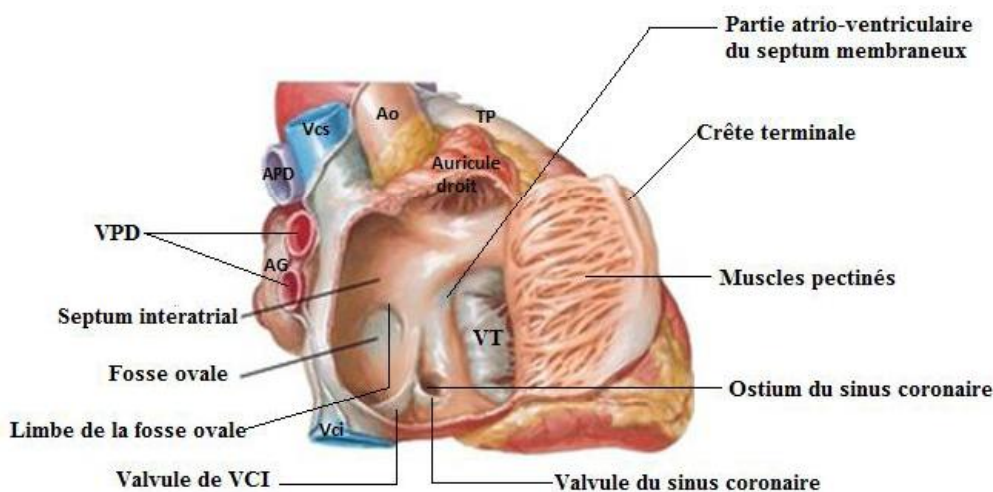


Figure 4 : Atrium droit ouvert : vue latérale droite.

L'atrium droit est plus spacieux que le gauche. On le décrit, tel un cube, avec six parois:

1. La paroi antérieure :

Correspond à l'orifice atrio-ventriculaire droit ou valve tricuspide. Au dessous de celui-ci et latéralement s'ouvre l'auricule droit, en partie masqué par une colonne charnue de 3eme ordre, le pilier de l'auricule.

2. La paroi latérale :

Mince et concave, formée par un élégant réseau de colonnes charnues de 2eme et 3eme ordre, les muscles pectinés (du mot latin pectinatus : disposé en forme d'un peigne). Ceux-ci parcourent d'arrière en avant la paroi externe, étalés comme les branches d'un arbre « en espalier », jusqu'à un noyau musculaire issu de l'anneau tricuspide.

3. La paroi postérieure :

Lisse, présente à égale distance entre les 2 orifices des deux veines caves une saillie transversale, le tubercule interveineux ou de Lower. Les 2 bords droits des orifices caves sont unis par une saillie verticale, peu marquée, la crête terminale.

4. La paroi médiale :

Formée par le septum inter-atrial, qui présente une dépression centrale circulaire et amincie nommée fosse ovale, et par le septum atrio-ventriculaire.

5. La paroi supérieure :

En forme de dôme, il présente à l'union avec la paroi postérieure l'orifice de la veine cave supérieure, qui est circulaire, avalvulaire et mesurant 2 cm. Près de son abouchement se trouve le nœud sinusal (commande du rythme cardiaque et centre de son automatisme. (Pour plus de détails voir chapitre innervation du cœur)

6. La paroi inférieure :

Occupée essentiellement par 2 orifices veineux, valvulés :

a. En arrière : l'orifice de la veine cave inférieure :

Circulaire, mesurant 3 cm, situé à l'union des parois inférieure et postérieure, son bord antérieur présente une saillie lamelleuse, la valvule d'Eustachi : c'est un simple épaissement, en croissant de lune, dont une extrémité se prolonge vers la fosse ovale. Cette valvule très mince, est insuffisante pour s'opposer au reflux du sang veineux.

b. En avant et en dedans: l'orifice du sinus coronaire :

Circulaire, mesurant 12 mm, muni sur son bord antéro-externe d'un mince repli appelé valvule de Thébesius.

IV. Atrium droit normal en imagerie :

1. Radiographie du thorax :

a. Incidence de face :

L'atrium droit est représenté par l'arc inférieur droit. Il est convexe, et situé au dessous de l'arc supérieur droit représenté par la veine cave supérieure.



L'atrium dilaté : apparait comme un arc plus allongé et plus convexe.

b. Incidence de profil :

Juste un bref segment de l'atrium droit peut participer à la formation de la partie inférieure du bord postérieur de la silhouette cardiaque, à côté de la partie terminale de la veine cave inférieure, si l'inspiration est bien profonde.

c. Incidence oblique antérieure droite :

L'atrium droit forme la partie basse du bord droit de la silhouette cardiaque.

d. Incidence oblique antérieure gauche :

L'atrium droit forme une grande partie du bord droit de la silhouette cardiaque au dessous de la veine cave supérieure.

2. Angiocardiographie :

L'atrium droit se présente de face comme une cavité ovoïde à grand axe vertical, l'auricule forme une saillie triangulaire au bord supéro-gauche, la partie inféro-gauche est occupée par l'orifice tricuspide.

3. Echocardiographie (figure 5):

Elle permet de préciser la forme et la taille de l'atrium droit, qui normalement ne doit pas dépasser 20 cm² pour sa surface télédiastolique. On reconnaît souvent en basal dans l'atrium droit, l'abouchement elliptique ou rond de la veine cave inférieure.



Figure 5 : vues échocardiographiques montrant l'atrium droit.

4. TDM / IRM cardiaque:

Ovoïde à grand axe sagittal, l'atrium droit est derrière et à droite du ventricule droit, qui occupe la face antérieure du cœur.

V. Applications cliniques :

1. En matière de chirurgie cardiaque :

Après ouverture du péricarde, apparaît la face externe de l'atrium droit, au niveau de laquelle sont confectionnées les bourses pour les canulations veineuses caves lors des interventions cardiaques sous circulation extracorporelle (figure 6).

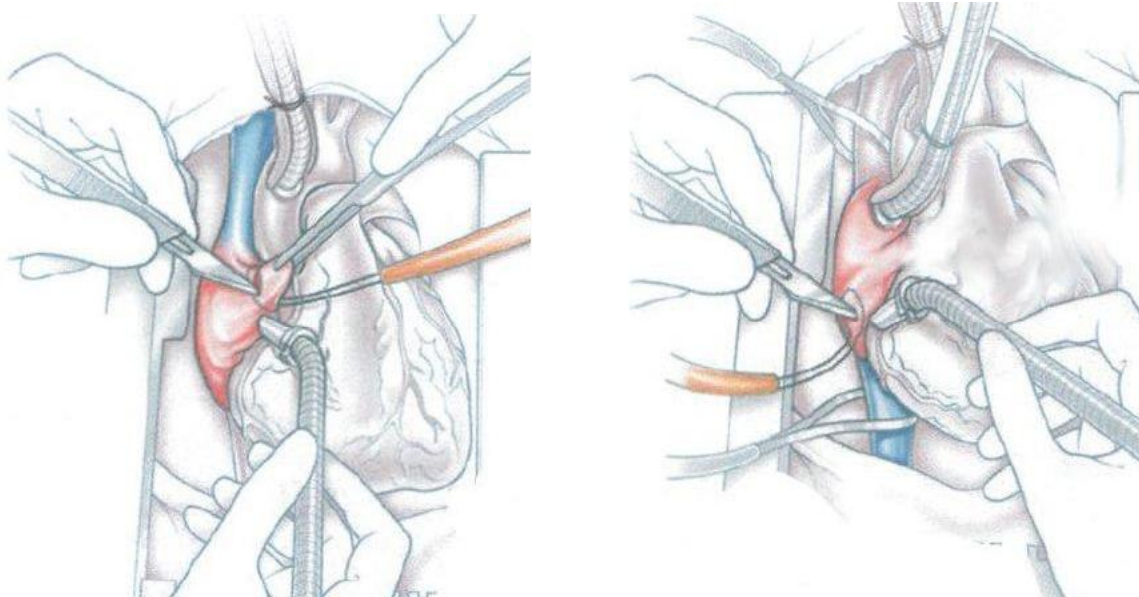


Figure : 6

2. Pathologies :

Dilatation ou hypertrophie primaire ou secondaire.

Structures supplémentaires dans l'atrium droit : thrombus, tumeur...

ATRIUM GAUCHE

I. Embryologie : idem atrium droit.

II. Rôle :

L'atrium gauche joue le rôle:

- d'un réservoir permettant le stockage systolique du sang pour le remplissage du ventricule pendant la diastole.
- D'un conduit lors du passage diastolique du sang venant des veines pulmonaires à travers l'atrium pour aller vers le ventricule gauche.

III. Description : [24], [25], [57]

L'atrium gauche (figure 7) est le réceptacle du sang oxygéné provenant des poumons, par les 2 veines pulmonaires droites et gauches. Grossièrement ovoïde, plus arrondi et plus épaisse que l'atrium droit, à grand axe transversal d'un pédicule veineux pulmonaire à l'autre, donc perpendiculaire à l'axe de l'atrium droit, très postérieur sur le cœur en place.

De forme irrégulièrement tubulaire, sinueuse, et d'aspect musculaire, l'auricule gauche prolonge l'atrium gauche, en dehors et en avant. Son bord inférieur recouvre le sillon atrio-ventriculaire gauche et son sommet, sous forme de crochet pend sur la face antérieure du ventricule gauche.

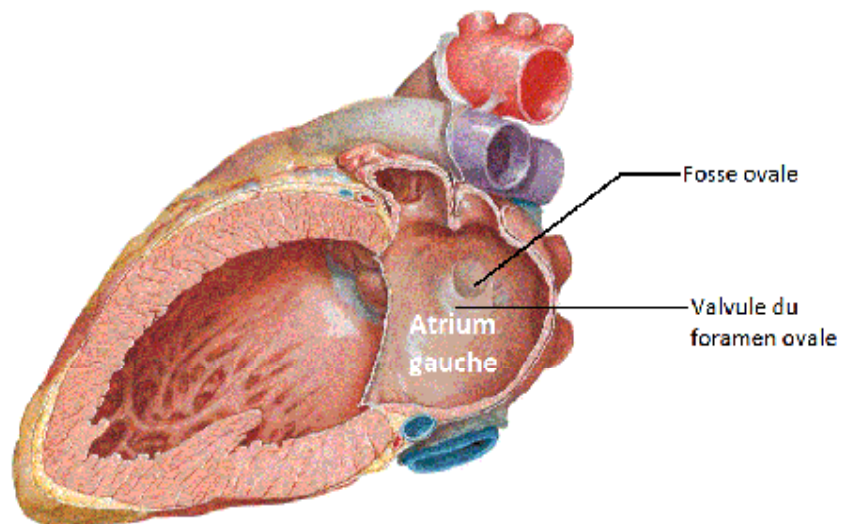


Figure 7 : Coupe à travers l'atrium et le ventricule gauche après résection de la valve atrio-ventriculaire gauche.

Bien que l'atrium gauche soit plus arrondi que l'atrium droit, on lui décrit également 6 parois :

1. Paroi latérale (gauche) :

Lisse en arrière, présentant en avant l'orifice de l'auricule gauche, ouvert à l'union des parois antérieure et latérale, qui conduit dans un diverticule allongé, incurvé, aux parois revêtues de nombreuses colonnes charnues.

2. Paroi interne (septale) :

Est formée par le septum inter-atrial .Assez souvent on y voit une saillie qui répond à la fosse ovale de l'atrium droit et qui est limitée en avant par un croissant membraneux, le repli semi- lunaire (reliquat du trou de Botal).

3. Parois supérieure (toit de l'atrium gauche) et inférieure :

Etroites, lisses et concaves.

4. Paroi antérieure :

Occupée par l'orifice atrio-ventriculaire gauche (orifice mitral).

5. Paroi postérieure :

Lisse, présentant à ses 2 extrémités les orifices des 4 veines pulmonaires, 2 orifices superposés à chacune de ces extrémités droite et gauche, circulaire de 15 mm de diamètre, avalvulés.



Il peut être étonnant de constater qu'aucune valve ne protège la jonction entre les veines pulmonaires et l'atrium gauche, même constatation pour celle entre les veines caves et l'atrium droit. Lorsque les atrioms se contractent, une petite quantité de sang provenant des atrioms reflue en fait dans ces vaisseaux. Toutefois, le reflux est réduit par un mécanisme différent : lorsque les muscles des atrioms se contractent, ils compriment et écrasent pratiquement les points d'accès aux veines.

IV. Atrium gauche normal en imagerie :

1. Radiographie standard :

a. Incidence de face :

L'atrium gauche ne participe pas à la formation de la silhouette cardiaque.



La dilatation de l'atrium gauche, entraîne :

- Son débord sur la partie haute de l'arc inférieur droit, formant ainsi une image en double contour.
- Son expansion vers la gauche en créant une saillie de la partie inférieure de l'arc moyen gauche.
- Signe de cavalier : La trachée se divise en 2 branches souches qui forment normalement un angle aigu, un atrium gauche dilaté peut les écarter.

b. Incidence de profil :

L'atrium gauche forme la partie supérieure du bord postérieur de la silhouette cardiaque au dessus du ventricule gauche, qui est nettement limité par un espace clair rétro-cardiaque. L'atrium gauche est partiellement noyé dans le médiastin.

c. Incidence en oblique droite :

L'atrium gauche forme la partie haute du bord droit du cœur.

d. Incidence en oblique gauche :

L'atrium gauche forme le 1/3 supérieur du bord gauche du cœur, au dessus du ventricule gauche.

2. Echocardiographie :

Elle permet de préciser la forme et la taille de l'atrium gauche, qui doit désormais être évaluée par la mesure de son volume et non plus par son diamètre antéro-postérieur.



Un volume de 40 ml/m² de surface corporelle définit une dilatation atriale gauche.

3. Angiocardiographie :

Pendant la systole, l'atrium gauche prend un aspect sphérique, l'anneau mitral est déplacé vers la pointe du ventricule droit. Pendant la diastole, il diminue de volume pendant la phase de remplissage rapide, la systole atriale apparaît comme une contraction très brève de la paroi atriale gauche.

4. TDM/IRM cardiaque :

L'atrium gauche est en situation médiane, en arrière et à gauche de l'atrium droit.

V. Applications cliniques :

1. En matière de chirurgie cardiaque :

Lors des commissurotomies mitrales dites à « cœur fermé », effectuées pour rétrécissement mitral, le dilatateur (ou le doigt) peut être introduit dans l'atrium gauche, puis dans l'orifice mitral par l'intermédiaire de l'orifice de l'auricule gauche situé dans la paroi latérale de l'atrium gauche.

2. Pathologies :

- Dilatation ou hypertrophie.
- Thrombus pouvant engendrer des accidents cardio-vasculaires notamment cérébraux.
- Tumeurs : myxome + + +.

➤ Cœur tri-atrial (figure 8):

Anomalie congénitale, caractérisée par l'existence d'une membrane qui traverse l'atrium gauche et la divise en 2 cavités. La membrane possède des ouvertures pour le passage du sang, la taille de ces ouvertures détermine la symptomatologie et l'âge de manifestation de cette malformation ...

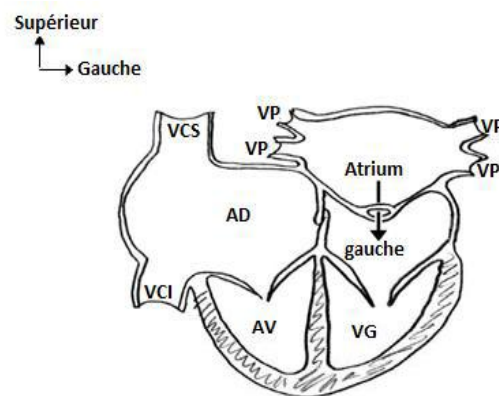


Figure 8 : coupe à travers l'atrium et le ventricule gauche

Ventricules

Du latin ventriculus, diminutif de venter « ventre ».

Les ventricules sont placés en avant et à gauches des atriums. Ils sont de forme pyramidale triangulaire à grand axe parallèle à celui du cœur. Leur sommet se dirige vers la pointe du cœur et leur base postéro-droite est occupée par 2 orifices :

- **L'orifice atrio-ventriculaire** : Faisant communiquer le ventricule avec l'atrium homologue, il est muni d'une valve atrio-ventriculaire, découpée en plusieurs cuspides.
- **L'orifice artériel** : Faisant communiquer le ventricule avec l'aorte à gauche, et l'artère pulmonaire à droite.

Les 2 ventricules sont séparés par le septum interventriculaire. Leurs parois sont musculaires, revêtues à l'intérieur de saillies musculaires, les colonnes charnues, qu'on distingue en trois ordres :

- **Colonnes 1^{er} ordre** : les piliers, donnent naissance aux cordages tendineux destinés aux valves atrio-ventriculaires.
- **Colonnes 2^{eme} ordre** : fixées à la paroi par leurs extrémités, mais libres dans leur portion intermédiaire.
- **Colonnes 3^{eme} ordre** : simples reliefs musculaires adhérent à la paroi ventriculaire sur toute leur longueur.

La pression qui en règne est différente d'un ventricule à l'autre, elle est à gauche 5 fois plus élevée qu'à droite.

Mensurations	Ventricule droit	Ventricule gauche
Epaisseur	5-6 mm	12-14mm
Poids	70g	150g
Capacité	140 ml	120ml

VENTRICULE DROIT

I. Embryologie : [3] [4] [8] [10]

Comme on a déjà vu, le tube cardiaque dès le 22ème jour est formé de 4 compartiments : le conotruncus, le ventricule primitif, l'oreillette primitive et le sinus veineux.

1. Le conotruncus :

Est séparé du ventricule primitif par le sillon interventriculaire, ainsi nommé parce qu'il correspond à la limite future des ventricules droit et gauche. On lui distingue 2 étages :

- **L'étage inférieur du conotruncus** : Postérieur ou caudal, il est à l'origine de la portion trabéculée ou chambre de remplissage du ventricule droit.
- **L'étage supérieur du conotruncus** : Est à l'origine des parties non-trabéculées ou chambres d'éjections des ventricules droit et gauche.

Le conotruncus qui, au début du développement, surplombe les ventricules du cœur embryonnaire est le siège d'une mort cellulaire programmée importante qui provoque son incorporation aux ventricules.

2. Le ventricule primitif :

Est à l'origine de la portion trabéculée ou chambre de remplissage du ventricule gauche. Il est séparé de l'atrium primitif par le sillon atrio-ventriculaire.

Entre le 23^{ème} et le 33^{ème} jour, le tube cardiaque se coude vers la droite, et adopte la forme d'une boucle (figure 9). Ce sont des différences de l'activité mitotique de chaque compartiment qui provoque leurs déplacements relatifs. C'est ainsi que le conotruncus se déplace vers le bas, et le ventricule primitif se déplace vers la gauche.

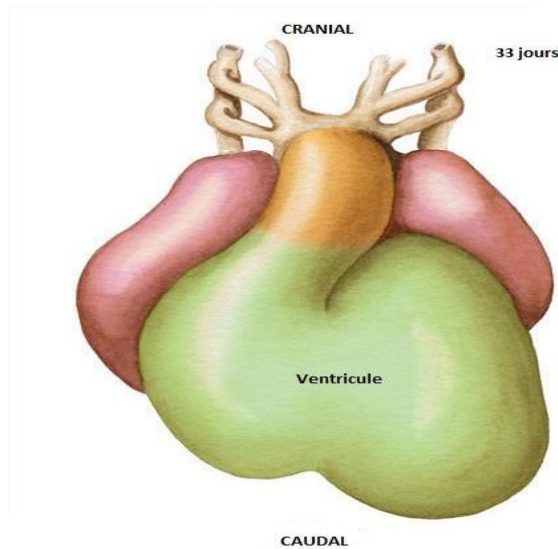


Figure 9

A partir du 39^{ème} jour, le phénomène de cloisonnement ventriculaire aura lieu. Il aboutit en fin de compte à la formation des 2 ventricules droit et gauche.

(On va parler en détails de ce phénomène au cours du chapitre septum inter-ventriculaire)

II. Rôle :

Le rôle du ventricule droit a longtemps été considéré comme négligeable, simple conduit passif entre la circulation veineuse systémique et la circulation pulmonaire. En fait, les progrès dans la compréhension de la physiologie cardio-vasculaire ont permis d'établir le rôle prédominant du ventricule droit dans le maintien des basses pressions dans la circulation artérielle pulmonaire. Et ceux-ci grâce à ses particularités anatomiques, la finesse de ses parois et le mode de ses contractions faites dans un mouvement de torsion.

III. Description : [24], [25], [57]

Le ventricule droit (10) la forme d'une pyramide triangulaire avec : 3 parois (antérieure, interne et inférieure), une base, et un sommet.

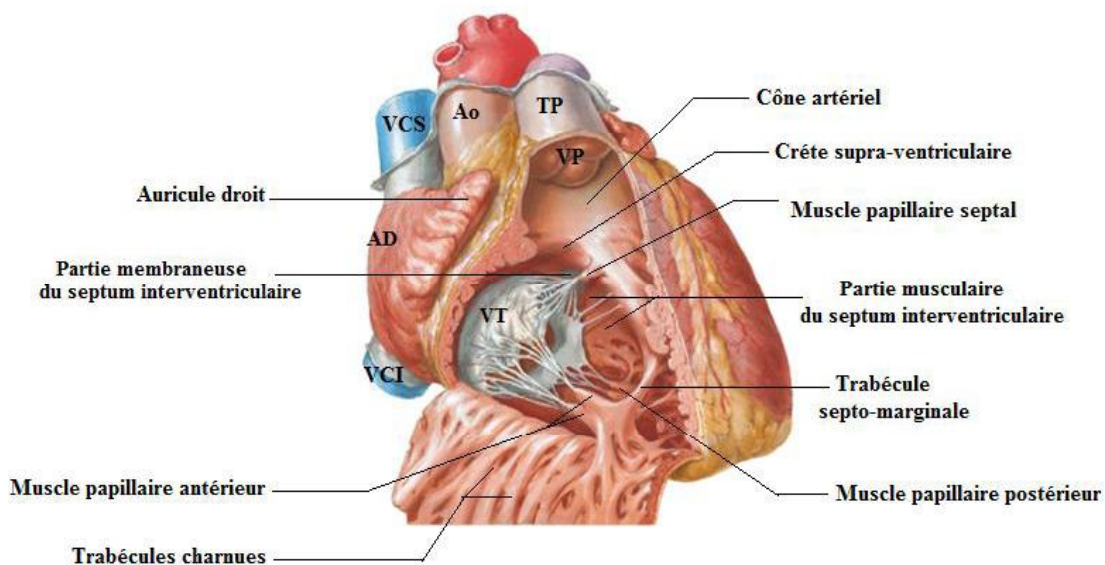


Figure 10 : vue antérieure du ventricule droit ouvert.

1. La paroi antérieure ou sterno-costale : La plus étendue, située entre les sillons interventriculaires antérieur et atrio-ventriculaire et le bord droit du cœur.

2. **La paroi inférieure ou diaphragmatique** : Comme la paroi antérieure, est légèrement concave vers l'intérieur, l'épaisseur de ces deux parois antérieure et inférieure atteint à peine 5 mm.

3. **La paroi médiale ou septale** : Elle est fortement convexe et présente à sa partie moyenne une saillie musculaire horizontale : la crête supra-ventriculaire (éperon de Wolff). Cette paroi septale correspond au septum inter-ventriculaire. Musculaire, épaisse, mesurant 10 mm, dans la très grande partie de son étendue, elle devient membraneuse, fine sur une petite surface au voisinage de la base du ventricule, la partie musculaire correspond au septum inferius ; la partie membraneuse a pour origine le septum intermedium (on va les voir dans l'embryologie des septums).

La paroi médiane n'est pas tout entière interventriculaire ; en effet, si sa face gauche répond sur toute son étendue au ventricule gauche, en revanche sa face droite présente deux segments : l'un antérieur, interventriculaire, très étroit qui répond aux deux ventricules ; l'autre postérieur, atrio-ventriculaire, un peu plus étendu que le précédent, qui sépare l'atrium droit du ventricule gauche ; la limite entre ces deux zones sur la face droite du septum est marquée par l'attache de la valve atrio-ventriculaire droite ou tricuspide. Ceci explique la possibilité de communication anormale entre atrium droit et ventricule gauche.

Ces 3 parois du ventricule droit, donnent naissance à de nombreuses saillies et reliefs musculaires, selon les rapports de ces fibres musculaires avec les parois du cœur, on distingue :

a. **Les colonnes charnues de 1er ordre** : Ou muscles papillaires ou piliers du cœur, annexés à la valve atrio-ventriculaire droite, on a 3 groupes :

- **Muscle papillaire ou pilier antérieur** : Situé à la partie moyenne de la paroi antérieure, conique, très puissant, volumineux, long de 2 cm, oblique en haut et en arrière.
- **Muscles papillaires septaux ou piliers internes** : Subdivisés en 2 parties :
 - **Partie supérieure** : Appelée « le muscle papillaire du cône artériel », située à la base de l'infundibulum pulmonaire, unique et constant, long de 1cm.
 - **Partie inférieure** : Plus complexe, située à la partie basse de la paroi septale, il comporte plusieurs petits muscles ou piliers, dont le plus développé forme le muscle de Lancisi.
- **Muscles papillaires postérieurs ou piliers inférieurs** :
 - **Pilier postérieur** : mesurant 1 cm.
 - **piliers postéro-latéraux ou externes** : Au nombre de 2, répondant au bord externe du ventricule, entre les parois antérieure et inférieure.

b. Les colonnes charnues de 2eme ordre : ou trabécules charnus ou piliers de 2ème ordre, avec notamment le trabécule septo-marginal ou bandelette ansiforme ou bandelette modératrice. Cette dernière est tendue entre la base du muscle papillaire antérieur (en bas) et la paroi septale du ventricule, courbe, aplatie transversalement, elle présente un bord postérieur libre et un bord antérieur relié aux parois ventriculaires (antérieure et septale) par des petites colonnes charnues. Elle contient du tissu de conduction : branche droite du faisceau atrio-ventriculaire (His). La bandelette modératrice solidarise les parois ventriculaire, s'oppose aux contraintes de pression dilatatrice du ventricule droit.

c. Colonnes charnues de 3eme ordre : Forme de simples saillies sur la paroi ventriculaire.

4. Le sommet :

Il est au voisinage de l'apex du cœur. On y trouve des colonnes charnues de deuxième et troisième ordre donnant à ce niveau un aspect caverneux.

5. La base :

Elle est entièrement occupée par 2 orifices:

a. L'orifice atrio-ventriculaire droit:

Circulaire, un peu allongé dans le sens transversal, orienté presque verticalement, il regarde en arrière, en haut et à droite.

Cet orifice présente de grandes dimensions, un diamètre de 35 à 40 mm, admettant 3 doigts, et une circonférence de 105 à 120 mm.

b. L'orifice de l'artère pulmonaire :

Circulaire également, orienté en haut, en arrière et à gauche, mesurant 24-28 mm de diamètre, et 75-85mm de circonférence.

Au total :

La cavité ventriculaire droite est divisée en 2 compartiments ou « chambres ventriculaires », par une cloison à claire voie, constituée par la cuspside antérieure de la valve atrio-ventriculaire droite, plongeant dans le ventricule droit.

Les 2 chambres communiquent entre elle par un orifice elliptique compris entre le bord libre de la cuspside antérieure, le muscle papillaire antérieur, la trabécule septo-marginale, la crête supra-ventriculaire et le muscle papillaire du cône artériel.

On distingue :

- **La chambre postéro-inférieure ou atriale :** Communiquant largement avec l'atrium par l'orifice atrio-ventriculaire, c'est « la chambre de remplissage » du ventricule droit.
- **La chambre antéro-supérieure ou artérielle ou infundibulum pulmonaire ou cône artériel :** C'est la « chambre de chasse » du ventricule droit. Elle a la forme d'un entonnoir dont le sommet est à l'orifice pulmonaire.

IV. Visualisation du ventricule droit normal en imagerie :

1. Radiographie standard :

a. Incidence de face :



Le ventricule droit ne participe pas à la formation de la silhouette cardiaque.

En cas de dilatation du ventricule droit, il pivote vers la gauche refoulant le ventricule gauche ce qui entraîne sur l'incidence de face une saillie de l'arc inférieur gauche convexe avec un aspect arrondi de la pointe surélevée.

b. Incidence de profil :

Par sa chambre de chasse, le ventricule droit participe à la formation du bord antérieur de la silhouette cardiaque, au dessous (de bas en haut) du tronc de l'artère pulmonaire et l'aorte ascendante.



En cas de dilatation du ventricule droit, il bombe en avant comblant l'espace clair rétro-sternal.

c. Incidence oblique antérieure droite :

Le ventricule droit participe à la formation du bord gauche de la silhouette cardiaque au dessous du tronc de l'artère pulmonaire et de l'aorte ascendante.

d. Incidence oblique antérieure gauche :

Le ventricule droit ne participe à la formation du bord droit du cœur que par un bref segment situé au dessous de l'atrium droit.

2. Angiocardiographie :

Le ventricule droit a de face la forme d'un « L » incliné sur son côté gauche, on y distingue la chambre de remplissage et la chambre de chasse. De point de vue morphologique, le ventricule droit est caractérisé par l'aspect morphologique de ses parois.

De profil, le ventricule droit est réniforme à concavité postérieure correspondant au septum interventriculaire. Le bord postérieur est occupé à sa partie inférieure par l'orifice tricuspide, séparé en haut de la face postérieure de la chambre de chasse par une empreinte formée par la crête supra-ventriculaire ou éperon de Wolf.

3. Echocardiographie :

Le ventricule droit est représenté sur l'écran sur la gauche du ventricule gauche. En situation normale il est significativement plus petit que le ventricule gauche.

L'examen échocardiographique du ventricule droit doit préciser plusieurs paramètres : la taille, la contractilité globale, l'épaisseur pariétale et la présence ou non de structures supplémentaires (thrombus,...)

4. TDM/ IRM cardiaque :

Le ventricule droit occupe la face antérieure du cœur en avant de l'atrium droit.

V. Applications cliniques : Anomalies du ventricule droit

- Dilatation ou hypertrophie
- Altération de la fonction systolique
- Troubles de contractilité (hypo ou akinésie)
- Cardiomyopathies
- Structures supplémentaires : Thrombus, Tumeur...

VENTRICULE GAUCHE

I. Embryologie : [3] [4] [8] [10]

1. L'étage supérieur du conotruncus: Est en partie à l'origine de la portion non-trabéculée ou chambre d'éjection du ventricule gauche.

2. Le ventricule primitif : Est à l'origine de la portion trabéculée ou chambre de remplissage, du ventricule gauche. Il est séparé de l'atrium primitif par le sillon atrio-ventriculaire.

(Pour plus de détails, voir embryologie du ventricule droit)

II. Rôle :

Le ventricule gauche joue le rôle de pompe systolique permettant de pomper le sang dans le système vasculaire de manière rythmique. En diastole il se remplit de sang.

III. Description : [24], [25], [57]

Le ventricule gauche (figure 11) a la forme d'un cône aplati transversalement, il reçoit le sang saturé en oxygène. Ses parois sont beaucoup plus épaisses que celle du ventricule droit, et donc l'importante masse musculaire de ces parois lui permet de développer une puissance de propulsion assurant une pression de perfusion tissulaire pouvant atteindre 100mm Hg moyenne. Il présente 2 parois, un sommet et une base.

1. **Paroi septale (droite):** Répond au septum inter-ventriculaire, et atrio-ventriculaire tout en haut. Excavée, lisse en arrière, près de l'orifice aortique. Elle est parcourue par de nombreuses colonnes charnues, en avant.

2. **Paroi latérale (gauche):** Répond à la face latérale gauche du cœur, elle présente de nombreuses saillies musculaires, notamment les 2 muscles papillaires. Elle se continue sans démarcation avec un court segment de la paroi diaphragmatique.

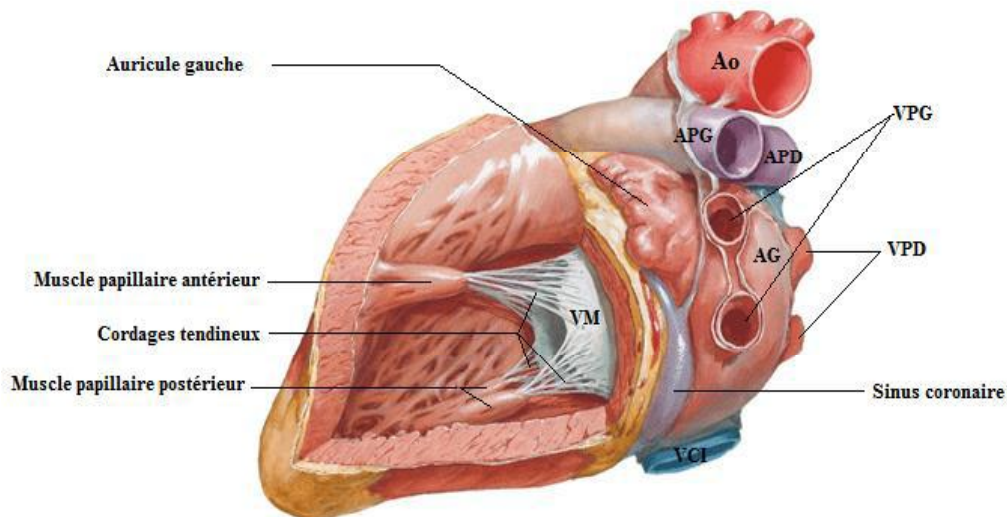


Figure 11 : Volet ouvert de la paroi latérale du ventricule gauche.

Ces 2 parois du ventricule gauche, sont séparées par 2 bords arrondis: antéro-supérieur et postéro-inférieur. Elles donnent naissance à de nombreuses saillies musculaires :

a. Colonnes charnues de premier ordre ou muscles papillaires ou piliers:

Naissent dans les angles formés, en avant et en arrière, par la réunion des faces latérale et septale et se terminent par des cordages tendineux sur la valve atrio-ventriculaire gauche, on distingue :

- **Muscle papillaire antérieure** : Conique, implanté sur le bord antéro-supérieur du ventricule, et la paroi gauche attenante, à l'union du 1/3 antérieur et 1/3 moyen du ventricule. Il se fixe sur la moitié antérieure de la valve atrio-ventriculaire gauche.
- **Muscle papillaire postérieur (ou inférieur)** : Plus court et plus large que l'antérieur. Il se fixe sur la moitié postérieure de la valve atrio-ventriculaire gauche. Il est implanté sur le bord postéro-inférieur du ventricule, et la paroi gauche attenante, un peu plus près de la pointe que le muscle papillaire antérieur. Le pilier postérieur est souvent dédoublé, en forme de gouttière, dont la cavité vient, s'emboîter au cours de la systole, dans la convexité du pilier antérieur.

b. Colonnes charnues de 2^{ème} et 3^{ème} ordres :

Elles sont très nombreuses vers le sommet du ventricule.

3. sommet :

Arrondi, recouvert de colonnes charnues qui lui donnent un aspect « aréolaire », il occupe la totalité de l'apex du cœur (le sillon inter-ventriculaire croisant le bord droit du cœur 2 cm en dedans de la pointe).

4. Base:

Est entièrement occupée par les orifices atrio-ventriculaire et artériel (aortique), disposés sur le même plan et côte à côte.

a. Orifice atrio-ventriculaire :

C'est un orifice annulaire, presque circulaire, situé dans un plan oblique comme l'orifice tricuspide, il regarde en arrière, à droite et un peu en haut. Il mesure 30-35mm de diamètre, admettant 2 doigts et ½ (et donc plus petit que l'orifice tricuspide), et 90-110mm de circonférence.

b. Orifice aortique :

Est également circulaire, situé en arrière de l'orifice pulmonaire, regardant en haut, en arrière et à droite. Il mesure 25 mm de diamètre, et 70-80 mm de circonférence.

Au total :

La cavité ventriculaire gauche est divisée en 2 chambres par la cuspide antérieure de la valve atrio-ventriculaire gauche, plongeant dans le ventricule gauche. Ces 2 chambres communiquent entre elle par un orifice ovalaire compris entre le bord libre de la cuspide, les 2 piliers, et la paroi ventriculaire intermédiaire. On distingue :

➤ La chambre postéro-inférieure ou atriale :

Forme la chambre veineuse ou de remplissage ou d'admission, comprise entre la cuspide antérieure et la portion externe du ventricule. Elle communique largement avec l'atrium homolatéral par l'orifice atrio-ventriculaire gauche.

➤ La chambre antéro-supérieure :

Plus vaste, elle forme la chambre artérielle ou de chasse. Elle est comprise entre la cuspide antérieure et la paroi septale. Elle se prolonge par un cône moins développé que celui de l'infundibulum pulmonaire et qui aboutit à l'orifice aortique.

IV. Visualisation du ventricule gauche en imagerie :

1. Radiographie standards :

a. Incidence de face :

Le ventricule gauche forme l'arc inférieur gauche de la silhouette cardiaque. Il est situé au dessous (de bas en haut) de :

- L'arc moyen gauche formé par le tronc de l'artère pulmonaire.
- L'arc supérieur gauche formé par le bouton aortique.



De face, l'augmentation de volume du ventricule gauche entraîne un allongement de l'arc inférieur gauche déplacé vers le bas et la gauche avec l'apex s'enfonçant dans le diaphragme (pointe sous diaphragmatique). Le ventricule gauche se rapproche de la limite latérale gauche du thorax.

b. Incidence de profil :

Le ventricule gauche forme la partie inférieure du bord postérieur de la silhouette cardiaque au dessous de l'atrium gauche.

c. Incidence en oblique antérieure droite :

Dans cette incidence le ventricule gauche est vu de façon rasante, au niveau du bord gauche du cœur, constitué également par la partie haute de l'aorte ascendante, le tronc de l'artère pulmonaire et la chambre de chasse du ventricule droit.

d. Incidence oblique antérieure gauche :

Le ventricule gauche représente les 2/3 inférieure du bord gauche du cœur.

2. Angiocardiographie :

Le ventricule gauche a une forme ovoïde, à grand axe oblique en bas et à gauche à pointe inféro-gauche.

3. Echocardiographie :

Elle permet d'apprécier l'épaisseur régionale de la paroi, masse musculaire, diamètre et volumes télésystolique et télédiastolique (VTS et VTD), chambre de remplissage, chambre d'éjection, muscles papillaires, apex ainsi que structures supplémentaires pathologiques.



Fraction d'éjection est un paramètre classique pour évaluer la fonction systolique globale du ventricule gauche : $FE = \frac{VTD - VTS}{VTD}$. En pratique clinique, on a une classification simple en:

- Normale : > 55%.
- Altération : discrète = 40-55%, modérée = 30-45%, sévère < 30%.

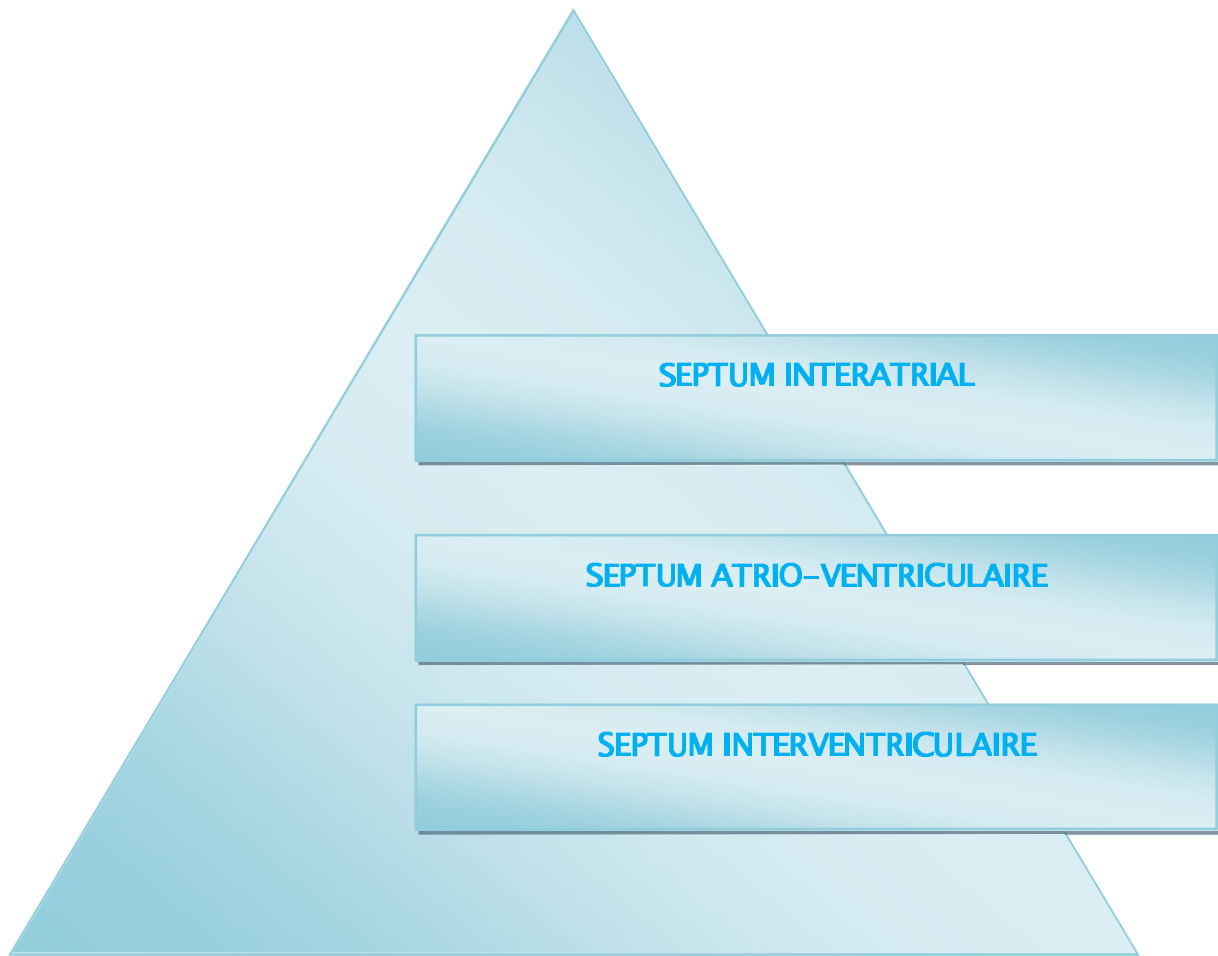
4. TDM/IRM cardiaque :

Le ventricule gauche longe le flanc postéro-gauche du ventricule droit.

V. Applications cliniques : Anomalie du ventricule gauche

- Dilatation ou hypertrophie
- Altération de la fonction du ventricule gauche : en faveur d'une insuffisance cardiaque
- Altération de la fonction systolique régionale ou trouble de la cinétique segmentaire.
- Cardiomyopathies
- Structures supplémentaires : Thrombus, Végétations...

LE SEPTUM DU COEUR



Rôle

Embryologie

Description

Visualisation du septum normal du cœur en imagerie

Applications cliniques

Le septum, synonyme de cloison, qui, de point de vue étymologique, vient du latin populaire « clausionem », accusatif de « clausio » « fermeture », dérivé de « clausum », participe passé de « claudere », « clore », « fermer ».

En anatomie : Partie destinée à séparer deux cavités l'une de l'autre ou à diviser une cavité principale.

Le septum du cœur est une formation complexe, apparait chez l'embryon à la fin du 1^{er} mois, au moment où s'effectue le cloisonnement des cavités cardiaques. Elle est parallèle au grand axe du cœur, médiane, elle augmente progressivement d'épaisseur de haut en bas.

I. Embryologie :

1. septum inter-atrial (figure 1) : [4] [10] [21] [22]

Le septum inter-atrial de l'adulte résulte de la fusion de 2 septa embryonnaires incomplets, le septum primum et le septum secundum. Chacun de ceux-ci est muni d'une large ouverture qui permet le shunt de droite à gauche du sang pendant la gestation.

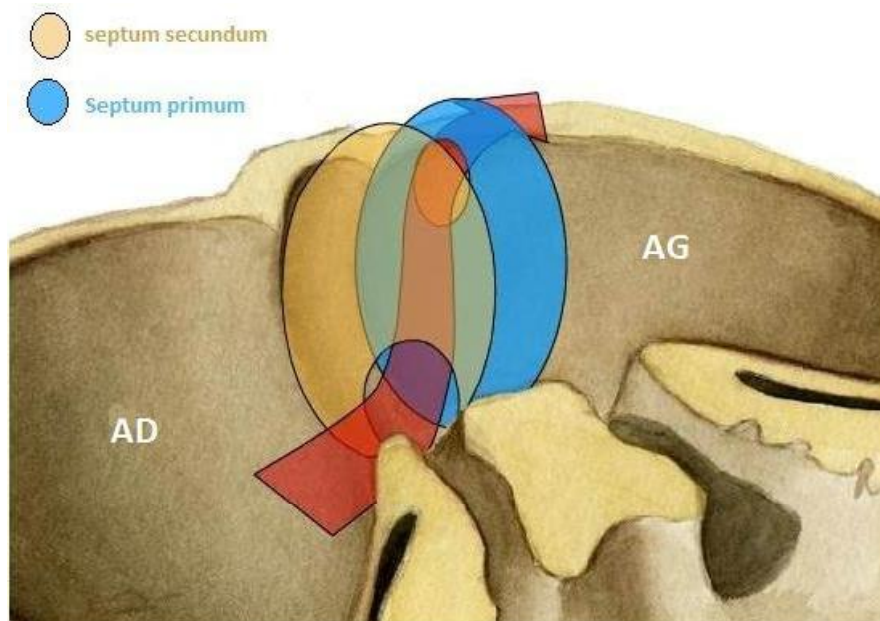


Figure 1 : vue schématique du septum primum et secundum.

a. A la fin de la 4eme, le septum primum commence à grandir vers le bas en partant de la voûte de l'atrium :

Aux environs du 26eme jour, pendant que se poursuit les remaniements de l'atrium, la voûte de celui-ci se déprime vers la ligne médiane, par suite de la présence du cône du cœur et du tronc artériel sus jacents. Au 28eme jour, cette dépression s'agrandit et produit un croissant de tissu, le septum primum, qui commence à s'étendre dans l'atrium à partir de sa paroi supéro-postérieure. Au cours de la 5eme semaine, le bord libre du septum primum se développe en direction caudale, vers le canal atrio-ventriculaire, séparant graduellement, par conséquent, les futures atriums droite et gauche. L'ouverture en voie de rétrécissement, située entre les atriums, est appelée ostium primum.

b. Le septum primum fusionne avec les bourrelets endocardiques supérieur et inférieur qui se développent dans le canal atrio-ventriculaire :

Au moment où le septum grandit vers le bas, 4 expansions se développent dans l'endocarde, autour du pourtour du canal atrio-ventriculaire. Ces épaissements sont les bourrelets endocardiques droit, gauche, inférieur et supérieur. A la fin de la 6eme semaine, les bourrelets inférieur et supérieur se rencontrent et fusionnent, formant le septum intermedium. Celui-ci divise le canal atrio-ventriculaire commun en canaux atrio-ventriculaires droit et gauche. Au même moment, le bord en croissance du septum primum rencontre le septum intermedium. Ceci a pour effet d'oblitérer l'ostium primum.

Cependant avant cette fermeture de l'ostium primum, la mort cellulaire programmée, dans une région voisine du bord supérieur du septum primum, provoque l'apparition de petites perforations qui confluent pour constituer un nouvel orifice, l'ostium secundum. Par conséquent, avant que ne se ferme l'ancien shunt de droite à gauche, une seconde communication est déjà en place.

c. Un septum secundum incomplet se forme du à côté du septum primum :

Pendant que se développe le septum primum, apparaît, juste à côté de lui, à la voûte de l'atrium droit, une seconde arête, le septum secundum. Epais et musculéux, à l'inverse du septum primum, qui est mince et membraneux, le septum secundum grandit en direction postéro-inférieure mais il s'arrête avant d'atteindre le septum intermedium, laissant persister une ouverture le foramen ovale, près du plancher de l'atrium droit. Durant tout le reste de la vie fœtale, le sang sera ainsi dévié de l'atrium droit vers l'atrium gauche en passant par les 2 communications décalées l'une par rapport à l'autre ; le foramen ovale est près du plancher de l'atrium droit, le foramen secundum, près de la voute de l'atrium gauche.

Ce shunt se ferme à la naissance, par suite de la dilatation brutale du lit vasculaire pulmonaire associée à l'arrêt du courant ombilical, ce qui a pour effet d'inverser les différences pression entre les atriums. De ce fait, le septum primum, flexible, est poussé contre le septum secundum rigide.

2. Septum atrio-ventriculaire :

Le bourrelet atrio-ventriculaire supérieur et le bourrelet atrio-ventriculaire inférieur se rapprochent l'un de l'autre et fusionnent pour former le septum atrio-ventriculaire.

3. Septum inter-ventriculaire (figure 2,3) :

a. Le cloisonnement des ventricules est synchroné de la formation des valves atrio-ventriculaires et de la séparation des conduits efférents :

Une fois réalisé l'alignement correct des canaux atrio-ventriculaires, des ventricules et leurs conduits efférents, tout est en place pour achever les phases de la morphogénèse cardiaque : le cloisonnement des ventricules et du conduit

d'évacuation, le partage de celui-ci en aorte ascendante et tronc pulmonaire et le développement des valves du cœur.

b. A partir de la fin de la 4eme semaine, un septum inter-ventriculaire musculaire incomplet (septum inferius) sépare les ventricules :

A la fin de la 4eme semaine, la partie inférieure du sillon bulbo-ventriculaire commence à faire saillie dans la lumière cardiaque, le long de la zone comprise entre les cavités ventriculaires présomptives droite et gauche. Ce septum se constitue apparemment lorsque les parois en croissance des ventricules droit et gauche deviennent plus proches l'une de l'autre. Cependant la croissance de ce septum musculaire interventriculaire s'arrête au milieu de la 7eme semaine. Cet arrêt de la croissance est crucial : si la fusion venait à se produire trop tôt, le ventricule gauche serait coupé de sa voie d'évacuation.

Au moment où le septum musculaire interventriculaire cesse de grandir, les 2 ventricules communiquent entre eux par le foramen interventriculaire ainsi que par la base élargie du cône du cœur. Une séparation plus poussée des ventricules doit se faire par une étroite coordination pour assurer le fonctionnement correct du cœur. Ainsi, dans un 2eme temps, entre les 5^{ème} et 8^{ème} semaines, le foramen interventriculaire sera comblé par le septum membraneux, résultant de la coalescence de 3 bourgeons : un bourgeon en provenance du septum intermedium, et 2 bourgeons issus du septum conotruncal.

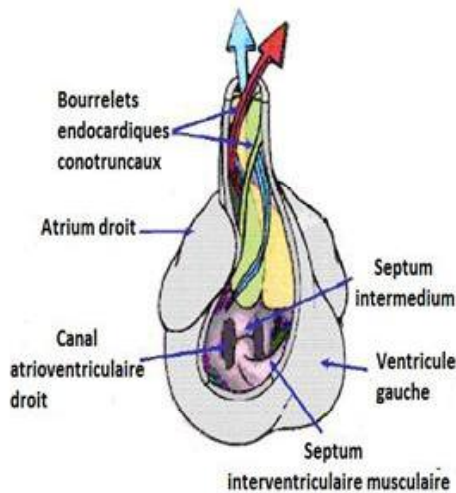


Figure 2 : Cloisonnement ventriculaire.
D'après Larsen. Embryologie Humaine.

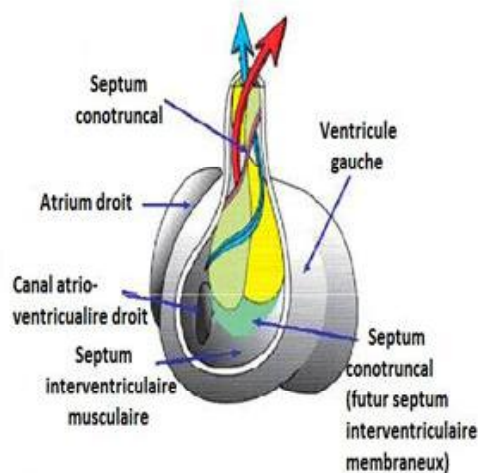


Figure 3 : Cloisonnement ventriculaire achevé
(50 jours).
D'après Sadler. Langman's Medical

II. Rôle :

Le septum du cœur est normalement étanche, divise le cœur dans le sens de la longueur, en 2 parties différentes physiologiquement le cœur gauche et droit ainsi les circulations gauche et droite sont totalement séparées.

Le cœur gauche : pompe le sang nouvellement oxygéné provenant des poumons vers l'aorte, et l'envoie ainsi dans le réseau artériel qui irrigue tout le corps. Le sang donne ainsi son oxygène aux tissus, et est ramené par la suite dans le cœur droit par le système veineux. De là, il est pompé vers les poumons pour se recharger en oxygène et revenir dans le cœur gauche.

III. Description : [24] [25] [26] [28]

Le septum du cœur peut être décomposé en 3 portions :

1. Le septum inter-atrial (figure 4) :

Il sépare les deux atriums. Il paraît se continuer en avant avec le septum atrioventriculaire ; par le reste de son pourtour, il s'unit à la paroi des atriums en regard du sillon interatrial. Le septum inter-atrial est orienté, de même que le septum interventriculaire suivant un plan oblique, en avant et à gauche. Dans son épaisseur se situe le nœud atrio-ventriculaire (qu'on va décrire dans le chapitre innervation cardiaque).

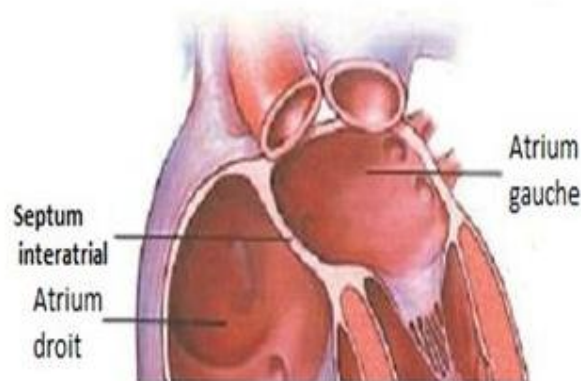


Figure 4

a. **Forme** :

Irrégulièrement quadrilatère et plane, elle présente à décrire deux faces et 4 bords:

➤ **Faces** :

- **Une face droite** :

Correspondant à la face septale de l'atrium droit, regardant en en avant et à droite.

- **Une face gauche :**

Correspondant à la face septale de l'atrium gauche, regardant en en arrière et à gauche.

➤ **Bords :**

- **Antérieur :** qui s'unit au septum atrio-ventriculaire.
- **Postérieur, supérieur et inférieur :** qui répondent aux parois correspondantes des atriums.

b. Epaisseur : en moyenne =2,5mm.

c. Constitution :

Le septum interatrial est une membrane fibreuse et mince, qui est cependant clivable sur toute sa longueur, au niveau de ses 2/3 supérieurs, elle est surtout amincie dans sa partie postéro-inférieure, où elle présente un point faible, la fosse ovale.

Fosse ovale :

Elle mérite une mention toute particulière. C'est une dépression ovale à grand axe vertical, elle n'a qu'une épaisseur d'un mm, et présente 2 faces :

➤ Du côté atrial droit : (figure 5)

Concave, ovale à grand axe vertical, cerclée en haut et en avant par un bourrelet en fer à cheval, l'anneau de Vieussens, ou limbe de la fosse ovale, formé par le bord libre du « septum secundum » embryologique. Entre la membrane de la fosse ovale et l'anneau de Vieussens, apparaît un petit sillon, parfois perforé par un orifice, reliquat du trou de Botal ou Foramen ovale.

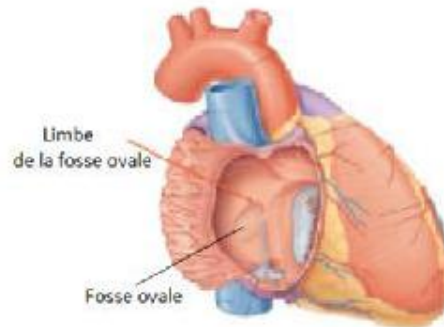


Figure 5

➤ Du côté atrial gauche (figure 6) :

Faisant une légère saillie dans l'atrium gauche, elle présente une dépression ovale, moins nette qu'à droite, bordée par un repli semi-lunaire, arciforme : la valvule du foramen ovale, concave en haut et en avant, correspondant au bord libre du « septum primum » embryologique.

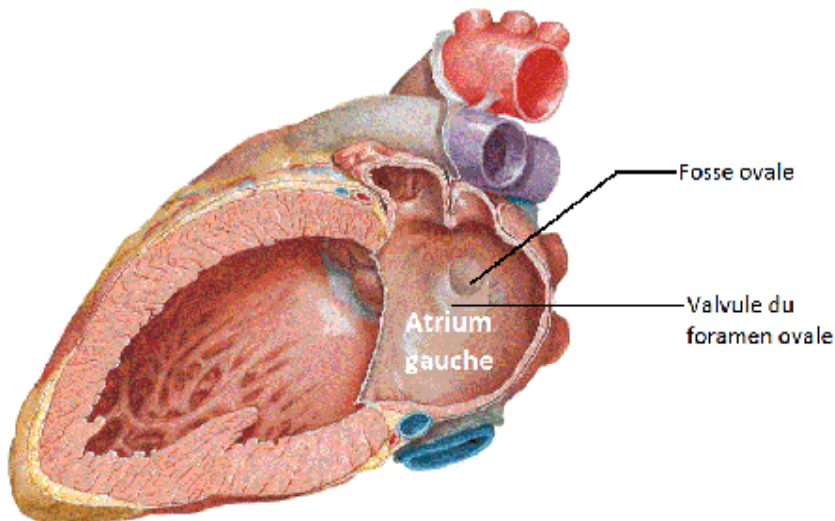


Figure 6

2. Le septum atrio-ventriculaire :

Est une courte portion du septum du cœur, comprise entre le septum interatrial en arrière et le septum interventriculaire en avant. C'est une fine membrane dépourvue de myocarde, disposé obliquement en avant, en bas et à droite, au carrefour des anneaux fibreux orificiels. Ses extrémités servent de point d'ancrage aux anneaux atrio-ventriculaires ; le droit est fixé à l'extrémité distale de cette cloison, tandis que la fixation de l'anneau gauche est plutôt proximale, ce décalage en hauteur transforme ce segment membraneux en cloison interposée entre l'atrium droit et le ventricule gauche.

Le septum atrio-ventriculaire réalise une petite surface ovale, de 5 mm de diamètre, il répond :

- **A droite :** A la cuspide interne de la valve tricuspide, et, au dessus d'elle, à l'atrium droit.
- **A gauche :** Au ventricule gauche, et, au dessus de lui, à la grande cuspide de la valve mitrale.

3. Le septum inter ventriculaire (figure 7)

Le septum interventriculaire sépare les 2 ventricules, il s'étend de la paroi antérieure à la paroi inférieure du cœur, et s'unit à ces parois en regard des sillons interventriculaires antérieure et postérieure. Il est plus irrégulier au voisinage immédiat de la base des ventricules. Il finit en arrière selon une ligne très sinueuse qui laisse à droite l'orifice atrio-ventriculaire droit et celui de l'artère pulmonaire, à gauche l'orifice atrio -ventriculaire gauche et l'orifice aortique. Dans l'épaisseur du septum interventriculaire chemine le tronc du faisceau de His. (Détailé dans le chapitre innervation du cœur).

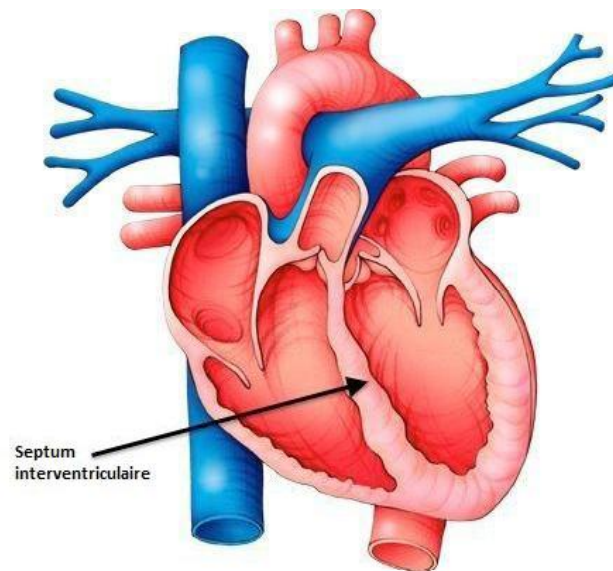


Figure 7

a. Forme :

Triangulaire, sa base postéro-supérieure répond au septum inter-atrial, et son sommet antéro-inférieur, répond à la pointe du cœur. Le septum interventriculaire est incurvé en segment de cylindre, légèrement tordu sur son axe, de façon hélicoïdale. Il est globalement oblique en avant et à gauche, et il présente 2 faces, correspondant aux faces septales de chaque ventricule, et 2 bords.

b. Faces :

- **Droite** : Appartient au ventricule droit, convexe, il regarde en avant, à droite et en haut.
- **Gauche** : Appartient au ventricule gauche, concave, il regarde en arrière, à gauche et en bas.

c. Constitution / Epaisseur :

Le septum interventriculaire est formé, de haut en bas, par 2 portions, l'une membraneuse et l'autre musculaire (figure8) :

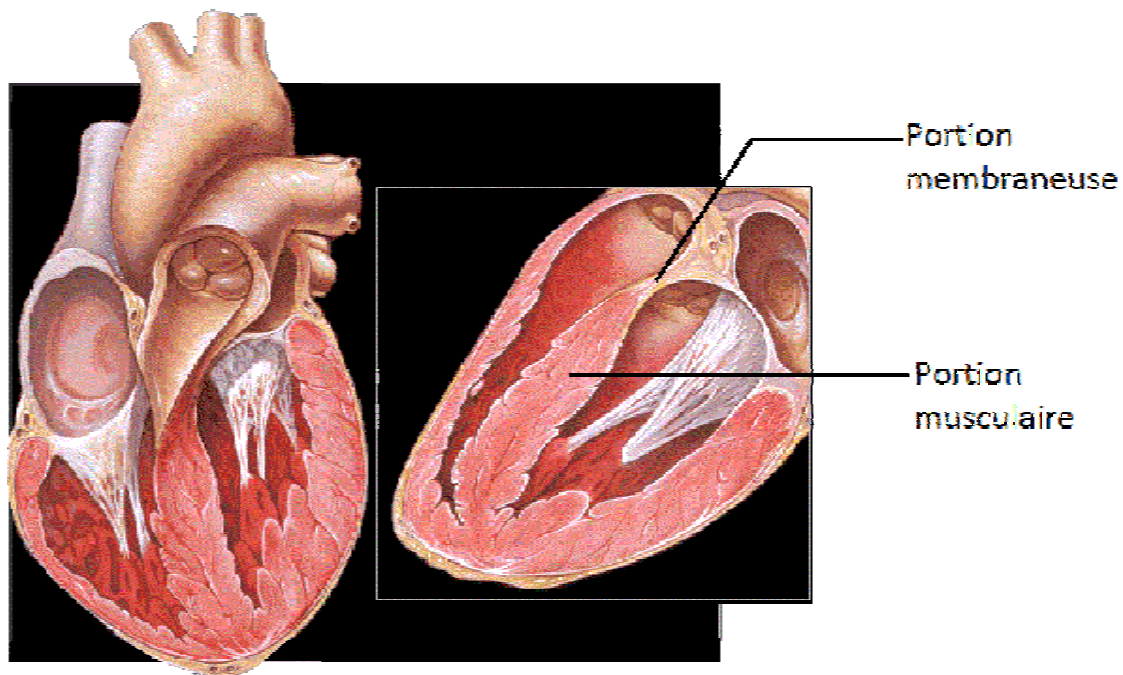


Figure 8

➤ **Portion membraneuse :**

Mince et fibreuse, presque transparente, mesurant 2 mm d'épaisseur, courte mesurant 7-8mm de longueur. Elle est située près de la base des ventricules, en regard de la partie postéro-latérale droite de l'orifice aortique, et au-dessous du septum atrio-ventriculaire, dérivant, comme lui, du « septum intermedium ». Sa face gauche répond au ventricule, et sa face droite donne insertion à la cuspide médiale de la valve tricuspide.

➤ **Portion musculaire :**

Elle représente les 9/10 de le septum interventriculaire, et son épaisseur augmente de haut en bas, pour atteindre 1 cm au voisinage de la pointe, elle dérive embryologiquement du « septum inferius ». Elle donne naissance à droite aux piliers de la cuspide médiale de la valve tricuspide.

IV. Visualisation de le septum normale du cœur en imagerie :

L'échocardiographie (figure 9) couplée au doppler, est l'examen de référence en matière l'exploration de le septum du cœur, tout en permettant de préciser son épaisseur, son étanchéité, ainsi en cas de défaut elle permet de détecter sa taille, sa localisation et même son retentissement sur les cavités cardiaques...



