

# Imagerie du cœur et des vaisseaux

Pr A. BAALI-BOUDOUMI  
CHU NAFISSA HAMOUD

## **PLAN**

I- Introduction

II- Intérêt de la question

III- Rappel anatomique

IV-Technique d'exploration : - Radiographie standard

- Echocardiographie
- Scanner
- IRM
- Coronarographie
- Scintigraphie

V-Conclusion

# I-Introduction