Figure 9 : coupe échocardiographique apicale 4 cavités.

L'IRM et la TDM permettent également la visualisation du septum du cœur.

V. Applications cliniques : anomalie du septum du cœur :

1. Anomalies congénitales :

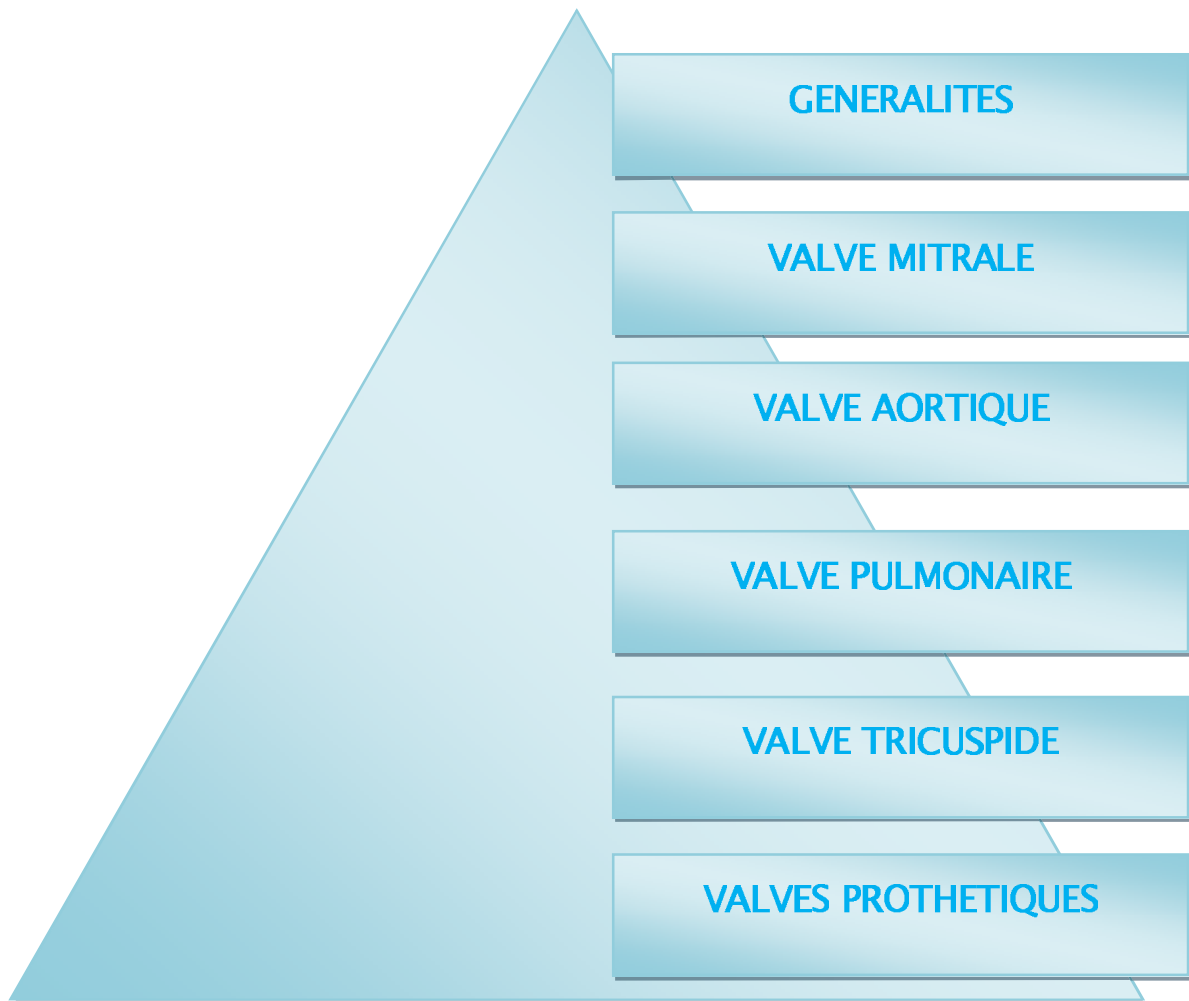
	Type de communication	Description anatomique
Septum interatrial (SIA)	Ostium secundum (la plus fréquente)	Défaut central = ostium secundum proprement dit Défaut marginal supérieur = type sinus veineux Défaut inférieur = proche de la veine cave inférieure
	Ostium primum	Partie basse de la cloison en avant du sinus coronaire
	Foramen ovale	Fusion anatomique incomplète du septum primum et secundum NB : *
	Septum absent	Atrium unique = Cœur triloculaire = Cœur bi-ventriculaire
Septum interventriculaire (SIV)	Membraneuse ou Périmembraneuse	Au niveau du septum membraneux, sous l'anneau aortique
	Musculaire	CIV d'admission ou postérieure CIV trabéculée CIV sous aortique CIV infundibulaire
	Septum absent	Ventricule unique = Cœur triloculaire = Cœur bi-atrial
SIA + SIV	Canal atrioventriculaire commun	CIA type ostium primum + CIV membraneuse + Valve atrio-ventriculaire unique à 6 valvules

* = NB : Au contraire, on peut assister à une fermeture prématurée du FO : la mort survient quelque instant après la naissance.

2. Anomalies acquises :

- Hypertrophie
- Anévrisme
- Tumeur ...

APPAREIL VALVULAIRE



Embryologie

Rôle

Description

Visualisation de la valve normale en imagerie

Applications cliniques

GENERALITES

Les valves cardiaques (figure 1) sont des structures anatomiques anisotropiques qui séparent les différentes cavités cardiaques. En position fermée, leur jointure est continente, empêchant le passage du sang. Les valves s'ouvrent et se ferment au gré des changements de pression produits par la contraction et la relaxation du cœur.

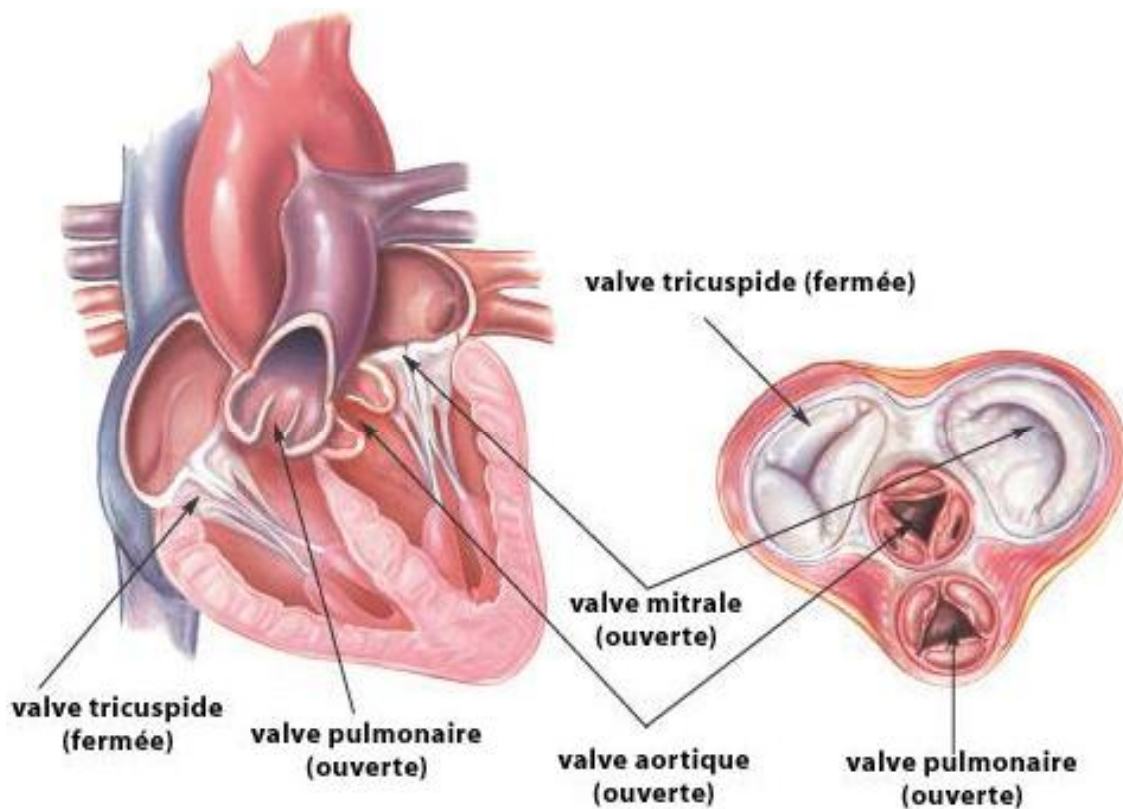


Figure 1

Chacune des valves cardiaques force le sang à circuler dans une seule direction, puisqu'elle s'ouvre pour le laisser passer et se ferme ensuite pour l'empêcher de refluer. On distingue 4 valves :

- 2 pour les orifices atrio-ventriculaires droit et gauche découpées en cuspides.
- 2 pour les orifices artériels aortique et pulmonaire découpés en valvules semi-lunaires.

De point de vue étymologique :

Valve : du latin valva : « battant de porte ».

Cuspide : en latin *cuspidis*, *cuspidis* : pointe, en anglais *cuspid* désigne la protubérance située sur la face triturante (qui triture, qui mâche, qui écrase) des prémolaires et des molaires. Ce terme désigne également la forme aiguë et allongée des valves cardiaques.

Valvule : du latin valvula : diminution de *valva* : Tout repli qui, dans les vaisseaux et conduits du corps, empêche les liquides ou autres matières de refluer, ou qui a pour fonction principale de ralentir ou de modifier le cours des liquides sur le trajet desquels il se trouve.

VALVE MITRALE

La valve mitrale ou valve atrio-ventriculaire gauche, sépare l'atrium gauche du ventricule gauche.

De point de vue historique, c'est André Vésale qui a comparé la forme des deux feuillets valvulaire à une coiffe d'évêque, la mitre (figure2), d'où l'adjectif mitral caractérisant la valve.

L'appareil valvulaire mitral est constitué de 3 éléments : un anneau, un voile et un appareil sous-valvulaire.



Figure 2

Mensurations :

- **Diamètre** : Lors de la diastole, en position ouverte, la valve mitrale a un aspect d'entonnoir, avec un diamètre de 32 mm au niveau de l'anneau et de 26 mm au niveau du sommet des valves.
- **Hauteur des cuspides** : Cuspide antérieure : 2cm. Cuspide postérieure : 1cm.
- **Circonférence** : chez la femme : 9-10cm. Chez l'homme : 10-11 cm.
- **Surface mitrale** : entre 4 à 6 cm².
- **Gradient en diastole** : < ou =4mmHg.

I. Embryologie : [11] [12] [14] :

La formation de la valve mitrale nécessite d'abord le cloisonnement du canal atrio-ventriculaire, ce phénomène débute à 33 jours, et s'achève à 40 jours. Il est réalisé par le septum intermédiaire résultant de la soudure de 2 bourrelets diamétralement opposés, les bourrelets endocardiques atrio-ventriculaires supérieur (antérieur) et inférieur (postérieur) (voir chapitre septum du cœur).

Les 2 septa atriaux (septum primum et secundum) s'y soudent ainsi que, plus tard, les septa ventriculaires (le septum interventriculaire musculaire et le septum conotruncal).

Le septum intermédiaire permet donc la séparation de l'orifice atrio-ventriculaire primitif en un orifice atrio-ventriculaire droit (le futur orifice tricuspide) et gauche (le futur orifice mitral).

Concernant la cuspside postérieure de la valve mitrale, elle se développe à partir du bourrelet gauche, à 5 semaines de vie intra-utérine. Trois semaines plus tard, en raison du développement concomitant du bourrelet gauche et de la paroi externe du ventricule gauche, ce bourrelet occupe les deux tiers de la circonférence de la future valve mitrale, l'orifice mitral initialement en forme de fente prenant la forme d'un croissant.

À l'intérieur du ventricule gauche, les deux extrémités du croissant sont en relation avec deux colonnes de myocarde compact à l'intérieur du myocarde spongieux, qui deviendront les piliers mitraux antérieur et postérieur.

La paroi externe du ventricule gauche entre 8 et 9 semaines de vie intra-utérine subira une délamination, après laquelle (entre 10 et 14 semaines), le myocarde disparaît de la valve par apoptose et les cordages se forment à partir de la couche ventriculaire des bourrelets endocardiques, la valve elle-même étant composée de

deux couches mésenchymateuses : atriale et ventriculaire. Les piliers en revanche sont entièrement dérivés du myocarde ventriculaire.

Pour la cuspside antérieure de la valve mitrale, sa partie centrale est formée uniquement par la fusion des bourrelets atrio-ventriculaires, sans intervention de myocarde; seules ses extrémités antérieure et postérieure sont formées, comme la cuspside postérieure, par délamination.

Ultérieurement, le tissu mésenchymateux des cuspsides se transforme en tissu fibreux. Parfois persistent à leur bord libre de petits nodules mésenchymateux appelés nodules d'immaturité.

II. Rôle :

La valve mitrale assure la perméabilité et la continence entre l'atrium gauche et le ventricule gauche lors des différents mouvements de la révolution cardiaque (systole et diastole). Donc la valve mitrale assure un rôle de valve anti-retour entre l'atrium gauche et le ventricule gauche, imposant un sens unique à la circulation du sang. Ainsi au niveau du cœur gauche lors d'une révolution cardiaque :

- **Lors de la diastole ventriculaire (remplissage passif) puis de la systole atriale (remplissage actif) :** Elle doit permettre, en s'ouvrant suffisamment, le passage du flux sanguin de l'atrium gauche vers le ventricule gauche.
- **Lors de la systole ventriculaire :** Elle doit empêcher, en se refermant correctement, le sang de passer de façon rétrograde du ventricule vers l'atrium.

En plus de son rôle de perméabilité et de continence, La valve mitrale participe activement à la contraction ventriculaire gauche grâce à l'action des piliers musculaires et des cordages. Ainsi lors de la contraction du ventricule gauche, les

piliers musculaires prolongés par les cordages prennent appui sur les valves ce qui augmente l'efficacité contractile du muscle cardiaque.

III. Description :

1. Forme : (figure 3)

Si la valve mitrale est en position :

D'ouverture : elle a la forme d'entonnoir.

De fermeture : elle a la forme d'un croissant à concavité antéro-droite.

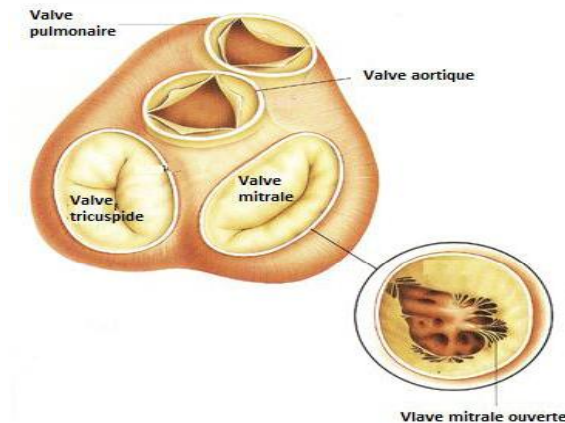


Figure 3

2. Différents constituants [48], [52] : [45],

a. **Anneau mitral :**

C'est une zone de jonction qui donne insertion aux muscles atrial et ventriculaire gauches et au voile mitral. L'anneau mitral n'est pas un élément rigide, mais il est au contraire flexible. Faisant partie du squelette fibreux du cœur, Il est composé de tissu fibro-musculaire (voir chapitre structure du cœur). Il entoure complètement l'orifice valvulaire.

Vue depuis l'atrium gauche, il rappelle la lettre «D» inversée, dont la partie rectiligne étant antérieure, au niveau du trigone fibreux (voir chapitre structure du cœur) et la partie postérieure est plus fine. En trois dimensions, l'anneau mitral a une forme en selle dont les points les plus élevés sont antérieur et postérieur; l'élévation totale est d'environ 1 cm. En systole, cette forme en selle s'accroît, et l'anneau devient elliptique, par conséquent il atteint ses dimensions maximales à la fin de la systole (approximativement 7,1 cm²) mais sa surface d'ouverture diminue de 25%. Au cours de la diastole, l'anneau devient plus circulaire.



Ces notions sont importantes pour la définition du prolapsus mitral, lors duquel l'anneau mitral s'arrondit et devient circulaire, il perd ainsi sa forme en selle et s'aplatit; la valve perd son étanchéité en systole.

Au pourtour de cet anneau sont situés le sinus veineux coronaire et l'artère circonflexe (une des artères coronaires).

L'anneau a deux fonctions distinctes :

- Il sert à l'attachement des deux cuspidés ou feuillets mitraux.
- Il contribue à réduire la taille de l'orifice grâce à sa contraction sphinctérienne pendant la systole.

b. Voile :

Il s'insère sur toute la circonférence de l'orifice mitral. La base de ce voile est amarrée à l'anneau mitral, tandis que son bord libre présente plusieurs indentations, deux d'entre elles sont constantes : La commissure antérieure (ou antéro-latérale), la commissure postérieure (ou postéro-médiale) (figure 4). Elles permettent la division de la valve mitrale en : Cuspide ou feuillet antérieure (ou septale ou grande valve), cuspide ou feuillet postérieure (ou murale ou petite valve).

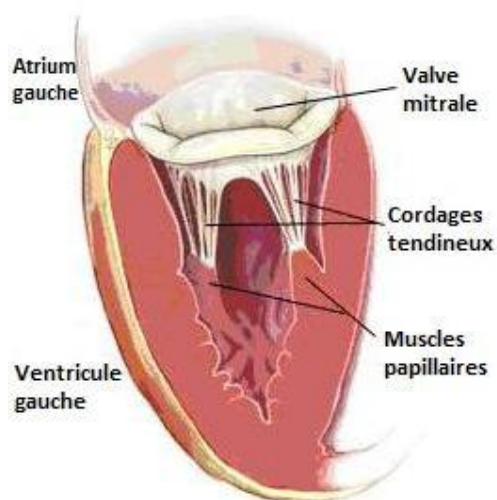


Figure 4

Les 2 cuspides sont épaisses à leur base et à leur extrémité (maximum 1mm), avec un amincissement au centre. La cuspside antérieure est habituellement d'un seul tenant. Alors que celle postérieure comporte les indentations déjà citées. Ainsi, elles ont des formes tout à fait différentes. Ensemble elles sont 2,5 fois plus larges que l'orifice mitral, permettant une large surface de fermeture.

Ces 2 cuspides présentent 2 faces : atriale et ventriculaire. La face atriale présente une crête distincte proche du bord libre, cette crête correspond à la ligne de fermeture de la valve. Elle permet de délimiter deux zones : une zone distale rugueuse à la palpation et une zone proximale lisse. La zone rugueuse a une grande souplesse, durant la fermeture mitrale, elle vient au contact de la zone rugueuse homologue : on parle de la zone de fermeture ou de la surface de coaptation. Elle est épaisse en raison de l'abondance des insertions tendineuses sur sa face ventriculaire, normalement absentes au niveau de la zone lisse.

Il convient de localiser les commissures avant de décrire l'organisation du reste du voile mitral.

➤ Les 2 commissures : (figure 5)

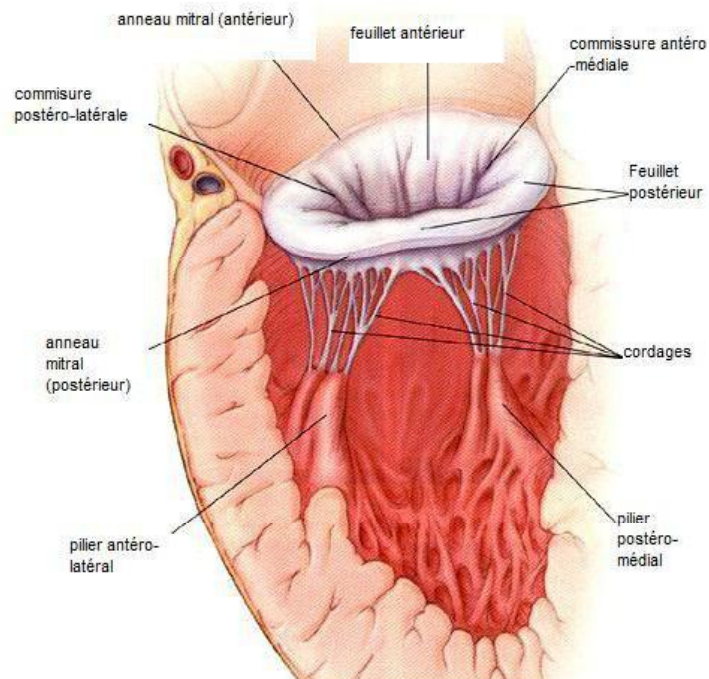


Figure 5

Les commissures séparent les deux cuspidés. Larges de 8-10 mm, elles logent parfois une petite cuspside accessoire. L'extrémité des muscles papillaires peut être utilisée pour localiser les commissures mais leur identification définitive ne peut être obtenue que par la reconnaissance de cordages particuliers en éventail : les cordages commissuraux.

La commissure postérieure a une insertion plus large que la commissure antérieure alors qu'au centre, la hauteur des deux commissures est comparable. Le tronc des cordages commissuraux est généralement dirigé vers le centre de la région commissurale correspondante.



Les commissures sont atteintes les premières dans la sténose mitrale d'origine rhumatismale. L'analyse des repères et la reconnaissance des régions commissurales sont utiles pour les commissurotomies à cœur ouvert.

➤ La cuspside antérieure : (figure 6)

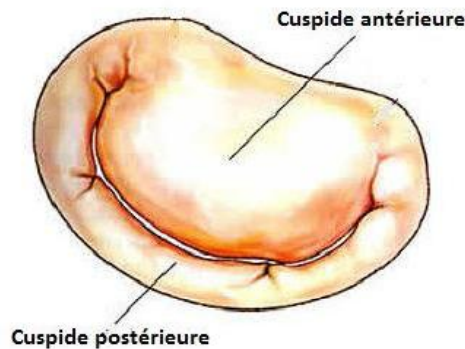


Figure 6

Elle a une forme triangulaire ou semi-circulaire. Sa zone rugueuse est semi-lunaire, plus large au point le plus distant de l'anneau, et plus étroite près des commissures. Entre la zone rugueuse et l'anneau, la zone lisse est dépourvue d'insertion tendineuse, mais elle peut présenter à sa face ventriculaire des prolongements de fibres tendineuses passant de leur insertion sur la zone rugueuse vers la base de cette cuspside.

La cuspside antérieure sépare la chambre de chasse de la chambre de remplissage du ventricule gauche. Elle a une zone d'insertion commune sur le squelette fibreux avec le feuillet coronaire gauche, et la moitié du feuillet non coronaire de la valve aortique (voir partie valve aortique) : il existe donc une continuité mitro-aortique. L'intervalle entre ces feuillets de la valve aortique et l'insertion de la cuspside mitrale antérieure est comblé par un septum membraneux : le septum inter-valvulaire. L'anneau fibreux mitral est absent à ce niveau.

Le septum inter-valvulaire à son extrémité supérieure est inséré sur l'anneau fibreux de la valve aortique et son extrémité inférieure est en continuité avec la zone lisse de la cuspside antérieure. La « séparation » mitro-aortique est de 0 à 7 mm. Elle

n'est pas influencée par la circonférence aortique et semble être constante, quel que soit l'âge.

Alors qu'elle enserme seulement 1/3 de l'anneau, la cuspside antérieure couvre plus de 2/3 de l'orifice mitral. Solide et mobile, elle assure à elle seul la fermeture de l'orifice atrio-ventriculaire pendant la systole ventriculaire.

➤ **La cuspside postérieure :**

Elle comprend tout le tissu postérieur aux deux régions commissurales. Elle a une forme quadrangulaire, et malgré le fait qu'elle occupe 2/3 de la circonférence l'anneau, elle ne couvre qu'1/3 de l'orifice mitral. Moins solide que la cuspside antérieure, elle lui constitue un buttoir sur lequel elle s'appuie pendant la systole ventriculaire, ainsi la cuspside postérieure joue davantage un rôle de support.



Comme le feuillet postérieur est moins solide, il représente une zone élective des dilatations de l'anneau observées au cours des insuffisances mitrales organiques ou fonctionnelles.

En général, la cuspside postérieure est divisée en trois portions par des encoches ; une portion médiane large, deux portions commissurales ; une portion antérolatérale ou antérieure, et une portion postéro-médiale ou postérieure plus étroites. Là aussi, des cordages tendineux particuliers en éventail s'insèrent sur les encoches et permettent d'individualiser les trois portions de la cuspside postérieure. Selon la classification de Carpentier, on décrit les festons ou segments mitraux (figure7) ; le feston antérieur ou latéral est appelé P1, le feston moyen P2, et le feston postérieur ou septal P3.

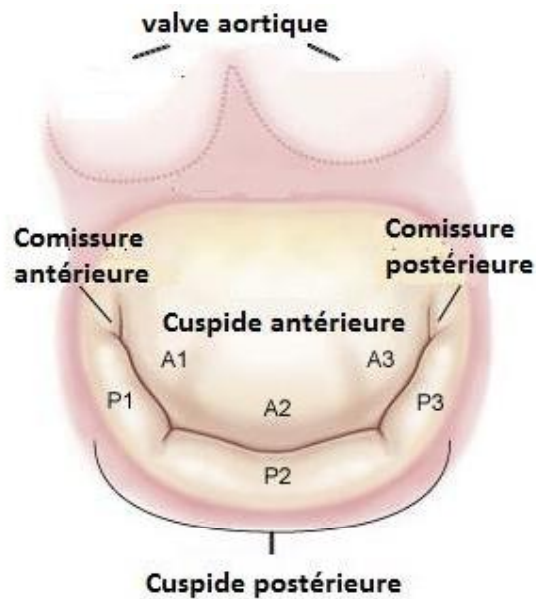


Figure 7

Malgré que la cuspide antérieure est constituée d'un seul tenant, elle est cependant subdivisée en trois parties par analogie à la cuspide postérieure, on lui distingue ainsi 3 parties ; la partie antérieure ou latérale est appelée A1, la partie moyenne A2 et la partie postérieure ou septale A3.

Par ailleurs, on définit trois zones sur la valve postérieure, de l'insertion au bord libre : la zone basale, la zone lisse et la zone rugueuse. La zone rugueuse est plus large au point le plus distant de l'anneau et mince au niveau des encoches. La zone lisse est étroite au niveau des trois portions. La zone basale entre la zone lisse et l'anneau reçoit l'insertion des cordages tendineux basaux qui proviennent directement d'une colonne charnue du myocarde ventriculaire gauche. Cette zone basale est plus reconnaissable dans la portion médiane, car la majorité des cordages tendineux basaux s'insèrent dans cette région.

c. Appareil sous valvulaire :

Il est constitué de deux piliers musculaires et de cordages tendineux (figure 8):

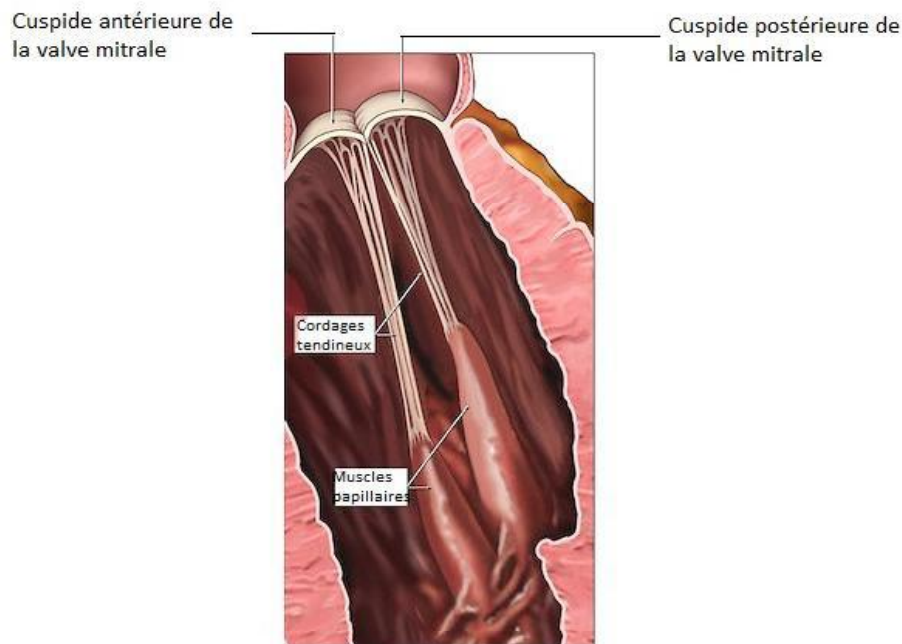


Figure 8

> Les muscles papillaires :

Ils sont issus des trabéculations ventriculaires. On distingue deux groupes de muscles papillaires ou piliers au niveau du ventricule gauche : les groupes antérolatéral ou antérieur et postéromédial ou postérieur. Chaque groupe fournit des cordages à chacune des moitiés correspondantes des deux cuspidés. Ils ont leur origine à la jonction du tiers moyen et du tiers apical de la paroi ventriculaire gauche. La contraction de cette paroi sur laquelle est implanté chaque pilier est essentiel pour assurer la fermeture mitrale.

Chaque groupe de muscles papillaires peut présenter un nombre variable de bourrelets musculaires. Souvent, le groupe antérieur ne présente qu'un bourrelet unique. Les extrémités des piliers marquent habituellement les commissures respectives.

- **Le muscle papillaire antérieur :**

Il est situé sur le mur antéro-latéral du ventricule gauche, a en général deux chefs bien définie. Il donne naissance à des cordages destinés à la moitié antérieure des 2 cuspidés antérieure, de manière plus précise, ils s'insèrent sur les festons A1 et P1 de même que sur la partie antérieure ou latérale d'A2 et de P2. Il donne également naissance à ceux sont destinés à la commissure antérieure.

- **Le muscle papillaire postérieur :**

Il est situé sur le mur inférieur-postérieur du ventricule gauche, il présente le plus souvent trois chefs distincts. Le muscle papillaire postérieur donne naissance aux cordages destinés pour la moitié postérieure des 2 cuspidés, de façon plus précise, ils s'insèrent sur les festons A3 et P3 ainsi que la partie postérieure ou septale d'A2 et de P2. Il donne naissance également à ceux destinés à la commissure postérieure.

Par ailleurs, on décrit trois types morphologiques de piliers en fonction de leur insertion à la paroi et de la taille du bourrelet qui proémine librement dans la cavité ventriculaire :

- **pilier adhérent** complètement au myocarde ventriculaire, et ne saillant que très peu dans la cavité, avec peu d'insertions trabéculaires.
- **pilier en « doigt de gant »**, dont un tiers ou plus de bourrelet proémine librement dans la cavité ventriculaire, avec très peu ou pas d'insertion trabéculaire.
- enfin, **pilier de type intermédiaire** avec une partie du bourrelet libre, mais dont le reste est adhérent avec de nombreuses insertions trabéculaires.

En général, l'axe des piliers est parallèle au grand axe de la cavité ventriculaire gauche (ce qui n'est plus exact en cas de dilatation ventriculaire gauche).

➤ Les cordages tendineux :

En moyenne 25 cordages s'insèrent sur la valve mitrale ; il n'y a pas de différence significative selon le sexe. Longs de 1,5 cm environ, les cordages tendineux naissent des petits mamelons situés sur la portion apicale des muscles papillaires. La majorité de ces cordages se divise peu après leur origine ou juste avant leur insertion sur la valve, rarement à mi-distance. Ils forment 2 demi-hamacs centrés sur la commissure sus jacente, et se rendent des mamelons aux valves. Entre les 2 mamelons de chaque muscle papillaire, on trouve souvent un mamelon intermédiaire qui envoie un cordage à la commissure.

Selon leur site d'insertion, on distingue : les cordages commissuraux, les cordages de la cuspide antérieure, les cordages de la cuspide postérieure.

• **Cordages commissuraux :**

Les cordages qui s'insèrent dans les régions commissurales ont une morphologie particulière. Ces cordages commissuraux après une portion fusionnée se déploient comme les branches d'un éventail pour s'insérer sur le bord libre des régions commissurales. Quelques fibres de ces cordages continuent jusqu'à la base du voile mitral. Un cordage commissural est destiné à la commissure antérieure, l'autre à la commissure postérieure. Les limites d'une région commissurale sont définies par l'étendue d'insertion des branches issues des cordages commissuraux. Les branches du cordage commissural postérieur sont plus longues et plus épaisses et ont une étendue d'insertion plus large que celle de son homologue antérieur.

• **Cordages de la cuspide antérieure :**

Ils s'insèrent exclusivement sur la partie la plus distale de la cuspide : la zone rugueuse.

- **Cordages principaux :**

Parmi les cordages de la zone rugueuse, deux d'entre eux se distinguent par leur épaisseur et leur longueur : les cordages principaux. Ils ont habituellement leur origine sur l'extrémité des muscles papillaires antérieur et postérieur et s'insèrent sur la face ventriculaire de la cuspside antérieure près de la ligne de fermeture (en position 4 à 5 heures sur le versant postérieur et 7 à 8 heures du côté antérieur). Ils se divisent rarement avant de s'insérer sur la cuspside. Les cordages principaux sont présents dans plus de 90 % des cas.

- **Autres cordages de la zone rugueuse :**

Typiquement, chaque cordage de la zone rugueuse se clive peu après son origine sur le muscle papillaire en trois branches ; une s'insère sur le bord libre de la cuspside antérieure, une autre près de la ligne de fermeture, et une branche intermédiaire entre les deux.



Les ruptures de cordage de la cuspside antérieure sont graves surtout lorsqu'elles affectent les cordages principaux. En cas d'élongation, la chirurgie de raccourcissement concerne essentiellement les cordages principaux.

- **Cordages de la cuspside postérieure :**

Trois types différents s'insèrent sur la cuspside postérieure.

- **Cordages de fente :**

Ils s'insèrent sur les encoches de la cuspside postérieure. Leur tronc donne naissance à des branches radiales s'étendant comme un éventail, qui s'insèrent sur le bord libre des encoches.

- **Autres cordages de la zone rugueuse :**

Ils ont une morphologie similaire à leurs homologues de la cuspidé antérieure, mais sont en général plus courts et plus fins. La cuspidé postérieure ne reçoit pas de cordages principaux.

- **Cordages basaux :**

Ils sont spécifiques de la cuspidé postérieure. Ils forment un tronc unique provenant directement de la paroi ventriculaire gauche ou d'une colonne charnue pour s'évaser juste avant leur insertion sur la zone basale. Ces cordages sont retrouvés dans les deux tiers des cas.

Au total :

Sur la cuspidé antérieure, les cordages ne s'amarrent que sur son bord libre. Par contre Sur la cuspidé postérieure : ils s'insèrent également sur la face pariétale de cette valve. L'insertion des cordages tendineux sur les cuspidés se fait selon trois ordres différents :

- Les cordages de premier ordre ou cordages marginaux : s'insèrent sur le bord libre des cuspidés.
- Les cordages de second ordre ou cordages secondaires : S'insèrent sur le versant ventriculaire du corps des cuspidés.
- Les cordages de troisième ordre ou basaux: Sont directement attachés sur la paroi ventriculaire et s'insère à la base de la cuspidé postérieure.

d. Vascularisation artérielle de la valve mitrale :

- **Cuspidés :**

La vascularisation des cuspidés est mal connue. Il existe sous l'endocarde des artérioles qui forment un réseau vasculaire à la face atriale des valves.

Les artérioles irriguant la cuspidé antérieure proviennent de l'artère de Kugel. Cette artère naît du premier segment de la coronaire droite ou de la portion proximale de la circonflexe. Elle chemine à la base du septum interatrial.

Aucune artère spécifique à la cuspside postérieure n'a été identifiée, sa vascularisation dépend probablement d'une branche de la circonflexe.

➤ **Muscles papillaires :**

- **Le muscle papillaire antérieur :** reçoit des branches issues de l'inter-ventriculaire antérieure par l'intermédiaire d'une branche diagonale ou des branches marginales de la circonflexe.
- **Le muscle papillaire postérieur :** il a une vascularisation variable provenant de la circonflexe et/ou de la coronaire droite. L'apport sanguin est assuré par les branches épicaudiques des artères coronaires ; celles-ci parcourent le cœur de la base vers la pointe en donnant des branches perforantes intra-myocardiques. Deux principaux types d'arrangement des vaisseaux intra-myocardiques sont observés en fonction de la morphologie des piliers.

e. Innervation de la valve mitrale :

Des filets nerveux cheminent à la face atriale des cuspidés formant des plexus nerveux sous-endocardiques. D'autres fibres passent à l'intérieur des cordages tendineux et s'unissent avec les plexus sous-endocardiques au niveau des muscles papillaires. La fonction de ces nerfs est mal connue ; ils seraient sensibles à la pression locale et aux modifications de tension des cuspidés. Les cuspidés qui contiennent à la fois des nerfs et des muscles apparaissent ainsi capables de mouvements auto-induits pouvant jouer un rôle important dans l'ouverture et la fermeture valvulaire. Les muscles papillaires ventriculaires gauches sont innervés par la branche gauche du faisceau de His. Le muscle postérieur reçoit l'hémi-branche postérieure et le muscle antérieur est innervé par l'hémi-branche antérieure.

3. Visualisation de la valve mitrale normale en imagerie :

a. Radiographie :

La radiographie du thorax ne permet pas de visualiser une valve mitrale sauf si elle est calcifiée. Elle permet de voir le retentissement d'une atteinte valvulaire sur la taille des cavités cardiaques (modification de la taille du cœur ou de ses contours).

b. Echocardiographie (figure 9):

L'échocardiographie est la technique de choix pour préciser l'anatomie de la valve mitrale, malgré le développement permanent des autres techniques d'imagerie.



Figure 9 : coupe échocardiographique parasternale gauche grand axe

c. L'angiocardiographie :

A été considéré pendant longtemps comme « le gold star » pour l'étude des valves cardiaque, surtout en ce qui concerne leurs surfaces et le gradient trans-valvulaire. Mais cette méthode invasive a plusieurs inconvénients : irradiation, mortalité, survenue de complications type d'infarctus myocardique, embolisation

artérielle, thrombose, dissection. Elle a un intérêt surtout si discordance entre symptôme clinique et les méthodes d'imagerie non invasive.

L'orifice mitral se présente incliné à 60° sur le plan sagittal et à 60° sur le plan horizontal, regardant en avant en bas et à gauche. La grande cuspide est sensiblement parallèle à la partie supérieure du septum, se trouvant bien visible en oblique antérieur gauche, elle est tendue entre le bord interne de l'orifice mitral et les piliers, divisant le ventricule en deux chambres, de remplissage et de chasse. La petite valve se trouvant trop près de la paroi n'est pas directement visible à l'angiographie. Les piliers se trouvant situés à l'union des 1/3 moyen et apical du ventricule, ils sont visibles lors de l'injection avec une prédominance pour le pilier inférieur qui se trouve au contact de la paroi et donc moins masqué par le produit de contraste que le pilier antérieur.

d. TDM (figure 10) :

Grâce aux progrès techniques améliorant encore les performances du scanner, les renseignements qu'il fournit sont très encourageants, avec une excellente corrélation avec les données d'échocardiographie.



Figure 10

e. IRM :

Compte tenu de l'efficacité des explorations échocardiographiques, il reste peu de place pour l'IRM dans le domaine de l'étude des valves.

4. Applications cliniques :

a. Pathologie de la valve mitrale :

		Causes	Anomalies de l'anneau	Anomalies du voile	Anomalies des cordages	Anomalies des piliers
Valve mitrale	IM	Rhumatismale	Calcifications	Calcifications, fusion commissurale, rétraction scléro-atrophique	Epaississement rétraction	Normaux
		Dystrophique ou myxoïde=maladie de Barlow	Dilatation	Epaississement, ballonnisation en « parachute », prolapsus	Distension Amincissement Elongation rupture	
		dégénérative	calcifications	fibrose	rupture	normaux
		Endocardite infectieuse	Abcès annulaire	Ulcération, perforation, mutilation, végétations, abcès	Rupture	normaux
		Ischémique	Dilatation	normaux	rupture	Dysfonction ischémique, rupture, fibrose
		Fonctionnelle (cardiomyopathie dilatée, tumeur de l'atrium gauche...)	Dilatation	normal	normaux	normaux
		Traumatique		déchirure	rupture	Rupture
		Congénitale	Dilatation	Fente, double orifice, hypoplasie d'une cuspside, prolapsus	Courts Absents Très longs	Valve « parachute » ou en « hamac»
	RM	Rhumatismale (80-90%)	calcifications	Soudure/symphyse commissurale Epaississement, sclérose, forme d'entonnoir rigide, calcifications	Epaississement, raccourcissement, fusion, disparition (valve directement amarré sur le pilier)	Normaux
		Fonctionnelle (tumeur atriale gauche...)		normal	normal	normaux
		Dégénérative	Calcification	fibrose	rétraction	normaux
		Congénitale	Croissant supra-valvulaire Membrane supra-valvulaire	Fusion commissure Hypoplasie d'une cuspside Double orifice	Cordages courts ou absents Fusion de cordages	Pilier unique ou hypoplasique (valve en parachute) Pilier arciforme (valve en hamac)

b. Chirurgie de la valve mitrale :

➤ La plastie mitrale :

Le thorax est ouvert par sternotomie médiane ou thoracotomie droite et la circulation extracorporelle est indispensable à cette intervention. Le chirurgien inspecte de façon minutieuse les dégâts de la valve mitrale. En fonction de la nature de la dégradation de la valve mitrale, le chirurgien procède à une couture de cette valve ou à une réparation sur les cordages de la valve. Un anneau est très souvent mis en place autour de la valve de manière à ce que les feuillets de la valve soient bien étanches. Parfois, lorsque la valve est perforée, le chirurgien réalise un patch (petite membrane) à l'aide d'un bout de péricarde qu'il prélève sur le malade lors de l'intervention.

➤ La valvuloplastie mitrale percutanée :

Cette technique consiste à mettre en place un ballonnet au niveau de la valve mitrale puis à le gonfler de manière à ce que la valve s'ouvre. Ce ballon est mis en place au niveau de la valve après avoir été introduit par une veine (généralement celle de l'aîne, la veine fémorale) et être passée au travers de le septum inter-atrial.

➤ La commissurotomie mitrale :

Cette technique chirurgicale consiste à séparer les feuillets de la valve mitrale, à l'aide d'un moyen purement mécanique "dilatateur" de la valve.

➤ Le remplacement valvulaire mitral :

L'opération nécessite l'ouverture du thorax, à l'aide d'une sternotomie médiane, qui permet d'accéder directement au cœur. Cette intervention impose la réalisation d'une circulation extracorporelle. Les valves mitrales sont alors excisées et l'anneau de la valve mitrale est nettoyé et décalcifié si nécessaire. La taille de l'anneau mitral est alors mesurée de manière à choisir la taille de la prothèse. La prothèse valvulaire est fixée à l'aide de points fixés sur l'anneau de la valve mitrale et les berges de la prothèse.

VALVE AORTIQUE

La valve aortique est étudiée depuis plus de cinq siècles comme le confirment les dessins de Leonardo da Vinci (1452–1519) ainsi que la collection de l'anatomiste et médecin Andreas Vesales (1514–1564) dans son ouvrage «De humani Corporis Fabrica». Il faudra pourtant attendre le début du siècle passé, soit le 13 juillet 1912 pour assister à la première opération sur la valve aortique.

Constituée de 3 feuillets ou cuspidés ou sigmoïdes, elle fait partie d'une structure complexe que l'on peut décrire comme une unité anatomique et fonctionnelle : la racine aortique, qui est composée de 3 étages : valvulaire, sus valvulaire et sous valvulaire. Elle est située au niveau de l'orifice aortique, faisant communiquer le ventricule gauche et l'aorte.

Dimensions :

- ▼ **Diamètre** = 18-25mm.
- ▼ **Hauteur de chaque feuillet** = 13-15 mm
- ▼ **Circonférence** = 6,5 à 7 cm.
- ▼ **Surface** = 2-4 cm².
- ▼ **Gradient en systole** : < ou = 10 mmHg.

I. Embryologie : [5], [14], [15]

Le cloisonnement du sac aortique est à l'origine de l'aorte ascendante et du tronc artériel pulmonaire, il se réalise par fusion sur toute la longueur du sac aortique de 2 bourrelets diamétralement opposés, les bourrelets aortico-pulmonaires, donnant une cloison spiralée, le septum aortico-pulmonaire. Cette configuration spiralée explique la disposition définitive des 2 vaisseaux (l'aorte s'enroule autour du tronc

pulmonaire). Le septum aortico-pulmonaire spiralé est continu dans sa partie inférieure avec le septum conotruncal, formé également par la fusion de 2 bourrelets diamétralement opposés, les bourrelets endocardiques conotruncaux droit et gauche. Ces 2 septums ont cependant des origines embryologiques différentes :

- Le septum conotruncal : est dérivé du mésoderme latéral (comme les autres cloisons et les parois de l'ébauche cardiaque)
- Le septum aortico-pulmonaire est dérivé de cellules des crêtes neurales originaires du rhombencéphale qui ont migré vers l'ébauche cardiaque à travers les 3^e, 4^e et 6^e arcs pharyngiens. Cette sous population de cellules de la crête neurale est appelée crête neurale cardiaque.

La frontière entre les 2 septums est représentée par les valves sigmoïdes aortiques et pulmonaires qui dérivent de la partie toute supérieure (distale) des bourrelets conotruncaux. La fusion des bourgeons conotruncaux sur la ligne médiane donnant naissance aux feuillets droit et gauche de chacune des valves aortique et pulmonaire. Les bourgeons intercalaires apparaissent secondairement et forment le feuillet postérieur de la valve aortique et le feuillet antérieur de la valve pulmonaire. Les deux valves sont ainsi strictement identiques dans leur structure. Les feuillets valvulaires initialement courts et épais vont s'affiner progressivement par un phénomène d'apoptose, et la maturation histologique se poursuit pendant toute la durée de la grossesse. Les sinus de Valsalva apparaissent sous forme d'excavations entre la surface artérielle des feuillets valvulaires et la paroi artérielle, également par un phénomène d'apoptose.

II. Rôle :

La valve aortique assure le passage du sang du ventricule gauche dans l'aorte au cours de la systole, puisqu'elle est située à la sortie du ventricule gauche et constituée de trois feuillets semi-lunaires très flexibles. Au cours de la diastole les 3 feuillets s'emboîtent parfaitement en luttant contre tout reflux du sang de l'aorte vers le ventricule gauche. Le mécanisme de l'ouverture et la fermeture de la valve aortique est lié aux variations de pression entre les deux cavités.

III. Description : [29], [35]

La valve aortique est composée de trois valvules dites sigmoïdes de tailles normalement égales ou très proches qui assurent l'étanchéité de l'orifice aortique pendant la diastole ventriculaire. Ces sigmoïdes sont de minces replis membraneux ; elles limitent, avec la partie correspondante de la paroi aortique des poches en « nid de pigeon » dont la concavité est tournée vers l'artère. On distingue deux sigmoïdes antérieures : une droite et une gauche, et une sigmoïde postérieure (figure 11).

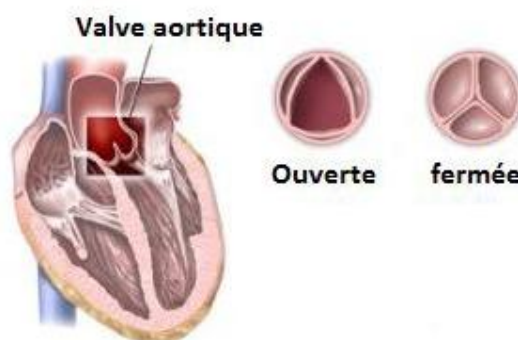


Figure 11

Le bord pariétal de chaque valvule s'insère sur l'anneau fibreux aortique et décrit une légère concavité dirigée vers l'aval, la partie postérieure de la valvule antéro-gauche a une insertion commune avec la grande valve antérieure de la mitrale. Le

bord libre est à peu près rectiligne, que les valvules soient en position ouverte ou fermée. Un petit nodule fibreux « nodule d'Arantius » renfle la partie moyenne de ce bord libre et assure l'étanchéité du centre de l'orifice valvulaire. Ce nodule fibreux est prolongé de chaque côté par une mince bande semi-lunaire translucide, la lunule. Au niveau de la face ventriculaire des sigmoïdes aortique, on peut trouver des dégénérescences fibreuses « excroissances de Lambl ».

Les bords et les faces des sigmoïdes sont dépourvus de cordages tendineux. Chez l'adulte, la surface à occlure de l'orifice aortique est donc approximativement 3,5 cm², alors que la surface des trois valves est de 20 % supérieure.

Il est à remarquer que ce système à trois sigmoïdes est optimal pour occlure une section circulaire et pour offrir la moindre résistance hémodynamique une fois ouvert, c'est la seule combinaison possible permettant l'ouverture et la fermeture des valves sans qu'il y ait, soit traction sur le bord libre, soit excès de tissu valvulaire. En effet, lorsque les valves sont fermées la longueur du bord libre est égale à deux fois le rayon de l'orifice aortique et, lorsqu'elles sont ouvertes, ce bord libre se rabat sur un arc représentant le tiers de la circonférence, soit environ deux fois le rayon et, entre les positions « fermée » et « ouverte » ; la distance entre les commissures est toujours inférieure à deux rayons. S'il y avait seulement deux valves, leur bord libre devrait s'étirer de deux rayons «fermée» à trois rayons «ouverte» ; avec quatre valves, le bord libre serait trop long pour égaler la circonférence du vaisseau.

En regard de la face pariétale de chaque valvule, la paroi aortique forme une petite voussure « le sinus de Valsalva ». Au-dessus des deux sigmoïdes antérieures s'ouvrent les orifices des artères coronaires droite et gauche (voir chapitre vascularisation du cœur), ainsi on a une autre nomenclature pour les sigmoïdes

aortiques, pour les antérieures, elles s'appellent coronaires droite et gauche, et pour la postérieure c'est la non coronaire.

La valve aortique est positionnée en avant de la mitrale, orientée de telle manière que le feuillet non-coronarien est postérieur, situé en face du septum inter-atrial, alors que la sigmoïde coronaire droite est la plus antérieure. Elle surplombe la chambre de chasse gauche, dont les parois sont constituées par le feuillet antérieur de la valve mitrale, le septum inter-ventriculaire et la paroi postérieure du VG. Les deux valves gauches sont contiguës: la base du feuillet mitral antérieur est insérée sur le trigone fibreux en face des feuillets aortiques gauche et non-coronaire.

Au total :

La valve aortique fait partie de la racine de l'aorte (figure 12), qui comprend :

- Anneau aortique fibreux en forme de couronne à 3 branches verticales remontant aux commissures des sigmoïdes.
- Trois sigmoïdes de forme semi-lunaire, définies par leur base implantée sur la paroi aortique (forme en "U") en regard de chaque sinus de Valsalva, leur corps et leur bord libre ; la base mesure 1.5 fois le bord libre ; les commissures sont suspendues au niveau de la jonction sino-tubulaire.
- Trois sinus de Valsalva, qui sont des renflements de la racine aortique en regard des sigmoïdes ; à 2-3 mm par rapport à l'anneau aortique. la coronaire droite part du sinus droit ; le tronc commun ou la coronaire gauche part du sinus gauche ; le sinus non-coronaire est le plus postérieur. Ces 3 sinus permettent d'éviter l'accolement des valvules à la paroi de l'aorte pendant la systole.
- Jonction sino-tubulaire entre les sinus de Valsalva et l'aorte ascendante, au niveau de laquelle sont retenues les commissures de la valve.

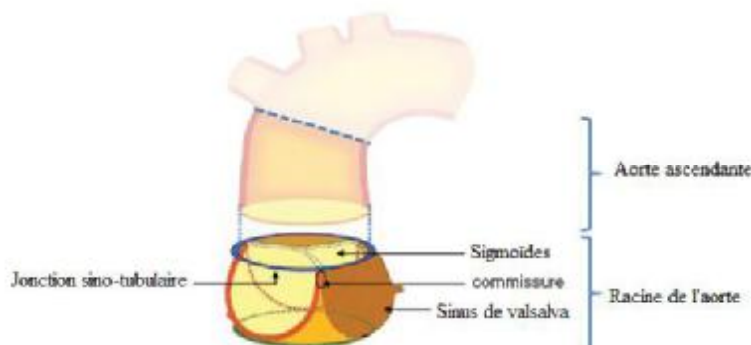


Figure 12

IV. Visualisation de la valve aortique normale en imagerie :

1. Radiographie :

La radiographie du thorax ne permet pas de visualiser une valve aortique sauf si elle est calcifiée. Elle permet de voir le retentissement d'une atteinte valvulaire sur la taille des cavités cardiaques (modification de la taille du cœur ou de ses contours).

2. L'angiocardigraphie :

L'orifice aortique est incliné à 30°, sur le plan horizontal, regardant en avant, en haut et à droite. Les 3 sigmoïdes sont visibles dans les incidences conventionnelles, mais c'est en oblique antérieur gauche, que cet orifice le mieux visible, cette incidence éliminant la superposition avec l'anneau mitral.

3. Echocardiographie (figure 13) :

Elle permet de bien visualiser aussi bien l'anatomie des sigmoïdes que leur mouvement. Une valve aortique normale, s'ouvre complètement de telle sorte que les sigmoïdes ne peuvent quasiment pas être distingués de la paroi aortique à laquelle elles sont accolées.



Figure 13 : coupe échocardiographique parasternale gauche grand axe

4. TDM/IRM cardiaque : (figure 14,15)

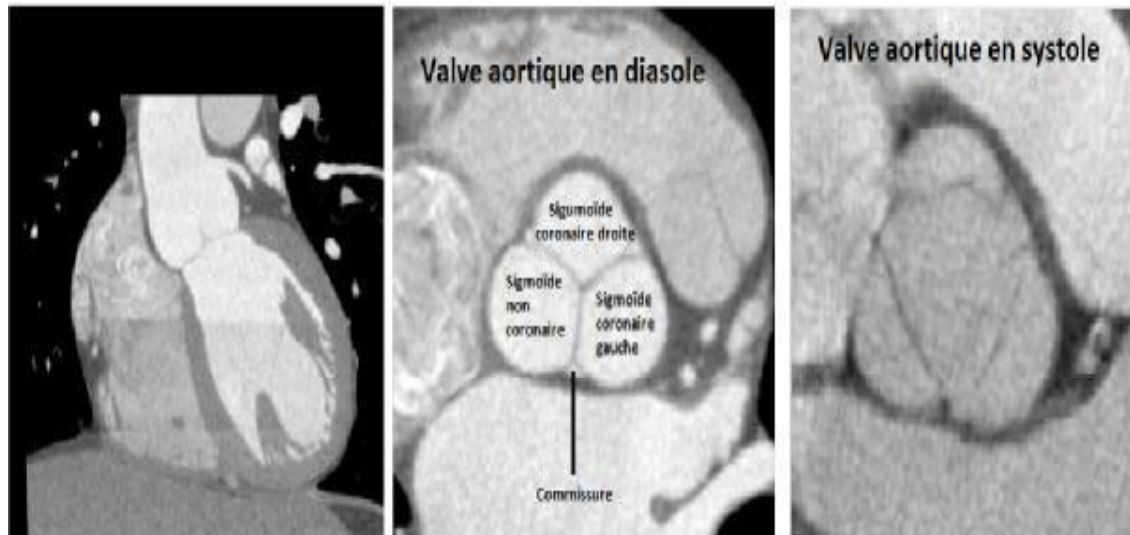


Figure 14 : coupe scannographique montrant la valve aortique (coupe 3 cavités, plan de la valve aortique)

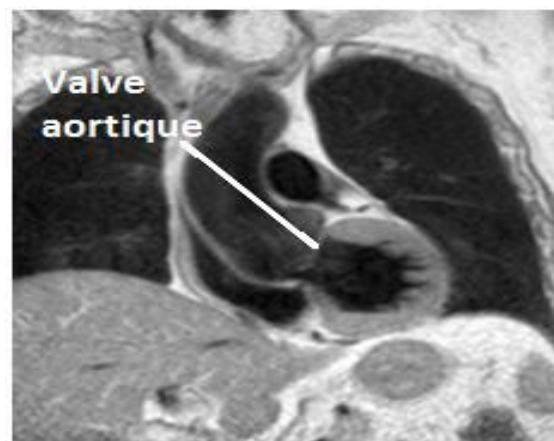


Figure 15 : IRM : coupe frontale

V. Applications cliniques :

1 – Pathologies de la valve aortique :

		Causes	Anomalie valvulaire	Anomalie sus-valvulaire	Anomalie sous-valvulaire
Valve aortique	IAo	Rhumatismale	Dilatation de l'anneau, fusion commissural, sigmoïdes épaissies, rétractées, rigides, prolabées, rarement dysplasique		
		Endocardite infectieuse	Abcès de l'anneau	Abcès sinus valsalva+ anévrisme mycotique	
		Maladie annulo-aortique éctasiant	Dilatation de l'anneau, lésion valvulaire	Dilatation anévrismale dystrophique de l'aorte ascendante	
		Dégénérative sans anévrisme		Lésion dystrophique de l'aorte ascendante sans anévrisme	
		Dissection aortique	Distension de l'anneau	le déchirement longitudinal de la paroi de l'aorte	
		Aortite	Dilatation de l'anneau Épaississement, rétraction des valves Dysfonction des commissures	Inflammation de l'aorte ascendante avec des calcifications à la paroi ou anévrisme	
		Traumatique	Déchirure sigmoïdes Décrochage commissural		
		Fonctionnelle	Dilatation de l'anneau		
	RAo	Dégénérative ou maladie de Monckeberg	calcifications d'évolution centripète, débutant au niveau de l'anneau aortique pour gagner le bord libre des sigmoïdes. Ces calcifications peuvent devenir proliférantes, massives, en chou fleur		
		Rhumatismale	symphyse commissurale centripète allant de la périphérie à la partie centrale. Les sigmoïdes sont à la fois rétractées et épaissies par fibrose cicatricielle. Calcifications apparaissent sur la face valvulaire des commissures		
Congénitale		Bicuspidie Valve en gicleur	Rétrécissement fibreux ou diaphragme au dessus du sinus de Valsalva	Diaphragme fibreux sous la valve	

2-Chirurgie de la valve aortique :

a. Réparation valvulaire aortique :

La chirurgie conservatrice de la valve aortique s'adresse essentiellement aux sténoses aortiques congénitales avec des gestes de valvulotomies ou de myotomies. Par ailleurs, les lésions dystrophiques de la racine aortique dans le cadre de maladie annulo-ectasiantes avec insuffisance aortique modérée sont tout à fait favorables à des interventions de remodelage de la racine aortique avec plastie valvulaire.

b. Le remplacement de la valve aortique :

Nécessite la mise en place de la CEC (circulation extracorporelle), puis l'ouverture de l'aorte juste au-dessus de la valve. La valve native est ainsi accessible et excisée puis remplacée par une prothèse mécanique ou biologique.

L'amélioration des techniques chirurgicales a permis de développer des techniques mini-invasives pour le remplacement de la valve aortique : par mini-thoracotomie, par mini-sternotomie, par voie transapicale antérograde et même par voie trans-fémorale rétrograde (valve transcathéter).

VALVE PULMONAIRE

La valve pulmonaire est une valve artérielle. Elle est traversée par un sang non oxygéné sortant du ventricule droit et allant vers le poumon en passant par l'artère pulmonaire, pour y subir l'hématose. Cette valve est composée de trois valvules, Elle n'est pas sus-jacent d'un appareil sous valvulaire caractéristique des valves atrio-ventriculaires.

Mensurations :

- **Diamètre** = 20 à 22 mm.
- **Surface** = 2 cm²/m².

I. Embryologie : voir embryologie de la valve aortique.

II. Rôle :

Similaire à la valve aortique, la valve pulmonaire s'ouvre dans la systole ventriculaire, lorsque la pression dans le ventricule droit s'élève au-dessus de la pression dans l'artère pulmonaire. À la fin de la systole ventriculaire, lorsque la pression dans le ventricule droit diminue rapidement, la pression dans l'artère pulmonaire ferme la valve pulmonaire.

III. Description : [24], [25], [26]

La valve pulmonaire (figure 16) est celle de toutes les valves qui est la plus antérieure. Son orientation est perpendiculaire à la valve aortique qui la voisine en postérieur. Sa structure ressemble à celle de la valve aortique avec 3 valvules sigmoïdes ou semi-lunaires, qui sont cependant plus fines chez l'adulte que celle de la valve aortique. Les trois sigmoïdes sont insérées sur un anneau circulaire qui

sépare le ventricule droit de l'artère pulmonaire. Elles sont disposées sous forme de cupule ou en nid d'hirondelle. On distingue : la sigmoïde antérieure et les deux autres postérieures droite et gauche. La partie moyenne du bord libre de chaque valvule est occupée par un nodule fibreux: nodule de Morgagni, prolongé de chaque côté par une mince bande semi-lunaire translucide, la lunule.

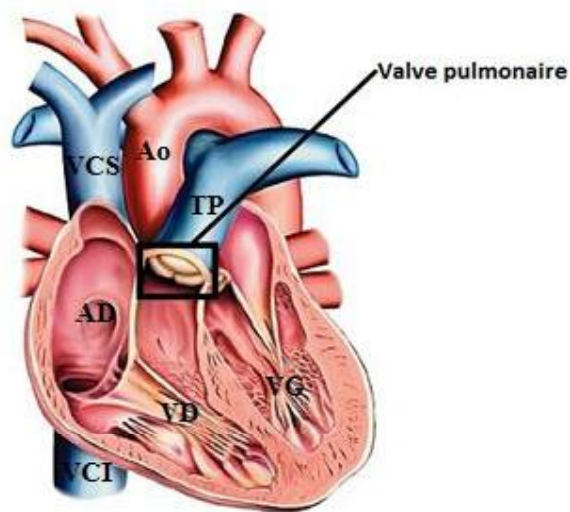


Figure 16

IV. Visualisation de la valve pulmonaire normale en imagerie :

Comme c'est le cas pour toutes les valves cardiaques, la valve pulmonaire est non visible en radiographie thoracique standard.

L'échocardiographie (figure 17) est l'examen de choix pour mieux caractériser la valve pulmonaire. Ce qui rend obsolètes l'angiocardographie, la TDM (figure 18) et l'IRM.

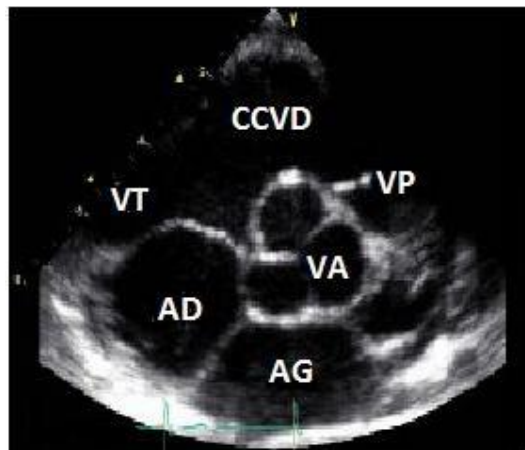


Figure 17 : coupe échocardiographique parasternale gauche petit axe

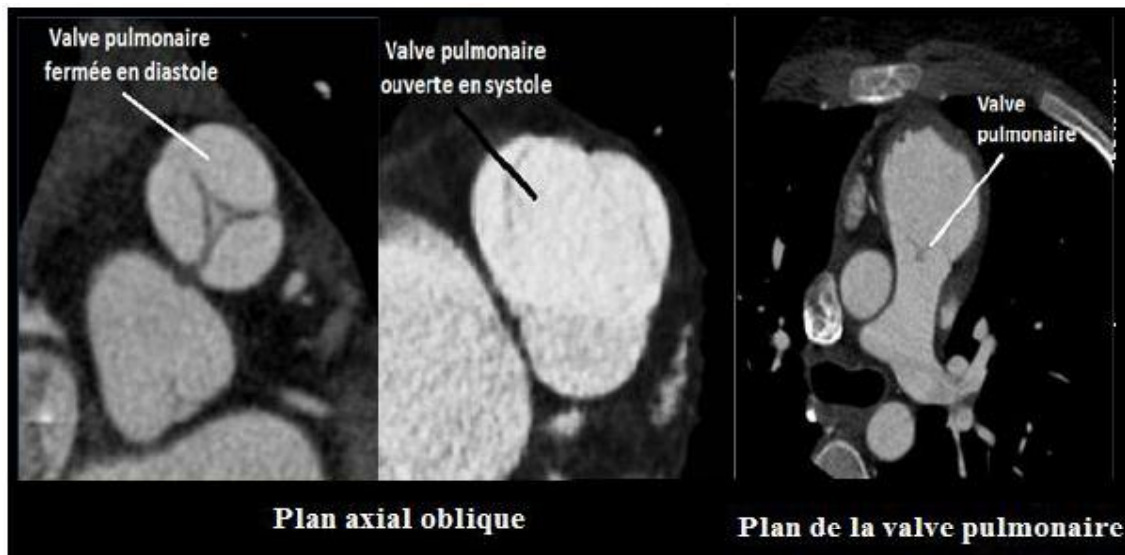


Figure 18 : coupe scannographique montrant la valve pulmonaire (plan axial oblique, plan de la valve pulmonaire)

V. Applications cliniques :

1. Pathologies de la valve pulmonaire :

		causes	Anomalie valvulaire	Anomalie sus valvulaire	Anomalie sous valvulaire
Valve pulmonaire	Insuffisance pulmonaire	physiologique	normal	normal	normal
		Hypertension artérielle pulmonaire	Dilatation de l'anneau	Dilatation de l'artère pulmonaire	Dilatation de la chambre de chasse du ventricule droit
		Endocardite infectieuse	Abcès de l'anneau Végétations, lésions destructrices au niveau de la valve...		
		Syndrome carcinoïdes	Valve rigide en rapport avec la présence d'une plaque blanchâtre à sa surface		
		Valvulotomie iatrogène (valvuloplastie par ballonnet ou lors de la chirurgie de certaines cardiopathies congénitales)			
		congénitale	Monocuspidie, bicuspidie, syndrome de Marfan, agénésie valve pulmonaire		
	Sténose pulmonaire	Congénitale (en général)	Valve épaissie ou rétrécie ou dysplasique fusion commissurale, monocuspidie, bicuspidie, agénésie valve pulmonaire	Rétrécissement de l'artère pulmonaire ou l'une de ces branches dilatation anévrysmale des artères pulmonaires	Le muscle sous la surface de la valve est épaissie, et donc réduction de la voie d'éjection du ventricule droit
		Syndrome carcinoïde	Plaque blanchâtre à la surface de la valve		
		rhumatismale	épaississement, induration valvulaire, soudure des commissures...		

2. Chirurgie de la valve pulmonaire :

- Valvuloplastie par cathétérisme cardiaque à l'aide d'un ballonnet.
- Valvulotomie chirurgicale.
- Remplacement de la valve pulmonaire percutané ou chirurgical sous circulation extracorporelle.

VALVE TRICUSPIDE

La valve tricuspide (figure 19) est la plus grande des quatre valves cardiaques qui régulent la circulation du sang dans le cœur. Située à l'orifice atrio-ventricule droit, elle s'ouvre et se referme à chaque battement du cœur.

Cette valve est constituée de quatre éléments anatomiques : le voile tricuspide ou élément valvulaire à proprement parler, l'anneau tricuspide, les cordages tendineux et les muscles papillaires.

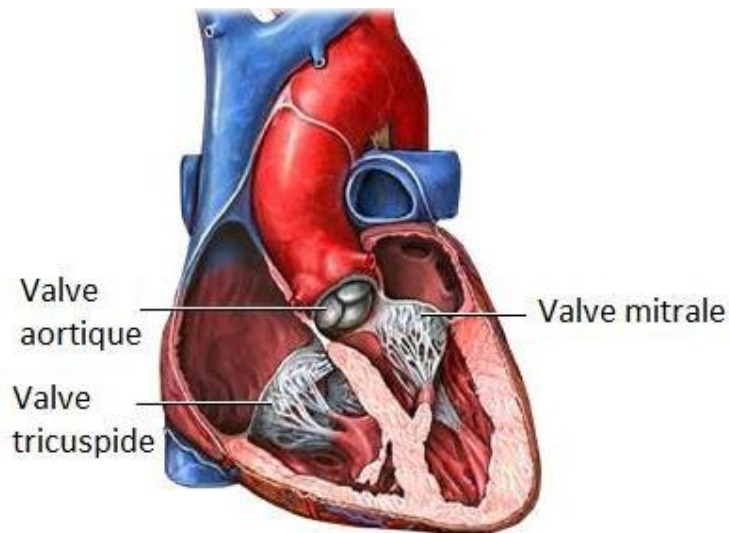


Figure 19

Mensurations :

- **Diamètre**= 2,8 cm/m².
- **Hauteur des cuspides** : antérieure=2,5cm, postérieure=1,5cm, septale= moins petite.
- **Largeur (à la base)** : antérieure=3-4cm, postérieure=2cm, septale= moins petite.
- **Circonférence**= 120 mm chez l'homme, 105 chez la femme.
- **Surface**= 5- 8 cm²
- **Gradient en diastole**= <2mmHg.

I. Embryologie : [13] :

Elle comporte deux phases successives, d'abord l'établissement de la connexion entre l'atrium droit et le ventricule droit, qui n'existe pas au stade initial du développement cardiaque ; puis la formation de la valve elle-même et de son appareil sous-valvulaire. Le développement de la tricuspide est donc intimement lié au processus de cloisonnement.

L'entonnoir tricuspide est une structure musculaire développée à partir de l'expansion postéro-inférieure de l'anneau primitif à partir du 35^e jour de vie intra-utérine. Cet entonnoir va conduire le sang de l'atrium droit, vers le milieu du ventricule droit, par un orifice antérieur dirigé vers le conotruncus.

Au stade de convergence - où le conotruncus, le canal atrio-ventriculaire, et le septum interventriculaire primitif sont alignés selon un même plan sagittal- apparaissent des fenestrations à la partie inférieure de l'entonnoir tricuspide, créant l'orifice inférieur définitif de la valve tricuspide, pendant que l'élargissement des trabécules et la croissance vers le bas de la cavité ventriculaire droite aboutissent à la formation des piliers. L'orifice antérieur de l'entonnoir tricuspide (orifice tricuspide primitif) devient la commissure antéro-septale.

À partir de la 8^e semaine de vie intra-utérine, une fois la septation achevée, se produit la délamination, c'est-à-dire l'apparition par séparation à partir du myocarde ventriculaire, d'abord des cuspides antérieure et postérieure, puis, vers 10 semaines, de la cuspide septale, de bas en haut, jusqu'au muscle papillaire du conus. La délamination rend également compte de l'apparition des piliers.

Entre 10 et 17 semaines le myocarde ventriculaire disparaît des feuillets valvulaires primitifs par apoptose pour laisser place au versant ventriculaire des bourgeons endocardiques du canal atrio-ventriculaire. Les cordages sont eux aussi

formés à partir des bourgeons endocardiques, par fragmentation de la partie distale du versant ventriculaire des valves et transformation en tissu fibreux.

II. Rôle :

La valve tricuspide a pour fonction de réguler le flux sanguin. Son ouverture et sa fermeture sont rythmées par les battements cardiaques. Fermée pendant la systole ventriculaire, elle s'oppose au reflux du sang dans l'atrium. Pendant la diastole, elle s'ouvre et s'abaisse pour laisser passer le sang de l'atrium dans le ventricule. Mécaniquement, on peut dire qu'elle joue le rôle de soupape; elle règle le cours du sang dans la partie droite du cœur pendant la révolution cardiaque.

III. Description : [47], [49], [50]

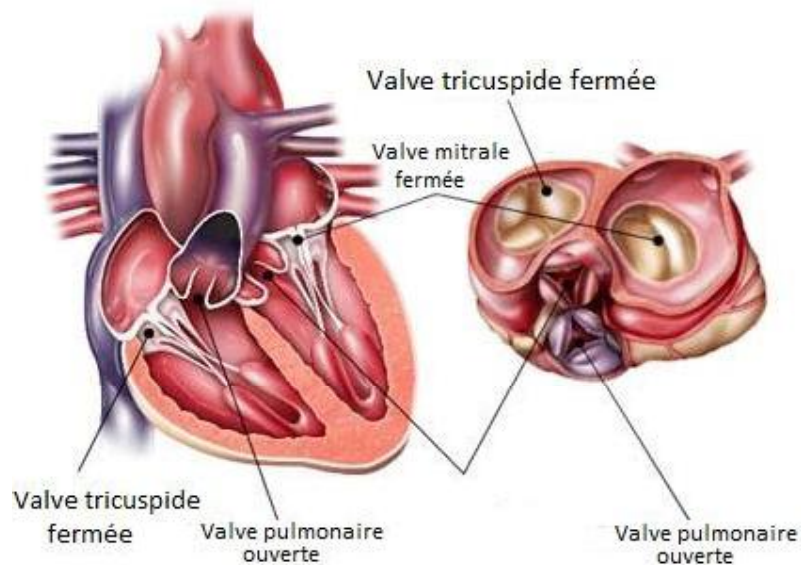


Figure 20

1. Voile tricuspide : (figure 21)

Vu par sa face atriale, l'orifice tricuspide a une forme triangulaire avec trois côtés : antérieur, postérieur et interne ou septal. Le voile tricuspide descend de son insertion annulaire comme un rideau dans le ventricule droit. Son bord libre présente plusieurs indentations de profondeur variable et comme pour le voile mitral il convient d'abord de localiser les commissures.

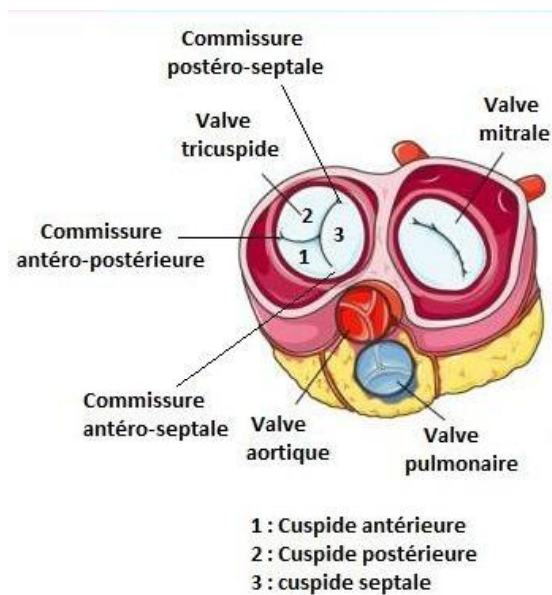


Figure 21

a. Régions commissurales :

Des cordages particuliers en éventail sont utilisés pour délimiter les régions commissurales. Cependant, ces cordages ne sont pas toujours présents sur les trois commissures : on dispose alors d'autres repères.

➤ Commissure antéro-septale :

L'insertion basale de la valve tricuspide atteint son point le plus élevé au niveau du septum membraneux inter-ventriculaire à l'union des faces antérieure et septale

du ventricule droit. À cet endroit, il existe une profonde indentation, le tissu valvulaire est rarement absent. Cette région est facilement identifiée et marque la commissure entre les valves antérieure et septale. À ce niveau il existe un cordage en éventail, celui-ci est court et a son origine sur le renforcement septal de l'éperon.

➤ **Commissure antéro-postérieure :**

Elle forme une indentation dans le voile tricuspide entre les valves antérieure et postérieure. Généralement, la commissure antéro-postérieure est située à la hauteur du bord droit du ventricule et donne attache à un cordage en éventail. Le muscle papillaire antérieur est habituellement dirigé vers cette commissure et constitue aussi un repère.

➤ **Commissure postéro-septale :**

Est celle dont l'étendue est la plus large. C'est une indentation dans le tissu valvulaire au niveau de la jonction entre les faces postérieure et septale du ventricule droit. La commissure postéro-septale est la moins aisée à délimiter. On dispose de plusieurs repères, le cordage en éventail qui s'insère à ce niveau ; une colonne charnue située au milieu de la face postérieure et donnant souvent naissance au cordage précédent ; et enfin, un repli de tissu valvulaire situé sur la cuspide septale proche de la commissure.

b. Cuspides :

La valve tricuspide est constituée de 3 feuillets ou cuspides ou valvules de surfaces inégales, fins et arachnoïdes : antérieur, postérieur et septal. Il existe assez souvent deux languettes valvulaires accessoires intercalées entre la cuspide septale et les cuspides antérieure et postérieure. Les masses atriales et ventriculaires, le tissu de conduction, et la structure de support du squelette fibro-élastique cardiaque permettent des actions coordonnées des cuspides de la valve tricuspide. Les attaches fibreuses font de la valvule septale relativement immobile. Par conséquent, plus la descente annulaire tricuspide a lieu le long des marges des cuspides antérieure et

postérieure, au cours de la diastole, ces derniers se déplacent comme des voiles pour rejoindre la valvule septale. Ainsi, de point de vue fonctionnel, la valve tricuspide agit plus comme une bicuspide.

La zone distale des cuspides est épaisse et rugueuse à la palpation. Mais cette zone est moins rugueuse et moins épaisse qu'au niveau de la valve mitrale. Elle s'interrompt au niveau des régions commissurales. La zone basale des cuspides s'étend sur la valve à 2-3 mm de l'anneau. Comme pour la valve mitrale, les cordages basaux s'insèrent sur la face ventriculaire ; cependant, à l'inverse de la valve mitrale, la zone basale des cuspides persiste au niveau des régions commissurales ; en outre, elle est présente sur chacune des trois cuspides. La zone lisse des valves tricuspides reçoit quelques insertions tendineuses sur sa face ventriculaire (à la différence de la valve mitrale).

➤ **cuspidé antérieure :**

Elle est la plus grande et la plus mobile des trois. Habituellement semi-circulaire ou triangulaire, elle peut être quadrangulaire. Sur son bord libre, proche de la commissure antéro-septale, on observe généralement une fente. Cette fente est parfois aussi profonde qu'une commissure, mais on la distingue aisément car elle est marquée par un cordage issu du renforcement septal de l'éperon et s'insérant sur la zone rugueuse.

➤ **cuspidé postérieure :**

Beaucoup plus réduite, elle également triangulaire, et située entre les commissures antéro-postérieure et postéro-septale. Son bord libre présente des encoches qui permettent de la diviser en plusieurs portions. Souvent, la portion commissurale antéropostérieure est la plus grande. Des cordages en éventail s'insèrent sur le bord libre des encoches.

➤ **cuspidé septale :**

La plus petite et la plus restrictive des cuspidés. Elle est trapézoïdale et parallèle à l'anneau fibreux, et située entre les commissures postéro-septale et antéro-septale, elle s'insère en partie sur la face postérieure mais surtout sur la face septale du ventricule droit, à la limite du septum atrio-ventriculaire et de la portion membraneuse. Proche du milieu de la valve, son attache forme un angle qui marque la transition entre les faces postérieure et septale. De cette angulation résulte un repli de voile tissulaire sur la valve septale. Près de l'attache valvulaire, ce repli est parallèle à l'insertion annulaire de la valve. Puis le repli se dirige vers le bord libre et se termine dans une fente sur le versant septal de la commissure postéro-septale. Cette fente est toujours marquée par un cordage de la zone rugueuse. La valve septale est semi-ovale. La portion distale de la valve apparaît redondante.

➤ **L'insertion basale des cuspidés :**

L'insertion de la cuspidé postérieure et de la moitié postéro-septale de la cuspidé septale, est presque horizontale, et environ 15 mm plus bas que le point le plus élevé de l'attache tricuspide au niveau de la commissure antéro-septale. À partir du milieu de la cuspidé septale, l'attache tricuspide marque un angle de 30° avec l'horizontale pour atteindre la commissure antéro-septale. Puis, l'insertion de la cuspidé antérieure descend progressivement pour devenir à nouveau horizontale au niveau de la commissure antéro-postérieure.

2. Anneau tricuspide :

La valve tricuspide est montée sur un anneau fibreux incomplet, en forme de selle ou de fer-à-cheval centré sur le trigone droit (voir chapitre structure du cœur) et interrompu dans sa partie postéro-latérale. Au niveau septal, cet anneau est situé environ 1 cm plus apical que l'anneau mitral.

La partie solide de l'anneau tricuspide correspond à l'insertion de la cuspidé septale et de la commissure antéro-septale. Mais la plus grande partie de la circonférence annulaire en dehors et en arrière est en contact direct avec le myocarde. Les cuspidés antérieure et postérieure s'insèrent sur le myocarde.



C'est dans la région moins solide que l'anneau se distend au cours des insuffisances de la valve tricuspide.

3. Appareil sous valvulaire :

a. Muscles papillaires :

La valve tricuspide s'amarre à 4 groupes de muscles papillaires :

- **Pilier antérieur :** Il a une forme conique et se détache de la partie moyenne de la paroi ventriculaire antérieure. Les cordages qui en émanent se terminent pour la plupart sur la cuspidé antérieure, quelques-uns se rendent à la cuspidé postérieure.
- **Pilier postérieur :** Il est parfois dédoublé et se détache de la paroi ventriculaire postérieure, il fournit des cordages à la cuspidé postérieure et quelques-uns à la cuspidé septale.
- **Piliers internes:** Ils se détachent pour la plupart de la paroi septale du ventricule directement ou par l'intermédiaire de petites colonnes charnues. Parmi eux, il en existe un, constant et conique, au voisinage de l'extrémité supérieure de la bandelette ansiforme ; c'est le muscle papillaire du cône artériel (de Luschka). Les piliers internes fournissent des cordages pour la cuspidé interne et antérieure.
- **Piliers externes :** Ils fournissent les cordages à la cuspidé antérieure et postérieure.

b. Cordages tendineux :

En moyenne 25 cordages s'insèrent sur la valve tricuspide. Il n'y a pas de différence significative selon le sexe. Comme la valve mitrale, la valve tricuspide est munie de cordages en éventail, de cordages de la zone rugueuse et de cordages basaux. Mais il existe deux types de cordages supplémentaires au niveau de la valve tricuspide : les cordages marginaux et les cordages profonds.

- **Cordages en éventail** : Leur morphologie est similaire qu'il s'agisse de la valve mitrale ou tricuspide. Ces cordages s'insèrent sur chacune des trois régions commissurales et sur les encoches de la valve postérieure.
- **Cordages de la zone rugueuse** : Ils s'insèrent sur la zone rugueuse à la face ventriculaire des cuspidés. Chaque cordage se divise, peu après son origine, en trois branches : Une s'insère sur le bord libre de la cuspidé, une autre près de la ligne de fermeture et une branche intermédiaire entre les deux. Les cordages s'insérant sur le versant antéro-septal des cuspidés septale et antérieure sont souvent courts.
- **Cordages marginaux** : Ils sont moniliformes et larges ; ils prennent souvent leur origine au sommet du muscle papillaire mais parfois à sa base. Ils s'insèrent sur le bord libre des cuspidés.
- **Cordages profonds** : Ce sont de larges cordages passant à distance du bord libre pour s'insérer sur la face ventriculaire dans la partie proximale de la zone rugueuse ou dans la zone lisse. Ils se divisent parfois avant leur insertion en deux ou trois branches. Ces branches sont souvent unies à la valve par un repli tissulaire.
- **Cordages basaux** : Ils sont habituellement moniliformes. Ils peuvent être circulaires ou aplatis, longs et fragiles ou courts et musculeux. Ils naissent directement du myocarde ou de petites colonnes charnues et peuvent s'évaser

juste avant leur insertion sur la valve à 2 mm environ de l'anneau. Leur nombre est deux fois plus important au niveau de la cuspidé septale qu'au niveau des deux autres cuspidés.

Au total :

Les cordages tendineux s'attachent sur la face périphérique pariétale des cuspidés ; ils sont 3 variétés :

- Les cordages de premier ordre : S'attachent à la base d'insertion de la cuspidé près de l'orifice atrio-ventriculaire.
- Les cordages de deuxième ordre : Se terminent sur la partie moyenne de la face pariétale de la cuspidé.
- Les cordages de troisième ordre : S'attachent sur le bord libre de la cuspidé.

IV. Visualisation de la valve tricuspide normale en imagerie :

La radiographie du thorax ne permet pas de visualiser la valve tricuspide, mais elle permet de voir le retentissement de son atteinte sur la taille des cavités cardiaques (modification de la taille du cœur ou de ses contours).

L'angiocardiographie aussi ne permet pas de visualiser directement la valve tricuspide mais permet de détecter et de quantifier une fuite sur cette dernière.

L'examen clé pour l'étude de cette valve reste également l'échocardiographie (figure 22), comme c'est le cas pour les autres valves, aussi bien pour l'étude anatomique que l'étude fonctionnelle.

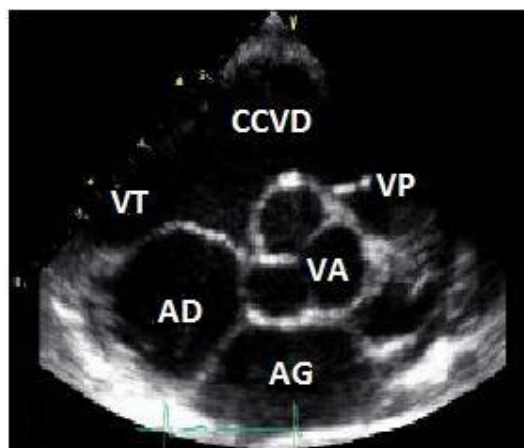


Figure 22 : coupe échocardiographique parasternale gauche petit axe

L'imagerie par résonance magnétique et le scanner cardiaque (figure 23) peuvent être également utilisée pour apprécier la morphologie cette valve.

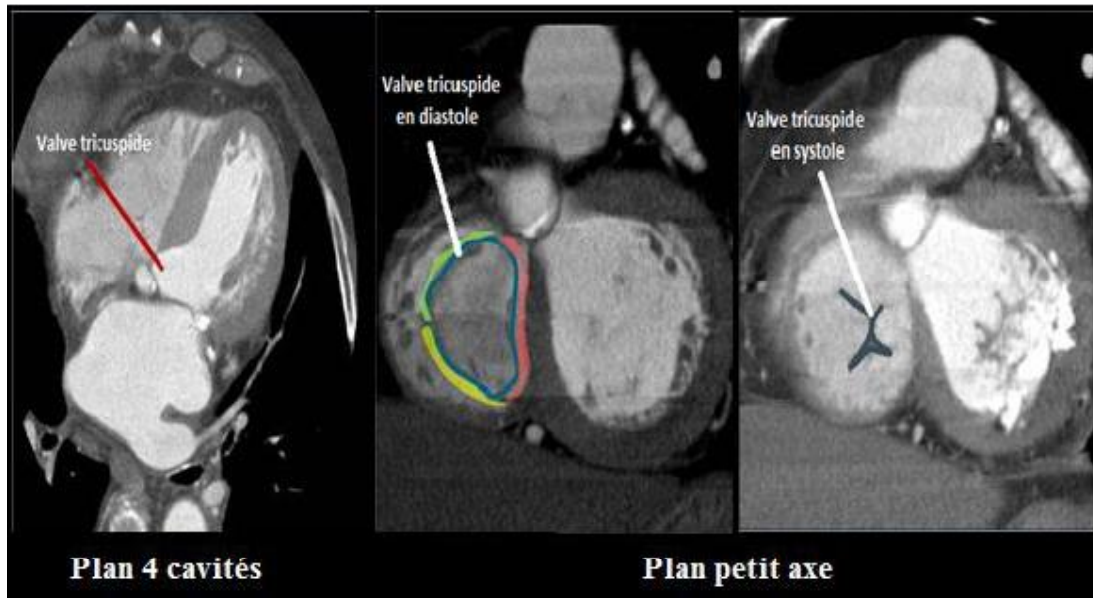


Figure 23 : Coupe scannographique montrant la valve tricuspide (plan4 cavités, plan petit axe)

V. Applications cliniques :

1. Pathologies de la valve tricuspide :

		Causes	Anomalie de l'anneau	Anomalie du voile	Anomalie des cordages	Anomalie des piliers
Valve tricuspide	IT	Physiologique (IT minime)	Normale	normal	normal	Normal
		Fonctionnelle (par dilatation des cavités droites fréquemment, en rapport avec une hypertension artérielle pulmonaire)	Dilatation	normal	normal	Normal
		Rhumatismale		Rétraction valvulaire (qui prédomine sur la valve postérieure) Fusions commissurales Épaississement Calcifications (rare)	épaississement	
		Endocardite infectieuse		Mutilation, végétation, perforation	Rupture	
		Syndrome carcinoïde		Fibrose, rétraction	Fibrose, rétraction	Fibrose, rétraction
		Dystrophique (Marfan)		Prolapsus		
		Ischémique (ventricule droit)				Dysfonction ischémique du pilier
		Traumatique				
		Tumoral				
		Congénitale : maladie d'Ebstein		Déplacement du feuillet septal vers la pointe du ventricule droit accompagné ou non d'une absence du feuillet postérieur		
	Autres : canal atrio-ventriculaire, sténose sur la voie pulmonaire, dysplasie ventriculaire droite, dilatation idiopathique de l'atrium droit.					
	RT (rare)	Rhumatismale (presque toujours)		Rétraction valvulaire Fusions commissurales Épaississement Calcifications (rare)	épaississement	
Congénitale (Atrésie tricuspide)						

2. Chirurgie de la valve tricuspide :

La chirurgie de la valve tricuspide est en général rarement isolée et souvent il s'agit d'opération complexe, avec le remplacement simultané d'une autre valve ou avec la création de pontages coronariens.

Dans la mesure du possible, on pratique des interventions conservatrices, c'est-à-dire en gardant la valve native. On effectue alors une réparation dite «de Vega» en faisant une suture sur une partie du pourtour de l'anneau valvulaire afin de renforcer l'anneau et d'en réduire le diamètre. Ou alors, on effectue une plastie avec ablation d'une partie d'un des feuillets de la valve, suivie de la mise en place d'un anneau de renforcement. Dans de rares cas, lorsqu'il n'est plus possible de conserver la valve native, on procède à l'ablation de cette dernière et on la remplace par une prothèse, en général mécanique. Cette chirurgie est difficile, d'autant plus que les voies de conduction (permettant l'automatisme de la contraction cardiaque) sont proches.

VALVES CARDIAQUES PROTHETIQUES

I. Les prothèses mécaniques (figure 24) :

Il existe différents types de prothèses : les prothèses à bille, à monodisque basculant, et à double disque basculant.



Figure 24 : exemple de prothèse mécanique

Ces valves mécaniques ont toutes une durée de vie très importante, leur principal inconvénient est qu'elles doivent s'associer à la prescription d'un traitement anticoagulant au long court.

II. Les prothèses biologiques (bioprothèses) :

Il existe deux sortes de bioprothèses :

1. avec armature (figure25) :

- Hétérogreffes : sont d'origine animale (porcine principalement)
- Homogreffes : sont d'origine humaine.



Figure 25 : exemples de prothèse biologique avec armature

2. sans armature (figure 26):

Appelées encore xenogreffes. Elles sont fabriquées à l'aide des tissus du malade, principalement le péricarde ou une partie de la valve à changer.

La durée de vie des ces prothèses est moindre, mais leur énorme avantage est de ne pas nécessiter de traitement anticoagulant au long court.



Figure 26 : exemple de prothèse biologique sans armature

Structure du cœur



Essentiellement musculaire tapissé en dedans par l'endocarde qui se continue par l'endothélium vasculaire. Il est recouvert à sa surface par le péricarde viscéral ou épicaarde (figure 1).

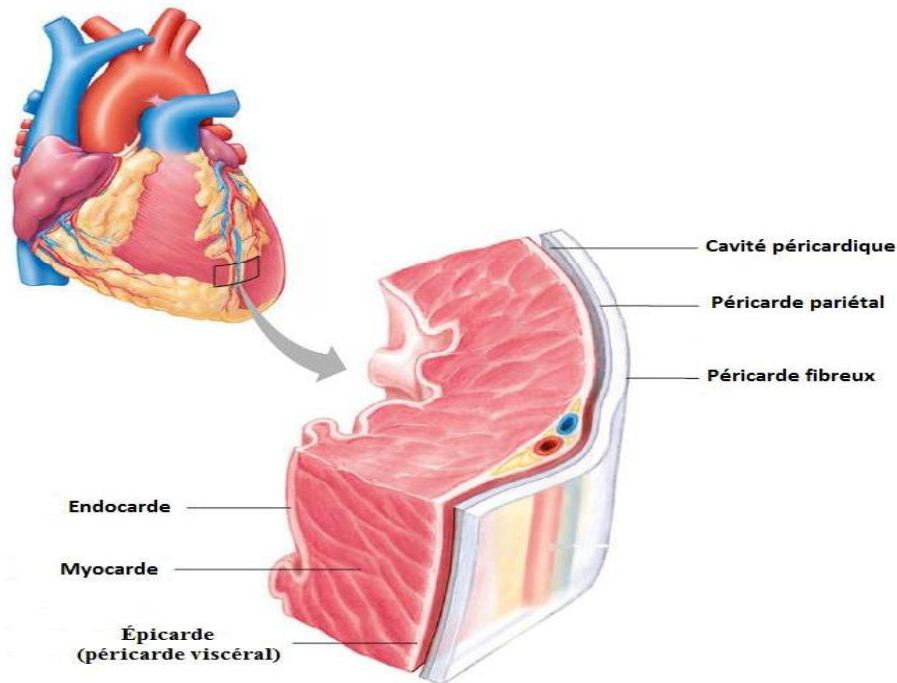


Figure 1

Cette masse musculaire ou myocarde a une structure complexe. Elle est constituée de fibres atriales et ventriculaires qui s'insèrent sur une solide charpente de tissu fibreux : le squelette fibreux du cœur, autour des orifices valvulaires. Certains zones musculaires sont plus différenciées, et contiennent des fibres nerveuses qui assurent l'automatisme cardiaque, et constituent le système cardio-necteur (détaillé dans le chapitre innervation du cœur).

I. Embryologie : [3], [16], [23]

A l'origine, le tube cardiaque primitif n'est constitué que d'un endothélium. Il dérive du mésoderme splanchnique antérieur, à l'intérieur duquel les cellules précardiaques vont se différencier en cellules cardiaques ou cardiomyocytes en réponse à des signaux d'induction venant de l'endoderme. Seule une partie du mésoderme se différencie pour créer l'ébauche cardiaque ou aire cardiaque primitive, les autres parties en étant empêchées par des signaux inhibiteurs provenant de la plaque neurale antérieure ou notochorde.

Les cellules cardiaques, sous l'influence de différents gènes provenant du mésoderme, vont se différencier en plusieurs lignées : myocytes (atriales, ventriculaires, tissu de conduction) et cellules de l'endocarde. Chaque segment (deux segments, l'un postérieur (atrium primitif), l'autre antérieur (ventricule primitif)) est composé de deux couches cellulaires : interne (endocarde) et externe (myocarde) entre lesquelles se trouve la gelée cardiaque ou matrice extracellulaire, sécrétée par le myocarde. Or, il est bien connu, aujourd'hui, que l'épicarde se constitue par une population de cellules mésothéliales dérivée de manière indépendante, du mésoblaste et migrent à la surface du cœur, à partir de la région du sinus veineux.

II. L'endocarde (figure 2) : [57]

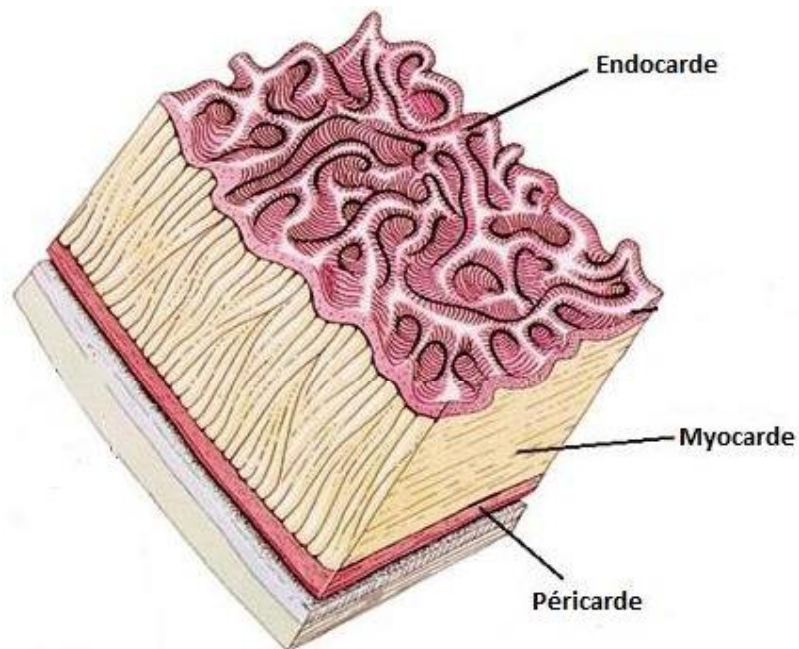


Figure2

C'est une mince membrane tapissant la surface interne du cœur, il continue l'intima des vaisseaux. Il est plus épais dans les atriums que dans les ventricules. Les valvules sigmoïdes semi-lunaires et les cuspidés des valves atrio-ventriculaires sont constituées par une lame fibreuse centrale (expansion de l'anneau fibreux), recouverte par un repli de l'endocarde ou de l'endothélium artériel pour la face supérieure des valvules sigmoïdes.

L'endocarde comprend 3 couches : un endothélium, une couche sous endothéliale conjonctive très mince, dans laquelle se trouvent de nombreuses arborisations nerveuses sensibles, et une couche myoélastique. Il ne possède pas de vaisseaux et se nourrit par le sang circulant à son contact.

III. Myocarde : [63], [64]

Est un muscle qui prend appui sur le squelette fibreux, il est richement vascularisé qui compte à la coupe 5500, sections de capillaires par mm² contre 2000 pour le muscle squelettique. Ce muscle est constitué de myofibres striées organisées en faisceaux entrelacés et anastomosés. Entre les faisceaux circulent les artérioles. Il contient aussi le système de conduction du cœur.

1. Le squelette fibreux :

a. Rôle :

Le squelette fibreux du cœur forme le tissu de soutien des orifices atrio-ventriculaires et des orifices artériels, il les empêche notamment d'être excessivement distendus par le volume de sang qui les franchit. Il permet la fixation (origine et insertion) des fibres myocardiques : en avant les fibres ventriculaires, en arrière les fibres atriales. Parmi ces fibres, certaines sont spécialisées et constituent le système de commande ou système cardio-necteur. Il forme également un « isolant » électrique d'une part en séparant les influx propagés musculairement par les atrioms et les ventricules qui peuvent ainsi se contracter de façon indépendante, et d'autre part en permettant le passage de la partie initiale du faisceaux atrio-ventriculaire (faisceau du His) qu'il entoure.

b. Constituants (figure 3) :

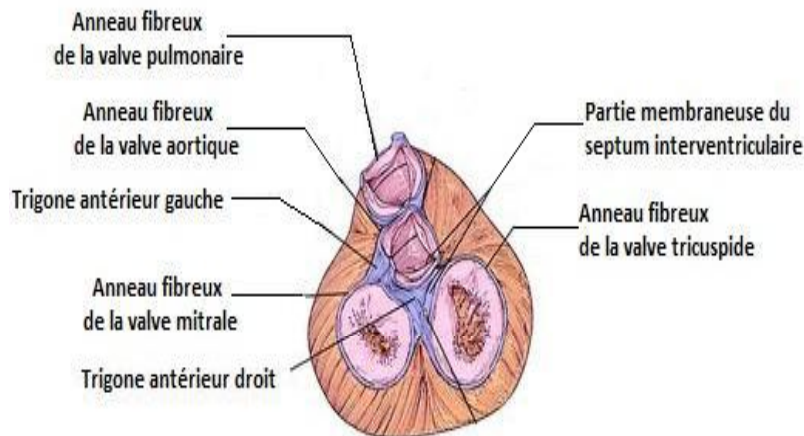


Figure 3

➤ Anneaux fibreux valvulaire:

Le squelette fibreux est formé par les 4 anneaux fibreux valvulaires, qui forment les cercles tendineux de Lower. Particulièrement résistants, ils servent de base d'implantation aux valvules. L'Anneau atrio-ventriculaire gauche situé à gauche et légèrement en arrière de l'atrio-ventriculaire droit, piriforme ; l'aortique en avant des deux orifices atrio-ventriculaires et le pulmonaire en avant et à gauche de l'orifice aortique ; ces deux derniers anneaux sont festonnés. Les 4 anneaux fibreux sont groupés dans un même plan, et réunis par 3 amas fibreux, plus épais, ou trigones. Ils apparaissent en grande partie après résection des valves aortiques pour remplacement valvulaire.

➤ Les trigones :

○ Le trigone du rideau mitro-aortique :

C'est une lame fibreuse située entre, en haut, la partie de l'anneau aortique correspondant à la valvule semi-lunaire gauche et la valvule semi-lunaire postérieure et en bas, le segment de l'anneau atrio-ventriculaire gauche correspondant à la cuspide antérieure mitrale. Cette lame fibreuse répond en arrière

à l'atrium gauche d'avec laquelle elle peut être séparée. Sa structure, ses dimensions, ainsi que le fait qu'elle puisse être séparée de l'atrium gauche expliquent que l'on puisse la fendre pour élargir un anneau aortique trop petit au cours des remplacements valvulaires aortiques.

- **Le trigone antérieur droit :**

Il est situé au-dessous de la commissure entre la valvule semi-lunaire droite et la valvule semi-lunaire postérieure, il se poursuit en bas par le septum membraneux inter-ventriculaire. Sa face externe répond à l'atrium droit de laquelle il peut être séparé. Plus bas et plus en avant, sur sa face externe, s'insère la cuspside septale de la valve atrio-ventriculaire droite. Ainsi, les deux anneaux atrio-ventriculaires et l'anneau aortique sont-ils unis entre eux par un bloc fibreux dense.

- **Le trigone antérieur gauche :**

Il est situé au-dessous de la commissure entre les valvules semi-lunaires coronaires droite et gauche ; il est peu étendu et se poursuit par le segment le plus antérieur du septum inter-ventriculaire. C'est au-dessous de ce trigone, dans le muscle, qu'est effectuée la myotomie de Bigelow dans le traitement de la cardiomyopathie obstructive.

À partir des trigones gauche et droit, des prolongements de tissu fibro-élastique encerclent les anneaux atrio-ventriculaires gauche et droit et s'étendent en avant en formant une couronne festonnée à trois pointes sur laquelle se fixent la racine et les valvules aortiques, une formation identique à droite de l'aorte constitue la racine et les valvules pulmonaires.

2. Les fibres musculaires (figure 4) :

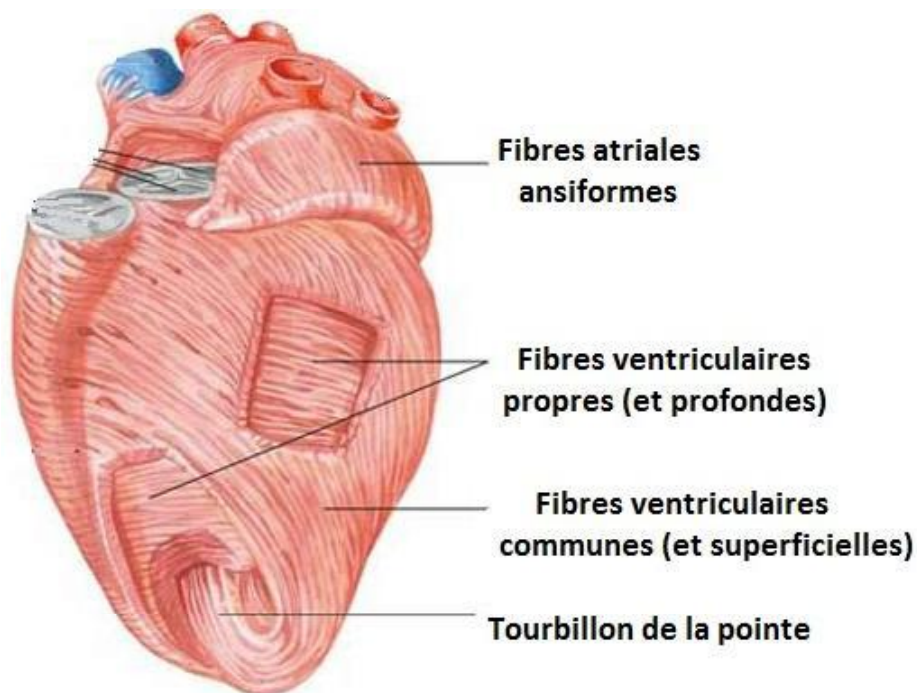


Figure 4

Sur la charpente fibreuse s'insèrent les fibres musculaires du myocarde, dont le développement est fonction de l'activité mécanique des cavités cardiaque : à faible importance des fibres atriales s'oppose l'épaisseur des fibres ventriculaires.

a. **Fibres atriales :**

Fixées sur les anneaux fibreux atrio-ventriculaires, elles sont composées de fibres communes aux 2 atriums, et de fibres propres à chacun d'eux :

➤ **Fibres communes :**

S'étendant d'un atrium à l'autre, elles se disposent en 2 faisceaux ; vertical ou anse inter-atriale (de Gerdy) : Issu de la face antérieure atriale, derrière l'aorte, il monte à gauche de la veine cave supérieure, puis s'engage entre les veines pulmonaires droites et gauches, et se termine à la face postérieure de l'atrium gauche ; transversal ou faisceau inter-atrial horizontal : Il forme un ruban musculaire qui part de l'auricule droite, passe en avant de l'orifice de la veine cave

supérieure, traverse le sillon inter-atrial, croise perpendiculairement le faisceau précédent, et rejoint l'auricule gauche dont il entoure la base.

➤ **Fibres propres :**

Autour des orifices et sur les parois s'organisent des fibres annulaires, particulièrement développées à gauche, et des fibres ansiformes, individualisées à droite en faisceaux.

b. Fibres ventriculaire :

Comme pour les atrioms, elles comprennent des fibres communes et des fibres propres, auxquelles il convient d'ajouter des fibres inter-ventriculaires :

➤ **Fibres communes :**

Très superficielles, situées sous l'épicarde, elles forment une couche peu épaisse fixée solidement sur la charpente fibreuse, à la surface du cœur, leur trajet spiralé les conduit vers la pointe, où elles réalisent un tourbillon ou rose de Sénac, puis dans la cloison inter-ventriculaire, leur contraction entraîne, lors de la systole, un mouvement de torsion ventriculaire.

➤ **Fibres propres :**

Plus profondes, et beaucoup plus développées, elles entourent chaque ventricule ; à droite elles sont détachées de l'anneau tricuspide, et elles parcourent obliquement le ventricule jusqu'aux piliers et constituent la paroi de l'infundibulum pulmonaire ; à gauche, les fibres propres sont détachées du trigone fibreux secondaire et de l'anneau mitral, elles encerclent horizontalement le ventricule et se perdent dans le interventriculaire ainsi que dans les piliers. Ces fibres propres, appelées encore « pariétales », sont particulièrement importantes au point de vue physiologique, et constituent « l'appareil de propulsion ».

c. Fibres interventriculaires :

Encore plus profondes, elles proviennent des fibres précédentes, et complètent la portion musculaire de la cloison inter-ventriculaire, parvenues à la pointe. Certains se rendent dans les colonnes charnues de 2eme et 3eme ordre, et dans les piliers, d'autres, dites « indirectes », passent d'un ventricule à l'autre.

3. Le système cardio-necteur [39] ,[41], :

Responsable de l'automatisme cardiaque, et donc chargé de coordonner les contractions des différentes cavités cardiaques. Il est formé d'un système musculaire spécifique, associant des formations en amas, les « nœuds » du tissu nodal (sino-atrial et atrio-ventriculaire) et les fibres unies en faisceaux (faisceau atrio-ventriculaire, fibres sino-atriales et atrio-ventriculaires). On le divise en 2 segments : l'appareil atrio-necteur et l'appareil ventriculo-necteur.

a. L'appareil atrio-necteur:

Représenté par le nœud sinusal ou nœud sino-atrial et les faisceaux inter-nodaux réunissant les 2 formations nodales.

➤ Le nœud sinusal (figure5) :

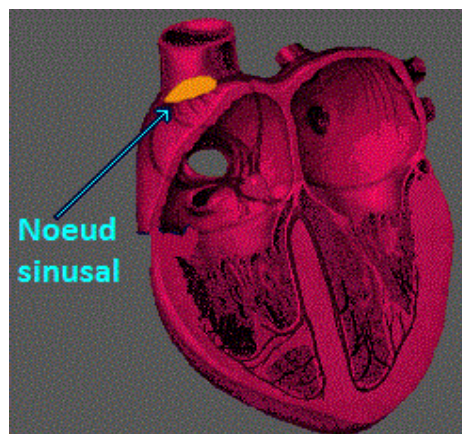


Figure 5

✚ **Historique** : Le nœud sinusal est découvert en 1907 par Keith et Flack.

✚ **Situation** :

Entre l'orifice de la veine cave supérieure et l'atrium droit, à la partie supérieure de la jonction sino-atriale marquée à la surface du cœur par un sillon terminal, le sulcus terminalis. Cette partie haute du sillon terminal qui sépare l'abouchement de la veine cave supérieure du bord supérieur de l'auricule droite prend le nom d'incisure auriculo-cave au dessous de laquelle, dans l'épaisseur de la paroi, à 1 mm d'épaisseur, se trouve le nœud sino-atrial, centré par son artère nourricière.

✚ **Forme** :

Massue à grosse extrémité supérieure, très superficielle, sous l'endocarde, parfois repérée par une tranche jaunâtre de graisse, et à portion effilée se dirigeant, sans l'atteindre, vers la veine cave inférieure, en pénétrant progressivement dans l'endocarde, sous un petit faisceau musculaire, le faisceau de Wenckebach (ou faisceau inter-nodal moyen) (voir partie faisceaux inter-nodaux).

✚ **Dimensions** : Longueur = 20mm, largeur=4mm.

✚ **Vascularisation** : Par l'artère de l'atrio-necteur de Géraudel, issue dans 2/3 des cas de la coronaire droite, et dans 1/3 des cas de la coronaire gauche.

✚ **Applications cliniques:**

- **En matière de chirurgie cardiaque :**

La situation précise du nœud sinusal est importante pour le chirurgien, car il doit le respecter.

A la surface du cœur, il se projette dans une aire limitée par 4 points :

- ▶ Point supérieur sur la veine cave supérieure à 2 mm au dessus de l'incisure auriculo-cave.
- ▶ Point inférieur sur l'atrium droit à 4mm au dessous de l'incisure.

- ▶ Point droit à 20mm de l'incisure sur la partie droite du sillon terminal.
- ▶ Point gauche à 5 mm de l'incisure sur la partie gauche du sillon terminal.
- **En matière de pathologie :**

La pathologie du nœud sino-atrial est étroitement liée à ses rapports immédiats avec l'épicaarde et à la pathologie de son artère nourricière.

Ainsi, une péricardite ou une atteinte vasculaire peuvent être responsables de dysfonctionnement du nœud sino-atrial.

➤ **Faisceaux inter-nodaux (figure 6) :**

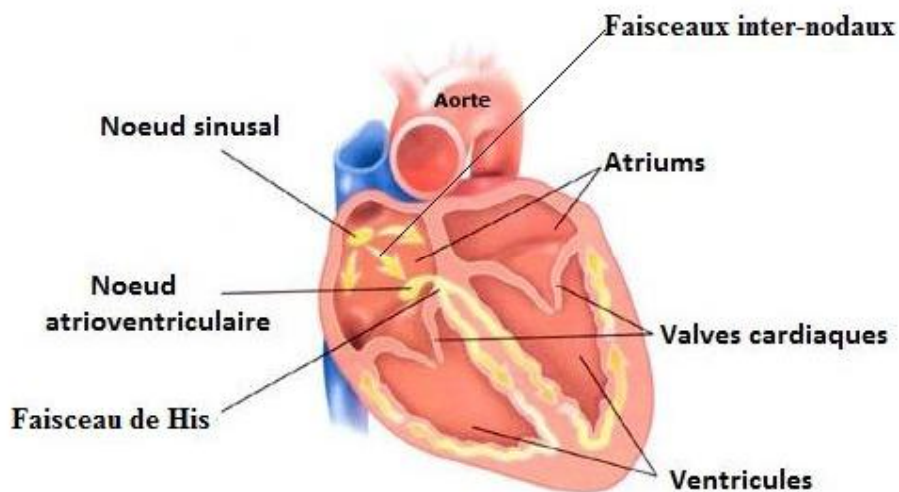


Figure 6

Ces connections ont été mises en évidence par l'électrophysiologie et non par l'anatomie. On distingue :

- ✚ Un faisceau antérieur : Naît du pôle antérieur du nœud sino-atrial s'incurve à proximité de la veine cave supérieure vers la gauche du toit de l'atrium droit, suit le septum inter-atrial et descend vers le nœud atrio-ventriculaire.

- ✚ Un faisceau moyen : Naît du pôle postérieur du nœud sino-atrial, fait une boucle derrière la veine cave supérieure, croise la face postérieure de l'atrium droit puis le septum inter-atrial à sa partie moyenne.
- ✚ Un faisceau postérieur : Qui suit la crête terminale « crista terminalis » jusqu'au bord postérieur du septum inter-atrial et du nœud atrio-ventriculaire.

b. L'appareil ventriculo-necteur :

Il comprend 2 formations : le nœud d'Aschoff et Tawara et le faisceau de His avec ses 2 branches.

- Le nœud d'Aschoff et Tawara ou nœud atrio-ventriculaire (nodus atrioventricularis) (figure 7):

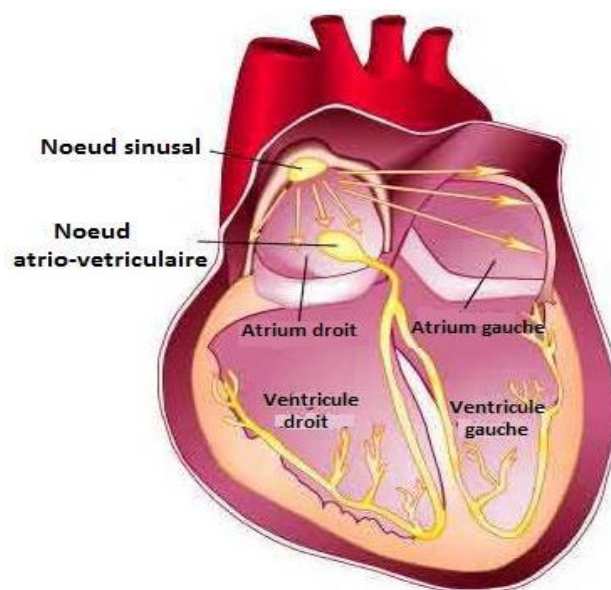


Figure 7

✚ **Historique** : Il fut découvert en 1906 par Aschoff et Tawara.

✚ **Situation** : C'est le segment atrial du faisceau ventriculo-necteur. Il est placé sur le plancher de l'atrium droit, contre le septum inter-atrial, dans le triangle de Koch (figure 8), formé en bas par l'orifice de terminaison du sinus coronaire et la valvule du sinus coronaire ; en avant par l'insertion de la cuspside interne de la tricuspide ; et en arrière et en haut par la bande sinusale qui est le relief déterminé par le tendon de Todaro, celui-ci occupe le bord libre de la valvule de la veine cave inférieure et se perd dans le septum inter-atrial au dessus du sinus veineux coronaire.

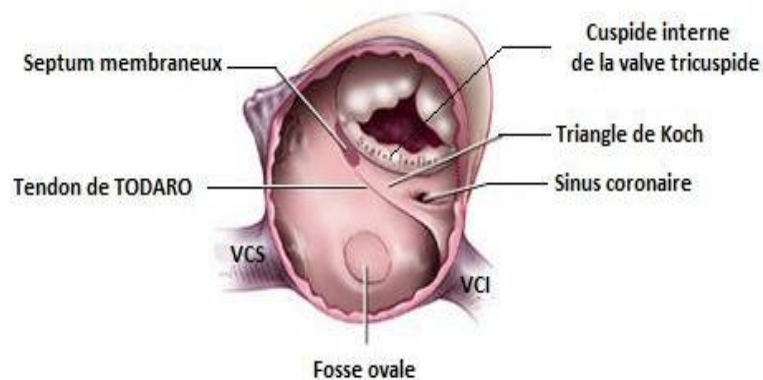


Figure 8

La face gauche du nœud atrio-ventriculaire répond à une petite dépression de la face septale du ventricule gauche située au sommet de la chambre de chasse ventriculaire gauche ou canal aortique et comprise et comprise entre les valvules semi-lunaires aortiques coronaire droite d'une part et non coronaire d'autre part. Il repose sur l'anneau atrio-ventriculaire gauche près de la commissure postérieure.

✚ **Forme** : En éventail, dont la base, étalée à droite, constitue les fibres éparées du nœud de Zahn, et dont le sommet, condensé à gauche et en avant, se continue par le faisceau de His.

✚ **Dimensions** : 3 à 4 mm de large dans sa portion condensée.

✚ **Applications cliniques** :

- **En matière de chirurgie cardiaque:**

Le nœud atrio-ventriculaire peut être lésé lors de la chirurgie valvulaire aortique ou atrio-ventriculaire lorsque la zone correspondante du nœud est incluse dans les sutures de prothèses.

- **En matière de pathologie :**

L'atteinte la plus fréquente du nœud atrio-ventriculaire est l'infarctus ou la fibrose due à une lésion de l'artère coronaire qui fournit son artère nourricière.

➤ **Le faisceau de His ou faisceau atrio-ventriculaire (fasciculus atrio-ventriculaire) (figure 9) :**

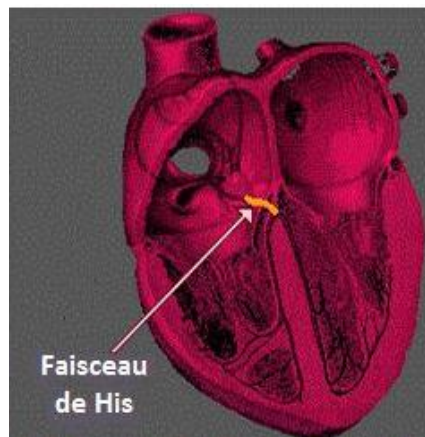


Figure 9

✚ **Situation** :

Constitué de fibres issues du pôle antérieur et inférieur du nœud d'Aschoff et Tawara, le tronc du faisceau atrio-ventriculaire se dirige en avant et un peu en bas vers le milieu du corps fibreux central, le long du bord postérieur puis inférieur du septum inter-ventriculaire membraneux puis vers le sommet du septum musculaire,

tout en restant sur le versant droit du septum, ce trajet l'amène à passer sous l'angle d'insertion des cuspides septale et antérieure de la tricuspide, sous l'endocarde atriale.



A cet endroit, elle constitue le danger principal, car elle peut être sectionnée, lors de la fermeture chirurgicale des communications inter-ventriculaires à travers la portion membraneuse. Le tronc peut également être lésé lorsqu'il y a une atteinte des orifices aortique ou atrio-ventriculaires (endocardite) ou lors d'un remplacement valvulaire au niveau de ces orifices.

✚ **Forme** : Cordon régulier, arrondi ou aplati.

✚ **Dimensions** : Longueur=10 à 15mm, largeur=3mm, épaisseur=1à2mm.

✚ **Vascularisation** : Le nœud d'Aschoff et le faisceau de His sont vascularisés par la plus élevée des banches septales postérieures, née de la coronaire droite, au dessous de la « croix » des sillons.

➤ **Les branches du faisceau de His :**

De section ovale, le tronc prend progressivement un aspect triangulaire. Parvenu à la partie antérieure du septum membraneux, le faisceau de His se divise en 2 branches droite et gauche qui chevauchent le bord supérieur de la portion musculaire du septum, et descendent sur ses faces respectives.

✚ Branche droite (crus dextrum) (figure10) :

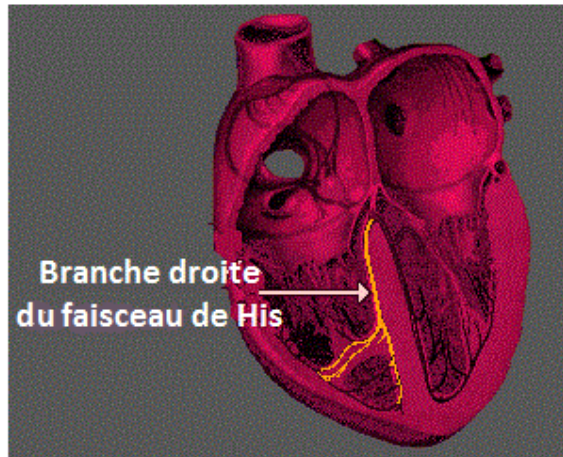


Figure 10

Epaisse de 1 à 2mm, semble prolonger le faisceau d'origine, elle chemine d'abord sous l'endocarde, puis pénètre dans la bandelette ansiforme, et gagne ainsi le pilier antérieur de la tricuspide, elle se termine enfin dans les parois du ventricule droit en s'épanouissant sous la forme du réseau de Purkinje.

✚ Branche gauche (crus sinistrum) (figure 11) :

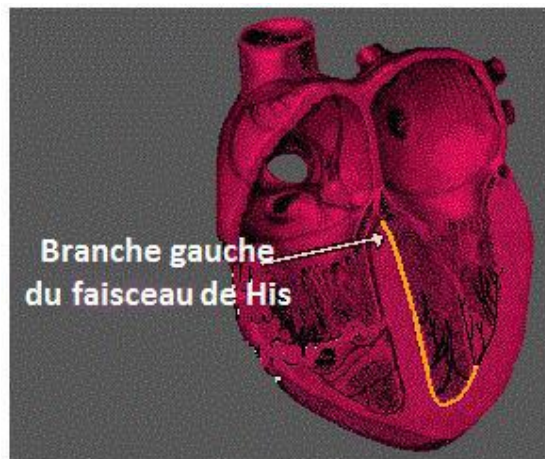


Figure11

Plus volumineuse, ressemble au début à un ruban très large mais très mince, traverse la cloison entre les portions membraneuse et musculaire, au dessous de l'espace compris entre les sigmoïdes aortiques coronaire droite et non coronaire. Elle descend sous l'endocarde de la face gauche de la cloison inter-ventriculaire, puis elle se divise en filets antérieur et postérieur, pour les piliers correspondants de la valve mitrale, avant de s'épanouir dans les parois du ventricule gauche en un réseau de Purkinje (figure 12).

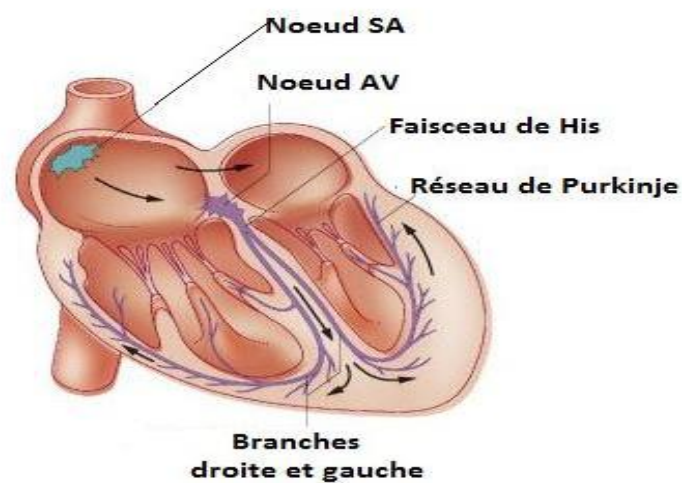


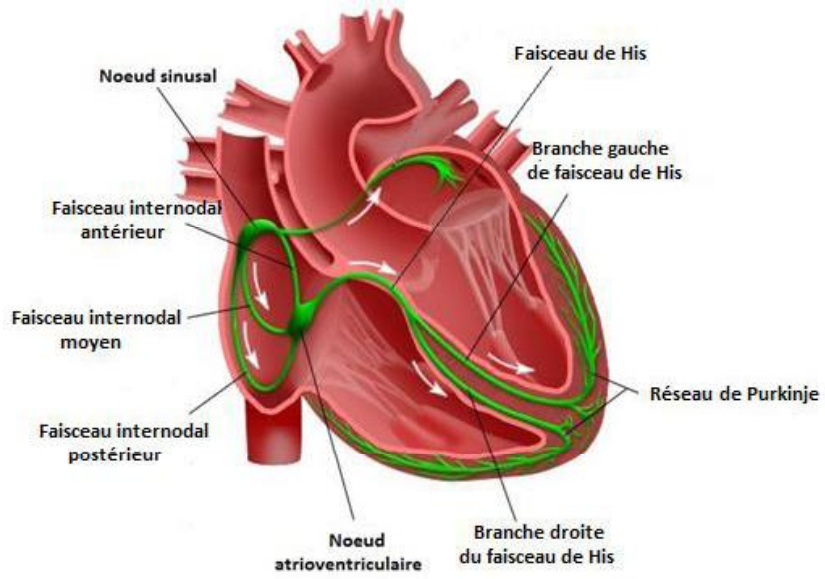
Figure12

c. Des voies atrio-ventriculaires accessoires :

Des voies atrio-ventriculaires accessoires peuvent exister, elles sont susceptibles d'entraîner des troubles du rythme graves :

- ▶ Les faisceaux de Kent qui ont été décrits dans les syndromes de Wolff-Parkinson-White.
- ▶ Les fibres atrio-hissiennes qui entraînent une accélération de la conduction atrio-ventriculaire.
- ▶ Les fibres de Manheim.

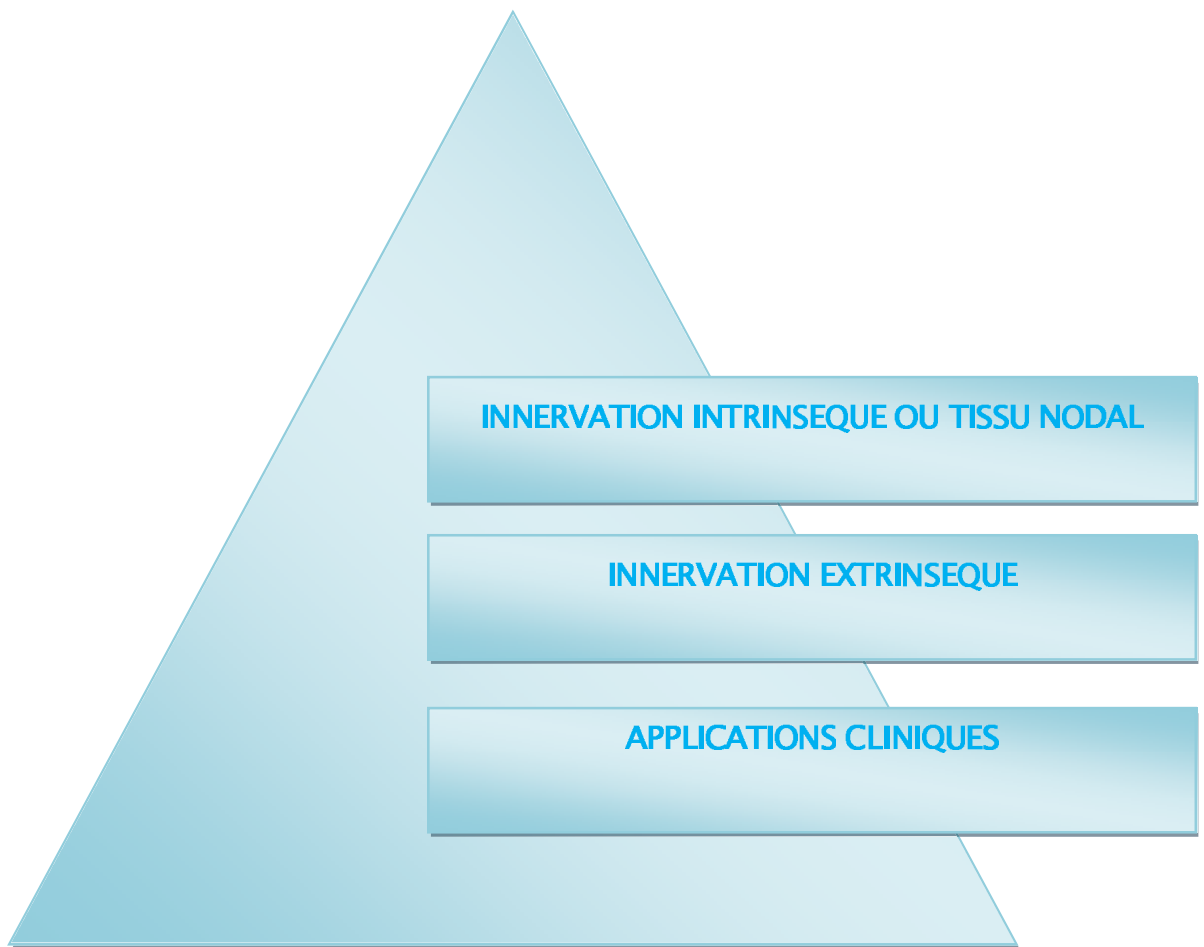
Schéma récapitulatif du système cardionecteur (figure 13):



IV. Epicarde :

Déjà décrit dans le chapitre du péricarde, dont il constitue le feuillet viscéral.

Innervation du cœur



Le cœur est un organe automoteur qui possède en lui tous les éléments de son fonctionnement. Il bat déjà chez l'embryon alors que le système nerveux est incomplètement formé. Isolé de l'organisme, il continue à battre régulièrement. C'est cette autonomie sur le plan nerveux qui a permis les greffes cardiaques. Cependant, le cœur doit s'adapter aux exigences circulatoires générales sous l'action de nerfs accélérateurs (système sympathique) et modérateur (système para-sympathique).

Il y a donc juxtaposition de 2 systèmes nerveux :

- L'un, intrinsèque, automoteur et excito-conducteur.
- L'autre, extrinsèque, contrôle la fréquence cardiaque en accélérant ou en diminuant le rythme cardiaque selon les circonstances.

I. Innervation intrinsèque ou tissu nodal: (figure 1)

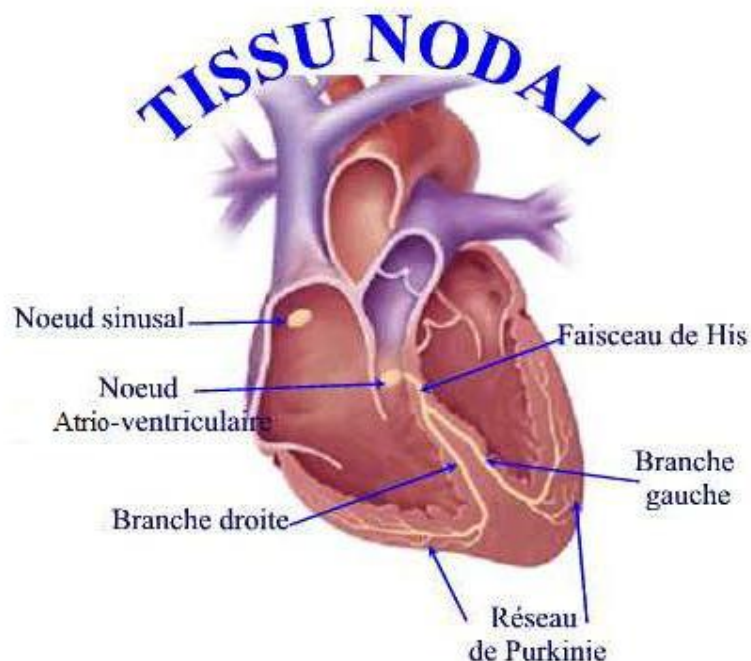


Figure 1

1. Description:

Le tissu nodal est la musculature de conduction: des fibres musculaires spéciales produisent de façon spontanée et rythmique des excitations locales qui seront conduites à distance et qui vont agiter l'ensemble du muscle cardiaque et permettre la contraction.

On distingue deux parties: le système atrio-ventriculaire et le système ventriculo-ventriculaire (détaillé dans le chapitre structure du cœur).

2. Anatomie fonctionnelle du tissu nodal :

Le tissu nodal est à la base de l'automatisme cardiaque, est à l'origine des contractions cardiaques et forme le « système de commande » :

a. Le nœud sinusal :

Chef d'orchestre et le « pacemaker » normal du rythme cardiaque : il établit un rythme « sinusal » à 80 pulsations par minute.

Il est directement dépendant du système nerveux végétatif.

Il contrôle également les centres sous-jacents, soit en prévenant, soit en inhibant leur activité latente.

b. Les voies inter-nodales (entre le nœud sinusal et le nœud atrio-ventriculaire):

L'influx nerveux parcourt la musculature atriale en utilisant les principaux faisceaux :

- En dedans : faisceau de Lower, faisceaux de la fosse ovale, et les faisceaux inter-atriaux antérieur (de Bachmann) et postérieur (de Tandler).
- En arrière : faisceau terminal, jusqu'à la partie postérieure de l'anneau tricuspide, et faisceau inter-nodal postérieur (de Thorel).

- En dehors : colonnes charnues des muscles pectinés et faisceau inter-nodal moyen (de Wenckebach).

c. Nœud atrio-ventriculaire :

Fait subir à la propagation de l'influx un ralentissement brutal, avant de s'accélérer de nouveau dans le tronc et les branches du faisceau atrio-ventriculaire.

Il est sous la dépendance du nœud sinusal, mais si le rythme sinusal disparaît (bloc atrio-ventriculaire) il devient exito-moteur, et établit un rythme « nodal » entre 40 et 60 pulsations par minute.

d. Le faisceau de His :

Conduit à nouveau l'influx à une vitesse normale jusqu'au réseau de Purkinje, il peut réaliser un rythme idio-ventriculaire entre 30 et 35 pulsations par minute.

II. Innervation extrinsèque : [24], [26]

La régulation nerveuse de l'automatisme cardiaque est assurée par 2 systèmes :

- ▶ Sympathique : cardio-accélérateur.
- ▶ Parasympathique, vagal : cardio-modérateur.

Parvenus à proximité du cœur, tous ces nerfs s'anastomosent entre eux pour constituer des plexus.

1. Les nerfs du cœur :

a. Le contingent sympathique :

Naît des ganglions de la chaîne cervicale, les nerfs cardiaques du sympathiques comprennent, de chaque côté et de façon très schématique 3 nerfs :

➤ **Nerf cardiaque supérieur :**

Naît par 2 ou 3 racines, du ganglion cervical supérieur, il descend derrière l'artère carotide interne, puis derrière la carotide primitive, parvenu au thorax ; il se

place à droite derrière le tronc artériel brachio-céphalique ; et à gauche entre la carotide primitive et la trachée.

➤ **Nerf cardiaque moyen :**

Le plus gros de tous, il a été appelé par Scarpa le «grand nerf cardiaque », naît du ganglion cervical moyen, ou l'anse de Drobnik, autour de l'artère thyroïdienne inférieure, il chemine en dehors du précédent, et le rejoint parfois dans le thorax, pour former un tronc commun, il se termine dans le plexus sous aortique.

➤ **Nerf cardiaque inférieur :**

Très court, il se détache, par plusieurs racines, du ganglion cervical inférieur (masse principale ou masse intermédiaire) ou de l'anse de Vieussens ou sous clavière. Passant en arrière du plan artériel, et en dehors du précédent, il descend jusqu'au plexus cardiaque sous aortique.

b. Le contingent vagal :

Très variable, et souvent difficile à classer, les nerfs cardiaques du pneumogastrique comprennent également 3 groupes de nerfs, de chaque côté.

➤ **Nerfs cardiaques supérieurs :**

Au nombre de 2 à 3, ils naissent du tronc du nerf vague, au dessous du ganglion plexiforme, ils descendent en avant des artères carotides primitives, et du tronc brachio-céphalique à droite, et échangent des anastomoses avec les filets homologues du sympathique, ils se terminent par une série de rameaux qui passent en avant de la crosse de l'aorte, seuls quelques rameaux issus des nerfs droits passent en arrière.

➤ **Nerfs cardiaques moyens :**

Au nombre de 3 à 4, ils naissent de l'anse des nerfs récurrents, ou un peu au dessous de leur origine ; à gauche, ils sont donc courts, passant sous le ligament artériel et gagnant la branche gauche de l'artère pulmonaire ; à droite, ils naissent à

la base du cou, cheminent en dehors du tronc artériel brachio-céphalique, passent entre la branche droite de l'artère pulmonaire et la bronche souche droite, et se terminent dans les plexus artériel et veineux.

➤ **Nerfs cardiaques inférieurs :**

Au nombre de 1 à 2, ils naissent au dessous de l'anse des récurrents ; à gauche, bien individualisés, ils passent en avant de la branche gauche de l'artère pulmonaire ; à droite, ils se fusionnent avec les nerfs précédents. Tous se terminent dans le plexus sous-aortique, et à la face postérieure des atriums.

Cette description des nerfs cardiaques correspond à un schéma souvent rencontré, mais les variations sont fréquentes, et surtout les anastomoses entre les 2 contingents soit macroscopiques, soit histologiques seulement, cette intrication des fibres cardiaques explique les nombreuses discussions relatives à la vasomotricité coronarienne.

2. Plexus cardiaques :

a. Plexus artériel :

Les filets nerveux issus des nerfs cardiaques des 2 sympathiques, des nerfs cardiaques du vague gauche et des nerfs cardiaques supérieurs du vague droit croisent les 2 faces de l'aorte, et se condensent en une masse ganglionnaire, le ganglion de Wisberg ou ganglion cardiaque, long de 1 cm, d'aspect « congloméré » ou « dissocié », et logé dans un espace quadrilatère entre à droite l'aorte ascendante, en haut l'aorte horizontale à gauche le ligament artériel et en bas la bifurcation de l'artère pulmonaire. Ce plexus artériel peut être divisé en 4 portions :

➤ **Plexus pré-aortique :**

Situé à la face antérieure de l'aorte, en dedans des nerfs vagues et récurrents gauches. Il est formé surtout par les nerfs sympathiques et vagues gauches. Ils s'en

détachent des filets péri-artériels sous-péricardiques et le « nerf principal des coronaires » (Arnulf), qui prolonge le nerf cardiaque supérieur du sympathique gauche, descend sur la face antérieure de l'artère pulmonaire, et se condense autour de l'artère coronaire gauche.

➤ **Plexus rétro-aortique :**

Issu du nerf vague droit, et des 2 nerfs sympathiques, il donne des fibres qui tombent verticalement sur les atrioms et des fibres qui rejoignent le plexus sous aortique.

➤ **Plexus sous-aortique :**

Allongé sagittalement, il forme un véritable hamac tendu sous l'aorte, et correspond au ganglion de Wrisberg, il reçoit la presque totalité des fibres postérieures, qui viennent s'y jeter.

➤ **Plexus coronaires :**

Issus des 3 plexus précédents, ils accompagnent les artères coronaires. En profondeur, ils vont former les plexus intra-cardiaque, sous-épicardique et sous-endocardique.

b. Le plexus veineux :

Les filets nerveux issus des nerfs cardiaques moyens et inférieurs du vague droit ; et des nerfs cardiaques du sympathique droit entourent les veines pulmonaires et la veine cave supérieure, et donnent 2 sortes de filets :

- Droits : descendant en arrière de la veine cave supérieure et de l'atrium droit jusqu'à des ganglions microscopiques intra-muraux (centre ganglionnaire de Perman).
- Gauches : abordant l'atrium gauche au niveau du « mésoderme postérieur », libre de séreuse péricardique, ils forment un plexus sous-épicardique

(également muni de micro-ganglions), croisent le sinus coronaire, et se distribuent à la face postéro-inférieure des ventricules.

3. Systématisation :

Bien qu'il y ait interpénétration des fibres sympathique et parasympathique dans les nerfs cardiaques, il est possible pourtant d'essayer de systématiser leur rôle. Deux sortes de fibres, centrifuges et centripètes, peuvent être isolées, toutes destinées à régulariser le rythme et à modifier le tonus.

a. Fibres centrifuges :

- Cardio-accélératrices, d'origine sympathique, dont les centres moteurs sont situés dans la corne latérale de la moelle cervico-dorsale, de C4 à D4.
- Cardio-modératrices, d'origine vagale, dont le centre moteur est situé dans le noyau cardio-pneumo-entérique (sous le plancher du 4ème ventricule).
- Vaso-motrices, d'origine mixte, destinées à la musculature lisse des vaisseaux coronaires.

b. Fibres centripètes :

Point de départ de reflexes cardio-aortiques, les fibres sensibles sont contenues dans les plexus cardiaques, la plus grande partie de ces fibres rejoignent la chaîne sympathique cervicale, en traversant le ganglion stellaire, d'autres, plus fines, rejoignent directement les 4 premiers ganglions thoraciques.



Ainsi sont expliqués les résultats obtenus dans le traitement de la douleur angineuse, soit par la stellectomie (Leriche), soit plutôt par la résection des plexus pré et sous aortiques (Arnulf), qui en supprimant les fibres vasoconstrictives, augmente en même temps le débit coronarien.

III. Applications cliniques :

1. Electrocardiogramme (ECG):

Les potentiels d'action émis par les tissus cardio-necteur myocardique peuvent être amplifiés et enregistrés sous la forme d'un tracé d'ECG. Il enregistre ainsi les phénomènes électriques de la contraction cardiaque, et permet de contrôler la propagation de l'onde de l'excitation depuis le nœud sinusal jusqu'aux extrémités du réseau de Purkinje.

2. Occlusion coronarienne et système cardio-necteur :

Souvent provoquée par l'ischémie qui résulte d'une maladie coronarienne, une lésion du système cardio-necteur engendre des perturbations de la contraction du muscle cardiaque.

3. Pacemaker cardiaque artificiel :

Chez certains patients victimes d'un bloc atrio-ventriculaire, on implante sous la peau un pacemaker ou stimulateur cardiaque artificiel, dont la taille est voisine de celle d'une montre de poche. Il se compose d'un générateur d'impulsions (battery pack), d'un fil conducteur et d'une électrode.

Les stimulateurs cardiaques produisent des impulsions électriques qui déclenchent les contractions ventriculaires selon un rythme prédéterminé.

4. Fibrillation cardiaque :

La fibrillation est une anomalie de l'activité musculaire caractérisée par de petites contractions multiples, indirectes et convulsives des fibres musculaires, y compris celles du muscle cardiaque.

Dans la fibrillation atriale, les contractions normales régulières et rythmiques des atrioms sont remplacées par des convulsions rapides irrégulières et désordonnées survenant en différentes régions des parois atriales. Les ventricules répondent à intervalles irréguliers aux impulsions incontrôlées qu'ils reçoivent des atrioms, mais en général la situation reste satisfaisante.

Dans la fibrillation ventriculaire, les contractions ventriculaires normales sont remplacées par des mouvements convulsifs rapides, irréguliers et inefficaces, car ils sont incapables de maintenir la circulation systémique ni, bien entendu, la circulation coronaire.

Ces perturbations sont dues à des lésions du système de conduction, qui ne fonctionne plus normalement. Il en résulte des contractions irrégulières et non coordonnées, sauf dans les régions ayant subi une nécrose.

La fibrillation ventriculaire est la plus désorganisée des dysrythmies, lorsqu'elle survient, il n'y a plus aucun débit cardiaque. Si elle persiste, elle est nécessairement fatale, en fait 90% des morts subites sont en fait des fibrillations ventriculaires terminales.

5. Défibrillation cardiaque :

Le cœur peut être soumis à travers la paroi thoracique à un choc électrique transmis par de grandes électrodes, les palettes. Il provoque la cessation de tous les mouvements cardiaques et, quelques secondes plus tard, le cœur peut commencer à battre à nouveau normalement. Dès le rétablissement de contractions coordonnées et, par conséquent, de la reprise de la fonction de pompage du cœur, la circulation systémique commence à se rétablir, y compris la circulation coronaire.

6. Douleur cardiaque référée :

Le cœur est insensible au toucher, à la blessure, au froid et à la chaleur, par contre, l'ischémie et l'accumulation de produits du métabolisme stimulent les terminaisons nerveuses sensibles à la douleur du myocarde.

Les fibres afférentes de la douleur cheminent dans les nerfs cardiaques cervicaux moyens et inférieurs et, davantage encore, dans les rameaux cardiaques thoraciques du tronc sympathique. Les axones des neurones sensitifs primaires aboutissent aux segments T1 à T4 ou T5 de la moelle épinière, surtout du côté gauche.

La douleur cardiaque référée est un phénomène par lequel des sensations douloureuses d'origine cardiaque sont perçues par le patient comme s'il s'agissait de douleurs provenant de la partie superficielle du corps, par exemple de la peau du membre supérieur gauche.

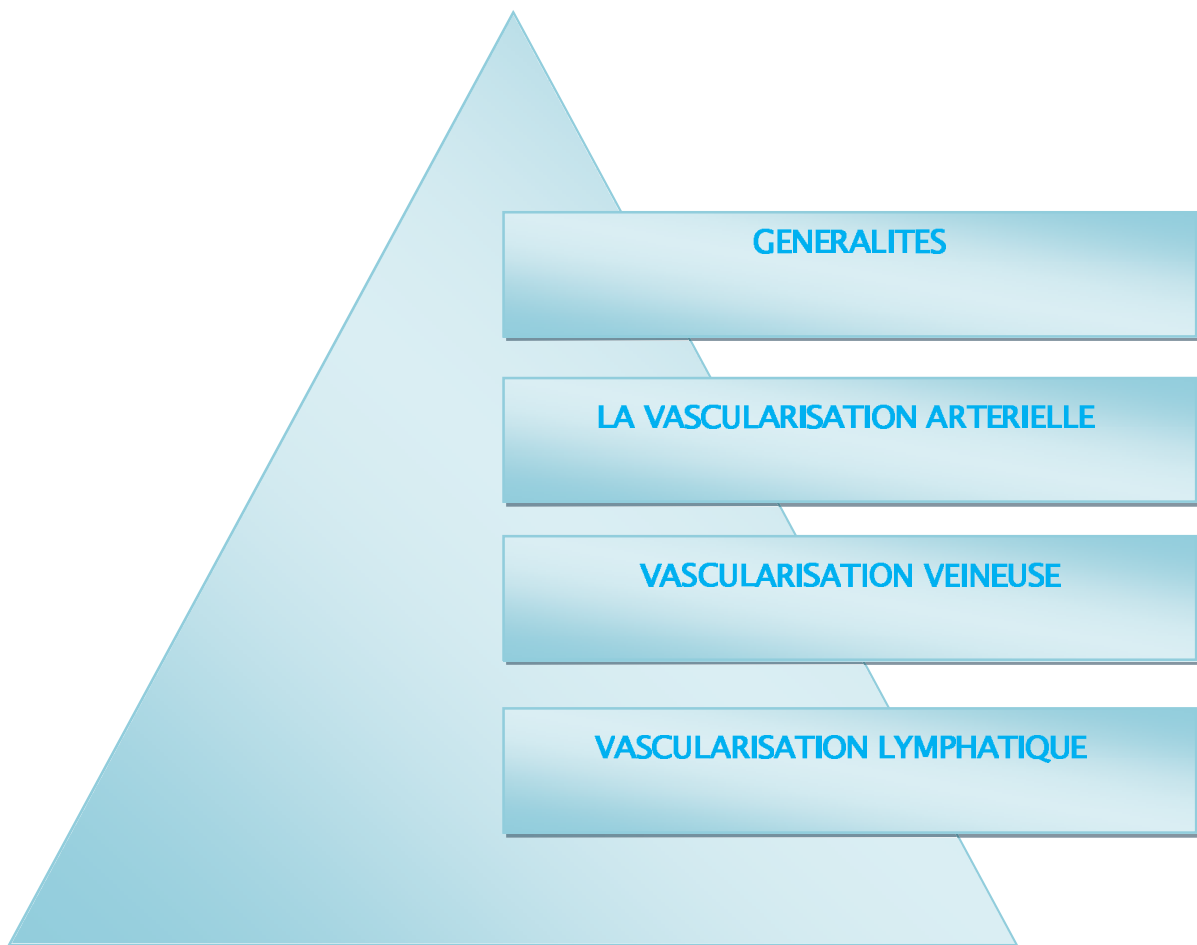
La douleur viscérale référée est transmise par les fibres viscéro-afférentes qui accompagnent les fibres sympathiques, elle est classiquement référée vers des structures ou des territoires somatiques comme le membre supérieur, dont les fibres nerveuses afférentes ont leur corps cellulaires dans les mêmes ganglions spinaux et rejoignent la moelle épinière en empruntant les mêmes racines dorsales.

La douleur angineuse est généralement ressentie comme s'il irradiait des régions rétro-sternale et pectorale gauche vers l'épaule gauche et de la face médiale du membre supérieur gauche. Cette partie du membre est innervée par le nerf cutané médial du bras (accessoire du brachial cutané interne). Ce nerf s'anastomose avec les rameaux perforants cutanés latéraux des 2ème et 3ème nerfs inter-costaux (les nerfs inter-costaux-brachiaux).

La douleur cardiaque référée dans le membre supérieur résulte donc du fait que les segments médullaires de ces nerfs cutanés (T1, T2, T3) sont également ceux des terminaisons viscéro-afférentes des artères coronaires.

Il peut aussi y avoir des connexions synaptiques avec des neurones commissuraux qui transmettent les influx à des neurones situés du côté droit des mêmes segments de la moelle épinière. Ceci explique pourquoi certaines douleurs d'origine cardiaque, bien que généralement référées vers le côté gauche, peuvent l'être vers le côté droit, vers les 2 côtés ou vers le dos.

Vascularisation du cœur



GENERALITES

La vascularisation du cœur est assurée par :

- Des artères : les 2 artères coronaires.
- Des veines : rejoignant le sinus coronaire.
- Des lymphatiques : répartis en 2 réseaux d'origine.

LES ARTERES CORONAIRES

Le cœur est irrigué par 2 artères, l'une gauche, l'autre droite, issues de l'origine de l'aorte ascendante, d'ailleurs elles représentent ses 1ere branches, et elles naissent des sinus aortiques correspondants, ensuite elles contournent le tronc pulmonaire, l'une par le côté droit et l'autre par le côté gauche. Leurs troncs principaux cheminent dans les sillons coronaires ou atrio-ventriculaires, masqués par la masse adipeuse, des « bandes graisseuses » qui recouvrent ces sillons.

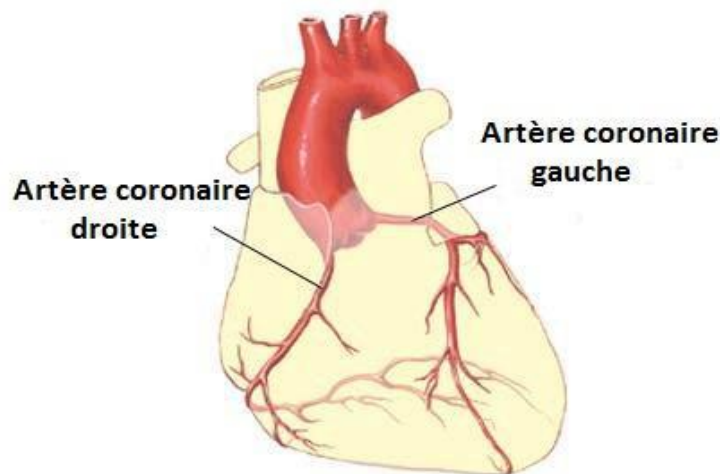


Figure 1

De direction sinueuse, les artères coronaires sont adaptées aux changements de volume du cœur, sous forme de « réserves d'allongement ». Ils réalisent une sorte de couronne autour de la base cœur. Sur cette couronne se branchent deux anses, l'une antérieure et inférieure qui chemine dans les sillons inter-ventriculaires antérieur et inférieur, l'autre postéro-supérieure moins importante et moins constante, qui est située dans les sillons inter-atriaux. De la couronne et des anses naissent des branches artérielles destinées aux différents secteurs du cœur, atriaux

et ventriculaires. Toutefois, les branches atriales sont généralement grêles et difficilement repérables sur le cœur cadavérique.

Il n'existe pas de ligne de démarcation bien délimitée entre les territoires de distribution des artères coronaires. Cependant la nomenclature précise du réseau coronaire permet une meilleure corrélation anatomo-clinique (topographie des zones d'infarctus) et anatomo-radiologique (siège exacte des lésions athéromateuses).

I. Etymologie :

Artère : Emprunté, par l'intermédiaire du latin, du grec artéria, désigne vaisseau tubulaire de structure élastique et contractile apportant le sang du cœur dans toutes les parties de l'organisme.

Coronaire : Emprunté du latin coronarius, c'est-à-dire « en forme de couronne ».



II. Embryologie : [17], [18], [19], [20]

Les artères coronaires apparaissent relativement tard à la surface du cœur de l'embryon, une fois la septation achevée à l'étage ventriculaire et à l'étage artériel. Les premières artères coronaires apparaissent à 35-38 jours de vie intra-utérine sous la forme d'îlots sanguins dérivés de l'épicarde par vasculogénèse.

L'épicarde se forme à partir de l'organe proépicardique, émanation du septum transversum s'étendant de la paroi dorsale de l'embryon pour diviser les cavités péricardique et péritonéale par l'intermédiaire du diaphragme. L'organe proépicardique rentre en contact avec le myocarde près du pôle veineux du cœur, sous forme d'une couche unique de cellules épithéliales, repliée en forme de grappe de raisins autrement appelée villosités épocardiques. Le proépicarde finit par

recouvrir l'ensemble du myocarde et de la cavité péricardique, en réponse à des facteurs d'adhésivité tels que le *vascular cell adhesion molecule* (VCAM-1) et l'intégrin. L'inactivation de ces deux facteurs chez la souris empêche la formation de l'épicarde, et donc des coronaires.

L'étape suivante est la transformation épithéliomésenchymateuse, qui transforme les cellules épithéliales en cellules mésenchymateuses dépourvues de capacité d'adhésion et donc libres de migrer dans le tissu conjonctif en formation de l'espace sous-épicardique, puis dans des espaces nouvellement créés dans le myocarde en développement, en continuité avec les espaces subépicardiques. Lors de la formation du cœur embryonnaire, les espaces intramyocardiques sont en continuité avec l'espace sous-épicardique mais, l'endocarde restant intact, il n'y a à aucun moment de connexion entre ces espaces et la cavité ventriculaire, autrement dit de sinusoides.

L'existence au cours du développement cardiaque de sinusoides ou communications entre les îlots épicardiques et les cavités ventriculaires reste toutefois très controversée. Pour certains, les sinusoides n'existent à aucun stade du développement cardiaque chez l'embryon humain ou murin et n'existent donc qu'en tant qu'anomalies de connexion, dans les atrésies pulmonaires à septum intact notamment et dans les fistules coronarocardiaques. Néanmoins, une étude récente sur des chimères caille-poulet, corroborant les données plus anciennes de la littérature, affirme que de telles communications existent de façon transitoire chez l'embryon, disparaissant spontanément avec la maturation du myocarde ventriculaire et la disparition des espaces intertrabéculations. Elles persisteraient de façon pathologique en cas d'hyperpression ventriculaire (atrésie pulmonaire à septum intact), défaut de maturation du myocarde ventriculaire, ou en raison d'un développement anormal des coronaires (fistules coronarocardiaques). En fait, il

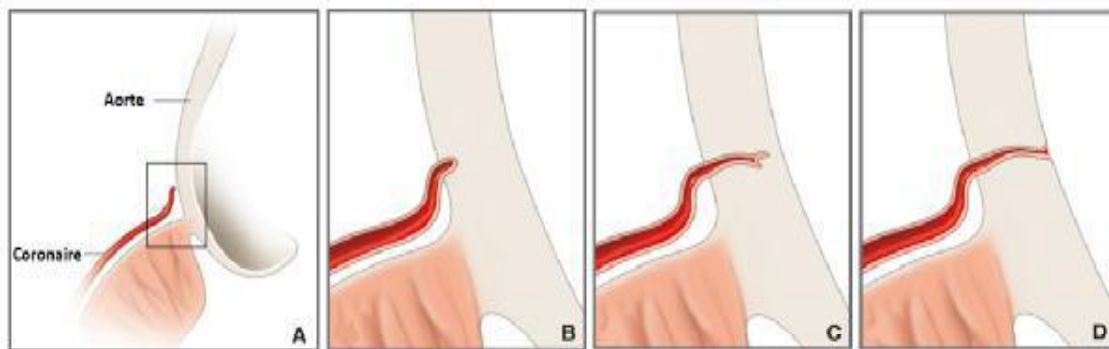
semble bien que cette différence d'appréciation soit le résultat d'un processus de développement différent entre les oiseaux et les mammifères, soulignant à quel point on doit être prudent dans l'extrapolation des données animales à l'homme.

La coalescence des cellules mésenchymateuses, leur différenciation en cellules endothéliales et la formation de tubes endothéliaux conduisent à la formation d'un réseau vasculaire primitif à l'intérieur du myocarde. Ce mécanisme (vasculogénèse) est régulé comme dans l'ensemble du système vasculaire par le **VASCULAR ENDOTHELIAL GROWTH FACTOR (VEGF)** et le *fibroblast growth factor* (FGF). Des interactions réciproques entre l'endothélium et le mésenchyme recrutent et transforment les cellules mésenchymateuses en cellules musculaires lisses, péricytes et fibroblastes pour former les veines et artères coronaires définitives à partir du plexus coronaire primitif, par angiogénèse et remodelage. L'angiogénèse est régulée par VEGF et l'angiopoïétine 1 (Ang1) et son récepteur Tie-2.

Les vaisseaux coronaires définitifs apparaissent d'abord dans l'épicarde du sillon atrio-ventriculaire, et s'étendent ensuite à la fois vers l'apex et vers l'origine des gros vaisseaux, où ils forment un cercle périartériel. La connexion des veines coronaires au sinus coronaire précède la connexion artérielle des artères coronaires à l'aorte, qui s'effectue vers 60 jours de vie intra-utérine. La différenciation artères-veines est visible dès le début de l'angiogénèse. Les cellules endothéliales artérielles expriment un ligand transmembranaire nommé ephrin-B2, tandis que les cellules veineuses expriment son récepteur Eph-B4. L'interaction entre ephrin-B2 et Eph-B4 inhibe la prolifération des cellules veineuses, probablement par l'intermédiaire de Ang1 et de VEGF. Ce dernier favorise l'expression d'ephrin-B2 dans les cellules endothéliales et Ang1 activerait le signal ephrin-Eph. La distribution asymétrique des cellules endothéliales induite par VEGF en faveur des cellules artérielles pourrait

être modulée par angiotensine 2 (Ang2), l'antagoniste de Ang1, rétablissant l'équilibre entre artères et veines.

Les vaisseaux du cercle périartériel pénètrent la racine de l'aorte à angle droit, par des phénomènes d'apoptose localisée. Il est maintenant bien établi, depuis les travaux de Bogers en 1989, que les coronaires ne naissent pas de l'aorte par évagination comme on le pensait auparavant. Au contraire, ce sont les vaisseaux issus du plexus capillaire dans sa portion périartérielle qui vont pénétrer l'aorte en deux points, perpendiculairement à la paroi, traversant l'adventice puis la media pour s'ouvrir dans la lumière de l'aorte (figure 2).



A. Cercle périartériel.

B. Début de pénétration d'un cordon vasculaire dans la paroi de l'aorte.

C. Le cordon vasculaire acquiert une lumière en pénétrant la paroi aortique.

D. Ouverture de l'artère coronaire dans la lumière de l'aorte.

Figure 2 : Pénétration des artères coronaires dans l'aorte.

Plusieurs ébauches vasculaires, sorte de cordons de cellules endothéliales, traversent ainsi la paroi aortique, et fusionnent pour donner les artères coronaires définitives, acquérant une lumière par développement d'une media et d'une adventice. Le point de pénétration dans l'aorte forme ainsi les ostia coronaires.

D'après une étude anatomique, Chiu conclut que la disposition coronaire dépend de la relation spatiale entre les gros vaisseaux. Les coronaires issues du sillon interventriculaire, du sillon atrioventriculaire, et du cercle périartériel, perforent l'aorte au point le plus proche de leur origine épicaudique, en fonction de la position de l'aorte par rapport à l'artère pulmonaire, après la septation du truncus. Qu'ils soient situés dans l'aorte ou dans l'artère pulmonaire, les ostia coronaires sont toujours situés dans les sinus adjacents à ceux de l'autre gros vaisseau. Pour Hutchins, ces deux sinus auraient une configuration particulière, caténoïdale ou en forme de selle, c'est-à-dire convexe vers l'intérieur en leur centre, les autres sinus ayant au contraire une forme convexe vers l'extérieur. Cette forme particulière produirait une augmentation de la tension pariétale dans ces deux sinus, favorisant la pénétration de l'aorte par les capillaires à ce niveau. Cette région pourrait surtout contenir des facteurs angiogéniques qui contrôlèrent la pénétration de l'aorte par les vaisseaux pérित्रuncaux.

Les cellules de la crête neurale jouent un rôle dans l'organisation des artères coronaires mais ne leur fournissent pas de cellules. En revanche, l'aire cardiaque antérieure fournit des cellules musculaires lisses à la paroi des artères coronaires et contribue à leur pénétration dans l'aorte, les coronaires ayant besoin de ces cellules pour se connecter aux sinus de Valsalva adéquats. Les embryons de poulet ayant subi l'ablation de la partie droite de l'aire cardiaque antérieure ont des anomalies des ostia coronaires : deux ostia dans le même sinus, ostium coronaire unique, atrésie d'un ostium.

III. Rôle :

Le cœur est un muscle fonctionnant comme une pompe qui permet d'acheminer à nos organes le sang oxygéné qui leur est indispensable. Chaque minute, il bat en moyenne 60 à 80 fois et propulse 5 à 6 litres de sang dans la circulation. Ainsi, Le cœur nécessite d'être approvisionné en énergie de façon permanente, car contrairement aux autres muscles, il ne s'arrête jamais. L'apport en oxygène et nutriments doit donc être constant et ce quelque soit les conditions (repos, effort...), et donc ce sont les artères coronaires se chargent de cette fonction. Ils émanent de l'aorte en deux gros vaisseaux sanguins, se divisent et recouvrent le muscle cardiaque en un réseau de petits vaisseaux. Comme ces vaisseaux assurent un apport suffisant de nutriments et d'oxygène, une bonne circulation est particulièrement importante pour une fonction cardiaque normale.



Si les artères coronaires sont rétrécies, voire bouchés par des modifications dues surtout à une athérosclérose, on parle de maladie cardiaque coronarienne, qui affecte directement le fonctionnement du cœur.

IV. Description (figure 3) : [44], [61], [62]

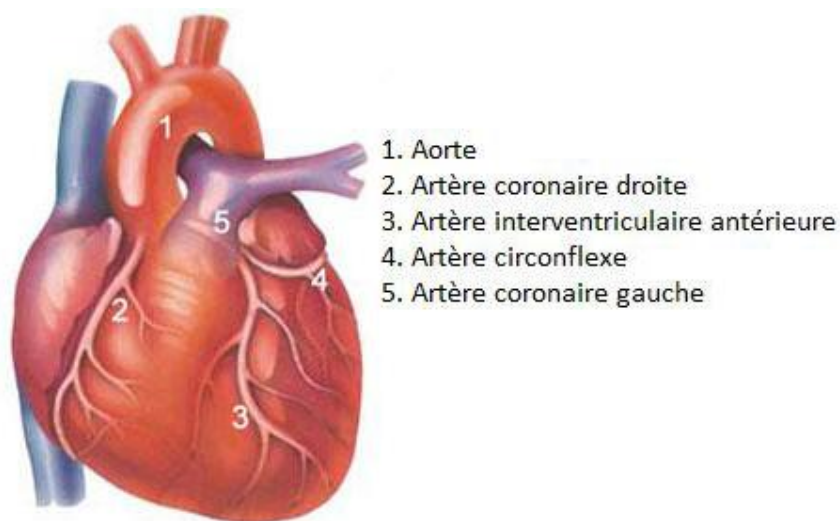


Figure 3 : Pénétration des artères coronaires dans l'aorte.

1. Artère coronaire gauche :

La plus importante des 2 coronaires ayant un calibre de 4-5mm.

a. Origine :

Elle naît à la racine de l'aorte, du sinus coronarien gauche, classiquement antéro-gauche, en fait postéro-gauche sur l'aorte en place. Elle présente un tronc sans collatérales, et des branches terminales.

b. Trajet :

Le tronc de l'artère coronaire gauche est court, mesurant de 10 à 15mm, il se dirige obliquement à gauche vers l'extrémité supérieure du sillon inter-ventriculaire antérieure.

c. Terminaison :

A la partie supérieure du sillon inter-ventriculaire antérieur, elle se situe entre le flanc gauche de l'artère pulmonaire et la face postéro-droite de l'auricule gauche.

La coronaire gauche et la coronaire droite sont des artères terminales.

La coronaire gauche se bifurque en 2 branches : l'artère inter-ventriculaire antérieure (IVA) et l'artère circonflexe qui, avec la grande veine coronaire, délimitent un triangle classiquement appelé avasculaire.

d. Rapports :

Recouvert par du tissu cellulo-graisseux abondant, il s'engage dans un angle dièdre entre :

- En arrière : il est séparé de la face antérieure de l'atrium gauche, par le sinus transverse du péricarde. cette face est prolongée en dehors par l'auricule gauche, longue et découpée, qui vient se rabattre sur le tronc d'origine.
- En avant : la face postérieure de l'artère pulmonaire, qui le masque en presque totalité : ce n'est pas un segment chirurgical.



Le tronc chemine derrière l'artère pulmonaire sur le flanc postérieur de laquelle il se moule. Pour l'aborder à ce niveau, il faut éventuellement sectionner transversalement le tronc de l'artère pulmonaire.

e. Branches terminales :

Représentées par l'IVA et l'artère circonflexe. La longueur du tronc est plus ou moins grande déterminant l'angle de division ces deux branches terminales. Cet angle est d'autant plus aigu que le tronc est court.

> Branche inter-ventriculaire antérieure (IVA) :

► Trajet :

Très flexueuse, elle chemine dans le sillon inter-ventriculaire antérieur, pouvant s'enfoncer dans la paroi musculaire (pont musculaire). Elle contourne le bord droit du cœur, dans l'incisure du cœur, 2 cm en dedans de l'apex.

► Terminaison :

Elle se termine dans le sillon inter-ventriculaire postérieur (inférieur)- en prenant le nom d'artère apexienne inférieure- où elle s'anastomose avec l'artère inter-ventriculaire postérieure (branche de l'artère coronaire droite). La terminaison au niveau de ce sillon se fait à une distance variable en fonction du développement de l'artère inter-ventriculaire postérieure.

► Rapports :

L'IVA est en règle enfouie dans la graisse dans le tiers proximal de son trajet puis devient plus superficielle ensuite.

Son rapport essentiel est la veine homologue, née de la pointe, qui suit le bord gauche, puis le bord droit de l'artère, et se dirige vers le sillon atrio-ventriculaire gauche : volumineuse et fragile.

A distance, en avant, elle répond à la face postérieure du sternum et des cartilages costaux, par l'intermédiaire du récessus pleural gauche : elle est donc

toute proche de l'artère thoracique interne qui peut être est parfois utilisée pour la revascularisation de l'IVA en aval d'une sténose.



Les collatérales droites de la veine homologue enjambent l'IVA pouvant alors constituer un obstacle à son abord, et donc gêner sa dissection. L'approche chirurgicale du rameau inter-ventriculaire antérieur peut se faire aisément dans les deux tiers distaux où il est le plus souvent superficiel et visible sous l'épicarde. Ainsi les 4 premiers centimètres forment le segment chirurgical. Il peut être également abordé dans son 1/3 proximal au flanc gauche de l'artère pulmonaire où il existe un petit sillon épcardique s'invaginant dans la graisse sous jacente : il se trouve à ce niveau à 5 à 8mm au dessous de l'épicarde.

► Collatérales :

Nombreuses et importantes, toutes à destinée ventriculaires, elles sont disposées de chaque côté sur les 2 ventricules ou se dirigeant vers le septum inter-ventriculaire :

- **Branches pariétales ou ventriculaires:** Destinées au ventricule droit et, surtout, au ventricule gauche :
- 4 à 5 branches droites, courtes et fines, destinée au ventricule droit. La première d'entre elles vascularisant la face antérieure de l'artère pulmonaire, c'est l'artère graisseuse gauche de Vieussens, ou infundibulaire gauche, anastomosée avec son homologue droite.
- 3 à 4 branches gauches, formant les artères diagonales, souvent volumineuses, destinées au ventricule gauche. La 1ère d'entre elles est la plus grosse, elle peut naître directement d'une trifurcation du tronc de l'artère coronaire gauche, elle est parfois appelée branche diagono-marginale, angulaire ou bissectrice.

- 1 branche au niveau de la pointe : l'artère apexienne antérieure ou récurrente de la pointe.

- **Branches septales :**

12 à 15 artères septales antérieures naissent en dents de peigne perpendiculairement. Elles pénètrent dans le myocarde, et se distribuent aux 2/3 antérieurs du septum inter-ventriculaire :

- La première, la plus importante, naît dans le tiers proximal de l'artère, parfois d'un tronc commun. Elle irrigue la partie initiale du faisceau de His.
- La 2ème d'entre elles, la plus volumineuse et la plus longue. Elle irrigue le pilier antérieur de la valve tricuspide, la trabécule septo-marginale (bandelette ansiforme), et la branche droite du faisceau de His.

➤ **Branche circonflexe :**

Son calibre est supérieur à celui de l'IVA, il atteint 4 mm.

▶ **Trajet :**

Elle se détache du tronc d'origine, à 45°, au dessous de l'auricule gauche, et contourne horizontalement la face gauche du cœur, dans le sillon atrio-ventriculaire gauche.

▶ **Terminaison :**

Elle se termine à la face inférieure du ventricule gauche, à une distance variable de la croix des sillons, sans toutefois atteindre le sillon inter-ventriculaire postérieur. Mais elle peut fournir l'artère inter-ventriculaire inférieure (postérieure), ce développement est fonction de celui de l'artère coronaire droite et de ses branches terminales.

▶ **Rapports :**

Dans son trajet, l'artère circonflexe rentre en rapport avec l'auricule gauche, la graisse cardiaque, l'anneau mitral à distance, et essentiellement avec la grande veine

coronaire, qui fait suite à la veine inter-ventriculaire antérieure, surcroise la circonflexe, et la longe dans le sillon en passant au dessus d'elle, entre les 2 branches de division du tronc artériel d'origine (IVA+circonflexe) et le tronc veineux s'inscrit « le triangle vasculaire » de Brocq et de Mouchet.



La situation profonde de l'artère circonflexe dans le sillon, et ses rapports notamment avec le sinus coronaire rendent l'abord chirurgical délicat.

Dans le fond du sillon, elle est à peine masquée par le tissu cellulaire, et peut être abordée en avant, dans son segment chirurgical.

► Collatérales :

L'artère circonflexe donne au cours de son trajet 2 sortes de branches collatérales destinées au cœur gauche:

- **Branches atriales :** 3 à 4 branches ascendantes ou postérieures peu volumineuses :
 - Atriale gauche antérieure : la principale et la plus importante car elle peut intervenir dans la vascularisation du nœud sinusal.
 - Atriale du bord gauche : pratiquement constante, croisant l'atrium en avant de la veine pulmonaire supérieure gauche, jusqu'à l'embouchure de la veine cave supérieure, où elle vascularise dans 1/3 des cas le nœud sinusal.
 - Atriale gauche postérieure : plus rarement rencontrée.
- **Branches ventriculaires :** 3 à 4 branches descendantes ou antérieures, destinées à la face latérale du ventricule gauche, dont la première souvent la plus grosse, forme l'artère marginale mais elle mérite plus le nom de l'artère latérale ou artère du bord gauche, qui irrigue le pilier antérieur du ventricule gauche.

2. Artère coronaire droite :

a. Origine :

Elle naît du flanc antéro-droit de la portion initiale de l'aorte ascendante au niveau du sinus de Valsalva antéro-droit ou sinus coronaire droit. Ainsi, en chirurgie cardiaque, sur un sujet en décubitus dorsal, les embolies gazeuses sont électivement des embolies de l'artère coronaire droite.

Depuis son origine et sur 3 à 4 mm, elle a un aspect en entonnoir par diminution de calibre jusqu'à atteindre 4 à 5 mm de diamètre.

b. Trajet :

L'artère coronaire droite suit d'abord le sillon atrio-ventriculaire droit, puis rejoint le sillon inter-ventriculaire postérieur, jusqu'au voisinage de la pointe.

L'artère présente trois segments :

- **Le premier segment ou segment d'origine:** Est court, dirigé en avant à droite et légèrement en haut, et amène l'artère de son origine aortique au sillon coronaire droit antérieur.
- **Le deuxième segment ou segment intermédiaire:** Est vertical, dans ce sillon au fond duquel elle chemine, plus ou moins sinueuse contournant le bord droit du cœur.
- **Le troisième segment ou segment terminal:** Suit le sillon coronaire droit inférieur et l'amène au voisinage plus ou moins immédiat de la croix des sillons.

Ces trois segments sont séparés par deux coudes, l'un supérieur, l'autre inférieur, ainsi l'artère coronaire droite a un aspect coronarographique en cadre ou en C plus ou moins régulier.

c. Terminaison :

Au niveau de la "croix des sillons". Comme la coronaire gauche, la coronaire droite est une artère terminale. Elle se bifurque en 2 branches : artère inter-ventriculaire inférieure, ou postérieure, et artère rétro-ventriculaire gauche.

d. Rapports :

➤ Segment d'origine :

Sur la face antérieure de l'atrium droit, elle chemine d'arrière en avant, entre la base de l'artère pulmonaire en dedans, et l'auricule droite, qui peut la recouvrir en dehors.

➤ Segment intermédiaire :

Dans le sillon atrio-ventriculaire droit, par un trajet sinueux, elle décrit une courbe semi-circulaire sur le bord droit du cœur, au dessous de la veine coronaire droite, jusqu'à la croix de ces sillons. L'artère dans ce segment se trouve noyé dans un tissu graisseux abondant.

➤ Segment terminal :

Après avoir contourné le bord droit du cœur, elle chemine dans la partie inférieure du sillon atrio-ventriculaire, quasiment horizontale, accompagnée de la petite veine du cœur (petite veine coronaire). A ce niveau, l'artère est plus superficielle (la graisse moins abondante) : c'est le segment le plus chirurgical.

Après un « coude » à angle droit, au dessous du sinus coronaire, elle descend dans le sillon inter-ventriculaire postérieur jusqu'à proximité de la pointe, s'anastomosant souvent avec l'artère apexienne postérieur, elle prend dans ce segment le nom d'inter-ventriculaire postérieure.

e. Branches terminales :

➤ **Branche rétro-ventriculaire gauche ou Tronc rétro-ventriculaire gauche inférieur ou de Mouchet:**

Présente dans 80 % des cas, elle chemine dans la partie gauche du sillon atrio-ventriculaire, en se continuant un instant dans l'axe de l'artère coronaire droite puis s'enfonce dans l'épaisseur de la paroi au niveau de la croix des sillons pour réapparaître ensuite plus superficiel et se distribuer en une ou plusieurs branches collatérales qui vascularisent une partie plus ou moins étendue de la face inférieure du ventricule gauche en fonction du développement du rameau circonflexe de l'artère coronaire gauche avec laquelle elle contribue à former la couronne. Elle fournit dans son trajet intra-pariétal, une branche ascendante, la première artère septale inférieure destinée au nœud atrio-ventriculaire.

➤ **Branche inter-ventriculaire inférieure ou postérieure :**

Elle s'infléchit en avant, rejoint le sillon inter-ventriculaire inférieur où elle va se terminer à une distance de l'apex variable avec le développement de l'artère inter-ventriculaire antérieure avec laquelle elle forme l'anse antérieure et inférieure. La branche inter-ventriculaire inférieure est accompagnée de la veine inter-ventriculaire inférieure ; celle-ci chemine à droite de l'artère qu'elle surcroise pour se jeter dans le sinus veineux coronaire. Elle fournit des branches collatérales, en règle fines et courtes :

▶ **Branches pariétales, ventriculaires inférieures gauches et droites :**

4 à 5 de chaque côté, destinées aux faces inférieures des 2 ventricules.

▶ **Branches septales inférieures :**

Au nombre de 7 à 12 branches, parallèles, assez grêles, assurant la vascularisation du 1/3 inférieur du septum inter-ventriculaire.

La 1ere d'entre elles donne l'artère du ventriculo-necteur, destinée au nœud d'Aschoff-Tawara et au faisceau de His.

f. Branches collatérales : nées du tronc de la coronaire droite :

➤ **Des branches vasculaires** : Quelques rameaux graisseux et vasculaires, destinés au pédicule artériel (aorte+artère pulmonaire).

➤ **Des branches ascendantes ou atriales** : Ascendantes vers l'atrium droit et son auricule, 3 sont plus importantes :

▶ **L'artère atriale droite antérieure** : Pour la face antérieure de l'atrium droit et la cloison inter-atriale, dans 2/3 des cas, elle vascularise le nœud sinusal.

▶ **l'artère atriale du bord droit et l'artère atriale droite postérieure** : Sont inconstantes et retrouvées respectivement dans 80 % et 35 % des cas.

➤ **Des branches descendantes ventriculaires droites antérieures** : Au nombre de 2 à 3, vascularisent le ventricule droit. Elles sont perpendiculaires à l'axe de l'artère coronaire droite, et elles se dirigent vers le sillon inter-ventriculaire antérieur sans l'atteindre. On en distingue notamment :

▶ **L'artère infundibulaire droite ou artère du conus** : La 1ere et la mieux individualisée, destinée à l'infundibulum pulmonaire d'où son nom. Elles née très précocement, parfois même directement de l'aorte.

▶ **L'artère du bord droit ou artère marginale droite** : Plus ou moins sinueuse, née, en règle, du segment intermédiaire, 2cm avant le bord droit, puis elle le longe. Ainsi cette artère se distribue au bord droit du cœur sans atteindre l'apex. C'est la plus volumineuse des collatérales de la coronaire droite, peut servir de repère topographique.

V. Systématisation de la vascularisation du cœur :

Pratiquement aucun territoire cardiaque ne reçoit une vascularisation homogène de type défini, il y a cependant des zones préférentielles pour tel ou tel système coronaire où les artères ont un aspect caractéristique. Les branches destinées aux cavités droites sont grêles et superficielles et s'épuisent rapidement. Les branches destinées au ventricule gauche, quelle que soit leur origine, sont plus volumineuses et donnent des collatérales qui s'enfoncent dans l'épaisseur du myocarde dans lequel elles se ramifient jusqu'à l'endocarde par une arborisation très riche et fine.

Si on considère la distribution des artères à la surface du cœur, on constate qu'il y a un balancement entre le développement du système coronaire gauche et du système coronaire droit. On peut observer trois possibilités :

► Deux artères coronaires équilibrées :

S'observe chez environ 18% des individus, dans ce cas, chacune des artères coronaires donne une branche qui parcourt le sillon inter-ventriculaire postérieur ou lui est adjacent.

Ainsi, l'artère coronaire droite vascularise la face inférieure du ventricule gauche par une ou deux artères ventriculaires gauches inférieures issues du tronc rétro-ventriculaire postérieur gauche, tandis que la face latérale du ventricule gauche est vascularisée par une ou deux artères latérales issues de l'artère circonflexe.

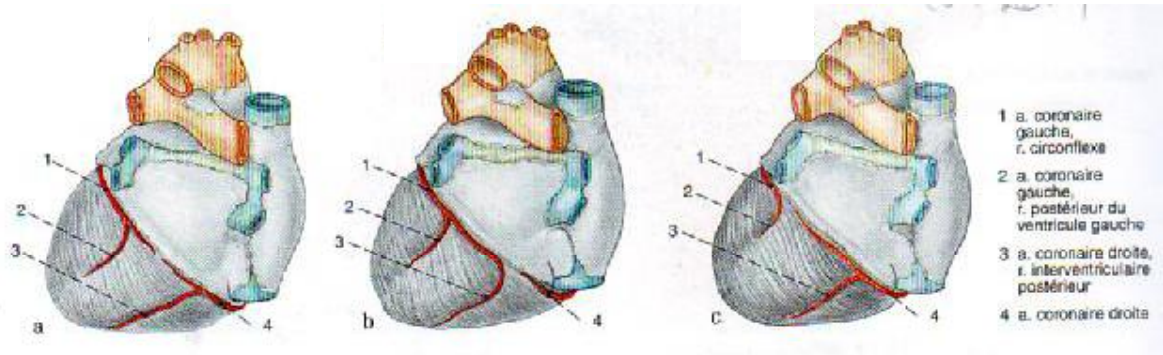
► Un système coronaire gauche dominant :

Concerne environ 15% des cœurs. L'artère circonflexe vascularise une partie de la face inférieure du ventricule gauche, voire la totalité ; il devient alors exclusif et peut dans ce cas fournir l'artère inter-ventriculaire postérieure (inférieure).

► Un système coronaire droit dominant :

Concerne 67% des individus, dans ces cas, les artères coronaires droite et gauche se partagent quasi équitablement l'irrigation du cœur. L'artère rétro-ventriculaire

postérieure, branche de division de l'artère coronaire droite, vascularise une partie de la face latérale du cœur ou sa totalité et il devient alors exclusif. (Figure 4)



- a. Distribution équilibrée
- b. Distribution à prédominance gauche
- c. Distribution à prédominance droite

Figure : Vue postérieure du cœur : distribution avec sa variabilité de la vascularisation artérielle



Territoires vasculaires :

En fonction du mode de distribution le plus fréquent des artères, on peut déterminer une limite moyenne entre les deux territoires :

► **au niveau atrial :**

Passé à gauche du septum inter-atrial. L'artère coronaire droite vascularise donc non seulement l'atrium droit mais aussi le septum inter-atrial et une partie de l'atrium gauche.

► **Au niveau des ventricules :**

Sur la face antérieure du cœur, la ligne de séparation des deux territoires part du milieu de l'infundibulum pulmonaire pour devenir parallèle au sillon inter-ventriculaire antérieur, à 1 cm à droite de celui-ci ; puis elle contourne le bord droit

du cœur à droite de la pointe, pour rejoindre le sillon inter-ventriculaire postérieur à l'union $\frac{1}{4}$ inférieur, $\frac{3}{4}$ supérieurs, et se termine sur la partie moyenne du sillon atrio-ventriculaire gauche.

► **Au niveau de la cloison du cœur :**

- **La cloison interatriale** : est irriguée avant tout par la coronaire droite.
- **La cloison interventriculaire** : A une vascularisation double, issue du système coronaire gauche et du système coronaire droit. Le tiers apical du septum : est entièrement vascularisé par la coronaire gauche. Dans les deux tiers basaux : l'artère coronaire gauche irrigue les deux tiers craniaux (artères septales antérieures), l'artère coronaire droite irrigue le tiers basal (artères septales inférieures).

► **Vascularisation du système cardio-necteur :**

- **Le nœud sinusal :**

L'artère du nœud sinusal provient le plus souvent du système coronaire droit, parfois du système coronaire gauche, exceptionnellement des deux. Dans la majorité des cas (67 %), il est vascularisé par l'artère atriale droite supérieure qui atteint le flanc gauche de la jonction atrio-cave et se divise à ce niveau en un rameau gauche et un rameau droit, ce dernier se termine en se ramifiant dans le nœud sinusal en passant soit en avant soit en arrière de la veine cave supérieure. Dans 26 % des cas, la vascularisation est assurée par l'artère atriale gauche supérieure qui, cheminant derrière l'artère pulmonaire et l'aorte, atteint le flanc gauche de la jonction atrio-cave et se termine dans le nœud sinusal. Dans 7 % des cas, la vascularisation est double et provient du système coronaire gauche et du système coronaire droit.

- **Le nœud atrio-ventriculaire :**

La vascularisation est fournie par le système coronaire droit (85 % des cas). Dans 15 % des cas, elle provient du système coronaire gauche lorsque celui-ci est exclusif. Elle est assurée par la première et la plus volumineuse des artères septales inférieures qui se dirige d'abord en haut et en arrière, aborde le nœud atrio-ventriculaire par sa face droite, se coude à angle droit sous les valves semi-lunaires (sigmoïdes) aortiques et s'oriente en avant vers l'apex du cœur en se ramifiant dans la formation nodale.

- **Le faisceau atrio-ventriculaire :**

La vascularisation du faisceau atrio-ventriculaire et de ses branches est assurée par l'artère du nœud atrio-ventriculaire et/ou une artère septale antérieure (en règle la deuxième).

Au total :

➤ **La coronaire gauche vascularise :**

L'atrium gauche.
Le ventricule gauche.
La portion adjacente du ventricule droit (en avant).
Grande partie de la cloison inter-ventriculaire.
Le nœud sinusal (1/3 des cas).
Les 2 branches du faisceau de His

➤ **La coronaire droite vascularise :**

L'atrium droit.
Le ventricule droit.
La portion adjacente du ventricule gauche (en arrière).
La cloison inter-atriale.
La partie postérieure de la cloison inter-ventriculaire.
Le nœud sinusal (2/3).
Le nœud atrio-ventriculaire.
Le tronc du faisceau de His.
Une partie de la branche gauche du faisceau de His.

Application :

Correspondance habituelle en ECG entre territoire électrique et artère coronaire

Dérivations	Territoire électrique	Artère coronaire
V1 à V3	antéroseptal	IVA moyenne (avant 1 ^{ère} diagonale)
V3 et V4	apical	IVA moyenne (après 1 ^{ère} diagonale)
V1 à V4	antérieur	IVA moyenne
DI et VL	latéral haut	IVA (1 ^{ère} diagonale) ou circonflexe
V5 et V6	latéral bas	Circonflexe ou marginale
V1 à V6 et DI-VL	antérieur étendu	IVA proximale avant la 1 ^{ère} septale)
V7, V8, V9 (et miroir V1-V2)	basal	Circonflexe ou IVA
V1 à V4 et DII, DIII, VF	antéro-inférieur (ou septal profond)	IVA dominante
V3R, V4R, VE et/ou V1	ventricule droit	CD ou marginale du bord droit
DII, DIII, VF	inférieur	CD ou circonflexe dominante
DII, DIII, VF et V8-V9 et DI-VL et/ou V5-V6	inféro-latéro-basal	CD ou circonflexe dominante

IVA ; interventriculaire antérieure ; CD : coronaire droite

Récapitulatif

Artère/branche	Origine	Trajet	Distribution	Anastomose
Coronaire droite	Sinus aortique droit	Suit le sillon atrio-ventriculaire	L'atrium droit. Le ventricule droit. La portion adjacente du ventricule gauche (en arrière). La cloison inter-atriale. La partie postérieure de la cloison inter-ventriculaire. Le nœud sinusal (2/3). Le nœud atrio-ventriculaire. Le tronc du faisceau de His. Une partie de la branche gauche du faisceau de His.	Branches circonflexe et IVA de l'artère coronaire gauche
Du nœud sinusal	Artère coronaire droite près de son origine (60% des cas)	Monte vers le nœud sinusal	Nœud sinusal	
Marginale droite	Artère coronaire droite	Se dirige vers le bord inférieur et l'apex du cœur	Ventricule droit et apex	Branches inter-ventriculaires
Inter-ventriculaire postérieure	Artère coronaire droite (67% des cas)	Chemine dans le sillon inter-ventriculaire postérieur vers l'apex	Paroi inférieure des ventricules gauche et droit et 1/3 postérieur du septum inter-ventriculaire	Branche inter-ventriculaire antérieure de l'artère coronaire gauche (au niveau de l'apex)
Du nœud atrio-ventriculaire	Artère coronaire droite près de l'origine de l'artère inter-ventriculaire postérieure	Se dirige vers le nœud atrio-ventriculaire	Nœud atrio-ventriculaire	
Coronaire gauche	Sinus aortique gauche	Chemine dans le sillon atrio-ventriculaire et se divise e	L'atrium gauche. Le ventricule gauche. La portion adjacente du ventricule droit (en avant). Grande partie de la cloison inter-ventriculaire. Le nœud sinusal (1/3 des cas). Les 2 branches du faisceau de His.	Artère coronaire droite
Du nœud sinusal	Branche circonflexe (40%)	Monte sur la face postérieure de l'atrium gauche en direction du nœud sinusal	Atrium gauche et nœud sinusal	

Inter-ventriculaire antérieure	Artère coronaire gauche	Suit le sillon inter-ventriculaire antérieur vers l'apex du cœur	Face antérieure des ventricules gauche et droit, apex et 2/3 du septum inter-ventriculaire	Branche inter-ventriculaire postérieure de l'artère coronaire droite (au niveau de l'apex)
Circonflexe	Artère coronaire gauche	Chemine vers la gauche dans le sillon atrio-ventriculaire et se dirige vers la face postérieure du cœur	Atrium gauche Paroi latérale et inféro-apicale du ventricule gauche	Artère coronaire droite
Marginale gauche	Branche circonflexe	Suit le bord gauche du cœur	Ventricule gauche	Branches inter-ventriculaires
Inter-ventriculaire postérieure	Branche circonflexe (33% des cas)	Chemine dans le sillon inter-ventriculaire vers l'apex du cœur	Face inférieure des ventricules droit et gauche et 1/3 postérieur du septum interventriculaire	Branche inter-ventriculaire antérieure de l'artère coronaire gauche (au niveau de l'apex)

VI. Les variations anatomiques des artères coronaires:

Les variations de trajet et de division des artères coronaires et leurs branches sont nombreuses. En pratique chirurgicale, il est important de connaître celles qui intéressent les troncs et les principales branches, notamment celles qui risquent de dérouter le chirurgien.

1. Les variations de l'artère coronaire droite : intéressent :

a. Son origine : Elle peut être haute, ainsi, l'ostium peut être lésé au cours d'une aortotomie transversale basse pour remplacement valvulaire aortique.

b. La naissance de ses branches :

Elle peut entraîner un aspect de division précoce, ainsi on peut rencontrer :

- ▶ Une grande artère ventriculaire droite antérieure unique, volumineuse, qui barre transversalement la face antérieure du ventricule droit. Une telle

disposition artérielle peut être gênante quand on veut réaliser une ventriculotomie droite.

- ▶ L'artère du cône artérielle : Peut naître directement de l'aorte, formant la 3eme artère coronaire.
- ▶ Une grande artère ventriculaire droite inférieure qui barre la face inférieure du ventricule droit et se termine parfois dans la partie apicale du sillon inter-ventriculaire inférieur.
- ▶ Une artère inter-ventriculaire inférieure précoce qui chemine dans le sillon coronaire inférieur à côté et en avant du tronc rétro-ventriculaire gauche inférieur. Il peut être nécessaire de revasculariser ces 2 branches lors d'un pontage aorto-coronarien pour lésion proximale de l'artère coronaire droite. Cette artère peut constituer la terminaison de l'artère coronaire gauche dans 20% des cas (type gauche). Dans le type droit, 10% des cas, l'artère coronaire droite irrigue toute la face inférieure du ventricule droit.

c. Sa longueur :

Elle peut être anormalement brève, dans 8% des cas, elle n'atteint pas la croix des sillons voire même s'épuise au bord droit du cœur.

2. Les variations du tronc coronaire gauche : concernent :

a. Sa longueur :

Ceci est important à connaître lorsque l'on doit perfuser le système coronaire gauche afin d'éviter une perfusion sélective de l'une de ses branches terminales. En effet, il peut être inexistant et les rameaux inter-ventriculaire antérieur et circonflexe naissent alors séparément en canon de fusil au niveau de l'aorte.

b. Sa terminaison :

Elle se fait habituellement selon une bifurcation, mais on peut observer un aspect de trifurcation voire même de quadrifurcation. En effet, une artère diagonale ou une artère septale antérieure ou les 2 peuvent naître à ce niveau :

- ▶ L'artère diagonale est souvent volumineuse et occupe un territoire vasculaire qui se rapproche de celui de l'artère latérale.
- ▶ L'artère septale est la 1^{ère} ou la seconde des artères septales antérieures. Il s'agit souvent d'un tronc septal commun dans le septum inter-ventriculaire sous jacent au rameau inter-ventriculaire antérieur et qui fournit les branches septales antérieures du 1/3 basal de la cloison.

3. Les variations du rameau inter-ventriculaire antérieur et ses branches : S'appliquent à :

a. Sa longueur :

Mais dans tous les cas, celui-ci atteint ou dépasse l'apex du cœur.

b. Son trajet :

Il peut être plus ou moins sinueux à la surface du cœur, plus chez la femme que chez l'homme, il peut présenter aussi des méandres qui s'enfoncent dans la paroi cardiaque. Ces trajets intra-pariétaux recouverts par la graisse épocardique mais aussi et surtout par des ponts myocardiques peuvent intéresser n'importe quel segment de l'artère et rendent fort délicate la découverte de celle-ci qui nécessite des artifices techniques particuliers.

c. L'aspect des artères septales antérieures :

Nous avons vue la plus importante.

d. L'aspect des artères diagonales :

La première peut être une branche de trifurcation de l'artère coronaire gauche, les autres artères diagonales qui naissent du 1/3 basal du rameau inter-ventriculaire antérieur peuvent présenter un trajet parallèle et parfois très proche de ce rameau. Leurs branches collatérales s'en détachent alors perpendiculairement. Ainsi, dans le sillon inter-ventriculaire antérieur ou à proximité de celui-ci, on peut rencontrer ce rameau inter-ventriculaire antérieur et une ou deux artères diagonales, ce qui peut parfois rendre délicates l'identification et la dissection de l'une ou de l'autre de ces artères. La grande veine coronaire chemine à gauche du rameau inter-ventriculaire antérieur, elle est donc exposée lors de la chirurgie coronariennes, tout particulièrement lorsqu'à ce niveau existe un pont myocardique.

4. Les variations du rameau circonflexe et de ses branches: se situent

au niveau :

a. Origine :

Peut naître directement du sinus aortique droit.

b. Du trajet des branches latérales :

Il est assez souvent intra-myocardique.

c. De la longueur :

Elle permet de déterminer la dominance d'un système coronaire.

- Dans 58% des cas, le système coronaire droit est dominant et peut vasculariser les 4/5ème, voire les 5/6ème de la face inférieure du ventricule gauche. On conçoit alors que l'occlusion de l'artère coronaire droite, de par la masse myocardique intéressée, avoir des conséquences graves.

- Dans 10% des cas, le système coronaire gauche est dominant, il est cependant exceptionnel que la face inférieure du ventricule droit soit largement vascularisée par ce système.
- Dans 32% des cas les 2 systèmes sont équilibrés.

VII. Anastomoses :

Les branches des artères coronaires sont généralement considérées comme des artères terminales, c'est-à-dire qu'elles irriguent un territoire myocardique qui leur est propre, sans chevauchement sur le territoire des artères voisines et sans qu'il y ait d'anastomoses avec celles-ci. Il existe cependant des anastomoses entre les branches sub-épicaudiques ou myocardique des artères coronaires, ainsi qu'entre les artères coronaires et certains vaisseaux extra cardiaques et entre les terminaisons des artères coronaires droite et gauche.

Bien que difficile à mettre en évidence ces anastomoses chez le sujet normal, car elles ne sont pas fonctionnelles. Mais elles existent entre les différents territoires vasculaires. Elles sont particulièrement nombreuses au niveau du septum inter-ventriculaire, de l'apex, de la croix des sillons, de la face antérieure du ventricule droit.

D'ailleurs leur développement est surtout marqué dans les oblitérations coronarienne progressive, ce qui explique les possibles images de revascularisation à contre courant du réseau droit ou gauche en cas d'occlusion du côté opposé, comme le montre les coronarographies pratiquées dans les cas pathologiques. Cependant, l'occlusion aiguë d'une artère coronaire saine entraîne un infarctus dans le territoire myocardique qui est sous sa dépendance, car les artères coronaires se comportent comme des artères terminales.

4 sortes d'anastomoses peuvent être individualisées :

- **Intra-coronariennes** : entre les branches d'un même tronc coronaire.
- **Inter-coronariennes** : Les plus importantes, entre les 2 coronaires, on distingue parmi elles les anastomoses atriales, ventriculaires, septales, apicales, infundibulaires, etc.
- **Extra-coronariennes** : Avec les vasa-vasorum des gros vaisseaux de la base du cœur, et avec les artères péricardiques.
- **Intra-myocardiques** : visibles au microscope.

VIII. Visualisation des artères coronaires en imagerie :

1. Coronarographie :

Elle permet la visualisation radiologique des artères coronaires après opacification directe par injection de produit de contraste iodé. Cet examen invasif est réalisé après un abord percutané de l'artère fémorale ou radiale (les artères brachiales ou ulnaires sont moins communément utilisées).

a. Nomenclature :

Deux nomenclatures sont utilisées pour décrire les images coronarographiques : celle de l'étude CASS (Coronary Artery Surgery Study), et celle de l'AHA (American heart association) :

➤ **Dans la nomenclature CASS :**

La coronaire droite est divisée en 3 segments :

- Proximal : de l'ostium jusqu'à la naissance de la première marginale droite.
- Moyen : entre les 2 marginales.
- Distal : de 2eme marginale à l'IVP.

Les branches suivantes sont l'inter-ventriculaire postérieure et les branches postéro-latérales ou rétro-ventriculaires gauches.

Le tronc commun va de la coronaire gauche va de l'ostium à la bifurcation IVA et la circonflexe.

L'IVA est divisée en 3 segments :

- Proximal : jusqu'à la 1ere septale.
- Moyenne : de la 1ere septale jusqu'à la 2eme diagonale.
- Distale : au-delà de la 2eme diagonale.

La circonflexe distale est la branche située dans le sillon atrio-ventriculaire gauche. Les branches de la circonflexes sont appelées marginales ou latérales. En cas de trifurcation du tronc commun, la 1ere marginale est appelée bisectrice.

➤ **Dans la nomenclature de l'AHA :**

- Le segment 1 : Va de l'ostium de la coronaire droite au 1^{er} 1/3 du segment vertical et comprend le départ de l'artère du conus et de l'artère du nœud sinusal.
- Le segment 2 : Va jusqu'au 2^{eme} genou et comprend l'origine de la marginale du bord droit.
- Le segment 3 : Va du 2eme genou à la croix.
- Le segment 4 : Est l'IVP.
- Le segment 5 : Est le tronc commun de la coronaire gauche.
- Le segment 6 : l'IVA proximale jusqu'à la 1ere septale.
- Le segment 7 : l'IVA moyenne.
- Le segment 8 : L'IVA distale.
- Le segment 9 : 1ere diagonale.
- Le segment 10 : la 2eme diagonale.
- Le segment 11 : la circonflexe proximale jusqu'à la 1ere marginale.
- Le segment 12 : la 1ere marginale.

- Le segment 13 : Est la circonflexe moyenne dans le sillon atrio-ventriculaire gauche, qui donne naissance :
- Le segment 14 : les branches postéro-latérales.
- Le segment 15 : l'IVP dans les dominances gauches.

b. Incidences de base :

➤ **Pour l'artère coronaire droite :**

Incidence	Intérêts
Oblique antérieur gauche 45°	Bonne visualisation des 3 segments de la coronaire droite en forme de C Incidence facilitant le cathétérisme de l'ostium droit
Face crâniale 20°	Croix du cœur, bifurcation Bonne visualisation de l'IVA en cas de collatéralité
Oblique antérieur droit 30°	Segment II de la coronaire droite (en position verticale) Artère marginale du bord droit IVP Bonne visualisation de l'IVA II et III en cas de collatéralité

➤ Pour l'artère coronaire gauche :

Incidence	Intérêts
Face	Cliché de débrouillage. Vue générale du réseau coronaire gauche
Oblique antérieur droit 10° Caudale 30°	Bifurcation tronc commun-circonflexe, parfois aussi IVA IVA proximale Réseau circonflexe / marginales Bifurcations circonflexe-marginales
Oblique antérieur droit 10° Crâniale 40°	IVA segment I, II et III sauf en sa partie proximale Départ et déroulement des artères diagonales et septales Circonflexe distale et marginale basse (dominance gauche)
Oblique antérieur gauche 10° Crâniale 40°	IVA segment I, II, et III Départ et déroulement des artères diagonales bifurcation IVA-diagonales
Oblique antérieur gauche 45° Crâniale 25°	Tronc commun IVA segment I et II Bifurcation IVA-diagonales Déroulement des artères diagonales Circonflexe II
Oblique antérieur gauche 45° Caudale 25° Ou incidence spider	Aspect angiographique en forme d'araignée Tronc commun Bifurcation IVA-circonflexe Ostium de la 1ere diagonale Mise en évidence de la bissectrice, si elle existe Départ des marginales hautes
Profil incidence transversale	Déroulement de l'IVA Circonflexe I et son lit d'aval Bonne visualisation de la collatéralité avec la coronaire droite, si elle existe

c. Résultats (figure5):

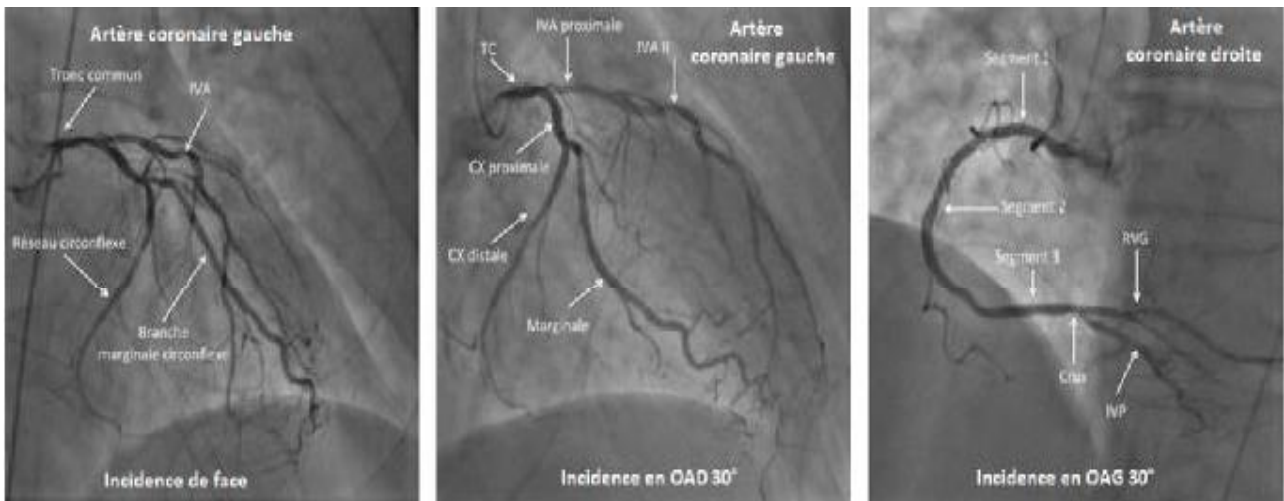


Figure 5 : exemples d'images coronarographiques

2. Coroscaner (figure 6) :

Il est clair que la coronarographie est encore, aux yeux des cardiologues, des radiologues et des chirurgiens, l'examen de référence pour l'étude morphologique des artères coronaires. La stratégie opératoire, en cas d'indication d'angioplastie ou de chirurgie coronaire, est actuellement principalement basée sur cet examen. Rares seront les praticiens qui, malgré l'évolution rapide et la qualité de l'imagerie fournie par les scanners multibarrettes, diront pouvoir se passer de la coronarographie pour l'indication et la réalisation d'une angioplastie ou d'une intervention de pontages coronaires. Cependant, dans de nombreux cas et dans des indications qui s'affinent progressivement avec la pratique, le scanner coronaire devient complémentaire à la coronarographie aussi bien dans le cadre de la maladie coronaire, aidant ainsi au diagnostic et à la stratégie chirurgicale, que dans le bilan préopératoire des valvulopathies et des lésions de l'aorte ascendante.

L'avantage du scanner, en dehors de son caractère non invasif, est de visualiser non seulement la lumière mais aussi la paroi vasculaire en particulier la plaque athéromateuse.

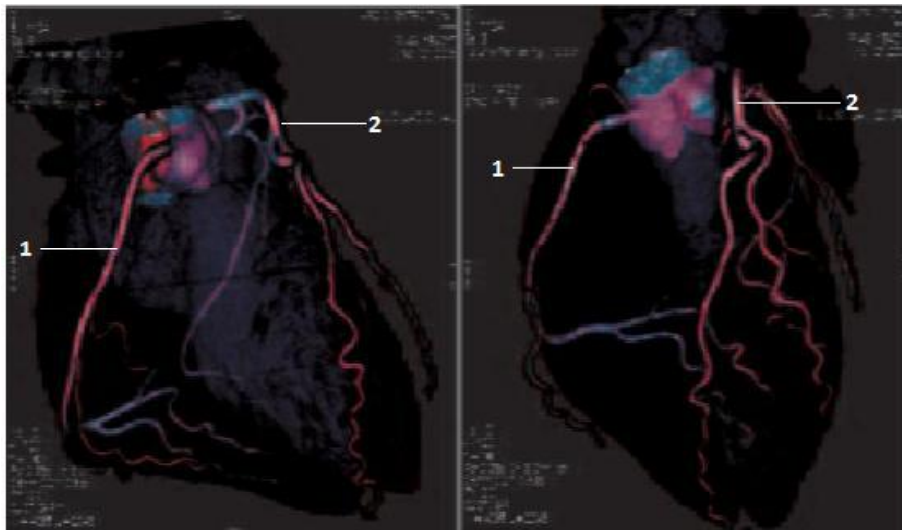


Figure 6 : reconstruction 3 dimensions d'un coroscanner.

1 : artère coronaire droite
2 : artère coronaire gauche

3. CoroIRM :

En terme d'imagerie morphologique, il est à noter que la visualisation directe des artères coronaires par IRM ou coro-IRM est également possible mais plus difficile techniquement du fait de la résolution spatiale de l'IRM, de l'anatomie des artères coronaires (artères très tortueuses et de faibles calibres) et des mouvements thoraciques respiratoires et cardiaques.

IX. applications cliniques :

1. Pathologies des artères coronaires :

a. Les malformations congénitales :

- Les fistules coronaires
- Les anomalies de naissance à partir de l'artère pulmonaire
- Les anomalies de naissance et de trajet à partir de l'aorte...

b. La maladie cardiaque coronarienne (MCC) :

Est l'une des causes principales de mortalité. On lui reconnaît de nombreuses étiologies, mais toutes se caractérisent par une réduction de l'apport sanguin au tissu myocardique, tissu d'importance vitale. L'expression clinique de cette maladie réside dans l'angine de poitrine. On distingue plusieurs types :

- Infarctus du myocarde ;
- Athérosclérose coronarienne ;
- Maladie coronarienne lentement progressive.

2. Les types d'interventions sur les artères coronaires :

a. coronaropathies congénitales :

La plupart des fistules coronaires peuvent être fermées par cathétérisme interventionnel. Les autres doivent être opérées (fermeture intracardiaque ou transc coronaire). Les anomalies de naissance à partir d'une artère pulmonaire, nécessitent un traitement chirurgical qui consiste à réimplanter l'ostium anormal dans l'aorte ascendante. Par ailleurs, les anomalies de naissance à partir de l'aorte, font appel également à un traitement chirurgical qui consiste à créer un néo-ostium coronaire normalement situé dans le sinus approprié.

b. Angioplastie :

L'angioplastie transluminale coronaire est une intervention pratiquée par un cardiologue. Elle permet de rétablir le flux sanguin en élargissant le diamètre de l'artère à l'endroit du rétrécissement, à l'aide d'un cathéter muni d'un ballonnet à son extrémité, ce dernier sera gonflé au niveau du site de l'obstruction. Après déflation du ballonnet, la même zone peut être traitée par un ou plusieurs inflations successives du ballonnet, avant de procéder au retrait du ballonnet et du cathéter. Cette intervention est beaucoup moins lourde que le pontage aorto-coronaire.

c. Pontage aorto–coronaire :

Le pontage est une technique chirurgicale qui a pour but de rétablir la circulation sanguine en aval d'une oblitération d'une artère coronaire, afin d'améliorer l'apport sanguin au muscle cardiaque. On l'appelle communément pontage coronarien ou greffe de pontage coronarien.

VASCULARISATION VEINEUSE

Deux systèmes assurent le retour veineux cardiaque :

- Un système principal, ou système du sinus coronaire, regroupant les veines superficielles, satellites des artères coronaires.
- Un système accessoire regroupant des veines profondes qui se drainent directement dans les cavités cardiaques.

I. Système ou sinus coronaire : (figure 7)

C'est la veine principale du cœur, dérivant du segment terminal de la veine cave supérieure gauche de l'embryon. Occupant la partie terminale du sillon atrio-ventriculaire gauche, le sinus veineux est une dilatation veineuse ampullaire longue de 3 cm et large de 1cm, dont l'origine coïncide avec la terminaison de la grande veine du cœur (on va la décrire par la suite). Il est marqué en dehors par une diminution brutale du calibre, et en dedans par une valvule inconstant. Il se termine à la face inférieure de l'atrium droit, en avant et en dedans de la veine cave inférieure, par un orifice de 12 mm de diamètre bordé en dehors par la valvule de Thébésius. Ce principal carrefour terminal du cœur, draine la presque totalité du sang veineux du cœur, il reçoit en effet :

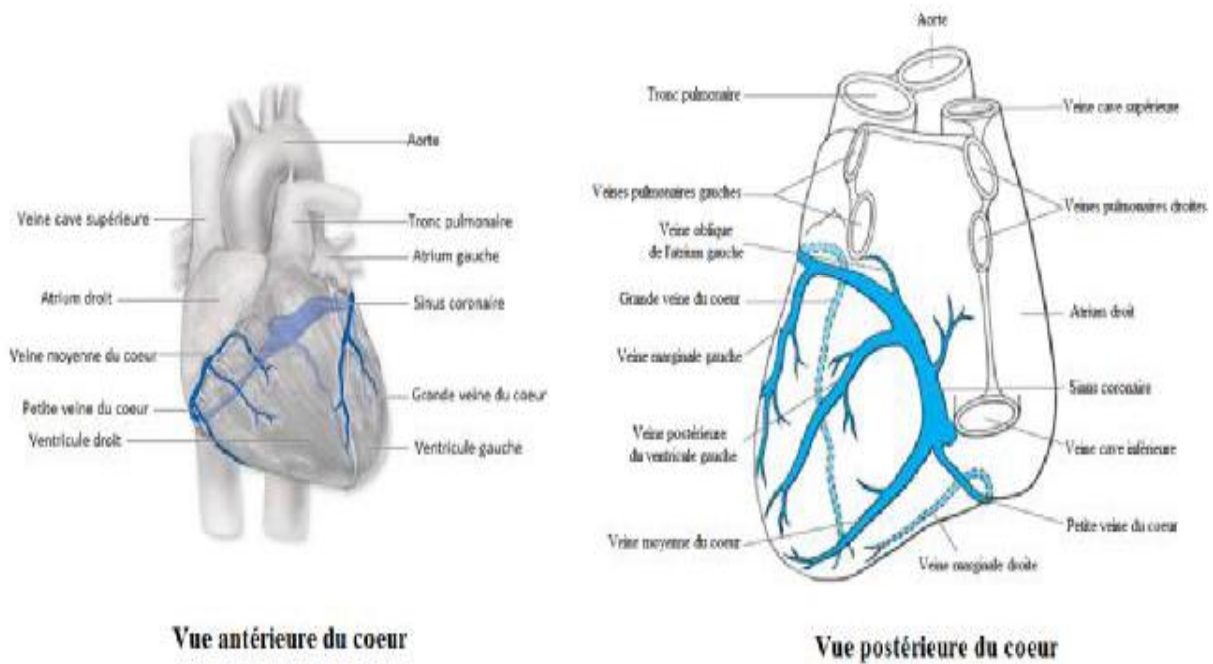


Figure 7

1. La grande veine du cœur :

Est l'affluent principal du sinus coronaire. Elle naît dans le sillon inter-ventriculaire antérieur, près de l'apex, et remonte dans ce sillon, situé sur le bord gauche de l'artère inter-ventriculaire antérieure, puis sur son bord droit après l'avoir sous croisée. Elle s'infléchit ensuite vers la gauche, précroisant l'inter-ventriculaire antérieure, puis l'artère circonflexe, et limitant avec ces 2 vaisseaux le classique triangle avasculaire. Elle accompagne et masque ensuite l'artère circonflexe, avant de s'aboucher dans le sinus coronaire, dont elle est séparée par la valvule de Vieussens. Il s'agit là d'une situation inhabituelle dans laquelle le sang circule dans la même direction dans une artère et dans la veine qui l'accompagne !

Au cours de son trajet, elle reçoit des branches collatérales :

- Veines du septum inter-atrial et inter-ventriculaire.

- Veines de toute la paroi antérieure du ventricule gauche y compris la veine marginale gauche.
- Veines de la moitié gauche de la paroi antérieure du ventricule droit.
- Veines atriales gauches.

2. Veine oblique de l'atrium gauche ou veine de Marshall:

Est une petite veine relativement peu importante après la naissance, elle chemine sur la face postérieure de l'atrium gauche, elle représente le segment moyen de la veine cave supérieure gauche de l'embryon, et soulève le pli « vestigial » du péricarde séreux. Parfois un cordon fibreux la relie au confluent jugulo-sub-clavier gauche.

Occasionnellement, cette veine persiste chez l'adulte soit sous forme d'une 2ème veine cave supérieure soit pour remplacer une veine cave supérieure droite inexistante.

3. Petite veine du cœur ou petite veine coronaire:

Naît en regard du bord droit du cœur, elle chemine dans le sillon atrio-ventriculaire droit occupe simplement sa partie postérieure, satellite de l'artère coronaire droite en dessus, elle draine la majeure partie du cœur droit dont la veine marginale droite, et se jette dans le sinus tout près de sa terminaison

4. Veine moyenne du cœur ou veine interventriculaire postérieure :

Satellite de l'artère inter-ventriculaire postérieure, elle naît près de l'apex et parcourt le sillon inter-ventriculaire postérieur.

5. Veines postérieures du ventricule gauche (paroi inférieure).

II. Système des veines profondes :

Deux groupes de veines intramyocardique vont se jeter directement dans les cavités cardiaques :

1. Les veines antérieures du cœur ou petites veines du cœur:

Situées à la face antérieure de l'atrium et du ventricule droit, au nombre de 4 ou 5. Elles se jettent directement dans l'atrium droit, au-dessus de l'artère coronaire droite, par de petits orifices, les « foramina » de Lannelongue. La plus importante est la veine de Galien ou veine du bord droit, qui accompagne l'artère homonyme. Parfois elles aboutissent dans la petite veine cardiaque.

2. Veines minimes du cœur (veines de Thebesius) :

Ce sont des minuscules veines des parois cardiaques, qui prennent naissance dans le lit capillaire du myocarde. Elles sont surtout nombreuses au niveau du cœur droit, qui se jettent directement dans les 4 cavités cardiaques et surtout au niveau de l'atrium droit, par les « foraminula » de Lannelongue. Ce sont des voies de communication avalvulaires entre le lit capillaire du myocarde et les cavités cardiaques. Bien qu'il s'agisse de veines, elles peuvent aussi acheminer du sang des cavités cardiaques du cœur vers le myocarde.

VASCULARISATION LYMPHATIQUE

I. Réseaux d'origine : au nombre de 3 :

1. Sous endocardique :

Surtout naît au niveau des ventricules et de la cloison inter-ventriculaire.

2. Myocardique : surtout naît au niveau des atriums.

3. Sous péricardique :

De beaucoup le plus important, surtout naît au niveau de la face gauche du cœur, et de la pointe.

D'une façon générale, ces réseaux sont peu développés au niveau des atriums, et répartis au niveau des ventricules en 2 territoires, droit et gauche, comme les artères.

II. Troncs collecteurs :

1. Collecteur gauche :

Empruntant le sillon inter-ventriculaire antérieur, contournant le bord gauche de l'artère pulmonaire, et se terminent dans les ganglions intertrachéo-bronchique puis dans la chaîne latéro-trachéale droite.

2. Collecteur droit :

Beaucoup plus long, longeant le sillon atrio-ventriculaire droit, puis la face antérieure de l'aorte, et se jetant dans un ganglion pré-carotidien de la chaîne médiastinale antérieure gauche, en regard de l'origine de l'artère carotide commune.

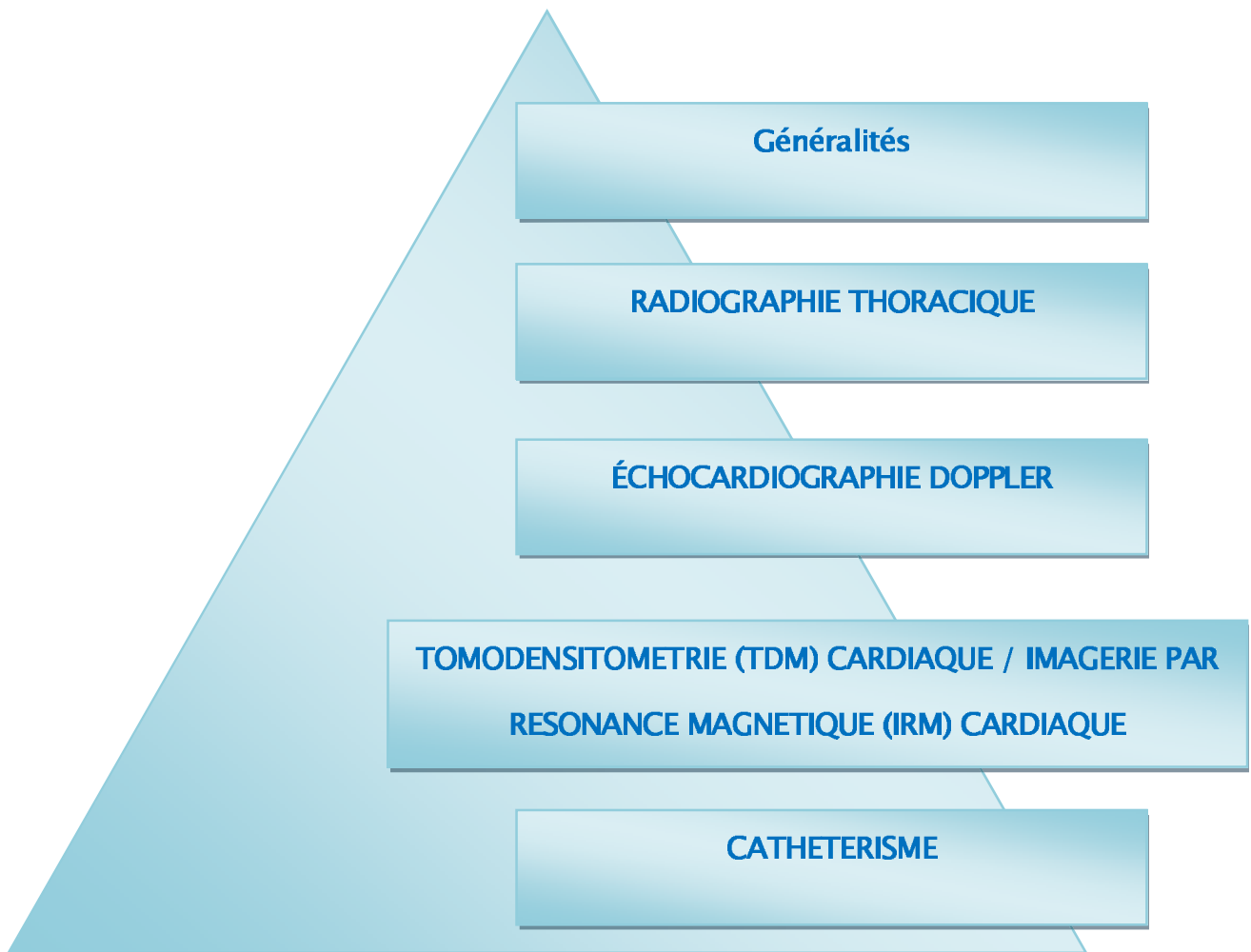
Ces troncs collecteurs sont souvent interrompus par des ganglions interrupteurs dont les plus importants sont :

- Le ganglion pré-aortique : sur le trajet du collecteur droit.
- Le ganglion latéro-pulmonaire gauche : sur le trajet du collecteur gauche.
- Le ganglion dorso-pulmonaire : le plus volumineux, à la face postérieure de l'artère pulmonaire.

Au total : les territoires de drainage sont croisés :

- Le collecteur gauche gagne les nœuds lymphatiques latéro-trachéaux droits, puis la grande veine lymphatique à droite, donc le confluent jugulo-sous-clavier droit.
- Le collecteur droit gagne les nœuds lymphatiques médiastinaux antérieurs gauches, puis le canal thoracique, donc le confluent jugulo-sous-clavier gauche.

Anatomie radiologique



GENERALITES

La connaissance de l'anatomie radiologique du cœur est indispensable afin d'analyser l'imagerie cardio-vasculaire pathologique.

L'anatomie angiographique, connue depuis de nombreuses années, permet d'évaluer les cavités cardiaques et les vaisseaux du thorax. Les techniques d'imagerie en coupes, non invasives, tendent à se substituer aujourd'hui au cathétérisme invasif dans le bilan pré-thérapeutique de nombreuses pathologies cardio-vasculaires, car elles exposent, à côté de la visualisation des lumières et des cavités cardiaques, les parois du cœur et des vaisseaux, ainsi que leur environnement.

RADIOGRAPHIE STANDARD

La radiographie de thorax est un examen de base dans l'exploration non invasive du cœur. Elle donne des informations sur la silhouette du cœur et des gros vaisseaux ainsi que sur l'hémodynamique pulmonaire. Un cliché normal n'exclut pas une cardiopathie mais une silhouette cardiaque anormale indique une anomalie qui mérite de pousser plus loin les explorations.

I. Incidences :

Les 4 incidences standardisées sont définies par la position du thorax par rapport au plan de l'écran ou de la cassette contenant le film.

- Face : sujet strictement de face au contact de l'écran
- Profil gauche: sujet de profil côté gauche contre l'écran (bras verticaux)
- Oblique antérieure droite (OAD) et oblique antérieure gauche (OAG), incidences rarement utilisées.

II. Radio anatomie:

1. radiographie thoracique face : (figure 1)

Situé entre les 2 champs pulmonaires clairs, le cœur apparaît comme une masse opaque para-médiane gauche grossièrement triangulaire à base diaphragmatique. On décompose les contours droit et gauche en arcs qui correspondent à une cavité cardiaque ou un gros vaisseau.

a. **bord droit** : plus vertical que le bord gauche il est formé de 2 arcs :

- ▶ Arc supérieur droit rectiligne ou légèrement convexe formé par le bord externe de la cave supérieure (VCS)
- ▶ Arc inférieur droit convexe formé par le bord de l'atrium droit (AD) ; il forme avec la coupole diaphragmatique l'angle cardiophrénique droit.

b. **bord gauche** : délimité par 3 arcs :

- ▶ arc supérieur gauche (ou « bouton aortique ») arrondi d'un diamètre de 2 à 3 cm correspondant à la portion horizontale de la crosse de l'aorte.(Ao)
- ▶ arc moyen gauche de forme variable concave en dehors, rectiligne ou en S allongé formé par le tronc de l'artère pulmonaire(AP) dans ses 2/3 supérieurs et par l'auricule gauche dans son tiers inférieur.
- ▶ arc inférieur gauche, le plus long et le plus convexe correspondant au ventricule gauche (VG).

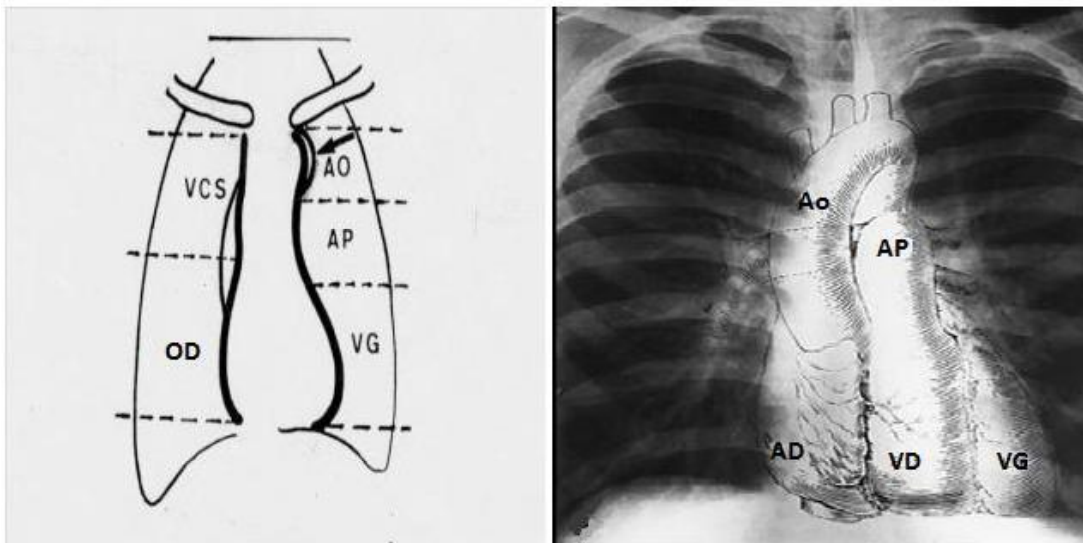


Figure1 : Radiographie thoracique de profil

2. Profil gauche : (figure2)

De profil gauche, la silhouette cardiaque reste à distance du rachis en arrière et du sternum en avant. Le bord postérieur est convexe ; il correspond dans ses deux tiers supérieurs à l'oreillette gauche, dans le tiers inférieur au ventricule gauche. La limite entre le ventricule gauche et l'atrium gauche est parfois repérée en radioscopie par la ligne graisseuse atrioventriculaire gauche. En forte inspiration, la veine cave inférieure constitue la portion tout à fait inférieure de ce bord postérieur.

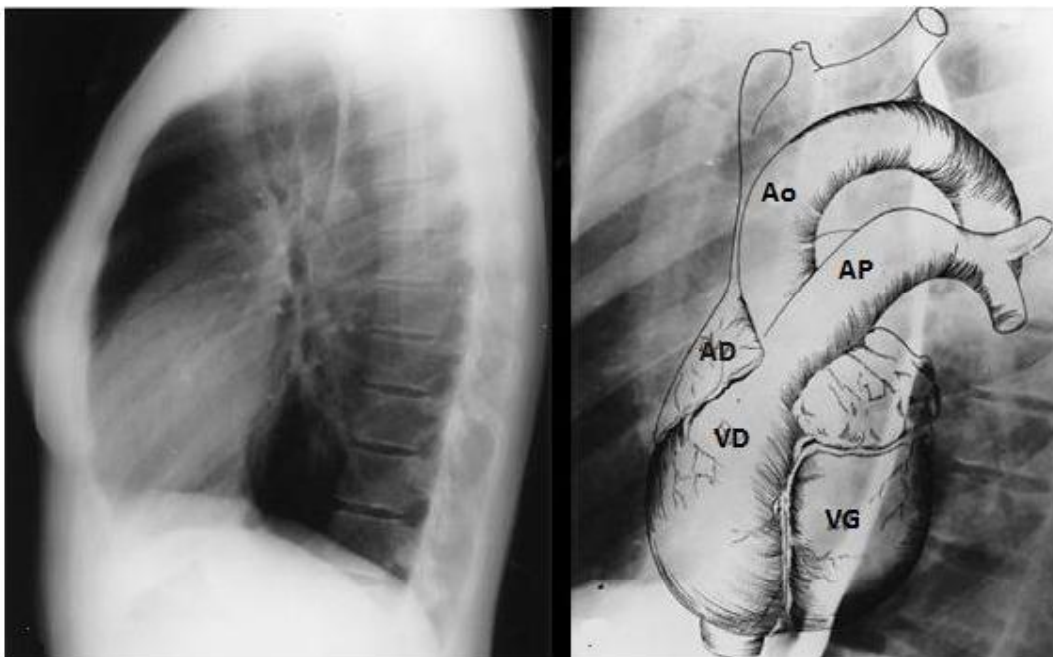


Figure 2 : Radiographie thoracique de profil

ECHOCARDIOGRAPHIE

I. Echocardiographie Doppler transthoracique : [68], [69]

L'échocardiographie Doppler transthoracique (ETT) est une technique d'imagerie non invasive et non irradiante utilisant les propriétés physiques des ultrasons. Elle autorise notamment la visualisation dynamique du cœur et notamment de ses cavités et des valves, mais permet également, via le Doppler, de caractériser les flux sanguins et les déplacements tissulaires au niveau cardiaque. Par conséquent, l'ETT est d'intérêt primordial dans le diagnostic et le suivi de pathologies cardiovasculaires.

1. Principes généraux :

a. Échographie :

L'échographie utilise les propriétés des ultrasons générées en principe par une sonde, et dont la réflexion partielle à l'interface de tissus d'impédance acoustique différente, permet la création d'une image et la reconstitution de l'anatomie.

b. Doppler :

L'effet Doppler est basé sur le décalage de fréquence entre la fréquence émise et la fréquence réceptionnée lorsque l'émetteur est fixe et la cible mobile (ou réciproquement). Il est alors possible de visualiser et de quantifier les flux. Au niveau cardiaque, la cible est composée des hématies transitant dans les cavités cardiaques et les vaisseaux thoraciques.

Les hématies ne sont pas les seules cibles utilisables en échocardiographie Doppler. Il est également possible d'étudier le mouvement des parois myocardiques

en se basant sur le décalage de fréquence de l'onde réfléchi par le tissu myocardique. On parle alors de Doppler tissulaire.

2. Incidence :

La sonde peut être placée au niveau du thorax en position :

- Parasternale gauche : contre le sternum, du deuxième au cinquième espace intercostal gauche.
- Parasternale droite: patient en décubitus latéral droit, du deuxième au cinquième espace intercostal droit.
- Apicale : le transducteur étant placé à l'apex cardiaque.
- Sous costale ou sous-xiphoidienne.
- Supra-sternale, au niveau de la fourchette sternale.

3. Fonction échographique :

L'ETT permet de visualiser les structures cardiaques selon deux principaux modes échographiques :

- Le Mode TM ou « temps-mouvement » permet de visualiser les mouvements des structures rencontrées par les ultrasons sur une trajectoire rectiligne donnée au cours d'un cycle cardiaque. Le mode TM est le mode de référence pour toute mesure de dimension. Par exemple, il permet de mesurer pour le ventricule gauche (VG) : les diamètres télédiastoliques et télésystoliques, l'épaisseur pariétale. La fraction de raccourcissement VG est calculée à partir des diamètres ventriculaires et la fraction d'éjection extrapolée.
- Le mode bidimensionnel ou 2D obtenu grâce à un balayage ultrasonore sur un plan donné et à la juxtaposition de lignes ultrasonores permet d'obtenir

une image en coupe de la région étudiée. En fonction de l'incidence utilisée et de la rotation de la sonde par le praticien, plusieurs vues ou coupes sont possibles.

- Les progrès technologiques récents avec le développement de « sondes matricielles » permettent actuellement la réalisation de l'échographie 3D par voie transthoracique ou transœsophagienne en temps réel.

4. Fonction Doppler :

Il existe principalement trois modes Doppler utilisés couramment en ETT : le doppler continu, le doppler pulsé et le doppler couleur.

Le Doppler continu, le plus simple des systèmes Doppler, émet et reçoit en continu des ondes ultrasonores. En revanche, il ne permet pas d'obtenir une localisation précise du flux.

Le Doppler pulsé, comme son nom l'indique alterne les émissions de faible durée et la phase de réception. Ce mode Doppler, contrairement au précédent permet une localisation précise du flux.

Le Doppler couleur retranscrit en 2D grâce à un code couleur la cartographie des flux. Cela permet de manière très visuelle d'identifier de manière semi-quantitative l'origine, la direction et le type de flux (laminaire ou turbulent). Par convention, les flux se rapprochant du capteur Doppler sont représentés en rouge, alors que les flux s'éloignant du capteur apparaissent en bleu. Un flux turbulent apparaîtra en mosaïque.

5. Les principales vues et structures anatomiques visualisées (échocardiographie 2D):

Incidence	Vue/Coupe	Structures visualisées
Parasternale gauche	Grand axe	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois antéroséptale et inféro-latérale, chambre de chasse) -atrium gauche (parois antérieure et postérieure) ; -valve mitrale (feuilletts antérieur, postérieur, anneau mitral, pilier postérieur, cordages) ; -aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante) ; -ventricule droit ; -valve tricuspide ; -valve pulmonaire ; -Péricarde antérieur et postérieur.
	Petit Axe (le plan de coupe peut être fait au niveau de la base du cœur, transmitral, par les piliers ou encore au niveau de l'apex).	<ul style="list-style-type: none"> -Ventricule gauche (segments basaux et moyens de l'ensemble des parois) ; -valve mitrale ; -atrium gauche (paroi latérale et séptale) ; -septum interatrial ; -aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique) ; -ventricule droit ; -atrium droit (parois postérieure et latérale, septum) ; -valve tricuspide ; -valve pulmonaire ; -péricarde ; -artère pulmonaire (valve et tronc pulmonaire) ;
Apicale	4 cavités	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois antérolatérale, interoséptale, apex) ; -atrium gauche (parois latérale et séptale, septum interatrial, veine pulmonaires) ; -valve mitrale (feuilletts antérieur et postérieur, anneau, cordages, piliers postérieur et antérolatéral) ; -ventricule droit (paroi antérieure) ; -atrium droit (septum, parois latérales) ; -valve tricuspide ; -Péricarde antérieur et latéral.
	5 cavités	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois latérale, séptale, apex) ; -atrium gauche (parois latérale et séptale, veine pulmonaires) ; -valve mitrale (feuilletts antérieur, postérieur, anneau, cordages, pilier antérolatéral) ; -aorte (sigmoïdes aortiques droite et postérieure) ; -ventricule droit (paroi latérale) ; -atrium droit (parois latérales et séptales) ; -valves tricuspides ; -Péricarde antérieur et latéral.

	3 cavités	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois antéropetale, apex) ; -atrium gauche (parois antérieure et postérieure) ; -valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur, anneau mitral, pilier postérieur, cordages) ; -aorte (feuillet aortiques, anneau aortique, aorte initiale) ; -Péricarde antérieur et inférieur.
	2 cavités	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois antérieure et inférieure, apex) -atrium gauche (parois antérieure et postérieure) ; -valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur, pilier postérieur et antérolatéral, cordages) ; -Péricarde antérieur et inférieur.
Sous-costale	4 cavités	<ul style="list-style-type: none"> -ventricule gauche (parois latérale et septale, apex) ; -atrium gauche (parois latérale et septale) ; -valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur) ; -aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante) ; -ventricule droit (paroi antérieure) ; -atrium droit (septum, parois latérales) ; -valve tricuspide antérieure et postérieure ; -Péricarde antérieur et postérieur.
	Petit axe	<ul style="list-style-type: none"> -Ventricule gauche : segments basaux et moyens de l'ensemble des parois ; -aorte (valves aortiques, anneau aortique) ; -atrium gauche (paroi latérale et septale) ; -septum interatrial ; -ventricule droit ; -atrium droit ; -valve tricuspide ; -artère pulmonaire.
Suprasternale	Longitudinale de la crosse de l'aorte	<ul style="list-style-type: none"> -aorte (ascendante, crosse et tronc brachiocéphalique, origine de l'artère carotide primitive gauche et origine de l'artère sous-clavière gauche) ; -artère pulmonaire droite ; -atrium gauche.
	Transversale de la crosse de l'aorte	<ul style="list-style-type: none"> -aorte ; -tronc pulmonaire et artère pulmonaire droite ; -veine cave supérieure (et tronc veineux innominé).
Parasternale droite		<ul style="list-style-type: none"> -visualisation de l'aorte ascendante, sigmoïdes aortiques, chambre de chasse ventriculaire gauche

6. Echoanatomie :

L'examen échocardiographique classique débute par la représentation de la coupe parasternale gauche grand axe. A côté de la vue apicale 4 cavités, cette coupe est la plus importante, c'est-à-dire qu'il s'agit de la coupe qui apporte le plus d'information.

a. Coupe parasternale gauche grand axe : (figure 3)

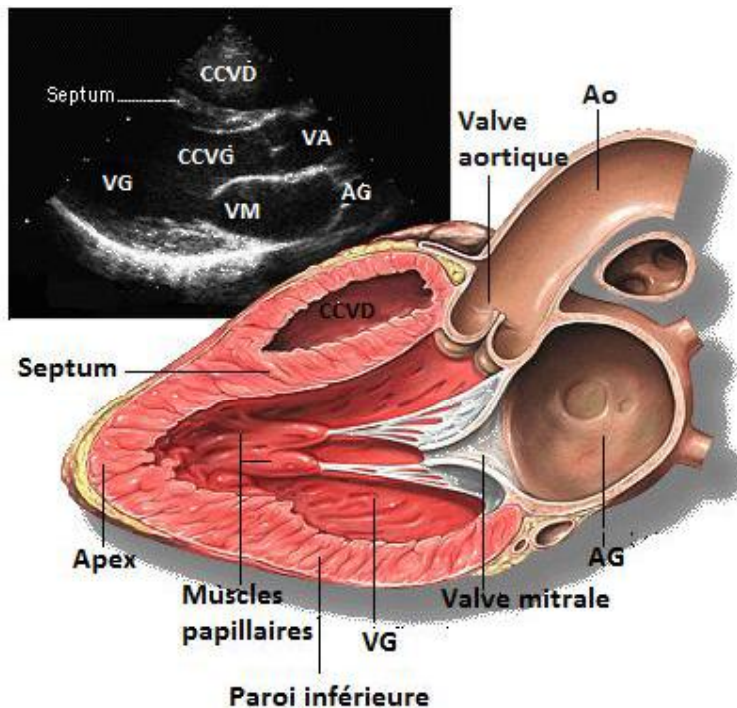


Figure 3

Pour s'orienter, on recherche d'abord la valve mitrale servant de « structure guide de l'échocardiographie » car il s'agit d'une structure mobile caractéristique, reconnaissable y compris chez les patients difficiles à examiner.

Puis la coupe grand axe sera réglée de manière à ce que les critères suivants soient remplis :

- Cavité du ventricule gauche : est visible à gauche sur l'image.

- Valve aortique et mitrale : Les 2 valves sont rencontrées approximativement dans leur grand axe. Les 2 feuillets de la valve mitrale ainsi que les sigmoïdes non coronaires et droite de la valve aortique sont visibles. Les sigmoïdes de la valve aortique sont dans la zone centrale. Sur la droite de l'image, l'aorte ascendante touche le bord du secteur.
- Septum : S'étend presque horizontalement.
- Paroi postérieure du ventricule gauche : s'étend parallèlement au septum, mais en arrière. Elle se dirige vers la droite sur l'image pour rejoindre la paroi postérieure de l'atrium gauche. A la jonction, on visualise le sillon atrio-ventriculaire dans lequel sont parfois coupés perpendiculairement la branche circonflexe en postérieur du sinus coronaire. En avant de ces structures vasculaires siège l'insertion du feuillet postérieur de la valve mitrale.
- Autres structures : au centre du secteur, on visualise parfois, du haut vers le bas, la paroi thoracique, le péricarde antérieur, la paroi libre du ventricule droit, la cavité du ventricule droit, le septum, la cavité du ventricule gauche, avec éventuellement le muscle papillaire ou les cordages, la paroi postérieure du ventricule gauche et le péricarde postérieur qui est la structure la plus claire sur l'image.

b. Coupe parasternale gauche petit axe : (figure 4)

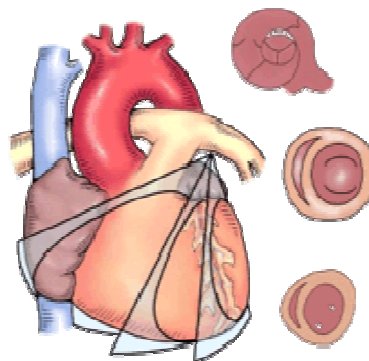


Figure 4 : plans de coupes

➤ Coupe parasternale petit axe à hauteur de la base du cœur : (figure 5)

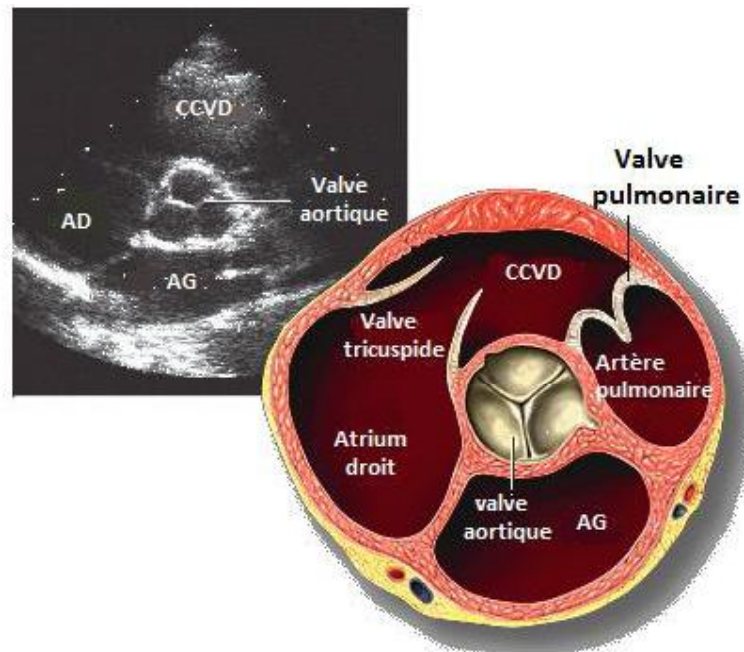


Figure 5

La valve aortique est visualisée au centre dans un petit axe avec la représentation de ces 3 sigmoïdes et les sinus de Valsalva correspondants. En position fermée, ces dernières forment une image en Y. lors de l'ouverture de la valve, les sigmoïdes se collent contre la paroi aortique dont elles ne sont pas différenciables. Juste au dessus de la valve, on trouve au niveau du sinus de Valsalva coronaire gauche l'ostium du tronc commun de l'artère coronaire gauche et au niveau du sinus de Valsalva coronaire droit l'orifice de l'artère coronaire droite (plus petite), mais qui n'est pas toujours facilement reconnaissable.

Dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du haut du secteur de l'image, on visualise la valve aortique entourée par la chambre d'éjection du ventricule droit, la valve pulmonaire dans son grand axe vers environ 2h, le tronc de

l'artère pulmonaire aux environs 2-5h, l'atrium gauche aux environs 5-7h, l'atrium droit aux environs 7-10h, et la valve tricuspide aux environ de 9-10h.

➤ **Coupe parasternale petit axe à hauteur de la valve mitrale :**

La valve mitrale ressemble à une gueule de poisson avec le feuillet antérieur comme « lèvre supérieure » et le postérieur comme « lèvre inférieure ». la commissure postéromédiale se trouve en bas à gauche, l'antérolatérale en bas à droite. En antérieur du feuillet mitral antérieur, on trouve une section transversale de la chambre de chasse du ventricule gauche. La valve aortique n'est pas visible sur cette coupe.

Tous les segments de la base du ventricule gauche sont visualisables dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par l'insertion antérieure du septum ventriculaire : segment antérieur, latéral, postérieur, inférieur, basal septal et antéroseptal (figure 6).

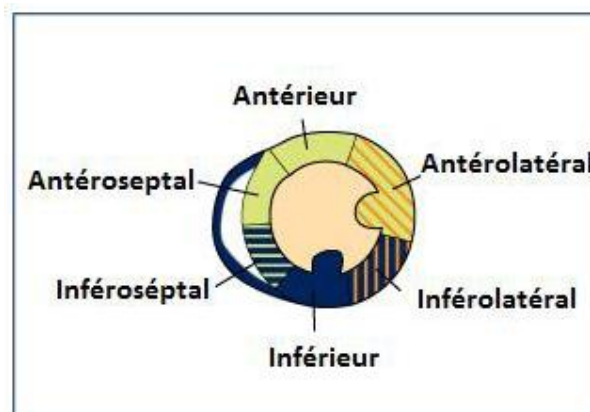


Figure 6

L'examen de la contraction est cependant difficile car ce plan de coupe à proximité de la valve mitrale se situe à l'endroit où la contraction de la paroi semble diminuer. En effet à ce niveau, le myocarde ventriculaire est le plus fin et est attaché à l'anneau mitral fibreux. Par ailleurs, c'est à cet endroit que se situe la jonction

entre le septum interventriculaire musculaire et le septum interventriculaire membraneux.

Dans ce plan, on obtient une coupe transversale du ventricule droit entourant comme une coquille le ventricule gauche, qui permet de visualiser les bords de la valve tricuspide.

➤ **Coupe parasternale petit axe à hauteur des muscles papillaires : (figure 7)**

Les muscles papillaires sont visibles sur cette coupe, qui sert principalement à évaluer la contraction des segments de la paroi ventriculaire gauche. La paroi libre du ventricule droit est également visualisée.

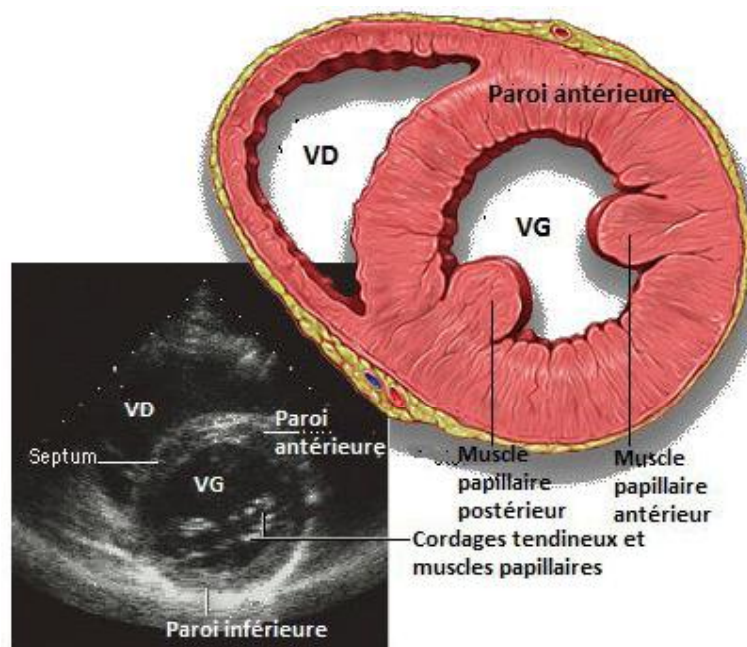


Figure 7

➤ **Coupe parasternale petit axe apicale :**

Cette coupe est la plus apicale dans la série des coupes petit axe allant de la base vers l'apex. Chez l'adulte, la qualité des images n'est pas bonne.

Elle permet de visualiser les 4 segments apicaux du ventricule gauche (antérieur, latéral, inférieur, septal). Le ventricule droit n'est généralement plus visible.

c. Coupe apicale :

➤ 4 cavités : (figure 8)

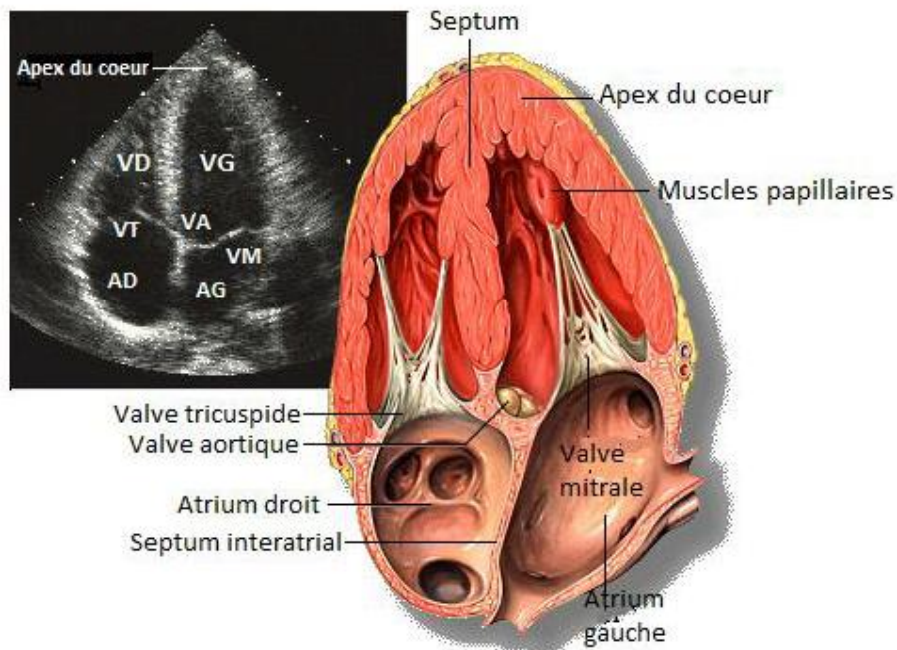


Figure 8

A côté de la coupe parasternale grand axe, cette coupe est la plus importante lors de tout examen 2D. Les critères suivants la définissent :

- Cavités cardiaques : les 4 cavités cardiaques sont visualisées avec les ventricules près de la sonde alors que les atriums en sont éloignés. Le ventricule et l'atrium gauches sont à droite sur l'image alors que les cavités droites sont à gauche.
- Valve mitrale et tricuspide :

La valve mitrale à droite sur l'image et la valve tricuspide à gauche sur l'image. Elles sont visualisées avec leur diamètre annulaire maximal (de point d'insertion à point d'insertion des valves).

A gauche se trouve le feuillet mitral antérieur et à droite le feuillet mitral postérieur. Les muscles papillaires ne sont en général pas visibles mais le muscle antéro-latéral l'est parfois.

Les feuillets septales à droite et antérieur à gauche de la valve tricuspide sont représentés, il n'y a pas de feuillet latéral.

La valve aortique n'est pas visible. La morphologie des valves ainsi que l'ouverture et la fermeture des deux valves sont particulièrement analysables.

- Ventricule gauche :

Le ventricule gauche est représenté de telle manière que le grand axe obtenu, du milieu de la ligne de liaison entre le point d'insertion de la valve mitrale jusqu'à l'apex, soit le plus grand possible. Cela permet que le ventricule gauche apparaisse le moins possible raccourci.

- Segments ventriculaires : les 6 segments de la paroi du ventricule gauche visualisés sont les segments septaux et latéraux basal, médian et apical. En ce qui concerne l'individualisation de l'endocarde de la paroi latérale, il faut prendre en compte le fait que ce dernier apparaît moins réfléchissant et plus sombre comparé au septum, en particulier en basal par rapport au muscle papillaire antérolatéral, souvent l'endocarde n'est différenciable que de manière incomplète.

- Ventricule droit : est normalement plus petit que le gauche et sa pointe n'atteint pas complètement l'apex du cœur qui est formé par le ventricule gauche. Le ventricule droit est très trabéculaire ; une bande musculaire transversale, la bande modératrice, qui ne doit pas être prise pour une tumeur ou un thrombus, se trouve régulièrement au niveau du 1/3 apical du ventricule droit.

- Atrium droit : les atriums apparaissent quasiment de la même taille. A droite sur l'image se trouve immédiatement en distal de l'insertion de la valve mitrale postérieure, l'abouchement de l'auricule gauche qui peut parfois être individualisé. Directement derrière, en direction basale, se trouve l'abouchement des veines pulmonaires gauches. Les veines pulmonaires droites s'abouchent dans l'atrium gauche plus en basal sous la forme d'un V inversé. Le septum inter-atrial est composé de la portion proche de la valve présentant souvent un épaissement lipomateux appelé également « septum primum » du fait de la chronologie de son développement, la fosse ovale avec le foramen ovale qui, du fait d'affaiblissement des ultrasons par la partie lipomateuse, est souvent pris pour une pseudo communication.

- Atrium droit : on reconnaît souvent en basal dans l'atrium droit, l'abouchement elliptique ou rond de la veine cave inférieure. Au niveau de la zone d'abouchement existe un ligament qui est appelé valve d'Eustache. Il existe souvent des structures issues des vestiges embryonnaires du ligament s'étendant entre la veine cave et l'atrium droit, et prenant la forme d'un réseau fibreux parfois mobile, appelé « réseau de Chiari ».

- Sinus coronaire et aorte : on reconnaît une structure ressemblant à un vaisseau sur la face inférieure du cœur au niveau de l'atrium, qui s'étend horizontalement sur l'image de l'atrium droit vers l'atrium gauche : le sinus coronaire. A droite devant l'atrium gauche, il est souvent possible de voir un morceau de l'aorte descendante.

➤ **Vue apicale 5 cavités :**

Valve aortique : ce plan de coupe sert essentiellement à la représentation de la valve aortique en plus des structures visualisées en vue 4 cavités. Une partie du septum inter-atrial et des atriums sera alors cachée par la racine de l'aorte.

➤ **Vue apicale des 2 cavités : (figure 9)**

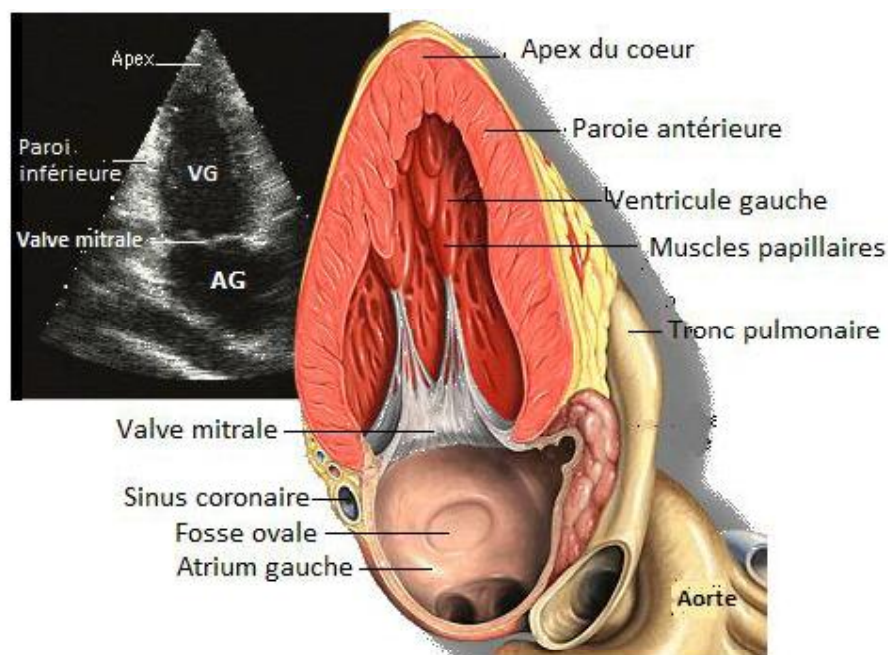


Figure 9

- Ventricule et atrium gauche : comme son nom l'indique, ce plan de coupe ne visualise que le ventricule et l'atrium gauches. Par définition, les cavités droites et aussi la valve aortique ne doivent pas être visibles.

La paroi antérieure un peu convexe vers l'extérieur (segments antérieurs basal, médian et apical) du ventricule gauche se trouve alors à droite sur l'image, alors que la paroi postérieure est essentiellement à gauche (segments inférieurs basal, médian et apical). La valvule mitrale antérieure s'insère à droite et la postérieure à gauche sur l'image, au niveau du point d'insertion du feuillet mitral postérieur, il est en général possible de reconnaître le sinus coronaire rencontré transversalement au sein du sillon atrio-ventriculaire. Souvent de parties de muscles papillaires sont présentes sur l'image. L'apex véritable est rencontré quasiment en sagittal et est visible un peu en haut à gauche sur le secteur de l'image.

Cette coupe a un intérêt particulier résidant dans le fait qu'elle est la seule à permettre de visualiser la totalité de la paroi antérieure du ventricule gauche, ce qui est important chez les patients atteints d'une coronaropathie et lors d'une échocardiographie de stress.

➤ **Vue apicale 3 cavités (ou apicale grand axe ou oblique antérieur droit):**

- Segments de la paroi du ventricule gauche : les segments représentés sont les segments antéro-septaux basal et médian à droite sur l'image, et les segments postérieurs basal et médian à gauche de l'image. L'apex est également reconnaissable.
- Valve mitrale et aortique : les 2 très facilement visibles comme dans les coupes parasternales grand axe. La sigmoïde aortique coronaire droite se trouve à droite alors que la non coronaire se trouve à gauche. Les 2 doivent se fermer au milieu de l'image. Le feuillet mitral antérieur est à droite est le feuillet postérieur à gauche sur l'image. L'atrium gauche et l'aorte ascendante sont visibles. Le ventricule droit est reconnaissable en coupe sur la droite de l'image.

d. Coupe sous costale : (figure 10)

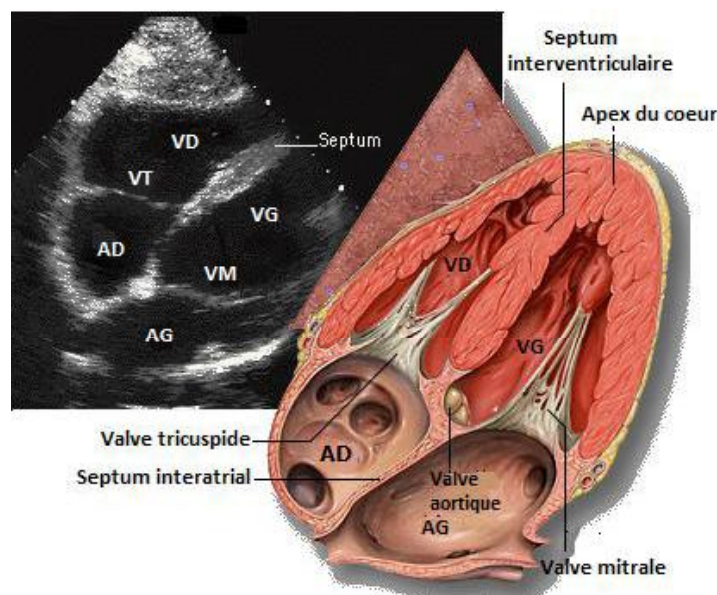


Figure 10

➤ **Vue sous costale 4 cavités :**

A proximité de la sonde, sous le lobe gauche du foie, se trouvent le ventricule et l'atrium droits. En dessous siègent le ventricule et l'atrium gauches. Le septum inter-atrial, l'abouchement de la veine cave inférieure dans l'atrium droit, ainsi que la valve et la racine aortiques peuvent être obtenus grâce aux modifications de l'angulation de la sonde.

➤ **Vue sous costale petit axe :**

Elle permet de voir la valve tricuspide à 12h, le ventricule droit entre 12h et 4h, la valve pulmonaire et le tronc de l'artère pulmonaire à droite à environ 4h et l'atrium gauche entre 6 et 10h. Les positions des commissures de la valve mitrale et des muscles papillaires subissent une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre en comparaison de la voie parasternale : antéro-latéral de 4 à 6 h, postéro-médial de 7 à 9 h. Par changement de l'angulation de la sonde, il est possible de visualiser l'abouchement aussi bien de la veine cave inférieure que de la veine cave supérieure.

e. Fenêtre parasternale droite :

Cette fenêtre est utilisée chez les patients en décubitus latérale droit pour évaluer une sténose de la valve aortique, en particulier lorsque d'autres fenêtres n'apportent pas d'éléments satisfaisants.

II. Techniques complémentaires :

1. Échocardiographie-Doppler transœsophagienne (ETO) : [70]

Le principe de l'ETO est identique à celui de l'ETT, à ceci près que la sonde n'est pas externe mais associée à un endoscope et introduite par voie buccale dans l'œsophage du patient (figure11), afin d'obtenir une meilleure qualité d'image. En effet, puisque l'œsophage est situé directement en arrière du cœur (en contact avec

l'atrium gauche postérieur) le signal échographique n'est pas perturbé par le sternum, les côtes ou autres structures graisseuses ou aériennes. De plus, la proximité des structures anatomiques à évaluer rend possible l'utilisation d'ultrasons à haute fréquence (fréquences utilisées chez l'adultes de 5 à 7.5 Mhz), ce qui permet d'obtenir une meilleure qualité d'image au détriment de la pénétrance.

Elle permet ainsi de bien visualiser des structures qui sont difficile à voir par voie transthoracique, par exemple l'auricule gauche (siège fréquent de thrombus en cas de fibrillation atriale), les veines pulmonaires, l'atrium droit crânial avec l'abouchement de la veine cave supérieure (siège de communication inter-atriale type sinus venosus) et l'aorte thoracique.

Il s'agit donc d'une technique semi-invasive (contrairement à l'ETT) qui peut éventuellement nécessiter une anesthésie générale ou une sédation du patient.

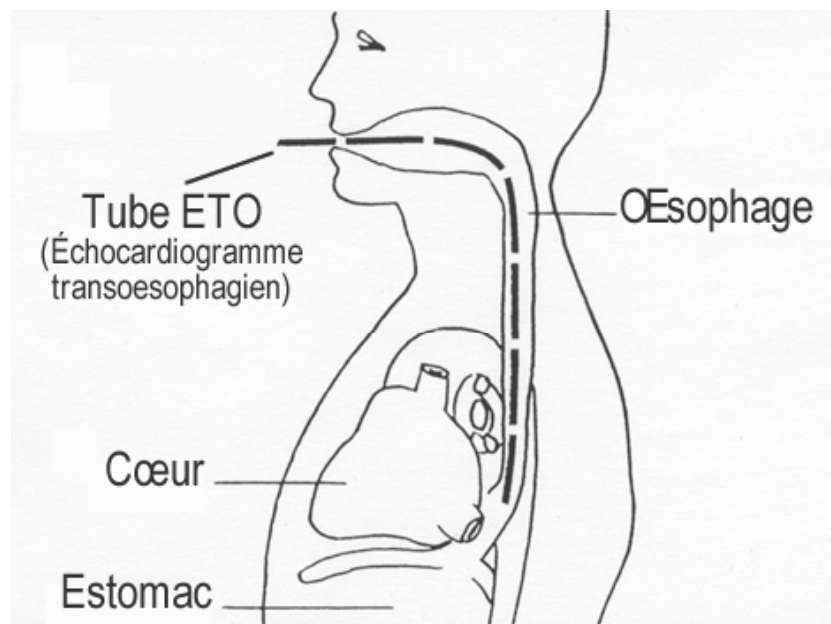
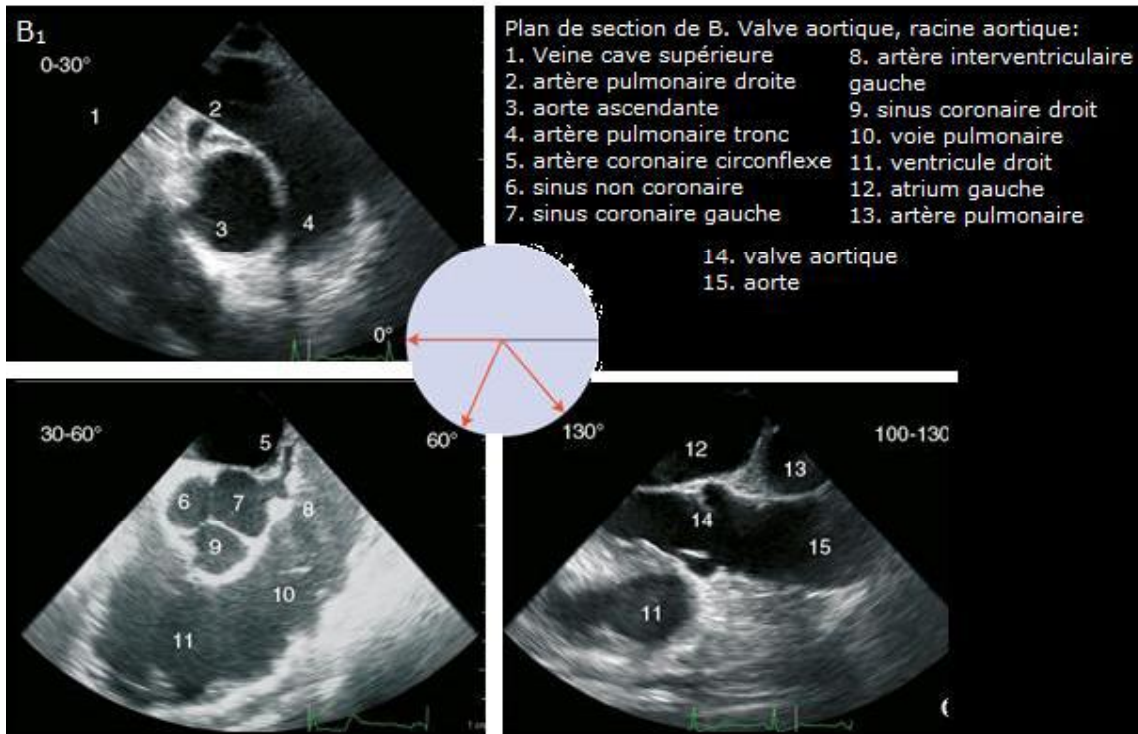
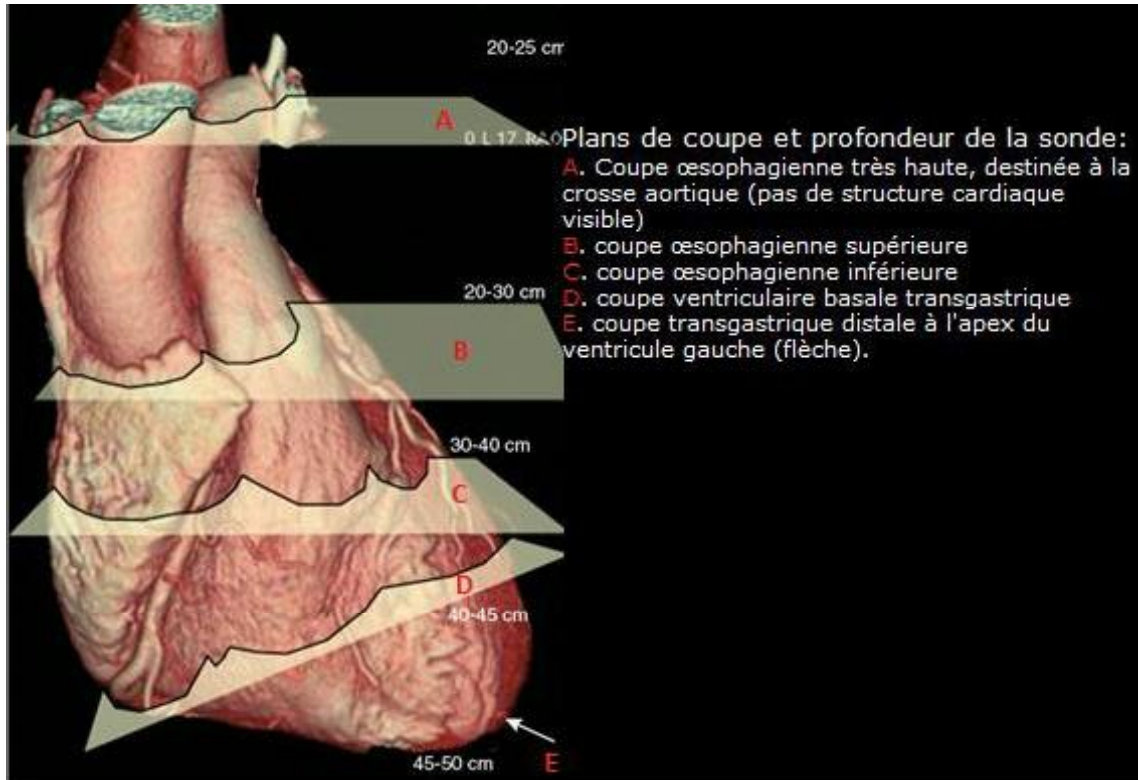


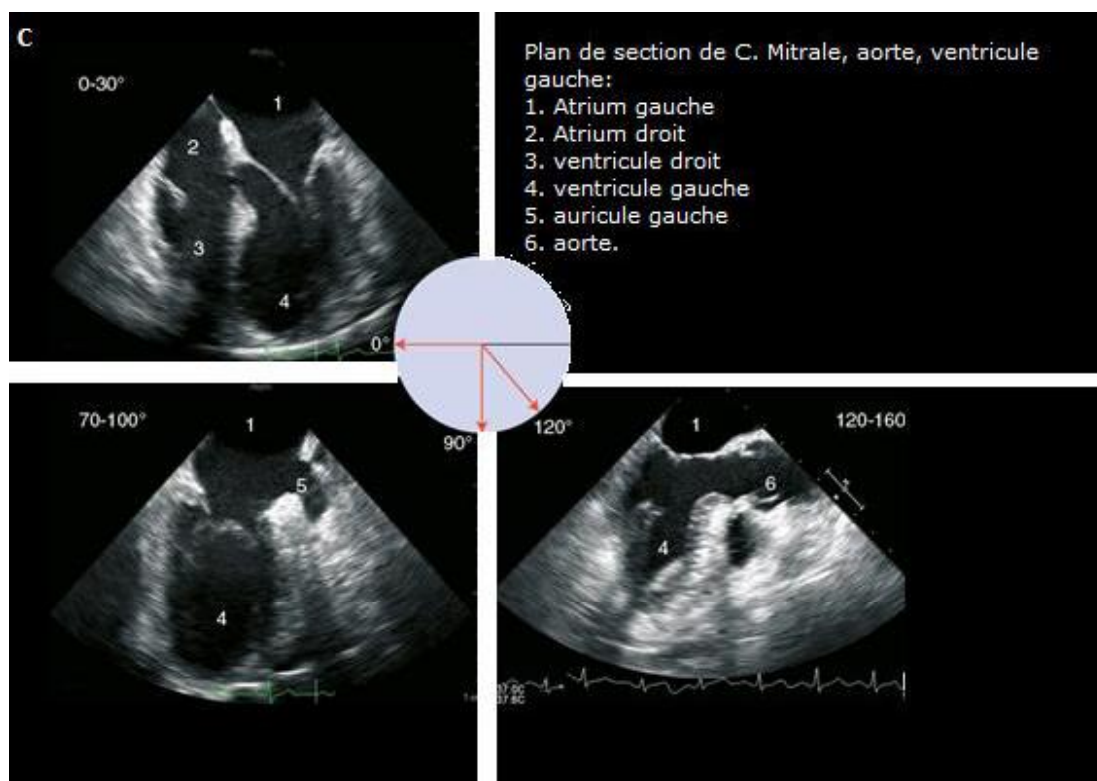
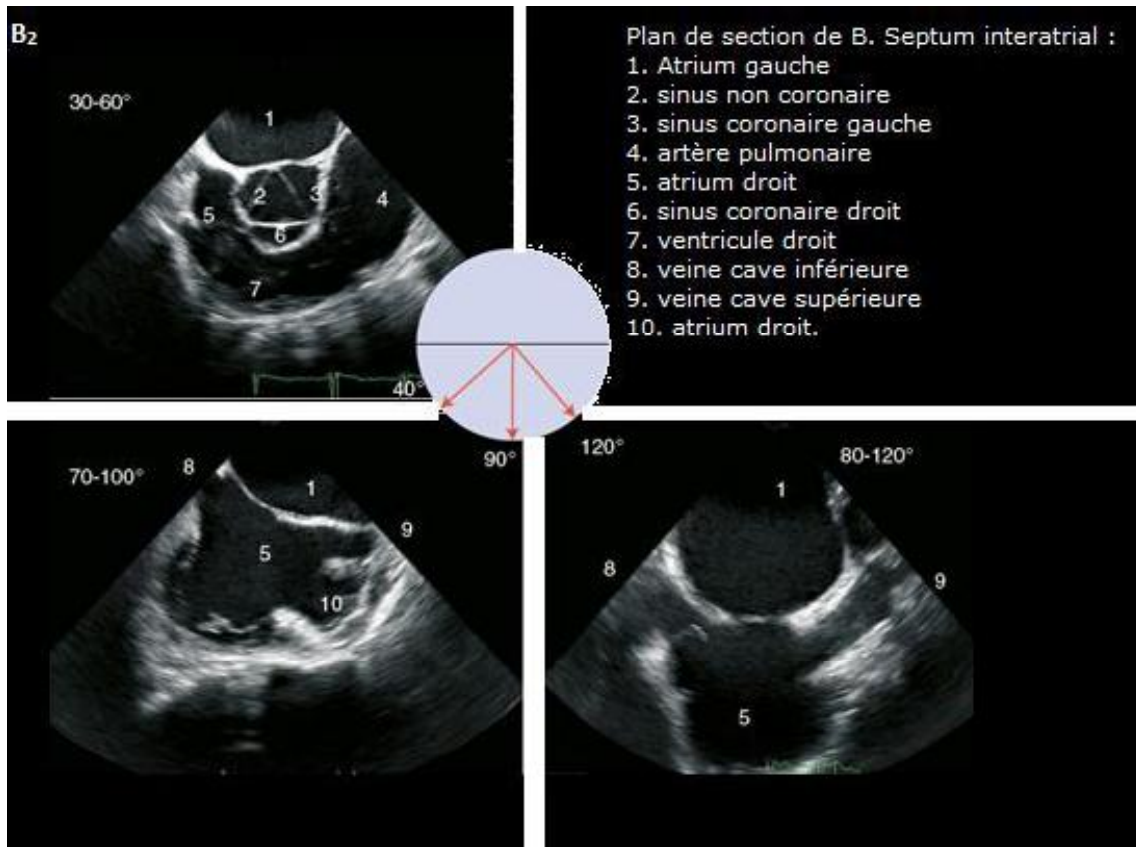
Figure 11

a. Les principales vues et structures anatomiques visualisées :

Incidence		Vue/ coupe		Angle	Structure
Œsophagienne	Supérieur	grand axe		90°-150°	Auricule gauche Racine aortique
				100-130°	Valve aortique Chambre de chasse du VG
				120°-130°	Chambre de chasse du ventricule gauche
		petit axe		0°-30°	Racine aortique Atrium droit
				30°-60°	Valve aortique Valve tricuspide
		transversal		0°-30°	Septum inter-atrial
				30°-60°	Zone infundibulaire moyenne-supérieure
		longitudinal bicave		80-110°	Septum inter-atrial Atrium droit
		Inférieur	Grand axe		60-100°
	120-160°				Valve mitrale Ventricule gauche
	4 cavités			0°-30°	Valve mitrale Ventricule gauche Valve tricuspide Atrium droit Ventricule droit -infundibulum
	2 cavités			70°-100°	Valve mitrale Ventricule gauche Muscles papillaires de la valve mitrale
	Petit axe		basal	0°-20°	Valve mitrale Ventricule droit-infundibulum Ventricule gauche
			Moyen		0°-20°
0-30°					Muscles papillaires de la valve mitrale
2 cavités				70°-100°	Valve mitrale Ventricule gauche
				90°-120°	Muscles papillaires de la valve mitrale
				100°-120°	Valve tricuspide
profonde				0-20°	Valve mitrale Chambre de chasse du VG Valve aortique (vue apicale)

b. Résultats échoanatomique (figure 12):





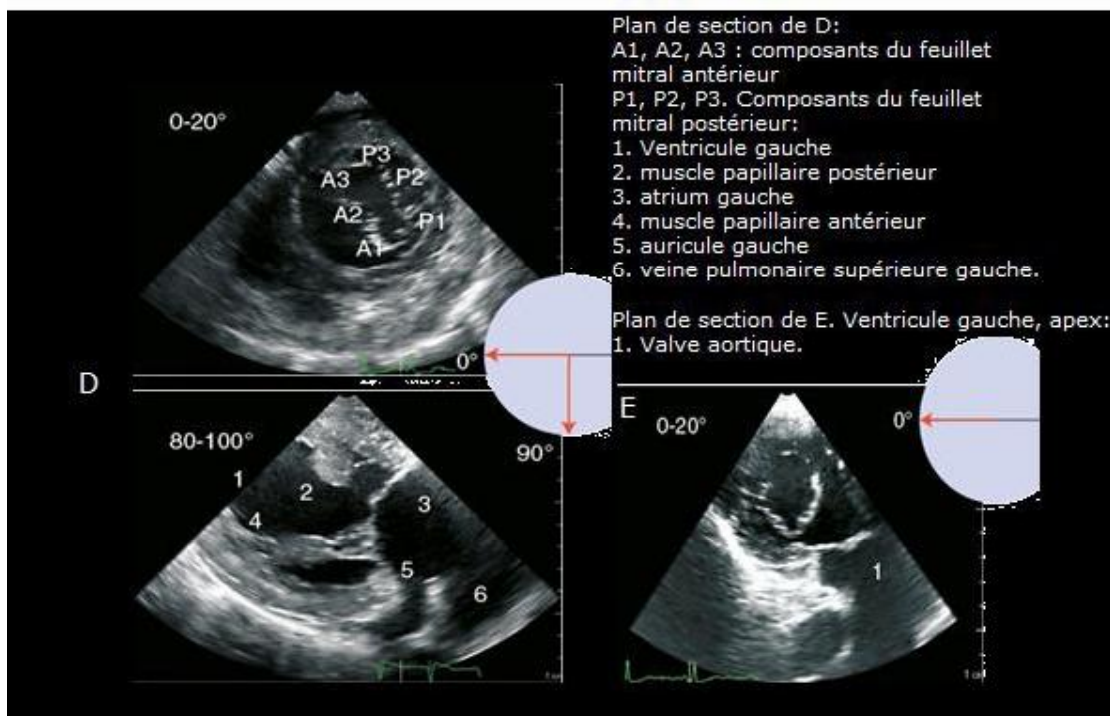


Figure 12

2. Echocardiographie–Doppler de stress :

L'échocardiographie de stress permet de comparer la qualité de la contraction myocardique du ventricule gauche au repos et après un effort physique ou administration intraveineuse d'un médicament. En effet, la réponse normale d'une paroi myocardique à l'effort ou sous dobutamine est une augmentation de la contraction et de l'épaississement pariétal systolique (hyperkinésie) par rapport à l'état basal. L'ischémie de la paroi myocardique au cours de l'effort ou sous dobutamine se traduit par l'apparition d'une anomalie segmentaire de la contraction dans le territoire ischémié (akinésie ou hypokinésie) associée ou non à une anomalie de l'épaisseur myocardique.

TDM/IRM CARDIAQUE

La TDM ou scanner cardiaque, technique d'imagerie non invasive utilisant les rayons X est réalisée par un scanner multi-barrettes (16 ou 64 barrettes ou plus, ceci signifie que l'on acquiert 16, 64, plus images par rotation du tube) autorisant notamment la réalisation en post-traitement de reconstruction 3D surfaciques ou volumiques. Rappelons que la TDM cardiaque, comme toute TDM thoracique est un examen très irradiant. L'examen est généralement réalisé avec injection de produit de contraste iodé chez des patients en rythme sinusal. La fréquence cardiaque ne doit pas être trop élevée afin d'obtenir des images de qualités.

Les meilleures indications de la TDM cardiaque sont l'exploration des cardiopathies congénitales (malformations vasculaires, cardiopathies complexes, suivi de cardiopathies opérées), les cardiopathies ischémiques, les cardiomyopathies dilatées, les pathologies péricardiques et les pathologies valvulaires. Les indications pour la visualisation des artères coronaires sont actuellement en cours d'évaluation.

Par ailleurs, l'IRM cardiaque, technique d'imagerie non invasive et non irradiante, utilise la propriété du noyau de l'atome d'hydrogène (proton) à s'orienter dans le sens défini par un champ magnétique externe générée par la machine. Après une phase d'excitation, les protons retournent vers leurs orientations initiales en émettant de l'énergie sous forme d'ondes radios qui sont captées par une antenne, puis transformées en image par la machine.

En fonction de la puissance du champ magnétique générée par la machine, la qualité de l'image sera meilleure. Pour l'IRM cardiaque, les champs utilisés sont de fortes intensités. De plus il est nécessaire de synchroniser l'IRM sur l'ECG afin de

limiter l'influence des mouvements cardiaques. L'IRM permet d'obtenir des clichés de très bonne qualité autorisant la caractérisation de tissus. L'IRM permet également une approche tridimensionnelle ou de visualiser les mouvements du cœur par ciné-IRM. Cette approche dynamique permet ainsi de mesurer de façon standardisée les volumes ventriculaires, la masse myocardique et la cinétique segmentaire. Il est également possible grâce à l'injection d'un produit de contraste, le gadolinium, d'évaluer le niveau de perfusion d'un tissu (intérêt dans les pathologies ischémiques et tumorales notamment). L'analyse du rehaussement tardif après injection de gadolinium permet de préciser l'existence et l'étendue d'une éventuelle viabilité myocardique après infarctus.

Rappelons, que l'IRM est contre-indiquée chez les patients porteurs d'implants métalliques (pacemakers, défibrillateurs implantables, sonde de Swan-Ganz, valves Starr-Edwards Pre100 et 6000 et Carpentier 4400 et 4500, corps étrangers métalliques, clips d'anévrismes intracérébraux ferromagnétiques, implants cochléaires ou pompes à insuline et tout corps étranger ferromagnétique [65], [66].

I. Plans de coupe de référence :

Type de plans de coupe	Orientation de la coupe
Plans spatiaux XYZ	Transversales ou axiales
	Frontales ou coronales
	Sagittales
Plans de symétrie du cœur	Long axe 4 cavités cardiaques Long axe ventricule gauche 2 cavités Petit axe atrial Petit axe ventriculaire Chambre de chasse du ventricule gauche 3 cavités

II. Radioanatomie : (figure 13)

1. Atrium et ventricule gauches :

Les plans d'exploration les plus favorables sont le plan des 4 cavités et le plan sagittal dans l'axe du ventricule gauche (grand axe du VG) ; l'incidence petit axe est utile pour l'analyse du ventricule gauche, et pourra être choisie sur des coupes grand axe ou 4 cavités.

a. **Atrium gauche :**

En forme d'ovoïde horizontal, sa cavité est triangulaire sur les coupes des 4 cavités et grand axe du ventricule gauche.

Sa face postérieure, qui occupe la plus grande partie de la face postérieure du cœur (base) reçoit les veines pulmonaires : deux supérieures et deux inférieures. En avant de la veine pulmonaire supérieure gauche est appendue l'auricule gauche, en forme de doigt de gant dirigé vers l'avant et dont la cavité, partiellement comblée de colonnes charnues, est parfois virtuelle. Sa paroi septale, est fine et le sépare de l'atrium droit. L'orifice atrio-ventriculaire mitral est situé dans la face antérieure, en fait en situation inférieure du fait de l'orientation en bas, en avant et à gauche du cœur.

b. **Orifice mitral :**

Il appartient au squelette fibreux du cœur et donne insertion à la valve mitrale. Son diamètre est de 30 à 35 mm. La valve est constituée de la grande cuspide, de topographie antérieure, septale, et de la petite cuspide, en situation postérieure. Leur affrontement à l'occlusion de l'orifice valvulaire lors de la systole ventriculaire se fait en avant de l'anneau mitral.

c. **Ventricule gauche :**

Il forme une cavité ovoïde dont les parois sont épaisses, lisses. L'épaisseur pariétale ne dépasse pas 10 mm en diastole et se majore en systole. On décrit quatre parois, septale (postéro-médiale), postéro-latérale, supérieure et inférieure.

Au niveau des parois vont s'implanter les muscles papillaires (piliers) qui vont, par l'intermédiaire de cordages tendineux, maintenir les valves de l'appareil mitral. Le muscle papillaire postérieur est en situation plus apicale que son homologue antérieur, situé environ au tiers moyen de la face antérieure. En systole ventriculaire, les deux muscles papillaires s'imbriquent l'un dans l'autre.

La cavité est divisée, moins nettement qu'au niveau du ventricule droit, en deux chambres séparées par la cuspside antérieure de la valve mitrale et les cordages qui la rattachent à la paroi ventriculaire. À gauche de ce rideau valvulaire se trouve la chambre de remplissage, irrégulière, où se situe l'orifice atrio-ventriculaire gauche ; à droite la chambre de chasse, lisse, s'évacue par l'orifice valvulaire aortique.

d. Valve aortique et aorte ascendante :

Les plans d'étude les plus favorables de l'aorte sont les plans sagittal oblique dans l'axe de la crosse, axial et frontal oblique. La valve aortique s'insère sur l'anneau aortique, partie intégrante du squelette fibreux du cœur et en continuité avec l'anneau mitral. Cette valve est constituée de deux cuspsides antérieures et une cuspside postérieure. Son diamètre est de 26,3 mm chez l'homme, 23, 3 mm chez la femme.

Le segment initial de l'aorte thoracique (segment 0) est dilaté en trois sinus de Valsalva en aval de chacune des cuspsides aortiques. Le sinus antérieur droit (sinus aortique droit) donne naissance à l'artère coronaire droite, le sinus de Valsalva antérieur gauche à l'artère coronaire gauche. Le diamètre de l'aorte à ce niveau est de 34, 3 mm chez l'homme, 30, 3 mm chez la femme.

2. Atrium et ventricule droits :

Comme pour les cavités gauches, les incidences 4 cavités et grand axe du ventricule droit sont les plus adaptées ; l'incidence petit axe permet d'apporter des renseignements complémentaires sur le ventricule droit.

a. Atrium droit :

Il a la forme d'une cavité oblongue à grand axe vertical. Il reçoit la veine cave supérieure dont le trajet terminal est oblique en bas et en arrière jusqu'à son abouchement à la partie supérieure de la cavité ; l'orifice d'abouchement mesure en moyenne 20 mm. En avant de cet orifice s'ouvre l'auricule droite, de forme triangulaire à sommet antérieur, qui va se placer au contact de la partie initiale de l'aorte.

La veine cave inférieure, oblique en haut et en avant se termine dans la partie inférieure de la cavité atriale ; son orifice, de 30 mm de diamètre environ, est bordé en avant par la valvule de la veine cave inférieure (d'Eustachi), non continente, dont la partie gauche se perd dans le septum inter-atrial. Ces derniers centimètres des veines caves et leur abouchement dans l'atrium droit sont mieux exposés dans le plan sagittal strict.

L'orifice du sinus coronaire, voie de drainage du sang veineux myocardique, se situe contre le septum inter-atrial dans la paroi caudale de l'atrium, ventralement et à gauche de l'orifice de la veine cave inférieure : son diamètre est de 12 mm. L'orifice atrio-ventriculaire droit (tricuspide) s'ouvre dans la face antérieure de l'atrium droit, à sa partie inférieure.

b. Orifice tricuspide :

Il est cerné par l'anneau tricuspide, appartenant au squelette fibreux du cœur, situé dans un plan sensiblement vertical, regardant en arrière et à droite. Son diamètre est de 35 à 38 mm. Il est occupé par la valve atrio-ventriculaire, formée de

trois cuspides répondant aux parois du ventricule droit : antérieure, postérieure (inférieure) et septale.

c. Ventricule droit :

Il a la forme d'une pyramide triangulaire : sa forme va donc être triangulaire en coupe. Sa paroi est moins épaisse que celle du ventricule gauche et plus irrégulière, marquée sur sa face interne par des reliefs musculaires. En coupe petit axe, il s'applique, « s'enroule », autour du ventricule gauche.

Les muscles papillaires, attachant les cordages retenant les cuspides de la valve, sont individualisés sur le versant interne des faces du ventricule droit. Sur la paroi antérieure, le muscle papillaire antérieur donne insertion aux cordages de la valve antérieure. Au niveau de la paroi septale deux groupes de muscles papillaires septaux (supérieur pour les cordages des valves septale et antérieure, et inférieur pour les cordages de la valve postérieure), sont complétés par la trabécule septo-marginale, tendue entre la base du muscle papillaire antérieur et la paroi antérieure. Cette trabécule septo-marginale se prolonge sur la paroi septale par une saillie musculaire, la crête supra-ventriculaire (éperon de Wolff).

Au sein de la cavité ventriculaire deux chambres différentes sont plus nettement individualisées qu'au niveau du ventricule gauche. La cuspside antérieure de la valve tricuspide et ses cordages, le muscle papillaire antérieur, la trabécule septo-marginale prolongée par la crête supra-ventriculaire, constituent une cloison à claire-voie séparant la chambre de remplissage (postéro-inférieure) de la chambre de chasse (infundibulum ou cône artériel). Le sommet de celle-ci, tronqué, est occupé par l'ostium pulmonaire de 20 à 22 mm de diamètre orienté en haut, à gauche et un peu en arrière. Cet orifice est séparé de l'anneau tricuspide par l'anneau aortique, et cette discontinuité entre anneau tricuspide et anneau artériel pulmonaire permet d'individualiser de façon nette la structure cônale.

d. Le tronc pulmonaire :

Sa morphologie et son trajet font que son analyse est au mieux effectuée sur les coupes axiales et frontales obliques passant par les deux branches artérielles droite et gauche.

Le tronc de l'artère pulmonaire naît en avant et discrètement à gauche de l'aorte, au niveau de la valve pulmonaire, constituée de deux cuspidés postérieures et une cuspidé antérieure.

Le tronc de l'artère pulmonaire est bref (50 mm) et oblique en arrière : il s'enroule en spirale autour de l'aorte, avec un trajet d'abord en avant puis à droite et enfin en arrière, presque dans un plan horizontal. Son diamètre est de 35 mm environ. Il est presque totalement intra-péricardique.

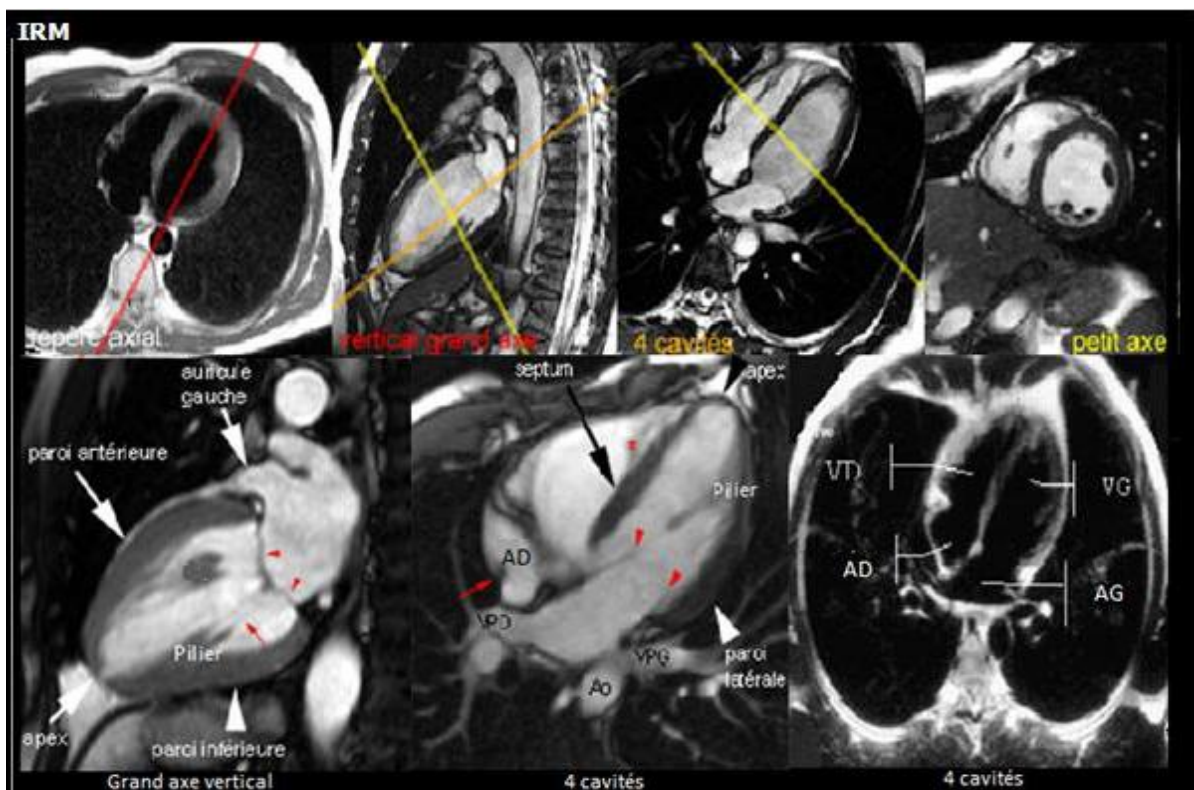


Figure 13 : collection des exemples de coupes IRM et TDM

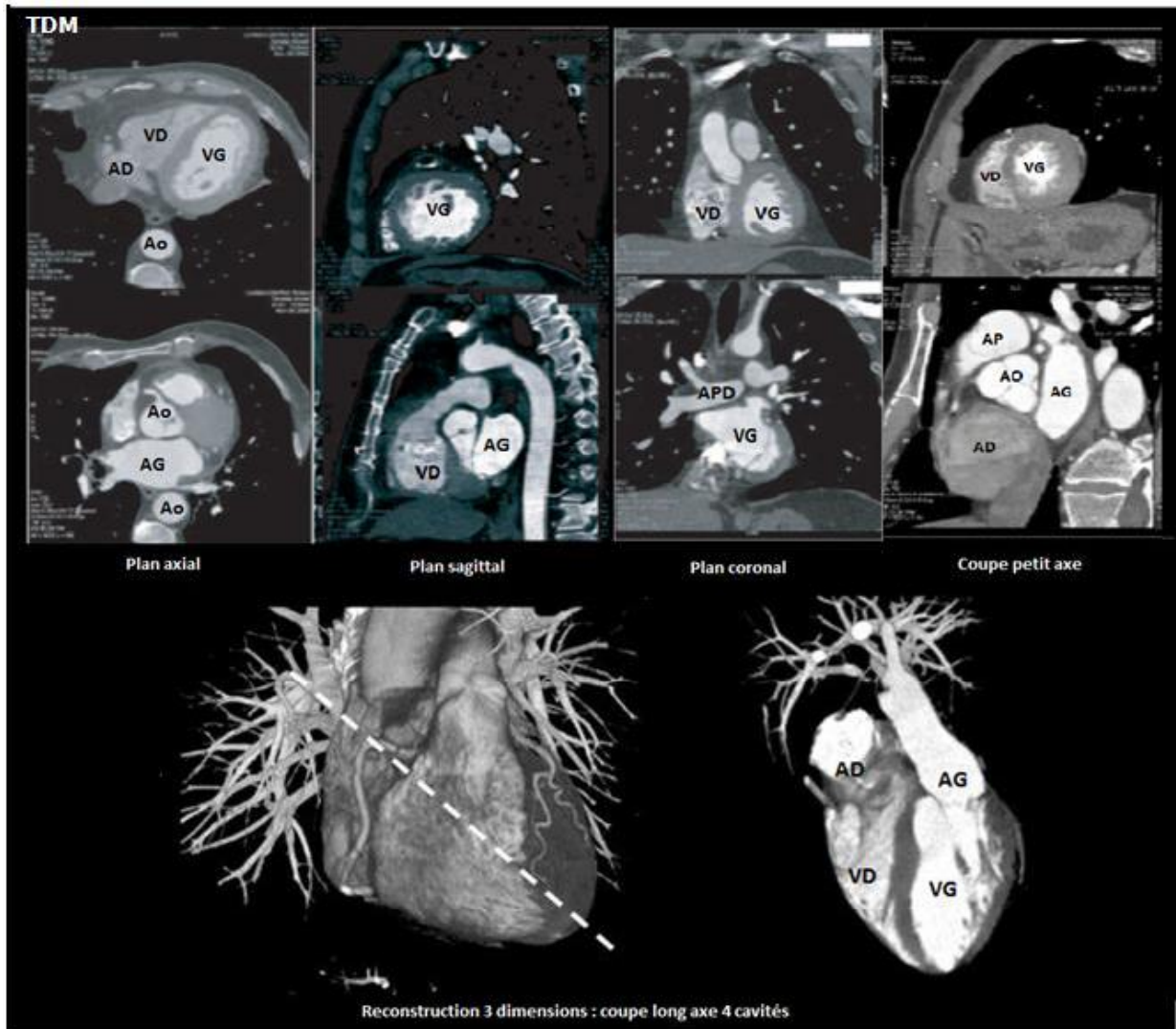


Figure 13 : suite

3. Les artères coronaires :

Deux artères coronaires irriguent le cœur et prennent toutes deux leur origine dans le segment initial dilaté (segment 0) de l'aorte, immédiatement en aval des valvules aortiques (figure14). Lors de l'ouverture de la valve aortique, les valvules viennent se placer en regard des ostiums coronaires, et les artères coronaires, premières branches collatérales de l'aorte, sont les dernières perfusées, au moment le plus favorable, pendant la diastole ventriculaire.

Du fait de l'orientation ventrale gauche du cœur et de celle de l'aorte initiale, le sinus aortique droit est situé ventralement et l'artère coronaire droite a un trajet initial plutôt ventral. En revanche, le sinus aortique gauche étant latéralisé à gauche, le tronc de l'artère coronaire gauche a un trajet oblique à gauche et discrètement ventralement.

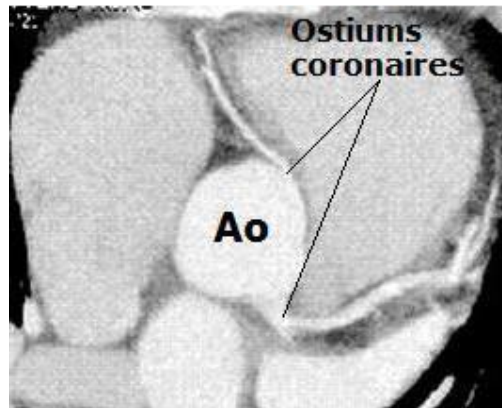


Figure 14 : Reconstruction TDM oblique passant par les ostiums coronaires.

Les troncs principaux des artères coronaires cheminent dans les sillons atrio-ventriculaires, réalisant ainsi une couronne autour du cœur (d'où leur nom). Sur cette couronne s'implantent deux anses situées dans les sillons interventriculaires (constante) et inter-atrial (beaucoup moins constante). À partir de ces éléments vasculaires naissent les branches artérielles qui vascularisent le myocarde soit à partir de sa surface, soit en le pénétrant (artères septales). La vascularisation artérielle cardiaque est de type terminal, aucune anastomose ne permettant de suppléer l'occlusion d'une des artères. Le calibre des artères coronaires est de 4 à 5 mm à leur origine, puis il diminue jusqu'à atteindre 3 à 4 mm, donnant à la partie initiale des artères un aspect en entonnoir.

4. Sinus coronaire : (figure 15)

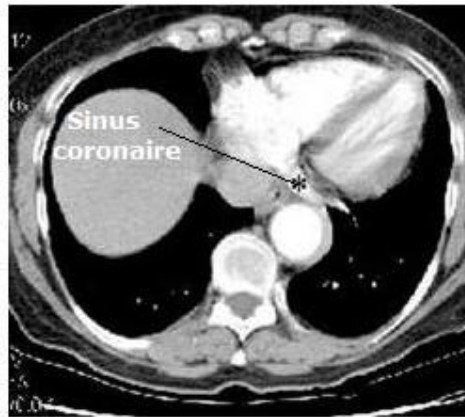


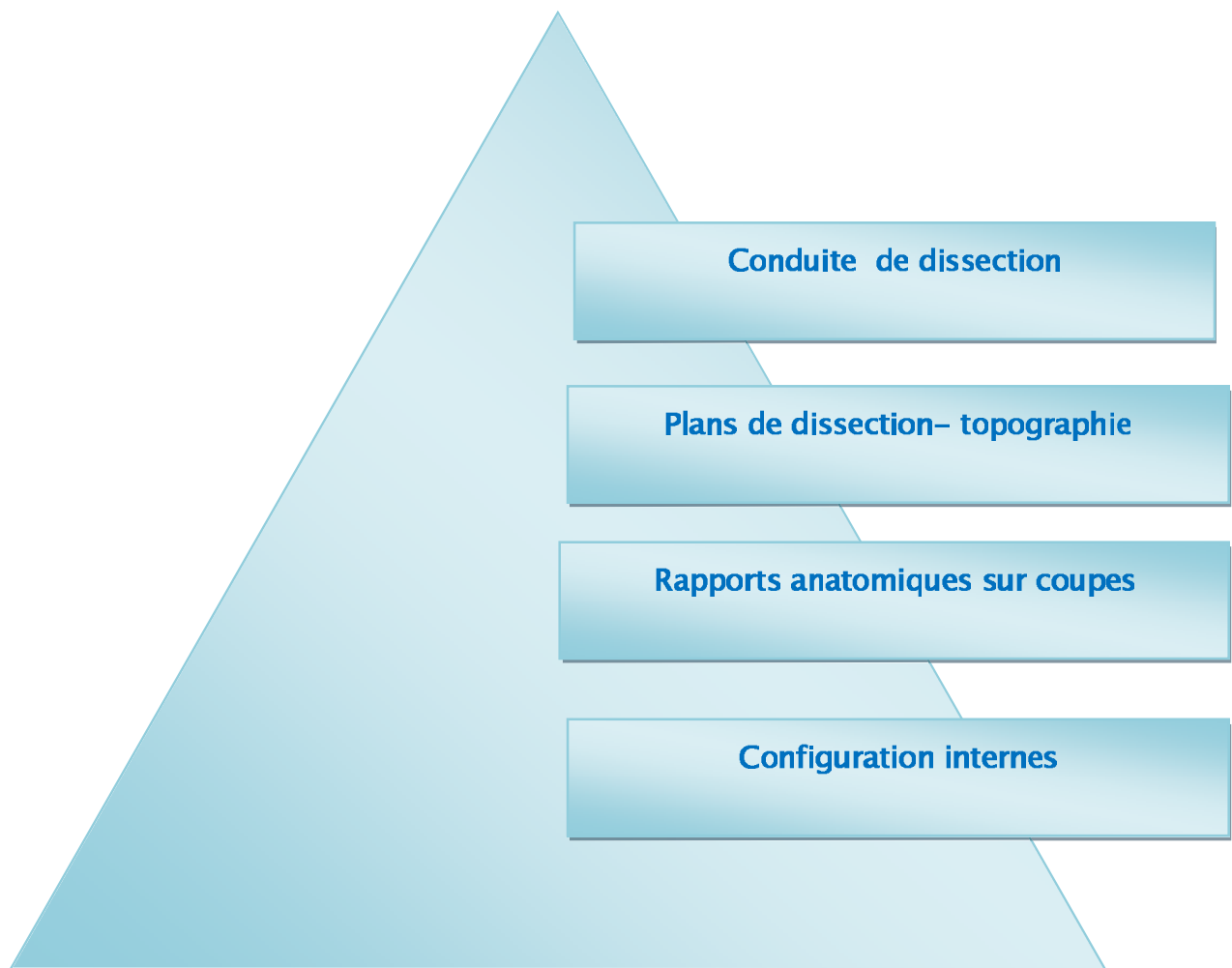
Figure 15 : Coupe TDM injectée passant par le sinus coronaire.

CATHETERISME

Le cathétérisme intracardiaque est un examen diagnostique invasif qui consiste à introduire un cathéter au niveau des cavités cardiaques (ou des vaisseaux thoraciques) par voie transcutanée, est habituellement utilisé pour mesurer les diverses pressions intracardiaques ou intravasculaires ou les taux de saturation en oxygène. Le cathétérisme intracardiaque est la technique alternative de référence par rapport au mode Doppler de l'échocardiographie.

Par ailleurs, la coronarographie ou cathétérisme des vaisseaux coronaires reste le gold star pour l'exploration du réseau coronaire et ses lésions obstructives.

Dissection Anatomique du coeur



I. CONDUITE DE DISSECTION

1. Matériel :

a. Laboratoire d'anatomie :



b. Cadavres :

Sujet n°1 : Sujet de sexe masculin de 50 ans

Sujet n°2 : Sujet de sexe masculin de 50 ans

Sujet n°3 : Sujet de sexe masculin de 25 ans

Sujet n°4 : Sujet de sexe féminin de 02 mois.

c. Instruments :

- manche de bistouri n°4 et lame 23
- pinces à disséquer
- ciseaux
- curette
- petites pinces à clamper.
- écarteurs de Faraboeufs.
- écarteurs de Beckmann
- pince gouge
- pinces à disséquer type Adson.
- fixes champs
- curettes
- Rugines
- décolleurs
- scalpels
- scie à os
- écarteurs de Tuffier.
- scie de Gigli.
- matériel pour injection
- Appareil photo numérique.
- peinture et pinceaux.



Instruments de dissection



Scie électrique permettant de réaliser les coupes transversales



Appareil photo

II. Méthode :

1. Préparation des cadavres :

a. Liquide d'injection :

- 1 litre de formol.
- 1 litre de phénol.
- 2 litres de glycérine.
- 400 cc d'alcool à brûler.
- 5 litres d'eau chaude.

b. Liquide d'immersion

- 50 litres de formol.
- 25 litres de phénol.
- 25 litres de glycérine.
- 25 litres d'alcool



Réceptient contenant le liquide de préparation

2. Méthode de dissection

a. Cadavre n°1 et n°2 :

Sujets installés en décubitus dorsal, une dissection a été réalisée du plan superficiel vers la profondeur afin de mettre en évidence, plan par plan, d'abord les différentes structures pariétales qui recouvrent le thorax. Afin que les structures anatomiques osseuses, vasculaires et nerveuses soient mieux illustrées, une coloration à la peinture a été réalisée pour ces différents éléments. Des clichés photographiques ont été pris régulièrement afin d'illustrer les différentes étapes de dissection anatomique.

b. Cadavre n°3 :

Sujet installé en décubitus dorsal, avec réalisation des coupes transversales horizontales passant par plusieurs niveaux de coupes

c. Cadavre n°4 :

Sujet installé en décubitus dorsal, une dissection a été réalisée du plan superficiel vers la profondeur comme pour les sujets n°1 et n° 2. La particularité étant l'âge du sujet n°4, en effet la dissection chez un nourrisson de 02 mois permet de mettre en évidence certaines structures ayant involué chez l'adulte, notamment le thymus dans le cadre de notre sujet d'étude.

III. Résultats :

1. Dissection du cadavre n°1 :

a. voie d'abord :

L'incision est guidée par les reliefs anatomiques suivants :

- Le bord basilaire de la mandibule.
- Le bord antérieur du muscle trapèze.
- L'acromion.

- Le bord latéral du muscle grand pectoral dans son tiers supérieur.
- La ligne axillaire moyenne

b. Décollement du plan cutané :

Le décollement cutané est réalisé du haut vers le bas, nous exposant le tissu cellulo-graisseux sous-cutané, puis les muscles peaucier du cou, et le grand Pectoral.

c. Dissection du muscle peaucier du cou :

L'exérèse de ces plans de couverture musculaire, à commencer par le décollement du muscle peaucier du cou qui en est l'élément le plus superficiel. Il s'agit d'une lame musculaire très mince, formée de fibres obliques en bas et en dehors qui prennent naissance, en haut à la face profonde de la peau de la région mentonnière et de la commissure labiale, et descendent parfois en avant de la clavicule au niveau de la peau de la partie supérieure du thorax et de la région mammaire.

d. ouverture antérieure de la cage thoracique :

Afin de visualiser le contenu du thorax, nous procédons à l'ouverture de la paroi antérieure de la cage thoracique par interruption des côtes juste en avant du tubercule de Lisfranc pour la première côte, et au niveau de la ligne axillaire moyenne pour les autres. Les muscles intercostaux sont sectionnés au même niveau. La paroi antérieure du thorax est ensuite réclinée de haut en bas.

e. Exérèse des plèvres pulmonaires et du sac péricardique :

La dissection et l'exérèse du plan de couverture pleurale et péricardique permet d'exposer le médiastin et de visualiser l'ensemble des éléments anatomiques vasculaires, nerveux et viscéraux qui traversent l'orifice supérieur du thorax. Plèvre et péricarde sont assez faciles à cliver, cependant, il faut faire attention de ne pas emmener avec la plèvre les nerfs phréniques qui cheminent, avec leurs vaisseaux

péricardiacophréniques, dans le tissu cellulo-graisseux qui unit ces deux feuillets. Ils descendent de chaque côté vers le diaphragme en passant devant les racines pulmonaires.

f. Coloration des structures anatomiques :

Afin de mieux différencier les éléments anatomiques vasculaires, nerveux et viscéraux constituant l'orifice supérieur du thorax, une dissection soignée de ces éléments a été réalisée, suivie de leur coloration à la peinture, commençant par le plan artériel en rouge, puis le plan veineux en bleu, et enfin les constituants nerveux en jaune. Pour des raisons techniques, la coloration a été effectuée de la profondeur vers la superficie.

2. Dissection du cadavre n°3

La dissection du cadavre n°3 a pour intérêt la mise en évidence des rapports

Du cœur en les illustrant par une vue supérieure des coupes transversales passant par plusieurs étages dorsales

a. Plan de coupe :

Le plan de coupe initial était au niveau du D1 jusqu'au D8 afin de montrer les différents rapports du cœur au niveau de chaque étage.

3. Dissection du cadavre n°4 :

Les dissections précédentes ont permis de visualiser les différentes structures du thorax évoquées dans le rappel anatomique. Cependant, Le thymus, élément le plus antérieur, n'a pas été mis en évidence en raison de son caractère involutif chez le sujet adulte. Nous décidons alors de réaliser une quatrième dissection chez un sujet de 02 mois afin de pouvoir étudier la disposition et les rapports du thymus au sein du thorax. Le procédé de dissection est identique à celui du cadavre n°1 et n°2,

avec un sujet installé en décubitus dorsal, et une mise en évidence des structures anatomiques se faisant de la superficie vers la profondeur. Après ouverture de la paroi antérieure de la cage thoracique, nous repérons le thymus, principal intérêt de cette dissection. Ses rapports se font avec :

a. En arrière : de haut en bas :

- Les deux troncs veineux brachiocéphaliques
- La veine cave supérieure, le tronc artériel brachiocéphalique et l'artère carotide primitive gauche.
- L'aorte ascendante et le tronc de l'artère pulmonaire, presque entièrement cachés par le péricarde fibreux
- La face antérieure des ventricules, séparée des cornes inférieures par le sac péricardique.

b. Latéralement :

- La plèvre médiastine contre laquelle sont accolés les nerfs phréniques :
- Le nerf phrénique droit : à distance du thymus, sur le flanc droit de la veine cave supérieure
- Le nerf phrénique gauche : plus antérieur, très proche du lobe gauche qu'il innerve.

c. En avant :

- Les culs-de-sacs costo-médiastinaux antérieurs et le bord antérieur des poumons.
- Les vaisseaux mammaires internes
- Le plastron sterno-chondral.

Les rapports postérieurs du thymus et les éléments les plus profonds de l'orifice ne peuvent être visualisés sur ces vues antérieures qu'après exérèse des plans de couverture thymique et veineux.

IV. Collection photographique des résultats :

Faculté de médecine de Fès

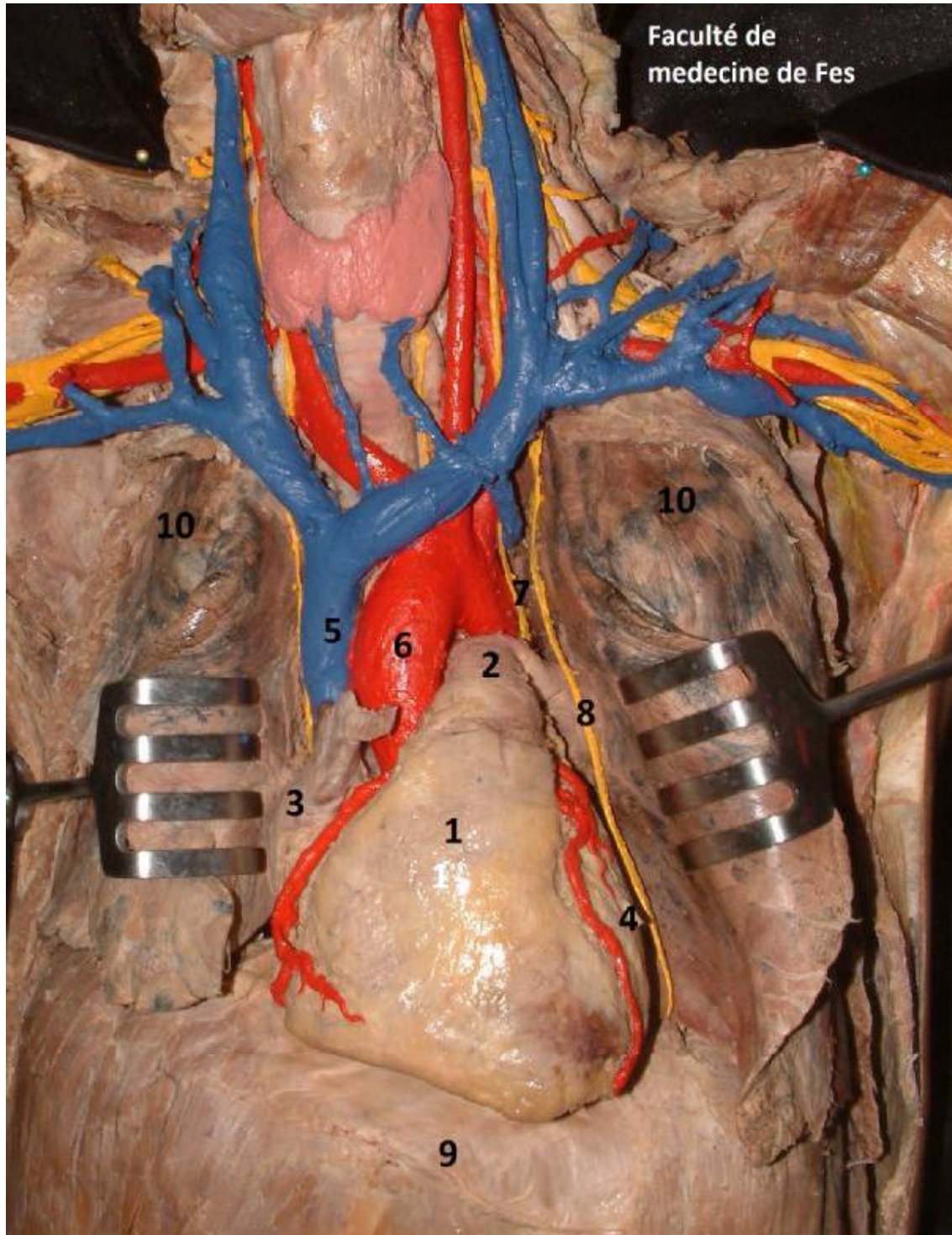


Faculté de médecine de Fès



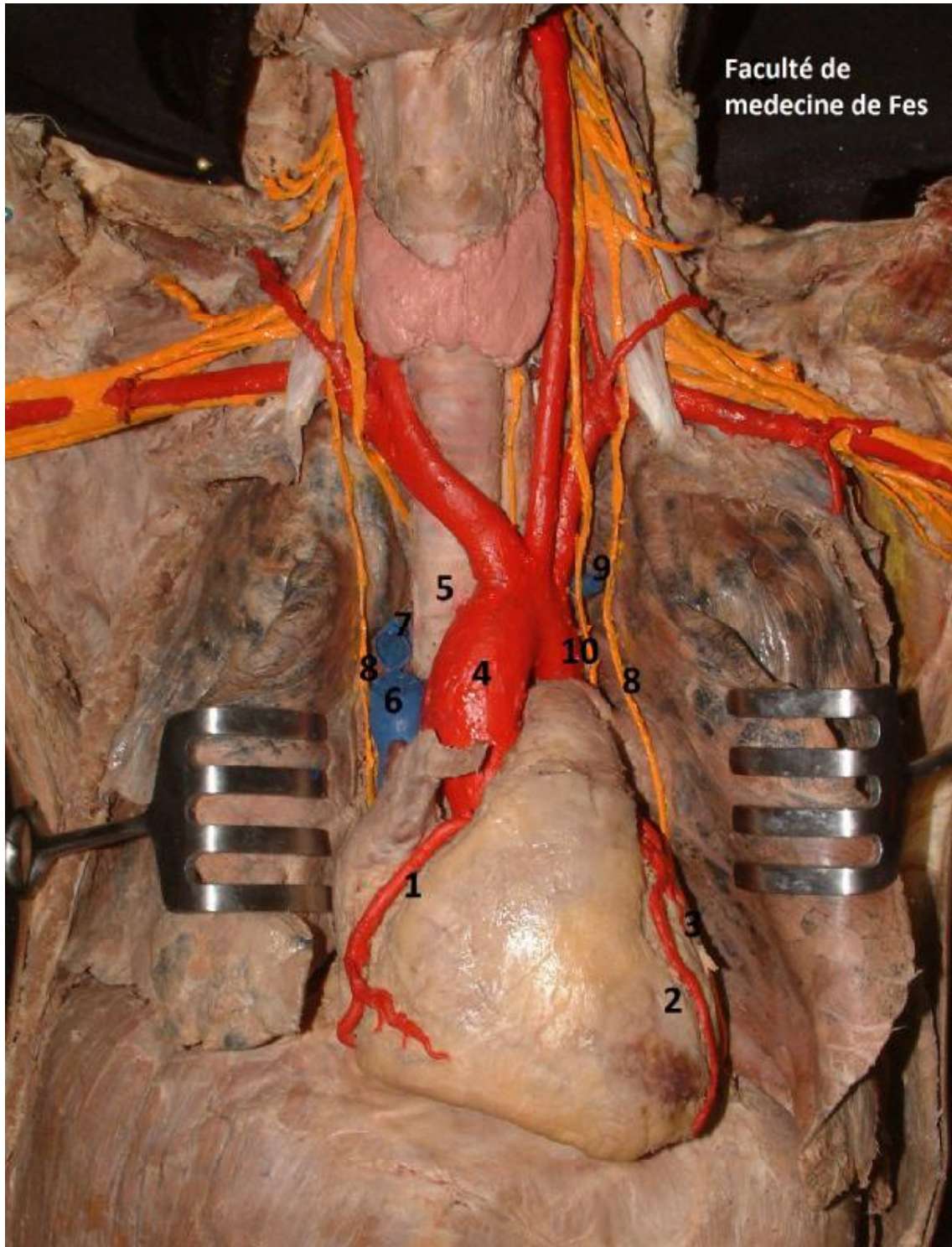
PLAN SUPERFICIEL DU THORAX :

1 : peau, 2 : muscle peaucier du cou, 3 : muscle grand pectoral.



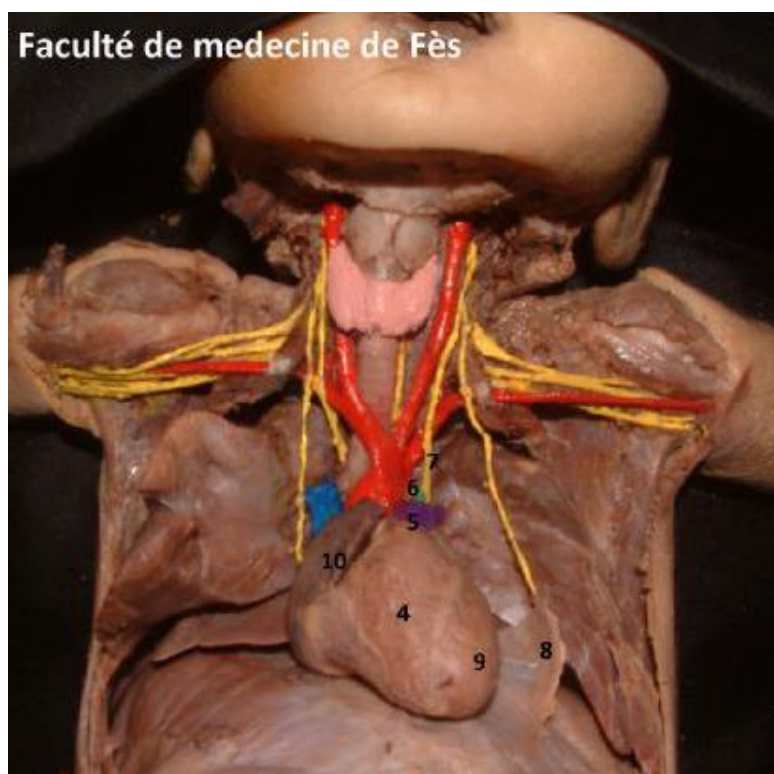
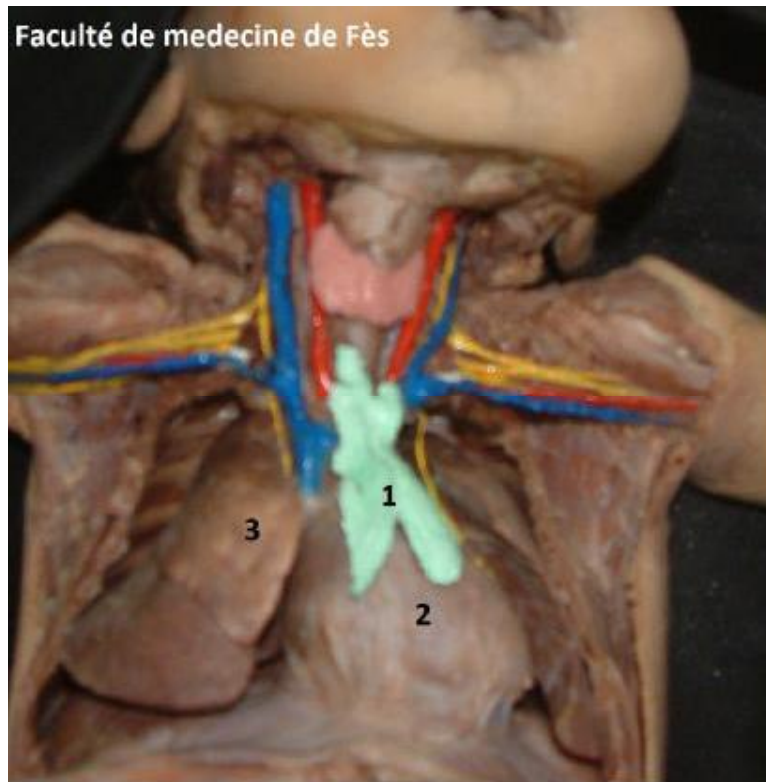
**VUE ANTERIEURE DU THORAX APRES OUVERTURE DE LA CAGE THORACIQUE
MONTRANT LA POSITION DU CŒUR :**

1 : ventricule droit, 2 : tronc pulmonaire, 3 : atrium droit, 4 : ventricule gauche, 5 : VCS, 6 : aorte, 7 nerf vague, 8 : nerf phrénique, 9 : diaphragme, 10 : poumons.



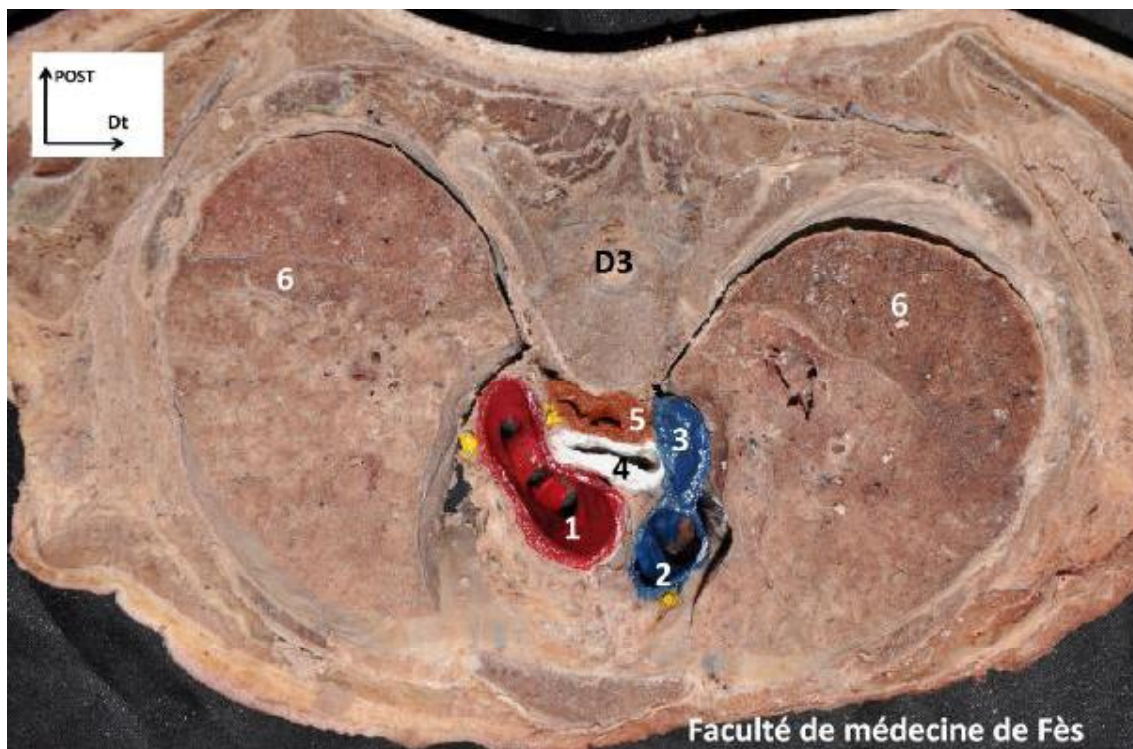
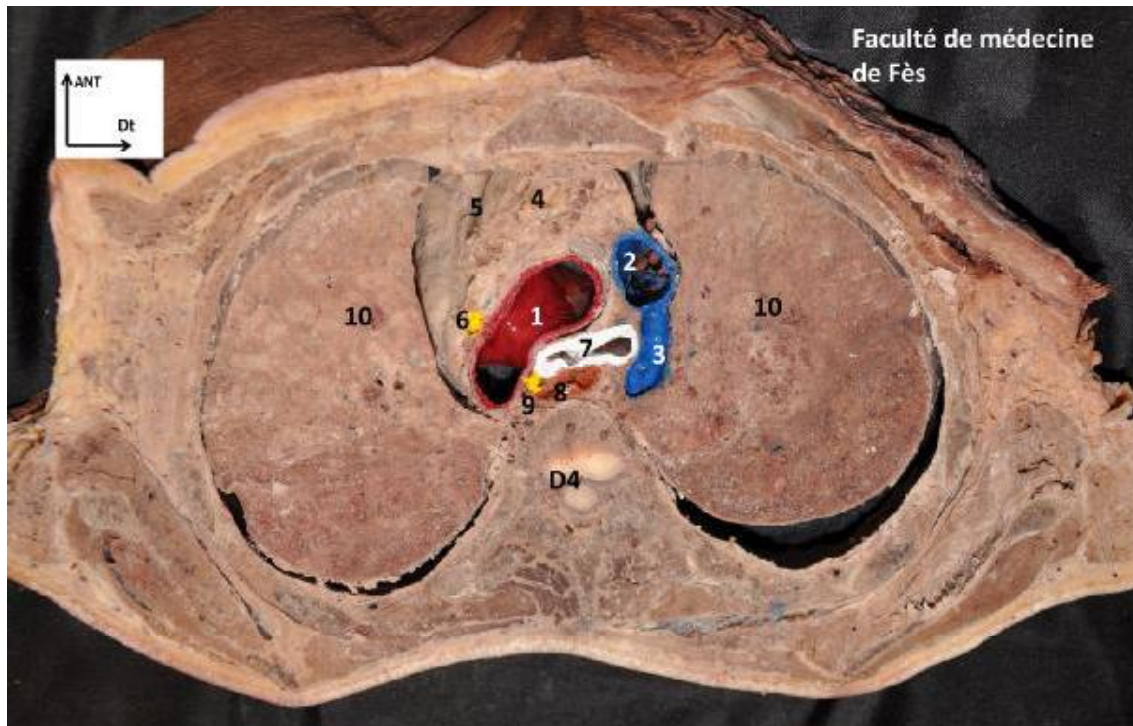
VUE ANTERIEURE APRES ABLATION DU PLAN VEINEUX :

1 : artère coronaire droite, 2 : artère interventriculaire antérieure, 3 : branche coronaire diagonale, 4 : aorte, 5 : trachée, 6 : veine cave sup, 7 grande veine azygos, 8 : nerf phrénique, 9 : veine hemiazygos, 10 : nerf vague



PARTICULARITES CHEZ L'ENFANT :

1 : thymus, 2 : poumons, 3 : sac péricardique, 4 : ventricule droit, 5 : artère pulmonaire, 6 : canal artériel, 7 nerf vague, 8 : nerf phrénique+péricarde, 9 : ventricule droit, 10 : atrium droit.

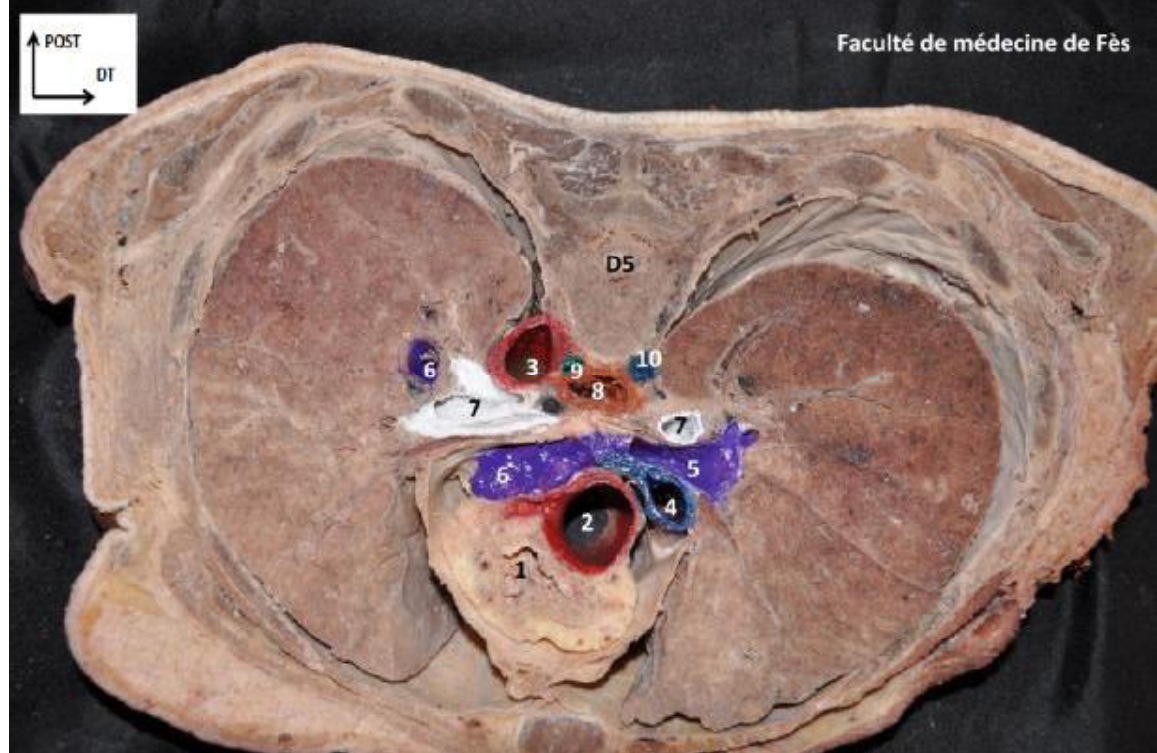


COUPE AU NIVEAU D 3 :

1 : crosse aortique, 2 : Veine cave inferieure, 3 : grande veine azygos, 4 : trachée,
5 : œsophage, 6 : poumons.

COUPE AU NIVEAU D 4 :

1 : crosse aortique, 2 : Veine cave inferieure, 3 : grande veine azygos,
4 : ventricule droit, 5 : ventricule gauche, 6 : nerf vague, 7 : trachée, 8 :
œsophage 9 nerf récurrent 10 : poumons

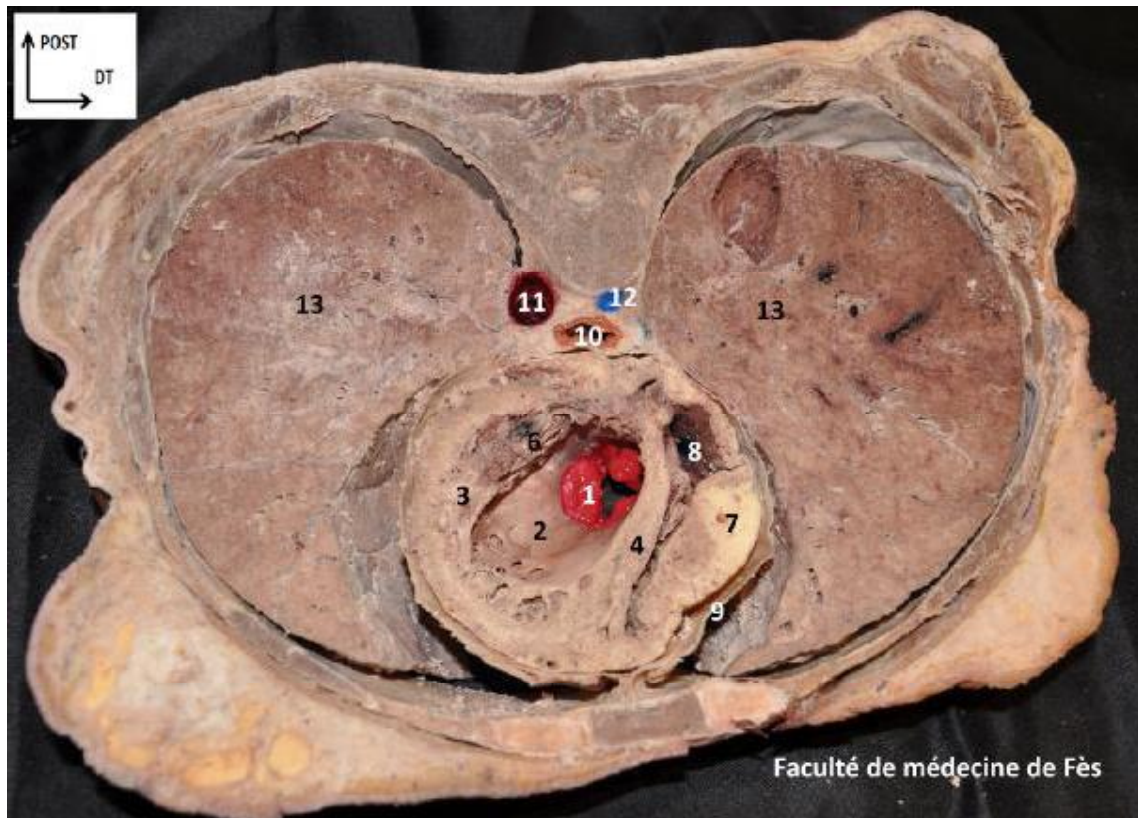


COUPE AU NIVEAU D 5 :

1 : tronc pulmonaire, 2 aorte ascendante, 3 : aorte descendante, 4 : VCS, 5, 6 : artères pulmonaires, 7 : bronches souches, 8 : œsophage, 9 : canal thoracique, 10 : grande veine azygos,

COUPE AU NIVEAU D 6 :

1 sigmoïdes aortique, 2 : tronc pulmonaire, 3 : VCS, 4 : Aorte descendante, 5, 6 : artères pulmonaires, 7 bronches souches 8 : œsophage, 9 : VD.



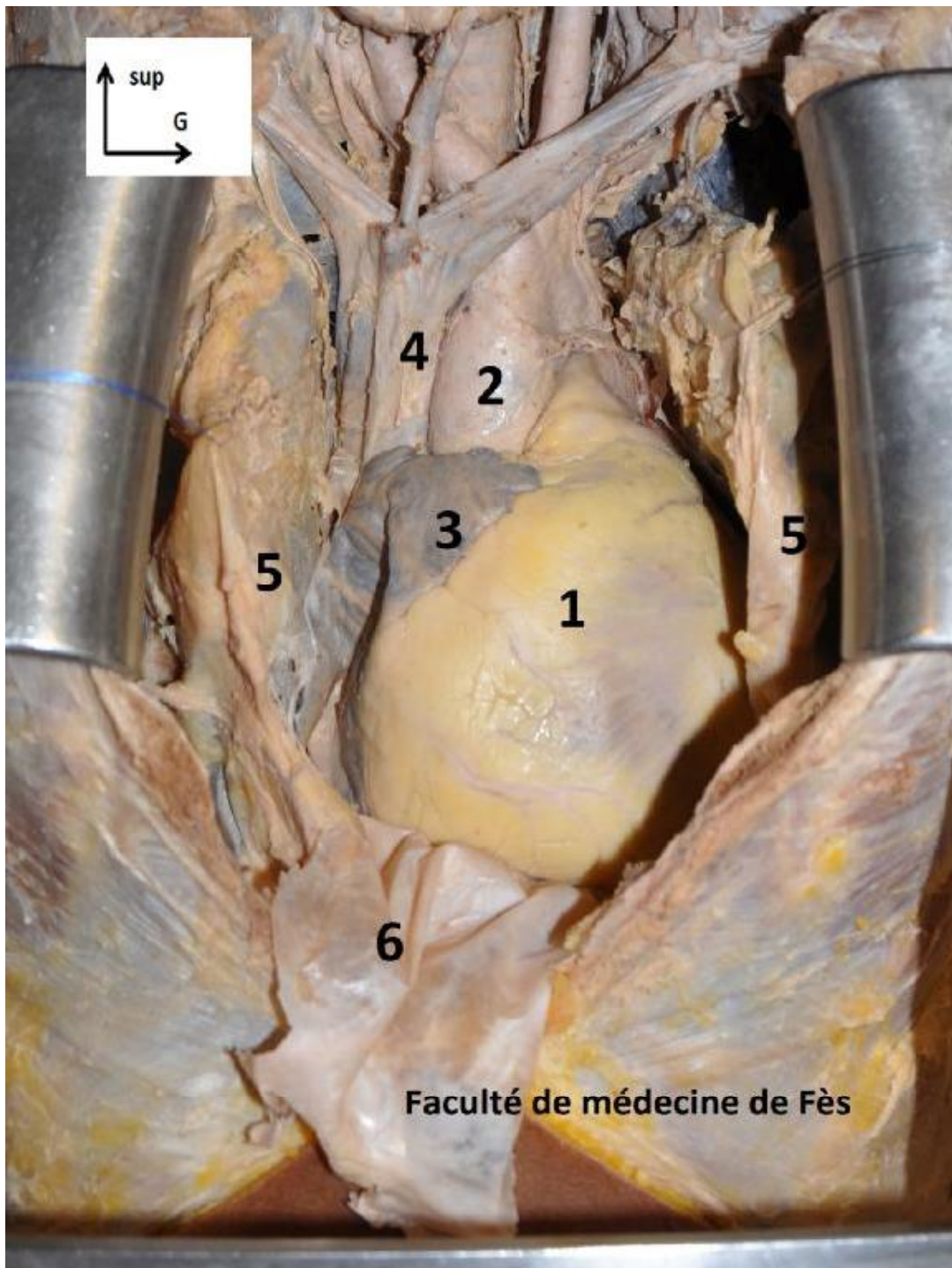
COUPE AU NIVEAU D7 :

1 : sigmoïdes de la valve aortique, 2 : chambre de chasse du VG, 3 : VG, 4 : septum interventriculaire, 6 : valve mitrale 7 : ventricule droite, 8 : atrium droit, 9 : péricarde, 10 : œsophage, 11 : aorte, 12 : veine azygos, 13 : poumon.



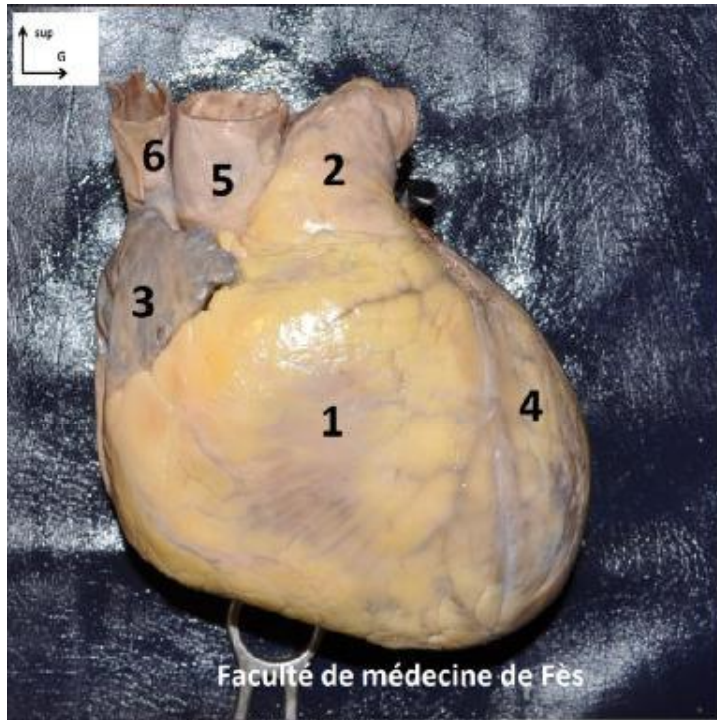
OUVERTURE DE LA CAGE THORACIQUE :

1 : péricarde, 2 : plèvre.



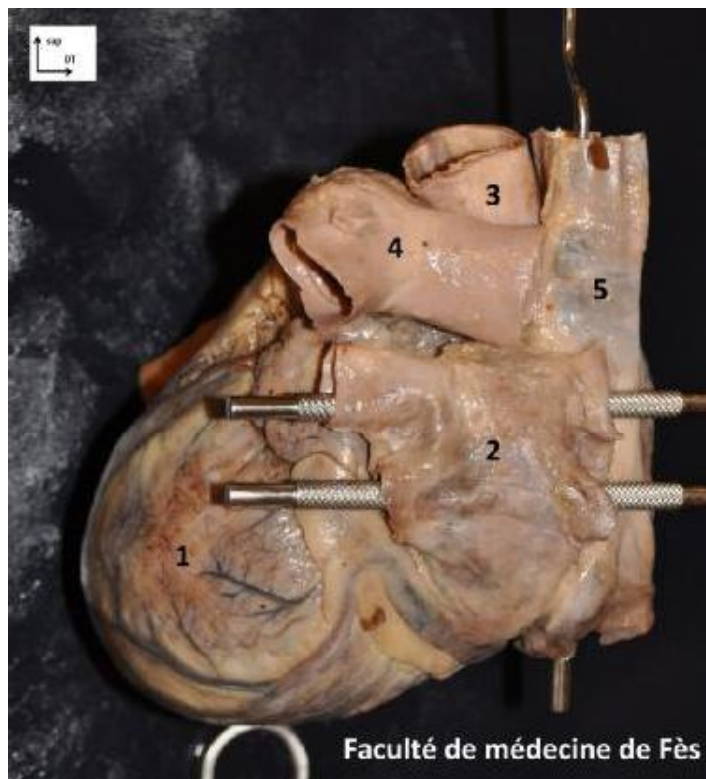
VUE ANTERIEURE DU CŒUR IN SITU :

1 : ventricule droit, 2 : aorte, 3 : atrium droit, 4 : VCS, 5 : plèvre, 6 : péricarde



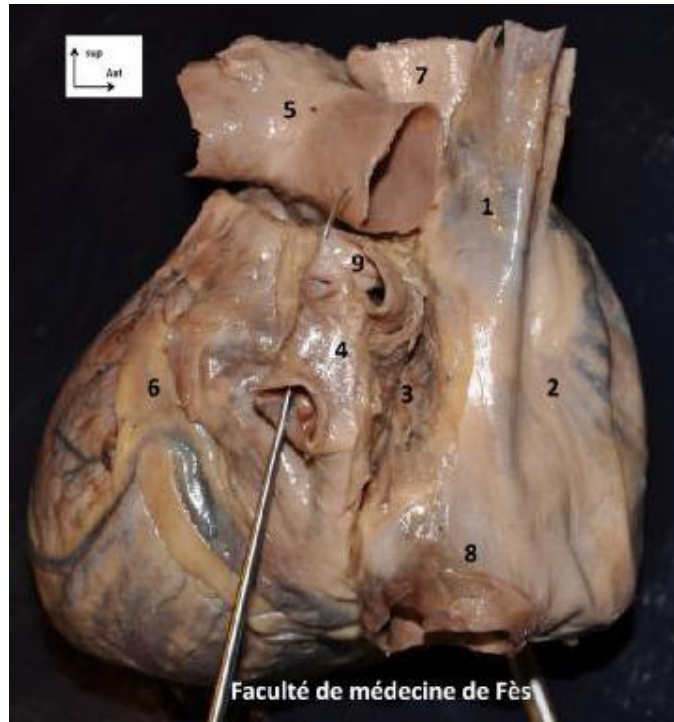
VUE ANTERIEURE DU CŒUR :

1 : ventricule droit, 2 : tronc pulmonaire, 3 : atrium droit,
4 : Ventricule gauche, 5 : aorte, 6 : VCS.



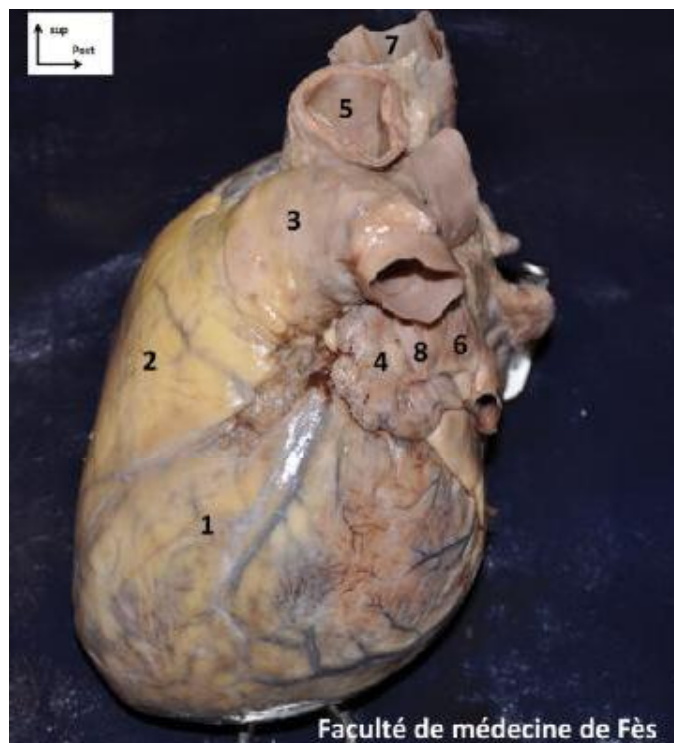
VUE POSTERIEURE DU COEUR:

1 : VG, 2 : AG, 3 : aorte, 4 : tronc pulmonaire, 5 : VCS.



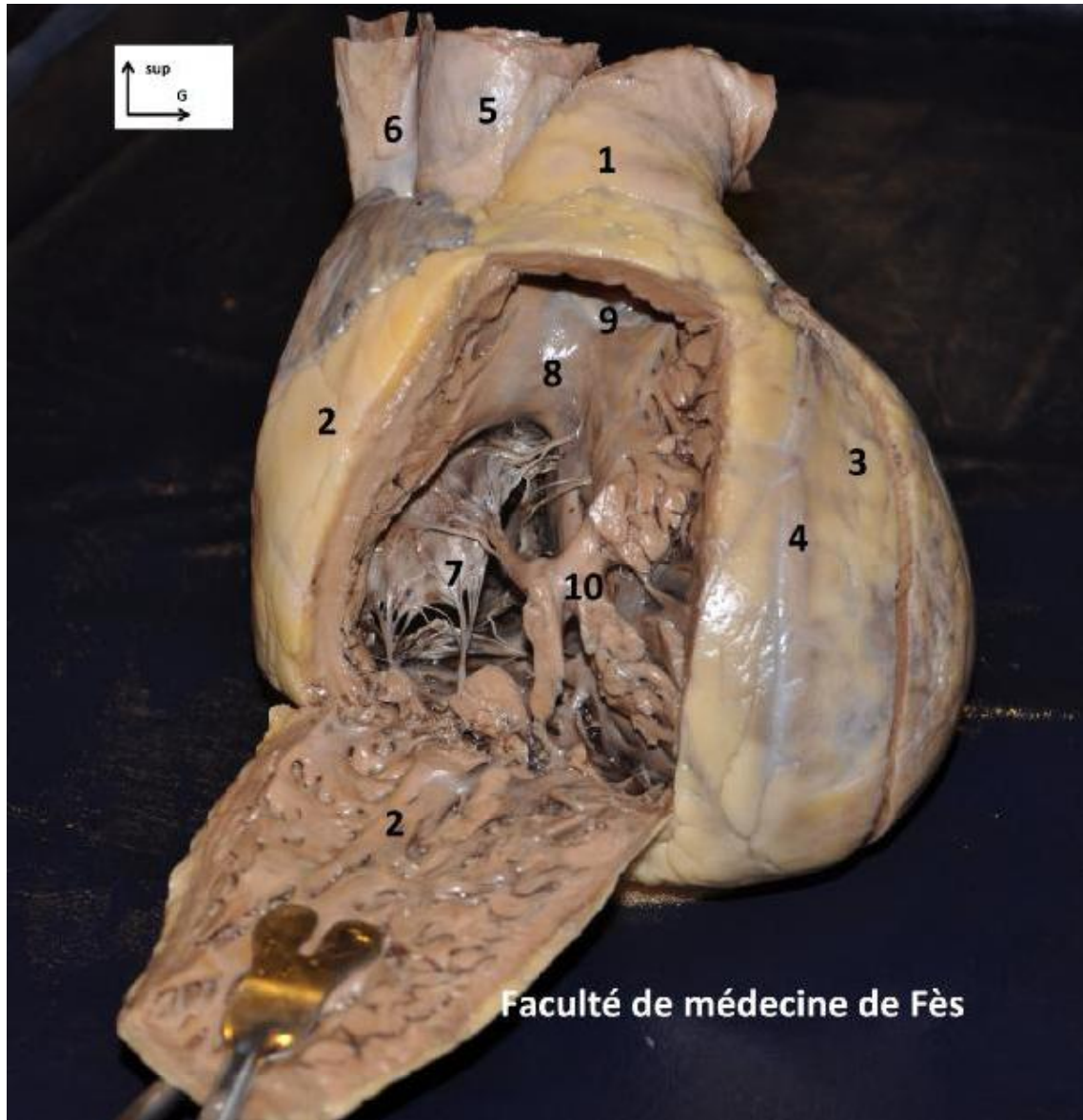
VUE LATÉRALE DROITE DU CŒUR :

1 : VCS, 2 : atrium droit, 3 : sillon interatrial, 4 : veine pulmonaire inférieure droite, 5 : tronc pulmonaire. 6 : VG. 7 aorte. 8 : VCI. 9 : veine pulmonaire supérieure droite.



VUE LATÉRALE GAUCHE :

1 : VG, 2 : VD, 3 : tronc pulmonaire, 4 : auricule gauche, 5 : Aorte, 6 : atrium gauche, 7 : VCS, 8 : veine pulmonaire gauche.



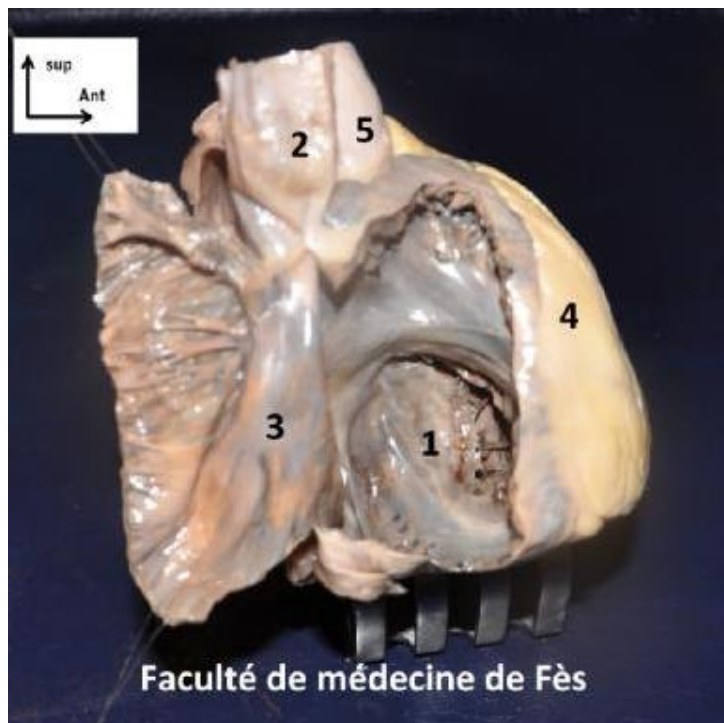
VENTRICULE DROIT OUVERT : VUE ANTERIEURE :

1 : tronc pulmonaire, 2 : VD, 3 : VG, 4 : IVA, 5 : aorte, 6 : VCS, 7 : valve tricuspide, 8 : chambre de chasse du VD, 9 : Valve pulmonaire, 10 : pilier septal de la valve tricuspide.



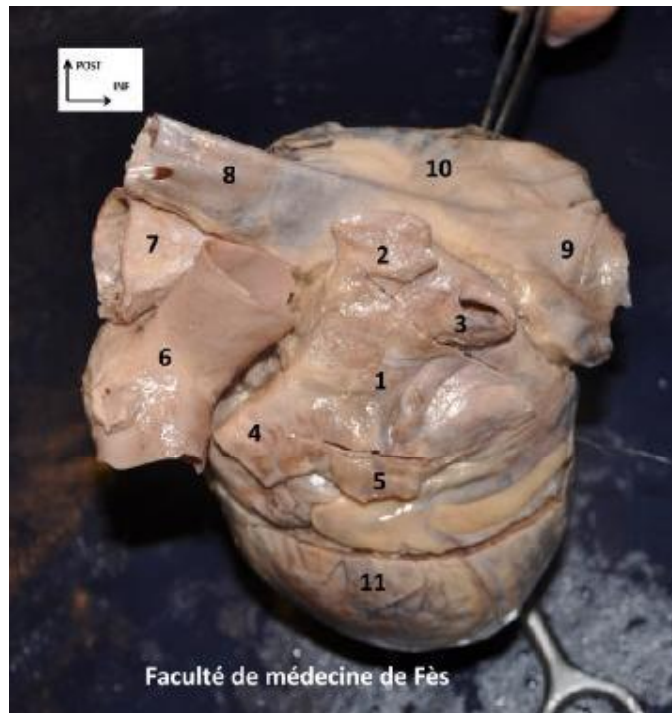
ATRIUM DROIT OUVERT:

1 : VCS, 2 : atrium ouvert, 3 : auricule droit, 4 sinus coronaire, 5 : septum interatrial ,
6 : valve tricuspide.



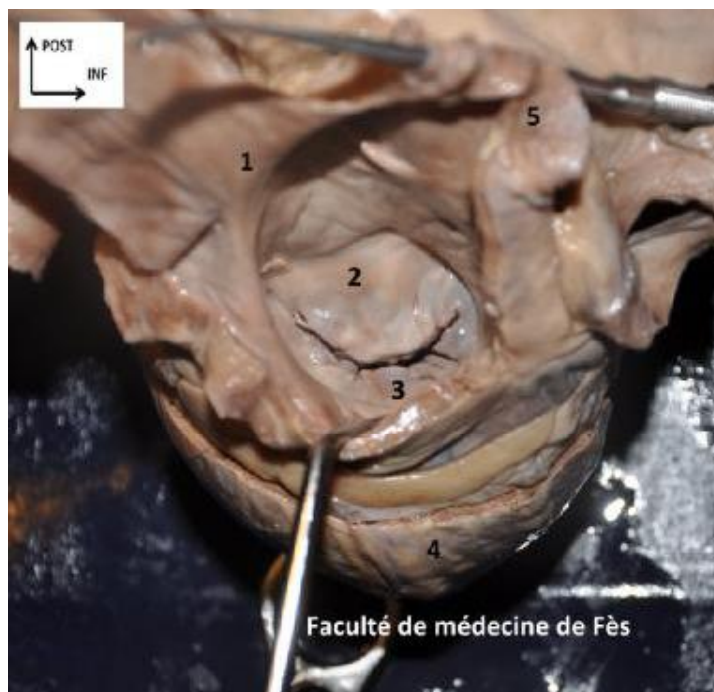
ATRIUM DROIT OUVERT:

1 : valve tricuspide, 2 : VCS, 3 : crête terminale, 4 : VD, 5 : aorte.



VUE POSTERIEURE DU CŒUR :

1 : atrium gauche, 2 : Veine pulmonaire supérieure droite, 3 : veine pulmonaire inférieure droite, 4 : veine pulmonaire supérieure gauche, 5 : veine pulmonaire inférieure gauche, 6 : tronc pulmonaire, 7 : aorte, 8 : VCS, 9 : VCI, 10 : atrium droit 11 : VG.



ATRIUM GAUCHE OUVERT:

1 : atrium gauche, 2 : grande valve mitrale, 3 : petite valve mitrale, 4 : ventricule gauche. 5 : veine pulmonaire



COUPE A TRAVERS LE VENTRICULE GAUCHE :

1 : partie musculaire du septum interventriculaire, 2 : valve aortique, 3 : valve mitrale.



COUPE A TRAVERS LE VENTRICULE GAUCHE:

1 : partie musculaire du septum interventriculaire, 2 : valve aortique, 3 : grande valve mitrale, 4 : cordages tendineux, 5 : pilier antérieur, 6 : pilier postérieur, 7 : VG.

Anatomie chirurgicale



La circulation extracorporelle

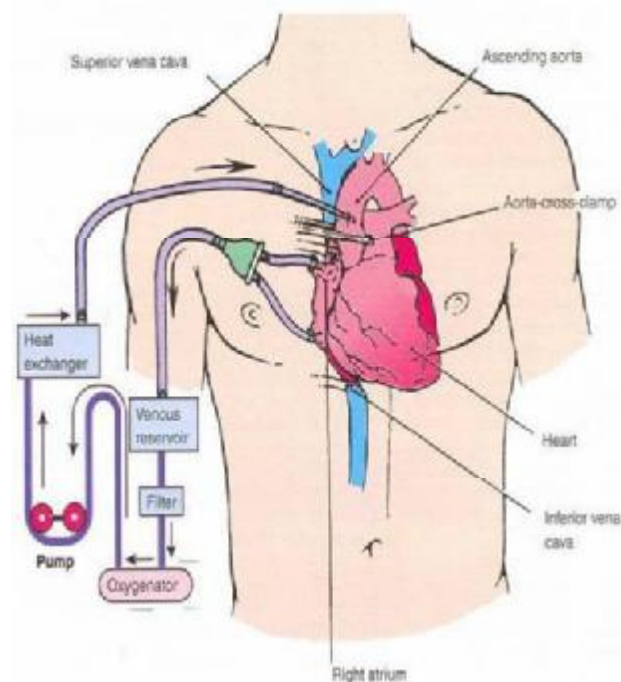
Voies d'abords chirurgicales

Les premières chirurgies cardiaques ont d'abord été effectuées "à cœur fermé", puis les techniques de circulation extra-corporelle (C.E.C.) ont autorisé l'approche chirurgicale à "cœur ouvert" vers les années 1955.

La chirurgie s'est d'abord appliquée à la réparation de cardiopathies congénitales (communications anormales, maladie bleue ou tétralogie de Fallot). Puis la chirurgie valvulaire s'est développée avec l'apparition de prothèses. Les progrès de la chirurgie fine (micro-chirurgie des artères) ont ensuite autorisé des interventions sur les artères coronaires du cœur.

La première transplantation cardiaque a été effectuée au Cap en 1967 (Christian Barnard). Les progrès réalisés en matière de thérapeutique immuno-suppressive ont permis dans un second temps l'essor de cette thérapeutique, avec développement parallèle de procédés d'assistance mécanique du cœur.

I. La circulation extracorporelle :



La circulation extracorporelle a pour principe de dériver l'ensemble cœur circulation pulmonaire pendant le temps nécessaire à la réalisation des gestes de chirurgie cardiaque ou coronarienne.

Le montage suppose la mise en place de canules au niveau des veines caves ou de l'atrium droit (canule atrio-cave), de dériver ce sang sur un circuit hépariné muni d'un oxygénateur (rôle du poumon), puis d'une pompe artérielle (rôle du cœur), débouchant sur un circuit de réinjection mis en place dans l'aorte ascendante. Ces circuits sont mis en place en début d'intervention après héparinisation par voie générale (canulation de l'aorte pour injection artérielle, canulation cave pour prélèvement du sang veineux, le tout après héparinisation). Les canules sont reliées au circuit de circulation extra-corporelle, la conduite étant assurée par un technicien de circulation extra-corporelle.

Le cœur peut ainsi être exclu de la circulation (clampage aortique). Il peut être ainsi l'objet d'une chirurgie électorale après ouverture des cavités cardiaques et assèchement de celles-ci. Tout le problème est celui de la préservation de la fonction cardiaque pendant le temps d'exclusion du cœur, et donc par la même de la circulation coronaire : la protection myocardique est ainsi assurée - soit de façon chimique (arrêt potassique et entretien de cet arrêt cardiaque), soit par arrêt hypothermique : un liquide de cardioplégie froide est injecté par l'aorte et diffuse dans le réseau coronarien. Ainsi est obtenu un arrêt cardiaque (avec abaissement à environ 10% de ses valeurs d'activité du métabolisme cardiaque), ce qui autorise sur un cœur arrêté et exsangue des gestes particulièrement précis (réparation ou remplacement de valves, pontages sur les artères coronaires, transplantations...)

II. Voies d'abords chirurgicales :

1. Péricarde :

- a. Voie sous xiphoïdienne : incision 3-5cm en dessous de l'appendice xiphoïde.
- b. Sternotomie médiane.
- c. Thoracotomies

2. Cavités cardiaques :

a. Atrium droit :

La face externe représente la voie d'abord chirurgicale habituelle de l'atrium droit. Son ouverture chirurgicale peut être obtenue par une incision soit verticale, soit postérieure, soit parallèle à l'axe inter-cave, en avant du sillon inter-atrial droit postérieur, ou antérieur, le long du sillons coronaire droit (incisions utilisées pour la correction de défauts septaux), soit oblique, partant du milieu du sillon coronaire droit antérieur et se dirigeant vers la veine cave inférieure (incision surtout utilisée pour la chirurgie l'orifice atrio-ventriculaire droit) .

b. Atrium gauche :

L'abord chirurgical de l'atrium gauche se fait soit :

➤ Par l'auricule gauche :

Permettant d'effectuer la commissurotomie mitrale à cœur fermé.

➤ Par le pôle droit :

En arrière du sillon inter-atrial droit postérieur, devant les veines pulmonaires droites. Afin de conserver suffisamment de tissu pour fermer l'atrium gauche et ainsi éviter une sténose ou obstruction d'une veine pulmonaire, une astuce consiste à disséquer sur environ 1 cm le sillon inter-atrial et à inciser le plus à distance possible des veines pulmonaires droites la paroi auriculaire.

c. Ventricule droit :

La paroi antérieure du ventricule droit constitue la face d'abord chirurgical habituel de cette cavité.

Cet abord peut être horizontal (transversal) du sillon coronaire droit antérieur au sillon inter-ventriculaire antérieur, ou vertical (longitudinal) dans l'axe de l'artère pulmonaire.

L'ouverture du ventricule droit permet de voir les 2 autres faces ventriculaires.

d. Ventricule gauche :

Le ventricule gauche est l'élément essentiel du cœur, il est rarement abordé, en dehors de complications de l'insuffisance coronarienne (anévrisme). Dans ce cas, on ouvre en incisant au centre de la zone pathologique.

3. Septum :

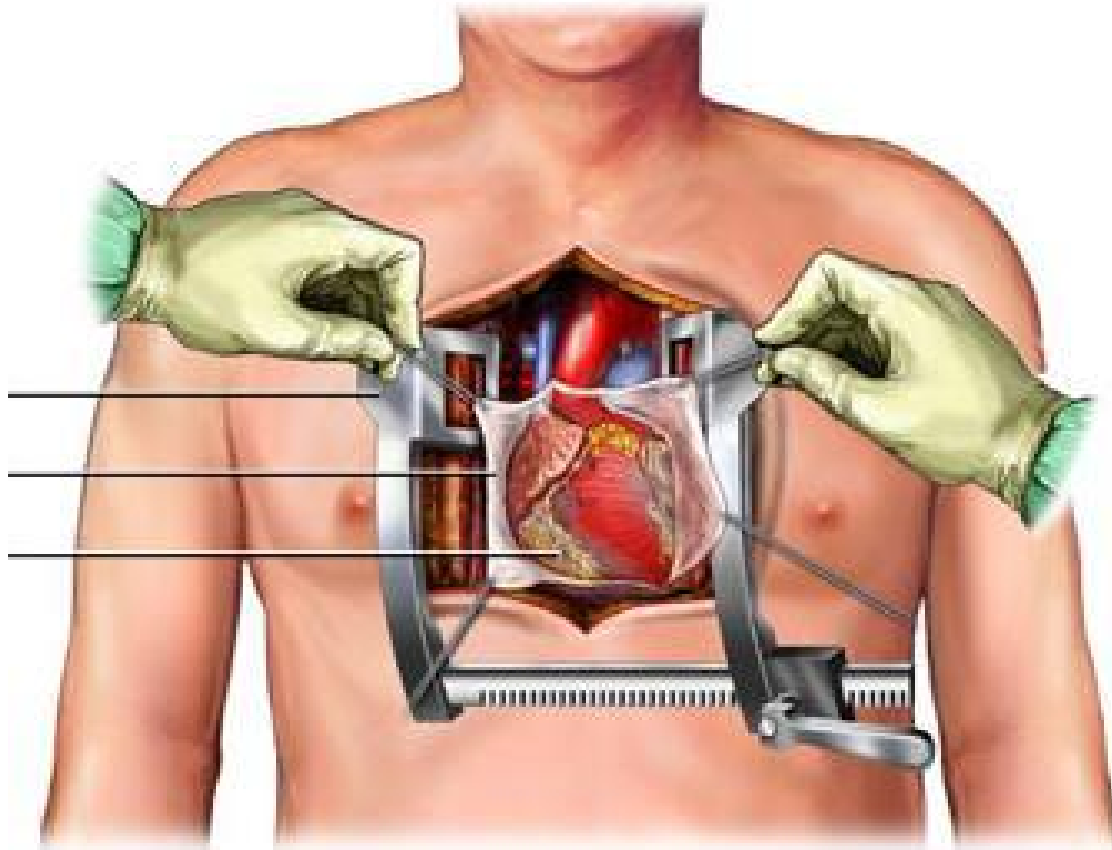
a. Septum inter-atrial :

Est abordée par l'atrium droit.

b. Septum inter-ventriculaire :

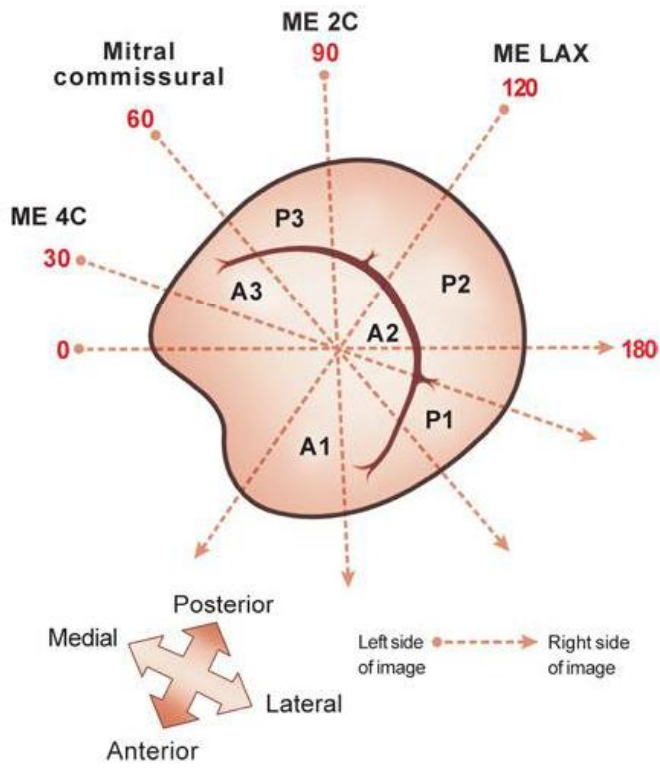
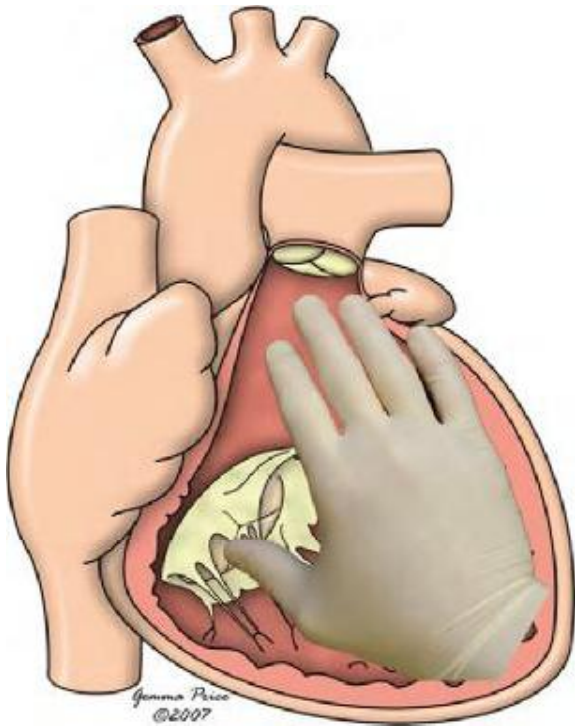
Le plus possible, le chirurgien évite d'ouvrir la paroi ventriculaire surtout gauche, pour éviter de la fragiliser. Et donc le septum inter-ventriculaire peut être abordé soit à travers la valve tricuspide après ouverture de l'atrium droit, soit à travers les valves pulmonaires après ouverture du tronc pulmonaire.

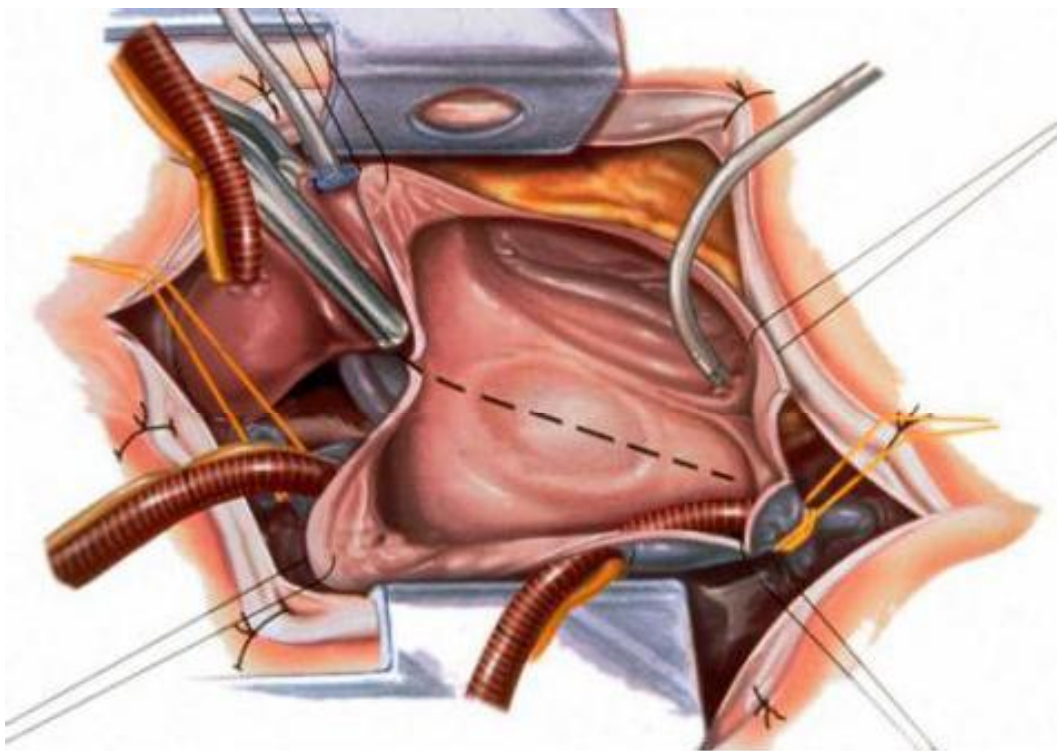
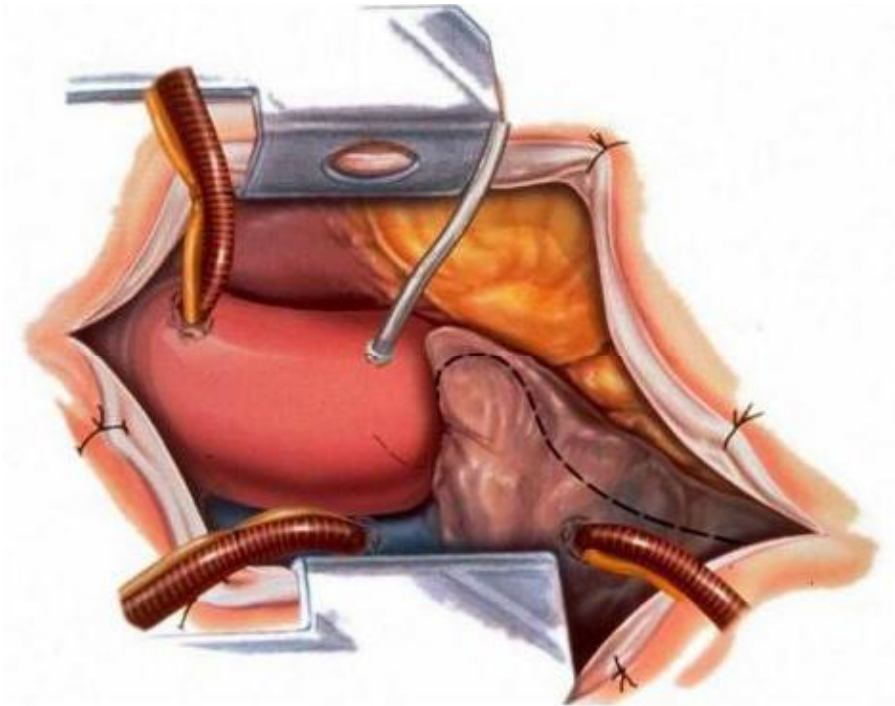
4. Valves cardiaques / Artères coronaires.

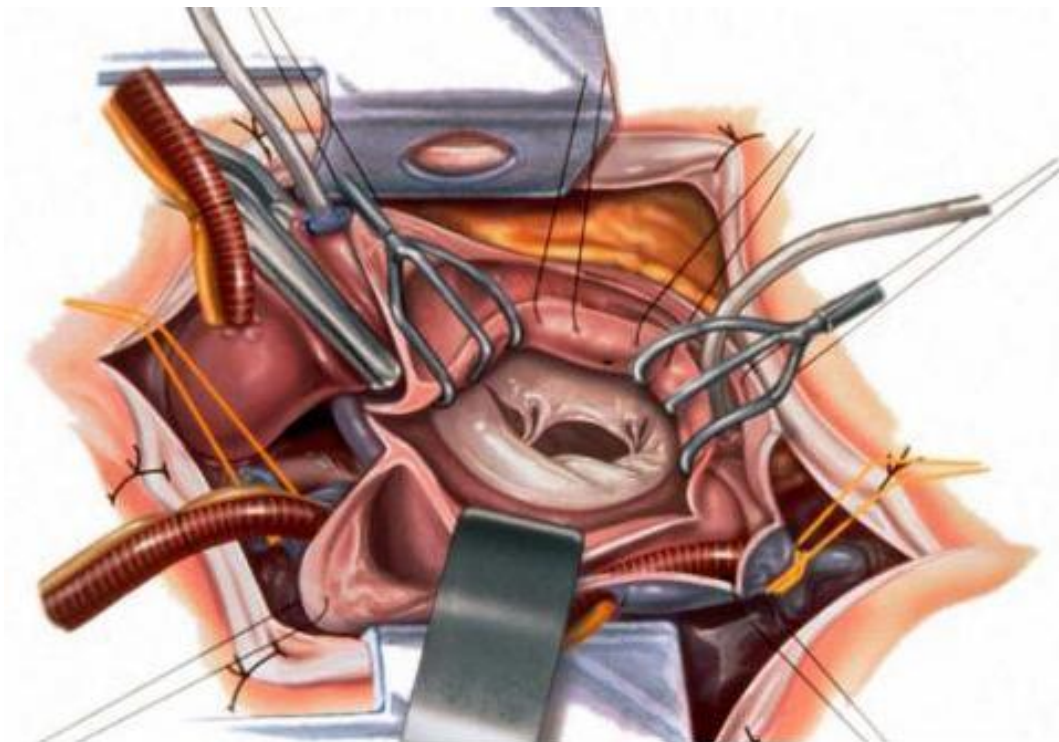
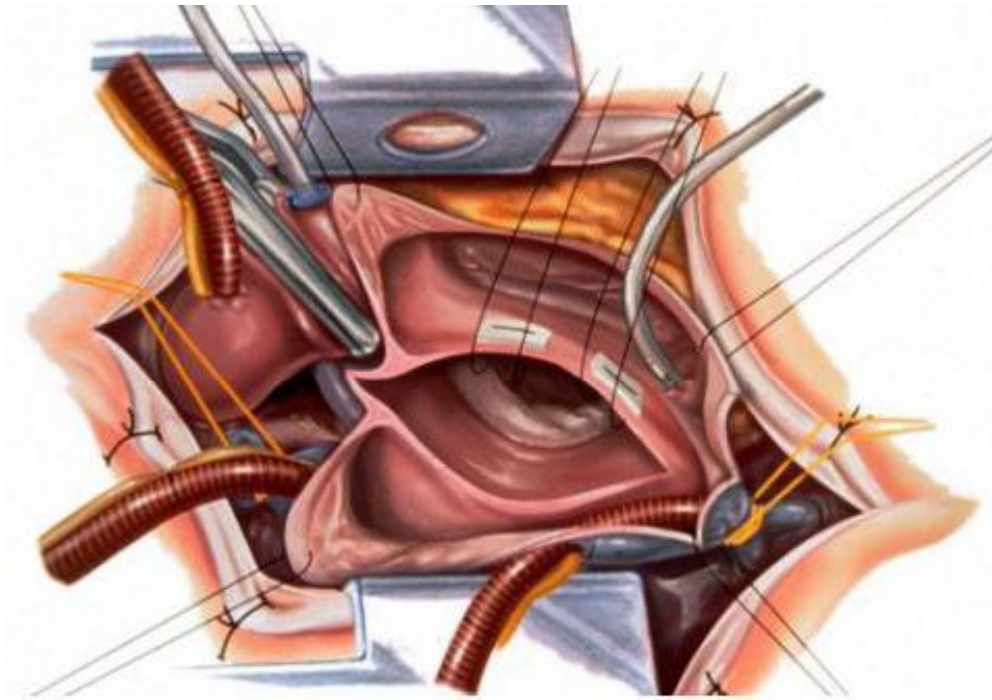


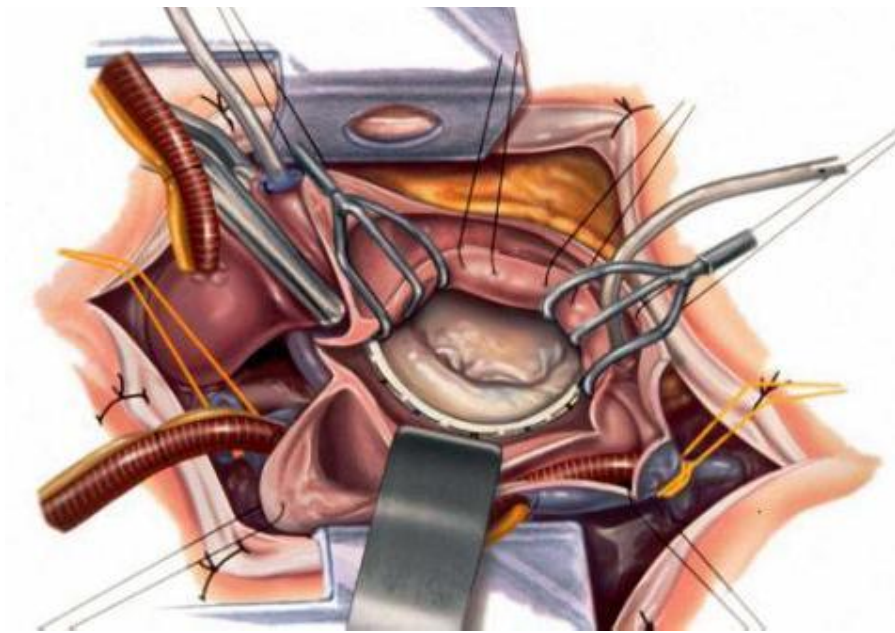
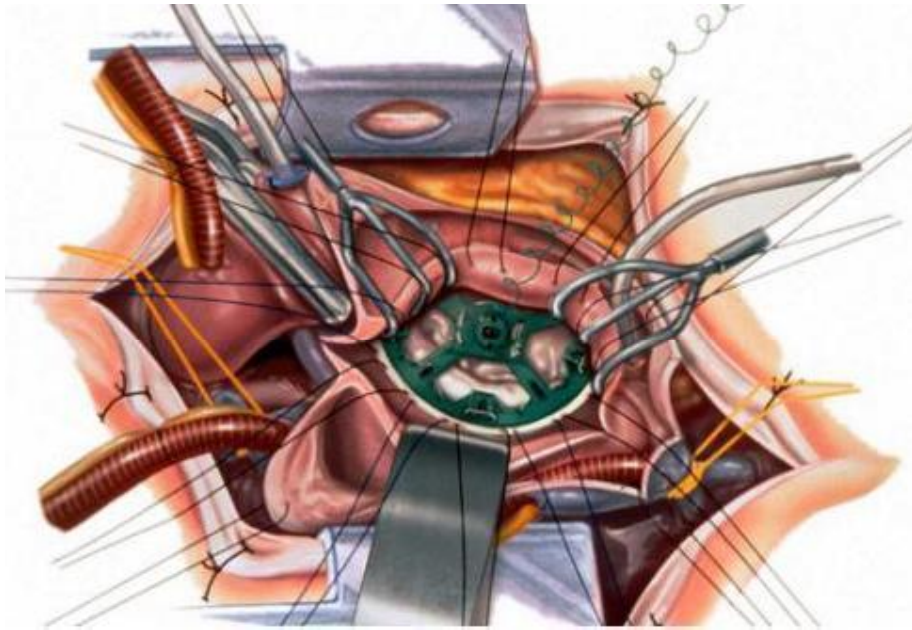
Sternotomie médiane verticale : voie d'abord standard en chirurgie cardiaque

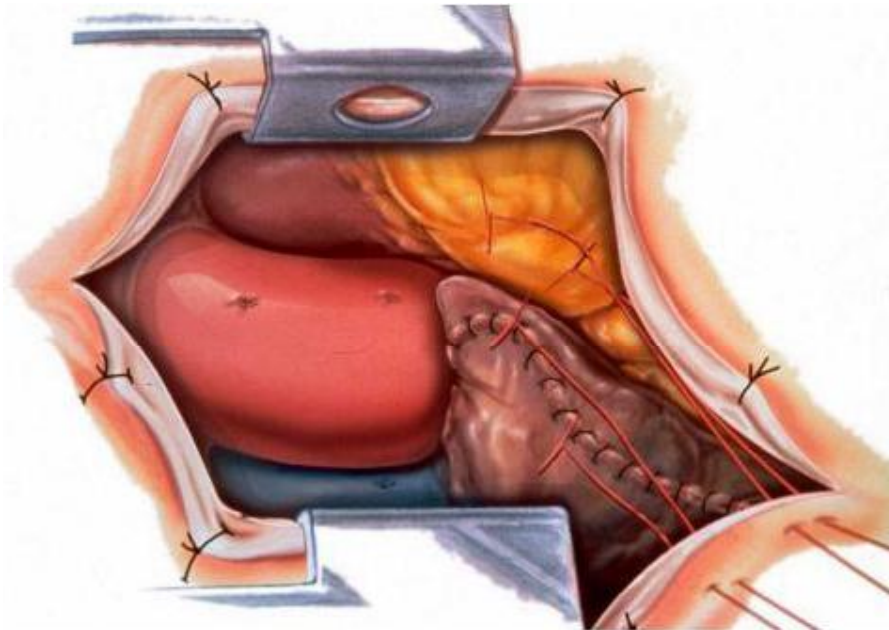
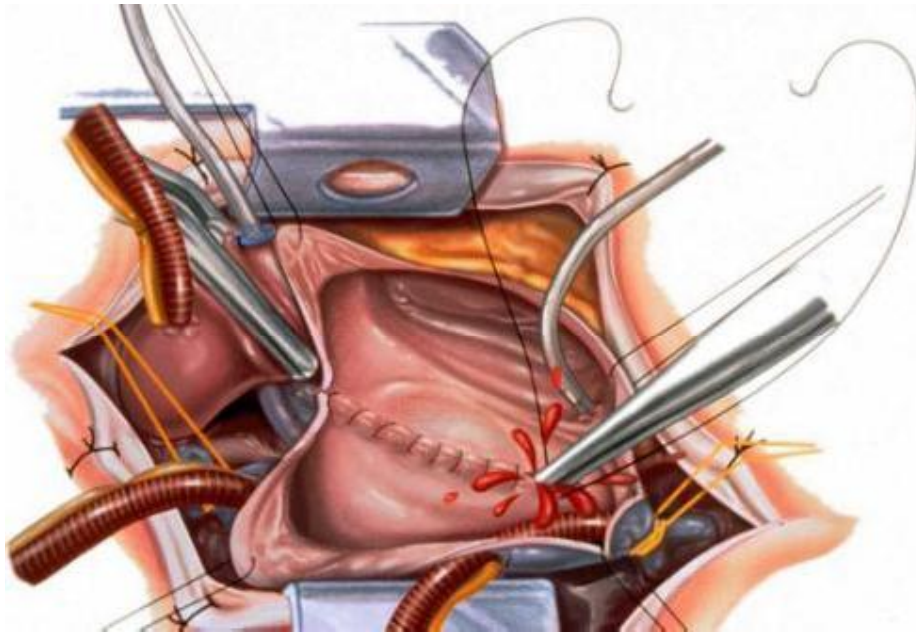
Voie d'abord de la valve mitrale et tricuspide : chirurgie conventionnelle



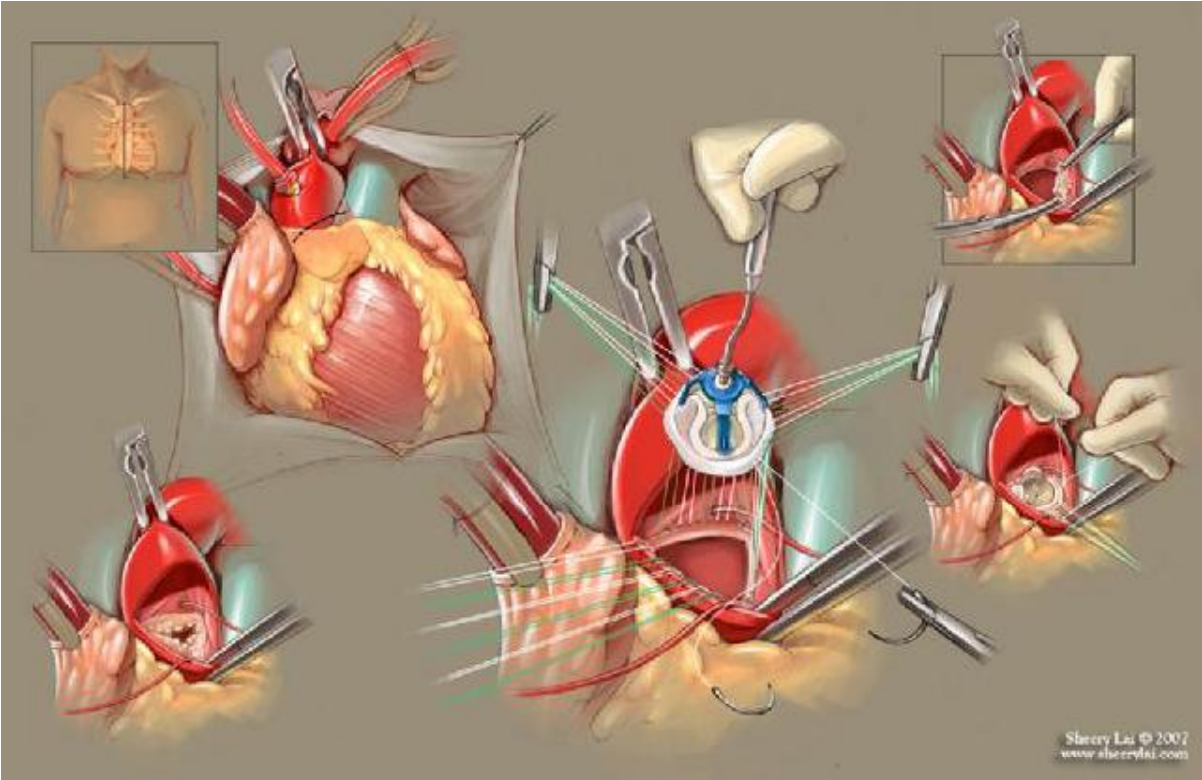
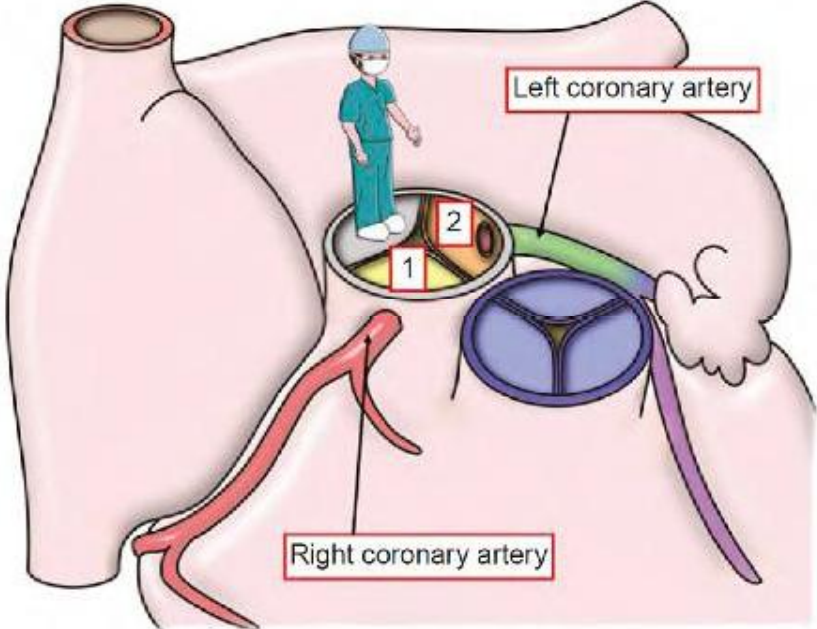




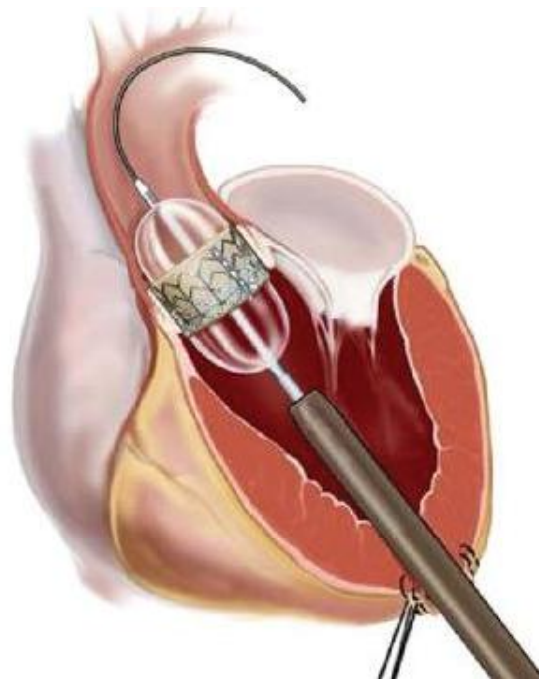
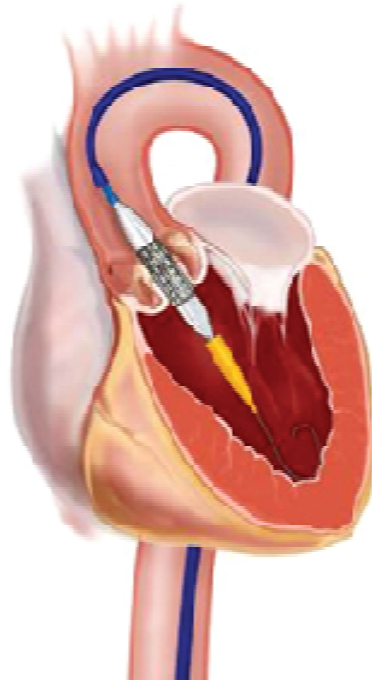




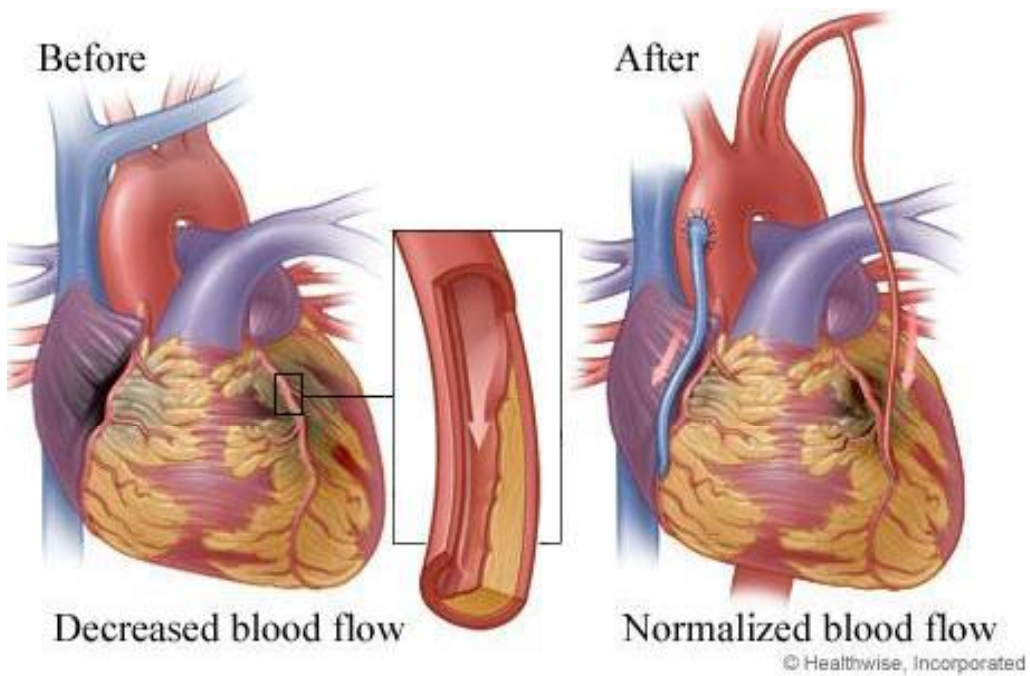
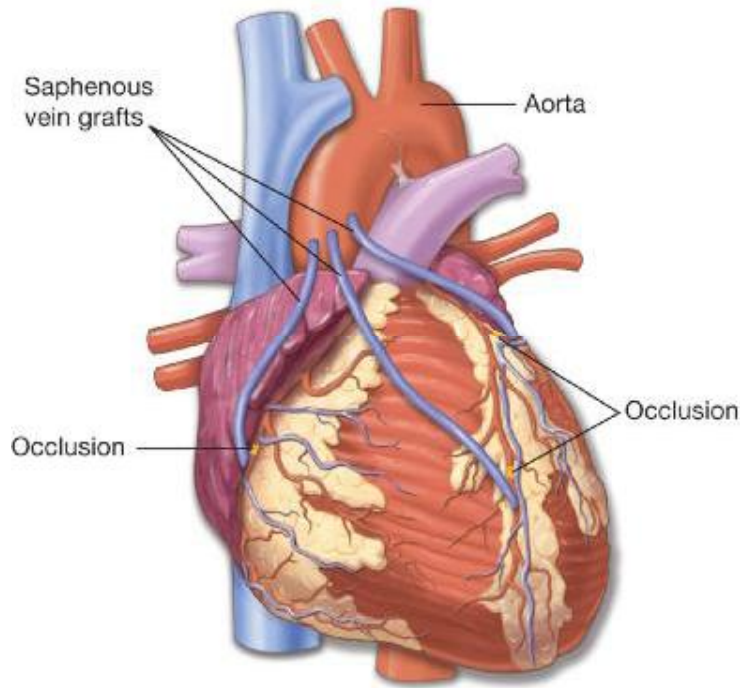
Anatomie chirurgicale de la valve aortique : chirurgie conventionnelle



Chirurgie de la valve aortique : implantation percutanée par voie trans-apicale ou transfemorale



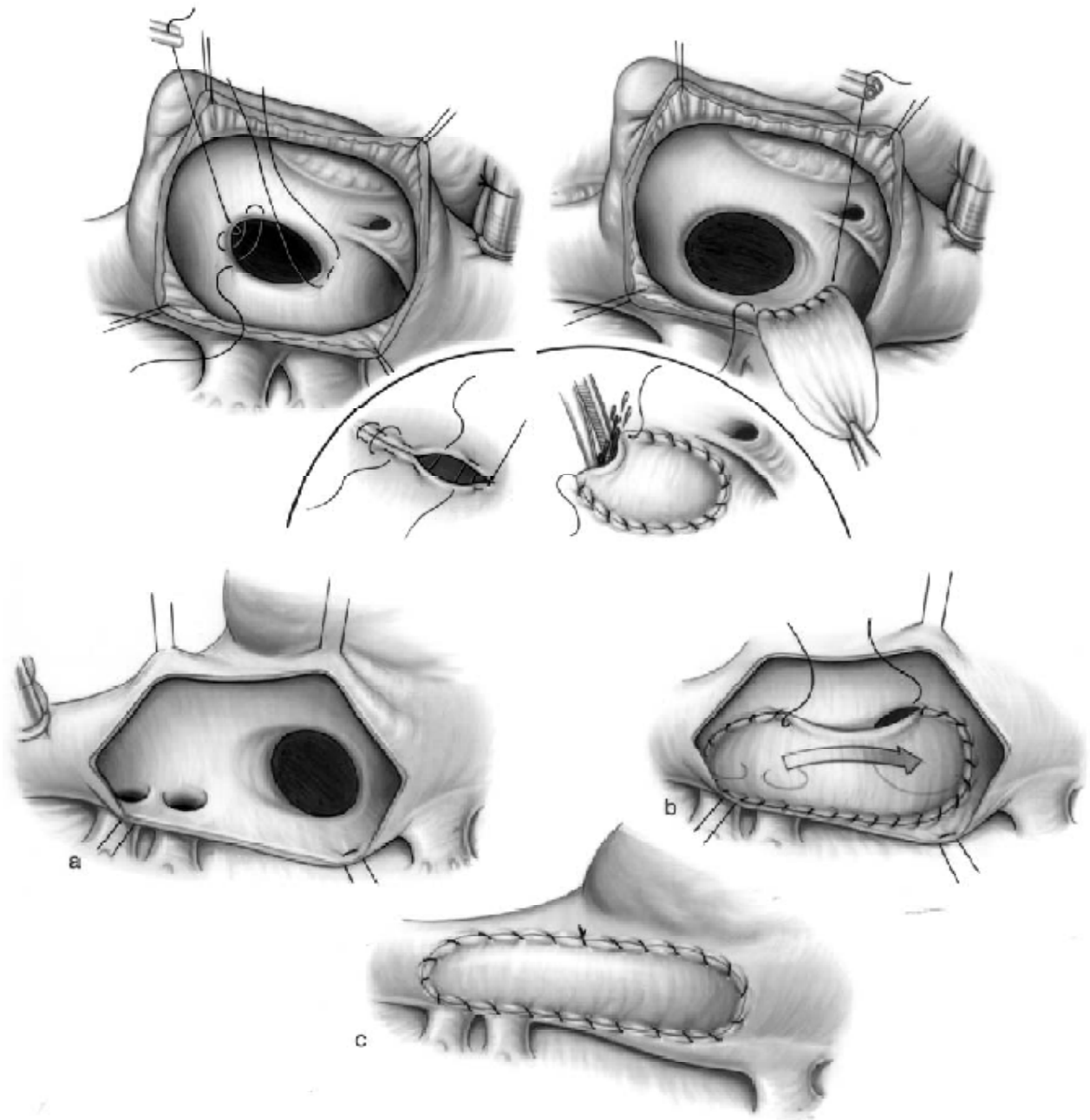
Chirurgie des artères coronaires



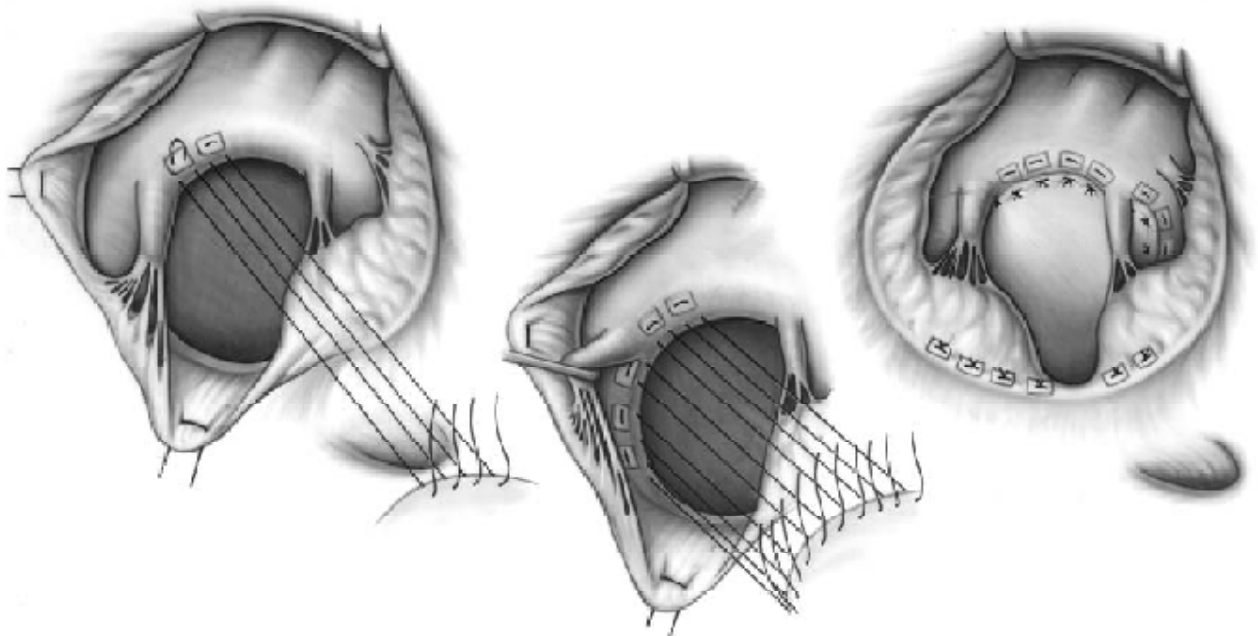
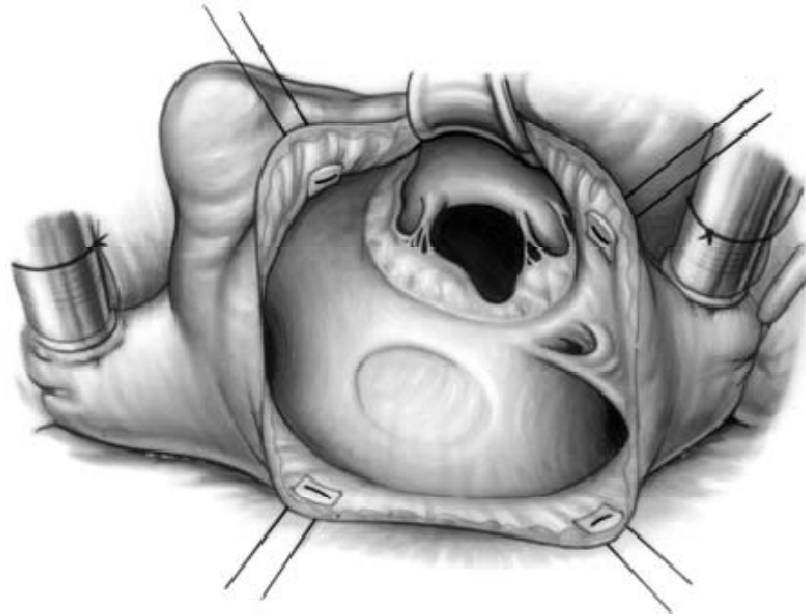
Cardiopathies congénitales

Voies d'abords des septums cardiaques

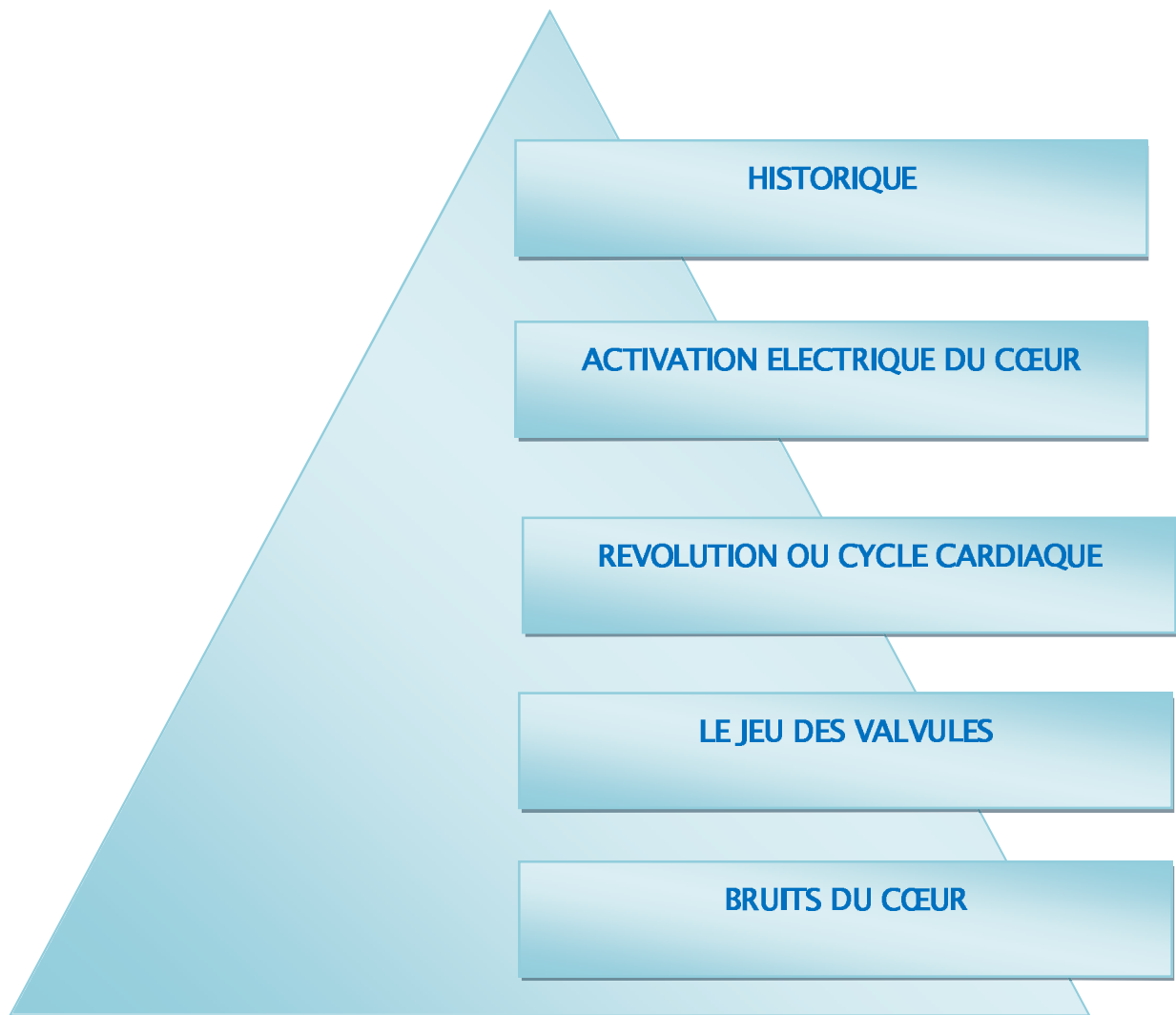
SEPTUM INTERATRIAL



SEPTUM INTERVENTRICULAIRE



Anatomie fonctionnelle



Le cœur peut être considéré comme une double pompe musculaire, cœur droit et cœur gauche. Animée essentiellement par le myocarde des ventricules droit et gauche et fonctionnant grâce au tissu nodal où naît l'automatisme cardiaque et à la circulation sanguine coronaire apportant oxygène et énergie, et évacuant les déchets métaboliques. Ainsi, elle permet la pulsation du sang de manière synchrone dans les circulations pulmonaire et systémique qui rétroagissent sur son fonctionnement. Elle permet également d'adapter le débit sanguin qu'elle produit aux besoins de l'organisme grâce à un système de régulation nerveux et humoral.

I. Historique :

- ▶ 2980 AVJC : en Egypte Imhotep a découvert le pouls artériel.
- ▶ 400 AVJC : en Grèce, Platon a découvert la pompe cardiaque.
- ▶ 360 AVJC : en Grèce, Hippocrate a identifié les signes des maladies cardiaques.
- ▶ En 1628 William Harvey publie la découverte de la circulation du sang :
"Il constate que le [réservoir moteur] du sang ne se situe pas dans le foie mais dans le cœur; les artères ne contiennent pas de l'air mais du sang; celui-ci ne circule pas en aller-retour dans les veines, mais dans un sens unique dans les artères et les veines; le sang ne se renouvelle pas en permanence mais représente un volume constant en mouvement perpétuel, ..." (Histoire de la médecine, JC Sourina, Larousse)
- ▶ En 1819, LAENNEC : stéthoscope.
- ▶ En 1847 : méthodes graphiques.
- ▶ En 1920 : Starling, wiggers et Katz...

II. Activation électrique du cœur :

Comme c'est le cas pour toutes les cellules excitables, les propriétés des cellules cardiaques dépendent des interactions entre les multiples charges électriques des milieux intra- et extra-cellulaires. Lorsqu'un stimulus électrique excite une cellule cardiaque, un grand nombre d'ions pénètre dans la cellule à travers des canaux ioniques spécifiques. Ce sont principalement des canaux pour le sodium Na^+ , le potassium K^+ et le calcium Ca^{++} .

1. Le potentiel d'action : (figure 1)

Au repos, le potentiel transmembranaire de la cellule cardiaque varie entre -70 et -90 millivolts selon le type de cellule. L'excitation de la membrane cellulaire engendre un potentiel d'action. Le potentiel d'action est une perturbation dans la distribution des charges ioniques entre l'extérieur et l'intérieur de la membrane cellulaire. Cette perturbation correspond à l'enchaînement dépolérisation puis repolarisation cellulaire que nous venons de décrire. Sur le tracé d'enregistrement d'un potentiel d'action, on peut distinguer 5 phases de la phase 0 à la phase 4.

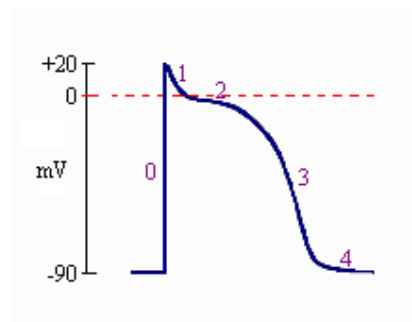


Figure 1. : Les phases du potentiel d'action d'une cellule du muscle cardiaque

a. La phase 0 :

C'est la dépolarisation rapide : le potentiel intra-cellulaire de la membrane passe de sa valeur négative de repos à une valeur positive en quelques millisecondes. Dans les cellules myocardiques atriales 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. 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.

b. La phase 1 :

C'est la phase de repolarisation rapide précoce. Après la dépolarisation et même 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, après l'inactivation du courant entrant sodique rapide, cette phase 1 résulte de l'activation de courants transitoires entrant chlorure ou sortant potassique.

c. La 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.

d. La 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.

e. La phase 4 :

Cette phase est celle du potentiel transmembranaire de repos pour les cellules myocardiques.

C'est la phase de dépolarisation spontanée diastolique lente pour les cellules qui présentent la propriété d'automatisme, c'est-à-dire : les cellules du tissu nodal SA et AV et les cellules du tissu spécialisé de conduction rapide ventriculaire. Dans ce cas, le potentiel transmembranaire de repos ne reste pas constant mais devient graduellement moins négatif jusqu'à ce qu'il atteigne 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 repolarisants et les courants entrants dépolarisants au profit de ces derniers. Ce processus de production de potentiel d'action spontanée se répète indéfiniment et la fréquence est dépendante de la durée de cette dépolarisation lente spontanée diastolique.

2. Les propriétés électriques des cellules cardiaques :

Le muscle cardiaque présente les propriétés physiologiques suivantes : automatisme, excitabilité, conductivité, contractilité et tonicité.

a. Automatisme :

Toutes les cellules cardiaques présentent un seuil d'automatisme mais seules certaines cellules dites automatiques sont capables de l'atteindre spontanément. Dans les conditions physiologiques, les cellules non automatiques atteignent ce seuil sous l'effet de la stimulation électrique des cellules voisines. Elles peuvent aussi atteindre ce seuil sous l'effet d'une stimulation électrique externe ou l'atteindre spontanément dans le cas d'une maladie, d'une hyperactivité du système nerveux orthosympathique ou sous l'effet d'une drogue. Le battement spontané des cellules automatiques résulte de la dépolarisation membranaire diastolique

spontanée lente de la phase 4 du potentiel d'action. Cette dépolarisation spontanée est la plus pentue dans certaines cellules automatiques du noeud SA et ces cellules constituent le pacemaker physiologique du cœur qui entraîne la dépolarisation de toutes les autres cellules cardiaques. Les autres cellules automatiques constituent des pacemakers latents qui peuvent prendre la commande cardiaque dans des conditions pathologiques.

La fréquence de décharge normale des cellules pacemaker du noeud SA est entre 60 et 100 battements par minute. Elle est supérieure à la fréquence de décharge des sites pacemaker latents et ainsi le noeud SA maintient sa dominance sur le rythme cardiaque. Il y a normalement un gradient d'automatisme : les pacemakers proches du noeud sino-atrial ont une fréquence de décharge plus grande que les pacemakers latents plus éloignés.

b. Excitabilité et période réfractaire :

La capacité de répondre à un stimulus et d'engendrer un potentiel d'action est appelée excitabilité. C'est aussi la capacité de répondre à un influx cardiaque propagé depuis une cellule voisine. Comme nous l'avons vu précédemment, le potentiel d'action lui-même est le stimulus qui amène le potentiel transmembranaire des cellules voisines à son potentiel seuil et ce processus se répète jusqu'à ce que le cœur entier soit dépolarisé. Cette propriété est inhérente aussi bien aux cellules du tissu nodal et de conduction spécialisée qu'aux cellules myocardiques.

La période réfractaire correspond à l'état d'inexcitabilité d'une cellule qui suit une excitation spontanée ou passive. La cellule est inexcitable tant que la repolarisation est incomplète car les courants sodiques rapides I_{Na} et calciques lents I_{Ca} sont inactivés. Le voltage de l'intérieur de la cellule n'est pas devenu suffisamment négatif pour initier ou propager un potentiel d'action. La période

réfractaire est reliée à l'excitabilité en ce que la cellule est inexcitable quand le voltage est moins négatif que le seuil de potentiel mentionné précédemment. Cette période est connue comme la période réfractaire absolue et correspond à la phase 2 et au début de la phase 3 du décours du potentiel d'action. L'état de période réfractaire absolue est suivi par la période réfractaire relative lorsque la cellule est capable de répondre à un stimulus plus fort que la normale. A mesure que le voltage de la cellule devient plus négatif à la fin de la phase 3, le potentiel transmembranaire peut ne pas avoir atteint sa valeur normale de repos mais être cependant suffisamment négatif pour qu'un stimulus puissant puisse évoquer une réponse.

c. Conductivité :

La conduction de l'influx cardiaque résulte de la propagation de l'activité électrique d'une cellule spécialisée à une autre et finalement aux cellules myocardiques elles-mêmes. La vitesse de conduction est reliée à la valeur du potentiel transmembranaire de repos quand le potentiel d'action commence. Dans les cellules où le potentiel transmembranaire de repos est moins négatif, la pente de la phase 0 est diminuée et la vitesse de conduction est plus faible.

Physiologiquement, le rythme naissant dans le nœud sinusal active le myocarde atrial puis atteint le nœud atrio-ventriculaire et le tronc du faisceau de His. Cette activité gagne ensuite les branches droite et gauche du faisceau de His, les cellules de Purkinje et enfin les cellules du myocarde ventriculaire.

Le septum inter-ventriculaire est dépolarisé en premier de la gauche vers la droite, puis les ventricules de l'endocarde vers l'épicarde. Cette voie « nodo-hissienne » est la seule voie de passage électrique possible des atrioms vers le ventricule au travers du squelette fibreux du cœur.

d. Couplage excitation–contraction :

L'excitation électrique des cellules du myocarde commun par le tissu nodal, entraîne à leur niveau d'importants mouvements ioniques (notamment du calcium) déclenchant le raccourcissement des protéines contractiles (actine et myosine). Toutes les cellules myocardiques reçoivent l'impulsion électrique au cours d'un instant bref (6 à 8 / 100 seconde) pour se contracter de manière coordonnée et générer l'éjection sanguine cardiaque.

III. Applications cliniques :

1. Enregistrement de l'activité électrique du cœur et tracé de l'électrocardiogramme (ECG): (figure2)

a. Concepts de base :

L'électrocardiogramme (ECG) est un enregistrement graphique de l'activité électrique engendrée par le fonctionnement cardiaque. L'ECG est un des instruments de diagnostic les plus intéressants pour la reconnaissance de nombreuses pathologies ou anomalies cardiaques.

Les 6 déflexions majeures de l'ECG normal sont désignées par les lettres P, Q, R, S, T et U. Elles correspondent à l'énergie électrique engendrée par des mouvements des particules chargées à travers les membranes de la cellule myocardique que nous avons déjà évoqués précédemment, au cours des processus de dépolarisation et de repolarisation.

L'ECG est décrit en terme de ligne de base, d'ondes, de segments, d'intervalles et de complexes. La ligne de base est la ligne de départ ou de repos de l'ECG. Toute déflexion à partir de la ligne de base est appelée une onde. Une déflexion ou onde qui se maintient sur la ligne de base est appelée isoélectrique. Un segment est une ligne droite reliant des ondes comme le segment ST. Un intervalle est une onde plus

une ligne droite comme dans l'intervalle PR. Un complexe est un groupe d'ondes comme dans le complexe QRS. Une onde au-dessus de la ligne de base est considérée comme positive ; une onde au-dessous de la ligne de base est considérée comme négative. Si une déflexion présente à la fois une composante positive et une composante négative, elle est appelée biphasique ou diphasique.

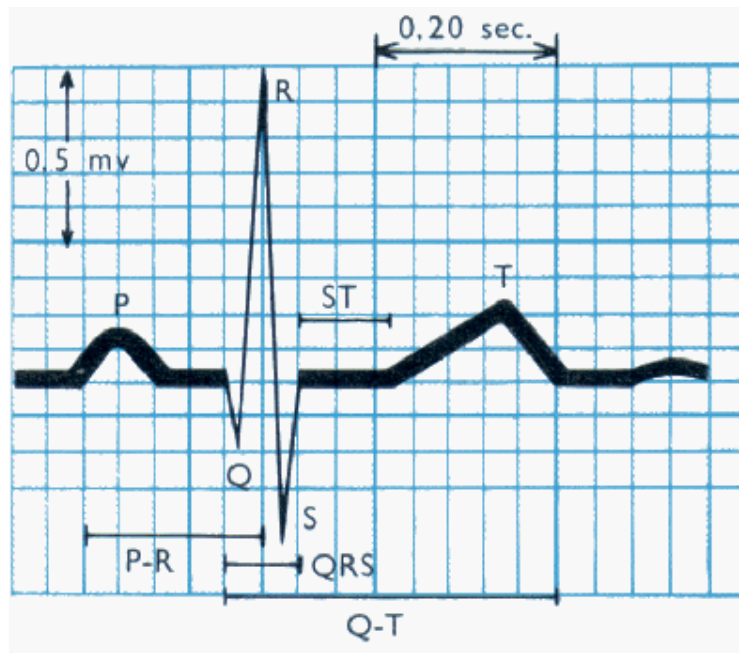


Figure 2

b. Ondes et complexes :

➤ L'onde P :

- **Signification** : L'onde P représente la dépolarisation atriale qui commence dès que l'influx quitte le nœud sinusal et que commence la dépolarisation atriale.
- **Forme** : L'onde P est doucement arrondie et peut être normalement positive, négative ou diphasique.
- **Amplitude** : L'onde P a une amplitude de 1 à 3 mm. Elle ne doit pas excéder 3mm.

- **Durée** : L'onde P dure moins de 0,12 s dans la dérivation D2.

► Le complexe QRS :

- **Signification** : Le complexe QRS représente la dépolarisation ventriculaire. Il peut avoir des composantes variables selon la dérivation dans laquelle l'ECG est enregistré.

- **Forme** :

- Onde Q : c'est la déflexion initiale négative précédant une onde R.
- Onde R : c'est la première déflexion positive.
- Onde S : c'est la déflexion négative qui suit une onde R.
- Onde R' : c'est la seconde déflexion positive.
- Onde S' : c'est la déflexion négative suivant l'onde R'.
- Onde QS : c'est une déflexion totalement négative.

- **Amplitude** : Le complexe QRS a des limites normales très larges.

- Les limites basses :

Pour le complexe QRS : 5 mm en V1 et V6.

7 mm en V2 et V5.

9 mm en V3 et V4.

L'onde R : au moins une onde est supérieure à 8 mm dans les dérivations précordiales.

- Les limites supérieures :

L'onde R, 5 mm en V1 ; 30 mm en V5, V6 ; 20 mm dans les dérivations des membres.

L'onde S : 30 mm en V1, V2 ; 20 mm dans les dérivations des membres.

Onde R + onde S : la plus grande onde R dans les dérivations précordiales gauches + la plus profonde onde S dans les dérivations précordiales droites ne devraient excéder 40 mm.

Proportions des ondes Q et R : l'amplitude de l'onde Q ne devrait pas être supérieure au quart de l'amplitude de l'onde R dans n'importe quelle dérivation précordiale.

- **Durée :**

Dans les dérivations précordiales : le complexe QRS varie entre 0,06 et 0,12 s.

L'onde Q : ne devrait pas excéder 0,04 s.

➤ **L'onde T :**

- **Signification :** L'onde T représente la repolarisation des ventricules (la période de récupération électrique).
- **Forme :** Elle est, normalement, légèrement arrondie et légèrement asymétrique. La pente de la branche descendante est plus prononcée que celle de la branche ascendante.
- **Amplitude :** Elle n'excède normalement pas 5 mm dans toutes dérivations standards ou 10 mm dans les dérivations précordiales.
- **Durée :** Elle est difficile à évaluer. Habituellement, on évalue la durée de l'intervalle QT.

➤ **L'onde U :**

- **Signification :** Lorsqu'elle existe, l'onde U représente probablement la repolarisation tardive de régions du myocarde tels que les muscles papillaires ou les fibres de Purkinje. C'est en somme une phase tardive de l'onde T de repolarisation.
- **Forme :** Elle est légèrement arrondie.
- **Amplitude :** Elle est de faible voltage : 5 à 50 % de celle de l'onde T. La plus grande onde U est enregistrée dans les dérivations V2 et V3 dans lesquelles son amplitude peut atteindre 2 mm.

c. Segments et intervalles :

➤ Le segment PR :

- **Signification :**

Le segment PR représente le temps entre la fin de la dépolarisation atriale et le début de la dépolarisation ventriculaire. Pendant ce segment se produit la dépolarisation du nœud atrio-ventriculaire et la propagation dans le faisceau de HIS.

➤ Le segment ST :

- **Signification :** Le segment ST représente le temps entre la dépolarisation complète des ventricules et le commencement de leur repolarisation.
- **Forme :** Le segment ST est normalement horizontal ou légèrement oblique.
- **Amplitude :** Le segment ST est habituellement isoélectrique mais il peut présenter une déviation normale de -1 à + 1 mm depuis la ligne de base.

➤ L'intervalle PR :

- **Signification :** L'intervalle PR représente le temps durant lequel, depuis la sortie du nœud sino-atrial, se déroule la conduction de l'influx cardiaque dans le tissu myocardique atrial droit et gauche, dans le nœud atrio-ventriculaire et dans le faisceau de HIS et réseau de PURKINJE.
- **Durée :** L'intervalle PR varie entre 0,12 et 0,22 s (3 à 5 petits carreaux sur le tracé ECG).

➤ L'intervalle QT :

- **Signification :** L'intervalle QT représente la durée totale de la dépolarisation et de la repolarisation des deux ventricules.
- **Durée :** L'intervalle QT varie entre 0,35 et 0,50 s (approximativement 9 à 12 petits carreaux sur l'enregistrement ECG). La durée de QT diminue avec l'augmentation de la fréquence cardiaque.

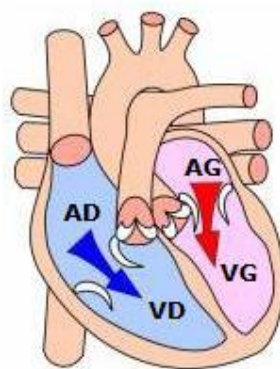
2. Pathologies de l'activité électrique du cœur :

Le tissu nodal peut être déficient à tous les niveaux entraînant des risques d'arrêt transitoire (syncope) ou permanent (mort subite) de l'activité cardiaque. A l'inverse, il peut exister des voies supplémentaires de conduction entre atriums et ventricules appelées voies de pré-excitation qui peuvent exposer les patients qui en sont atteints à des troubles du rythme cardiaque sévères.

IV. Le cycle cardiaque ou révolution cardiaque:

L'activité électrique périodique sus-décrite engendre l'activité mécanique du cœur, dominée par la contraction puis la relaxation des ventricules (la contraction des atriums n'a qu'une incidence limitée sur la fonction cardiaque normale). La succession d'une systole ventriculaire et d'une diastole ventriculaire forme un cycle cardiaque.

1. Systole atriale : (figure 3)



Systole atriale

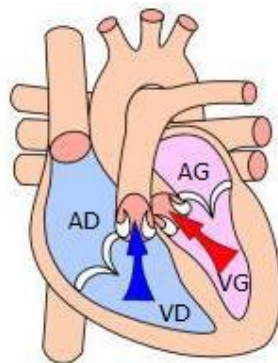
Figure 3

Elle survient au terme de la diastole ventriculaire, au moment où le ventricule est prêt à rentrer de nouveau en contraction, pour finir son remplissage. La contraction des atriums progresse de haut en bas, poussant le sang devant elle. L'absence de

valves au niveau des veines caves et pulmonaires entraîne un léger reflux de sang vers celles-ci, mais de façon minime, du fait :

- du type de la contraction atriale
- de l'inertie du flux sanguin
- de la contraction du muscle atrial entourant les orifices des veines caves et pulmonaires
- des faibles pressions développées par les atriums.

2. Systole ventriculaire : (figure4)



Systole ventriculaire

Figure 4

a. **Contraction isovolumétrique :**

Dès le début de la contraction ventriculaire, l'élévation de la pression dans cette cavité ferme la valve atrio-ventriculaire. Cela produit le 1^{er} bruit (toux). Les valves sigmoïdes étant fermées, la cavité est close. La contraction va se faire à volume constant. Sous l'effet de la contraction, la pression s'élève très vite jusqu'à ce qu'elle dépasse la pression diastolique aortique pour le ventricule gauche, et la pression diastolique dans l'artère pulmonaire pour le ventricule droit. Cette inversion du gradient de pression provoque l'ouverture des valves sigmoïdes.

b. L'éjection ventriculaire :

Le début de cette phase coïncide avec l'ouverture des valves sigmoïdes. Pendant le premier temps de l'éjection, la pression monte parallèlement dans l'aorte et le VG ou dans l'artère pulmonaire et le VD. C'est la phase d'éjection rapide. La deuxième phase d'éjection est la phase d'éjection lente, pendant ce temps la pression tend à se stabiliser dans l'artère et dans la cavité ventriculaire de telle sorte que la contraction peut être considérée comme isotonique. Cette phase se termine lorsque la pression des artères est égale à celle des ventricules ce qui permet la fermeture des valvules sigmoïdes à l'origine du bruit 2eme bruit (TA).

NB : Le ventricule n'est jamais entièrement vidé, seulement 50% du volume télédiastolique est éjecté durant la systole ventriculaire.

3. Diastole ventriculaire :

a. La relaxation isovolumétrique : elle débute avec la fermeture des valves sigmoïdes. L'ensemble du myocarde est en relaxation (donc y compris les atriums). La cavité ventriculaire est close de toutes parts. La pression ventriculaire baisse alors très vite.

b. Remplissage ventriculaire :

- Passif : dès que la pression intra-ventriculaire est voisine de zéro, les valves mitrales et tricuspides s'ouvrent sous la poussée du sang atrial, le sang fait irruption dans les ventricules.
- Actif : il correspond à la systole atrial.

V. Le jeu des valves :

Les valves sont constituées par du tissu fibreux souple et extrêmement résistant, ce qui leur confère des propriétés mécaniques que l'homme n'a pas été capable de reproduire jusqu'à présent. En effet :

- Lorsqu'elles sont ouvertes elles n'offrent pas de résistance à l'écoulement
- Lorsqu'elles sont fermées, elles assurent une étanchéité parfaite
- Elles n'entraînent aucune lésion des éléments figurés du sang.

Le jeu de valves va orienter l'écoulement sanguin lors de la contraction ventriculaire et permettre l'efficacité de cette contraction.

Le ventricule droit possède une valve d'entrée : la valve tricuspide, qui est composée de trois valvules et une valve de sortie : la valve pulmonaire qui est composée de trois valvules en nid de pigeon.

Le ventricule gauche possède : une valve d'entrée : la valve mitrale qui est composée de deux valvules et une valve de sortie : la valve aortique qui est composée de trois valvules en nid de pigeon.

1. Les valves atrio-ventriculaires :

Elles sont constituées de 2 ou de 3 valvules, le jeu de ces valvules est passif, il dépend des régimes de pression entre l'atrium et le ventricule et de l'écoulement sanguin au niveau des valves. A la fin du remplissage ventriculaire, la contraction des atrioms parfait le remplissage ventriculaire et provoque des tourbillons qui décollent les valvules de la paroi ventriculaire ce qui permet une fermeture très rapide de ces valvules lorsque la pression dans le ventricule est supérieure à celle de l'atrium et évite un reflux dans l'atrium au début de la systole ventriculaire.

2. Les valves sigmoïdes :

Elles sont composées de 3 valvules disposées en nid de pigeon, ce qui assure une étanchéité parfaite et une absence de résistance à l'écoulement pendant la systole.

A la fin de la phase d'éjection aortique, lorsque la pression dans le ventricule gauche devient inférieure à la pression aortique, il se produit un bref reflux de sang dans le ventricule gauche qui ferme les valves sigmoïdes. Le même phénomène se produit au niveau des sigmoïdes pulmonaires.

VI. Bruits du cœur :

Au cours de l'auscultation cardiaque, 2 bruits du cœur sont habituellement audibles :

1. Le premier bruit B1 :

Au début de la systole, est induit par la fermeture des valves atrio-ventriculaires, tricuspide et mitrale. Sa tonalité est sourde et maximale à l'apex du cœur (onomatopée « toum »).

2. Le deuxième bruit B2 :

Au début de la diastole, est provoqué par la fermeture des valves semi-lunaires, aortiques et pulmonaires. Sa tonalité, plus haute et sèche, est maximale à la base du cœur (onomatopée « ta »).



RESUME

Le cœur est un organe noble par excellence, il joue un rôle vital par ses contractions rythmiques. Ce muscle creux, situé dans le médiastin moyen entre les 2 poumons, est très riche anatomiquement non seulement dans sa configuration mais aussi dans ses rapports.

La première partie de notre travail sera consacrée à présenter la description du cœur selon les différentes branches d'anatomie (embryologie, topographie, radiologie et chirurgie) à partir des données recueillies de la littérature. Cette description sera accompagnée des illustrations, des schémas et des tableaux récapitulatifs.

Une dissection anatomique sur 4 cadavres de différents âges sera effectuée au sein du laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Fès, dont l'objectif est de :

- Montrer d'abord la position du massif cardiaque, puis ses rapports avec les différentes structures thoraciques, grâce à des coupes transversales étagées.
- Ressortir les particularités anatomiques chez l'enfant.
- Préciser les différents éléments anatomiques constitutifs du cœur que ce soit dans sa configuration externe ou interne.

À travers ce travail, nous allons essayer de présenter un aperçu de l'implication clinique de chaque partie du cœur, afin de non seulement dépeindre fidèlement le cœur humain, mais aussi pour le rendre plus vivant.

ABSTRACT

The heart is a noble organ by excellence, it plays a vital role in its rhythmic contractions. This hollow muscle, located in the middle mediastinum between the two lungs, is very rich not only in its anatomical configuration but also in its reports.

The first part of our work is devoted to present the description of the heart by the different branches of anatomy (embryology, topography, radiology and surgery) from data collected from the literature. This description is accompanied by illustrations, diagrams and summary tables.

Anatomical dissection on four bodies of different ages will be in the anatomy laboratory of the Faculty of Medicine of Fez, whose purpose is to:

- Show the position of the heart, and its relationship with different structures chest with stepped cross-sections.
- Show up the anatomical peculiarities in children.
- Identify the various elements constituting the anatomical heart in either external or internal configuration.

Through this work, we will try to present an overview of the clinical implications of each part of the heart to not only accurately portray the human heart, but also to make it more alive.

ملخص

القلب عضو نبيل بامتياز، إذ يلعب دورا حيويا بفضل تعلقاته الإيقاعية. هذه العضلة المجوفة التي تقع في منتصف المنصف بين الرئتين، غنية ليس فقط في شكلها ولكن أيضا في علاقاتها مع بقية الأعضاء.

سنخصص الجزء الأول من عملنا لتقديم وصف للقلب حسب مختلف فروع علم التشريح (علم الأجنة، الطبوغرافيا، الأشعة والجراحة)، من خلال المعلومات المستخلصة من المراجع. سيرافق هذا الوصف برسومات توضيحية وجدول ملخصة.

سنقوم بتشريح أربع جثث من أعمار مختلفة في مختبر التشريح بكلية الطب بفاس، وذلك

من أجل:

- إبراز موقع القلب وعلاقاته مع مختلف الأعضاء الصدرية، وذلك من خلال المقاطع العرضية التصاعدية.
- تسليط الضوء على خصوصيات التشريح لدى الطفل.
- تحديد العناصر التي تسهل في تكوين القلب في شكله الخارجي أو الداخلي.

من خلال هذا العمل سنحاول تقديم نبذة عن التدخل السريري لكل جزء من أجزاء القلب، وذلك ليس فقط لتصويره بطريقة مجردة، ولكن لاضفاء طابع حي على هذا العمل.

REFERENCES

- [1] Encyclopédie Imago Mundi : La découverte du corps, L'histoire de l'anatomie.
- [2] Heart Symbol & Heart Burial, par Dr. Arnim à Dietz professeur de cardiologie en Allemagne.
- [3] Anderson RH, Becker AE. 1980. The development of the heart. Chap. 10. In: Anderson RH, Becker AE, editors. Cardiac Anatomy. London: Gower Medical Publishing.
- [4] Anderson RH, Webb S, Brown NA, Lamers W, Moorman A. 2003a. Development of the heart, Part 2. Septation of the atriums and ventricles. Heart 89:949-958.
- [5] Anderson RH, Webb S, Brown NA, Lamers W, Moorman A. 2003b. Development of the heart, Part 3. Formation of the ventricular outflow tracts, arterial valves, and intrapericardial arterial trunks. Heart 89:1110-1118.
- [6] Anderson RH, Brown NA, Moorman AF. 2006. Development and structures of the venous pole of the heart. Dev Dyn 235:2-9.
- [7] Abu-Issa R, Waldo K, Kirby ML. 2004. Heart fields: One, two or more? Dev Biol 272:281-285.

- [8] Bajolle F, Zaffran S, Kelly RG, Hadchouel J, Bonnet D, Brown NA, Buckingham ME. 2006. Rotation of the myocardial wall of the outflow tract is implicated in the normal positioning of the great arteries. *Circ Res* 98:421–428.
- [9] Wenink A.C. Embryologie des tissus de conduction *Coeur* 1982 ; 13 : 479-490.
- [10] Christoffels VM, Habets PE, Franco D, Campione M, de Jong F, Lamers WH, Bao ZZ, Palmer S, Biben C, Harvey RP, Moorman AF. 2000. Chamber formation and morphogenesis in the developing mammalian heart. *Dev Biol* 223:266–278.
- [11] Kanani M., Moorman A.F., Cook A.C., Webb S., Brown N.A., Lamers W.H. , et al. Development of the atrioventricular valves: clinicomorphological correlations *Ann. Thorac. Surg.* 2005 ; 79 : 1797-1804
- [12] Oosthoek P.W., Wenink A.C., Vrolijk B.C., Wisse L.J., DeRuiter M.C., Poelmann R.E. , et al. Development of the atrioventricular valve tension apparatus in the human heart *Anat. Embryol. (Berl.)* 1998 ; 198 : 317-329
- [13] Lamers W.H., Viragh S., Wessels A., Moorman A.F., Anderson R.H. Formation of the tricuspid valve in the human heart *Circulation* 1995 ; 91 : 111-121
- [14] De Lange F.J., Moorman A.F., Anderson R.H., Männer J., Soufan A.T., de Gier-de Vries C. , et al. Lineage and morphogenetic analysis of the cardiac valves *Circ. Res.* 2004 ; 95 : 645-654
- [15] Hurle J.M., Colvee E., Blanco A.M. Development of mouse semilunar valves *Anat. Embryol. (Berl.)* 1980 ; 160 : 83-91

[16] Männer J., Perez-Pomares J.M., Macias D., Munoz-Chapuli R. The origin, formation and developmental significance of the epicardium: a review *Cells Tissues Organs* 2001 ; 169 : 89-103

[17] Reese D.E., Mikawa T., Bader D.M. Development of the coronary vessel system *Circ. Res.* 2002 ; 91 : 761-768

[18] Wada A.M., Willet S.G., Bader D. Coronary vessel development: a unique form of vasculogenesis *Arterioscl. Thromb. Vasc. Biol.* 2003 ; 23 : 2138-2145

[19] Vrancken Peeters M.P., Gittenberger-de Groot A.C., Mentink M.M., Hungerford J.E., Little C.D., Poelmann R.E. The development of the coronary vessels and their differentiation into arteries and veins in the embryonic quail heart *Dev. Dyn.* 1997 ; 208 : 338-348

[20] Kim I., Ryu Y.S., Kwak H.J., Ahn S.Y., Oh J.L., Yancopoulos G.D. , et al. EphB ligand, ephrin B2, suppresses the VEGF- and angiopoietin-1 induced Ras/mitogen-activated protein kinase pathway in venous endothelial cells *FASEB J.* 2002 ; 16 : 1126-1128

[21] www.embryology.ch

[22] Embryologie humaine. **MANUEL MARK 2007.** 1. CHAPITRE SEPTIEME. Système cardio-vasculaire.

[23] Embryologie humaine. William Larsen Chapitre 7. Développement du cœur.

- [24] Bouchet A, Cuilleret J. La région cardiaque, la région supra-cardiaque. In: Bouchet A, Cuilleret J. Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle. Villeurbanne : Simep ; 1983. p 973-1050
- [25] Christides C, Cabrol C. Anatomie du cœur et du péricarde. In: Chevrel JP. Anatomie clinique : le tronc. Paris : Springer-Verlag ; 1994. p 141-76.
- [26] Rouviere H. *Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle* Paris: Masson (1974). 140-141.
- [27] Latrémouille C., Vincentelli A., Zegdi R., D'Attellis N., Chachques J.C., Lassau J.P, et al. Autologous pericardial patch harvesting site for cardiac valve repair: anatomic and morphometric consideration *J. Heart Valve Dis.* 1998; 7 : 19-23
- [28] Anderson RH, Razavi R, Taylor AM. Cardiac anatomy revisited. *J Anat* 2004;205:159-177.
- [29] Anderson RH. Clinical anatomy of the aortic root. *Heart* 2000;84:670-673.
- [30] Ho SY. 2002. Anatomy of the mitral valve. *Heart* 88(Suppl 4):5-10.
- [31] Patel S. 2008. Normal and anomalous anatomy of the coronary arteries. *Semin Roentgenol* 43:100-112.
- [32] Ludinghausen MV. 2003. *The Clinical Anatomy of Coronary Arteries*. New York: Springer.

[33] Anderson RH, Frater RW. 2006. How can we best describe the components of the mitral valve? *J Heart Valve Dis* 15:736–739.

[34] Wilcox BR, Cook AC, Anderson RH. 2004. *Surgical Anatomy of the Heart*. Cambridge: Cambridge University Press. p 59–64. 98 Muresian

[35] Antunes MJ. The aortic valve: an everlasting mystery to surgeons. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;28:855–856.

[36] Ansari A. 2001. Anatomy and clinical significance of ventricular Thebesian veins. *Clinical Anatomy* 14:102–110.

[37] Bales GS. 2004. Great cardiac vein variations. *Clin Anat* 17:436–443.

[38] James TN. 1961. *Anatomy of the coronary arteries*. New York: Paul B. Hoeber.

[39] Anderson RH, Becker AE. Anatomy of conducting tissues revisited. *Br Heart J* 1978;40,suppl:2-16.

[40] Anderson RH, Wilcox BR. 1995. Understanding cardiac anatomy: The prerequisite for optimal cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 59:1366–1375.

[41] Massing GK, James TN. Anatomical configuration of the His bundle and bundle branches in the human heart. *Circulation* 1976;53:609-21.

- [42] Anderson RH, Freedom RM: Normal and abnormal structure of the ventriculo-arterial junctions. *Cardiol Young* 15:3-16, 2005
- [43] Merrick AF, Yacoub MH, Ho SY, et al: Anatomy of the muscular subpulmonary infundibulum with regard to the Ross procedure. *Ann Thorac Surg* 69:556-561, 2000
- [44] Mac Alpine W.A. *Heart and coronary arteries* New York: Springer Verlag (1975).
- [45] Ranganathan N., Lam J.H., Wigle E.D., Silver M.D. Morphology of the human mitral valve. II. The valve leaflets *Circulation* 1970 ; 41 : 459-467
- [46] Van Der Spuy J.C. The functional anatomy of the base of the heart *S. Afr. Med. J.* 1965 ; 39 : 587-590
- [47] Silver M.D., Lam J.H., Ranganathan N., Wigle E.D. Morphology of the human tricuspid valve *Circulation* 1971 ; 43 : 333-348
- [48] Lam J.H., Ranganathan N., Wigle E.D., Silver M.D. Morphology of the human mitral valve. I. Chordae tendinae: a new classification *Circulation* 1970 ; 41 : 449-458
- [49] Acar J, Acar C, Deloche A. *Cardiopathies valvulaires acquises*: anatomie et physiologie des valvules mitrale et tricuspide. Paris: Flammarion; 1985 (5-20).

[50] Henry E., Courbier R., Rochu P. *La valvule tricuspide : l'appareil sous-valvulaire : les cavités cardiaques, introduction anatomique à la chirurgie intracardiaque* Paris: Masson (1959). (10-20).

[51] Walmsley R., Watson H. *Clinical anatomy of the heart* Edinburgh: Churchill Livingstone (1978). 91-112.

[52] Becker A.E., De Wit A. Mitral valve apparatus. A spectrum of normality relevant to mitral valve prolapse *Br. Heart J.* 1979 ; 42 : 680-689

[53] www.wikipedia.org

[54] Carpentier A., Deloche A., Dauptain J., Soyfer R., Blondeau P., Piwnica A. , et al. A new reconstructive operation for correction of mitral and tricuspid insufficiency *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1971 ; 61 : 1-13

[55] Ramshevi S.A., Pargaonkar S., Lassau J.P., Acar C. Morphologic classification of the mitral papillary muscles *J. Heart Valve Dis.* 1996 ; 5 : 472-476

[55] ANATOMIE MEDICALE. PAR KEITH LEAN MOORE,ARTHUR F. DALLEY. 2001. P : 120-142.

[56] Zimmerman J., Bailey C.P. The surgical significance of the fibrous skeleton of the heart *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1962 ; 44 : 701

[57] ANATOMIE CLINIQUE. TOME 3.THORAX ABDOMEN. 2009. **PIERRE KAMINA.** P : 103-125.

[58] Edwards E.D. Applied anatomy of the heart Cardiology: fundamentals and practice St Louis: CV Mosby-Year Book (1991). 47-51

[59] Broderick L.S., Brooks G.N., Kuhlman J.E. Anatomic pitfalls of the heart and pericardium *Radiographics* 2005 ; 25 : 441-453

[60] Bull R.K., Edwards P.D., Dixon A.K. CT dimensions of the normal pericardium *Br. J. Radiol.* 1998 ; 71 : 923-925

[61] PENTHER PH, BARRA JA, BLANC JJ Étude anatomique descriptive des gros troncs coronariens et des principales collatérales épiscopariques. *Nouv. Presse méd.* 1976 ; 5 : 71-75

[62] Mc ALPINE W.A. - Heart and coronary arteries. - Springer-Verlag, édit., Berlin, Heidelberg, 1976.

[63] Wang K., Gibson D.G., Anderson R.H. Architecture of atrial musculature in humans *Br. Heart J.* 1995 ; 73 : 559-565

[64] Fernandez-Teran M.A., Hurle J.M. Myocardial fiber architecture of the human heart ventricles *Anat. Rec.* 1982 ; 204 : 137-147

[65] Gaux J.C. Imagerie du coeur et des vaisseaux Paris: Flammarion (1992).

[66] O. Vignaux. *Presse Med* 2004; 33: 891-895 ; 2004, Masson, Paris.

[67] *Anatomy of the Heart by Multislice Computed Tomography* F. F. Faletta, N. G. Pandian and Siew Yen Ho. 2008.

[68] www.acc.org/clinical/guidelines/echo

[69] www.sfcadio.fr/recommandations/sfc/recommandations-de-la-filiale-echocardiographie.

[70] ÉCHOCARDIOGRAPHIE TRANSCŒSOPHAGIENNE. S. MIHAILEANU, O. Chioncel. *EMC - Cardiologie* 2012.

REFERENCES FIGURES

GENERALITES

Figure 1 : www.universite-de-savoie.nice-board.com

Figure 2 : <http://4.bp.blogspot.com>

Figure 3 : www.char-fr.net

Figure 4 : <http://met-imaglib.epochtimes.com>

Figure 5 : <http://histoire-de-coeur-tpe.e-monsite.com>

Figure 6 : www.amis-arts.com

POSITION ET RAPPORTS DU CŒUR

Figure 1 : <http://www.oganatomy.org>

Figure 2 : <http://www.oganatomy.org>

Figure 3 : <http://php.med.unsw.edu.au>

Figure 4,5 : Embryologie humaine. MANUEL MARK 2007. 1. CHAPITRE SEPTIEME.

SYSTEME CARDIO-VASCULAIRE.

Figure 6 : www.embryology.ch

Figure 7 : <http://www.vhlab.umn.edu>

Figure 8 : www.ars.els-cdn.com

Figure 9 : <http://www.stethographics.com>

Figure 10 : www.i.ytimg.com

Figure 11 : www.media.tumblr.com

PERICARDE

Figure 1: www.aquaportail.com

Figure 2, 3,4 : www.embryology.ch

Figure 5 : www.carabinsnicois.fr

Figure 6 : www.bionalogy.com

Figure 7 : www.cardiachealth.org

Figure 8 : www.univ-brest.fr

Figure 9 : www.ipv6.shsmu.edu.cn

Figure 10 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition. Section 3 thorax. planche 215.

Figure 11 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition. Section 3 thorax. planche 211.

Figure 12 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 13,14 : www.ars.els-cdn.com

Figure 15 : www.classconnection.s3.amazonaws.com

Figure 16 : www.docvadis.fr

Figure 17 : www.hopital-riviera.ch

ANATOMIE DE SURFACE

Figure 1 : www.ars.els-cdn.com

Figure 2 : <http://lifeinthefastlane.com>; <http://4.bp.blogspot.com>; www.fascicules.fr

Figure 3 : www.visuallymedical.com

Figure 4, 5, 6: www.chups.jussieu.fr

Figure 7 : www.us.123rf.com

Figure 8 : www-sop.inria.fr

Figure 9 : www.home.comcast.net

CAVITES CŒUR

Figure 1 : www.d2.img.v4.skyrock.net

Figure 2, 3 : www.chups.jussieu.fr

Figure 4 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition.Section 3 thorax.panche 220.

Figure 5 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 6 : www.cardiacsurgery.ctsnetbooks.org

Figure 7 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition.Section 3 thorax.panche 221.

Figure 8 : www.practicalhospital.com

Figure 9 : www.chups.jussieu.fr

Figure 10 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition.Section 3 thorax.panche 220.

Figure 11 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition.Section 3 thorax.panche 221.

SEPTUM DU CŒUR

Figure 1: www.chups.jussieu.fr

Figure 2, 3 : Embryologie humaine. MANUEL MARK 2007. 1. CHAPITRE SEPTIEME. Système cardio-vasculaire.

Figure 4 : www.angelfire.com

Figure 5: <http://o.quizlet.com>

Figure 6 : Atlas d'anatomie humaine de Frank Netter. 4eme édition.Section 3 thorax.panche 221.

Figure 7 : www.classconnection.s3.amazonaws.com

Figure 8 : www.yale.edu

Figure 9: Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

APPAREIL VALVULAIRE

Figure 1: www.vulgariz.com

Figure 2 : www.u.jimdo.com

Figure 3 : www.heart-valve-surgery.com

Figure 4: www.vevs.com.au

Figure 5: www.s1219.beta.photobucket.com

Figure 6 : www.heartlungdoc.com

Figure 7 : www.mitralvalverepair.org

Figure 8: www.cdn.c.photoshelter.com

Figure 9 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 10 : www.pe.sfrnet.org

Figure 11 : www.cliniquemedecine.com

Figure 12: www.annalscts.com

Figure 13 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 14: www.pe.sfrnet.org

Figure 15 : www.irmcardiaque.com

Figure 16: www.larousse.fr

Figure 17 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 18 : www.pe.sfrnet.org

Figure 19 : www.texashealth.org

Figure 20 : www.vulgariz.com

Figure 21 : www.doctorette.info

Figure 22 : Service de cardiologie CHU HASSAN II Fès. Échocardiographie réalisée par Pr. LAHLOU.

Figure 23 : www.pe.sfrnet.org

Figure 24 : www.educationcoeur.be

Figure 25 : www.pifo.uvsq.fr

Figure 26 : www.e-cardiologie.com

STRUCTURE

Figure 1 : www.edu.upmc.fr

Figure 2 : www.harunyahya.com

Figure 3 : www.o.quizlet.com

Figure 4 : www.anthropotomy.com

Figure 5 : www.mcatzone.com

Figure 6 : www.tylercvc.com

Figure 7 : www.drugline.org

Figure 8 : www.ctsnet.org

Figure 9, 10, 11 : www.user.gru.net

Figure 12 : www.legacy.owensboro.kctcs.edu

Figure 13: www.yalemedicalgroup.org

INNERVATION DU COEUR

Figure 1: www.prevast.pascal.free.fr

VASCULARISATION DU COEUR

Figure 1 : www.umm.edu

Figure 2 : <http://www.em-consulte.com/article/218262/embryologie-du-coeur-normal>

Figure 3: www.daviddarling.info

Figure 4 : 117 kamina ou 86 sobota

Figure 5 : www.cardio-paramed.com

Figure 6 : Anatomy of the Heart by Multislice Computed Tomography F. F. Faletra, N. G. Pandian and Siew Yen Ho. 2008.CHAPITRE 8 Coronary artery anatomy .P :101.

Figure 7 : www.drkamaldeep.files.wordpress.com

ANATOMIE RADIOLOGIQUE

Figure 1, 2 : www-sante.ujf-grenoble.fr

Figure 3, 5, 7, 8, 9, 10 : www.yale.edu

Figure 4 : www.med.nus.edu.sg

Figure 6 : www.definityimaging.com

Figure 11 : www.umanitoba.ca

Figure 12 : ÉCHOCARDIOGRAPHIE TRANSŒSOPHAGIENNE. S. MIHAILEANU, O. Chioncel.EMC - Cardiologie 2012.

Figure 13: Anatomy of the Heart by Multislice Computed Tomography F. F. Faletra, N. G. Pandian and Siew Yen Ho. 2008. CHAPITRE 2 et 3.

Figure 14, 15: <http://www.em-consulte.com/article/121645/article/anatomie-du-coeur-et-des-arteres-coronaires>

DISSECTION ANATOMIQUE

Planches de dissection du laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine et de pharmacie de Fès.

ANATOMIE CHIRURGICALE

Surgy for congenital heart defects. 3 eme édition 2006. J.F.Stark.M.R.de leval ,and V.T.Tsang. Chapitre 26

www.sberrylai.com

ANATOMIE FONCTIONNELLE

Figure 1 : medsante.med.univ-rennes1.fr

Figure 2 : www.pharmaciedelepoulle.com

Figure 3, 4 : www.futura-sciences.com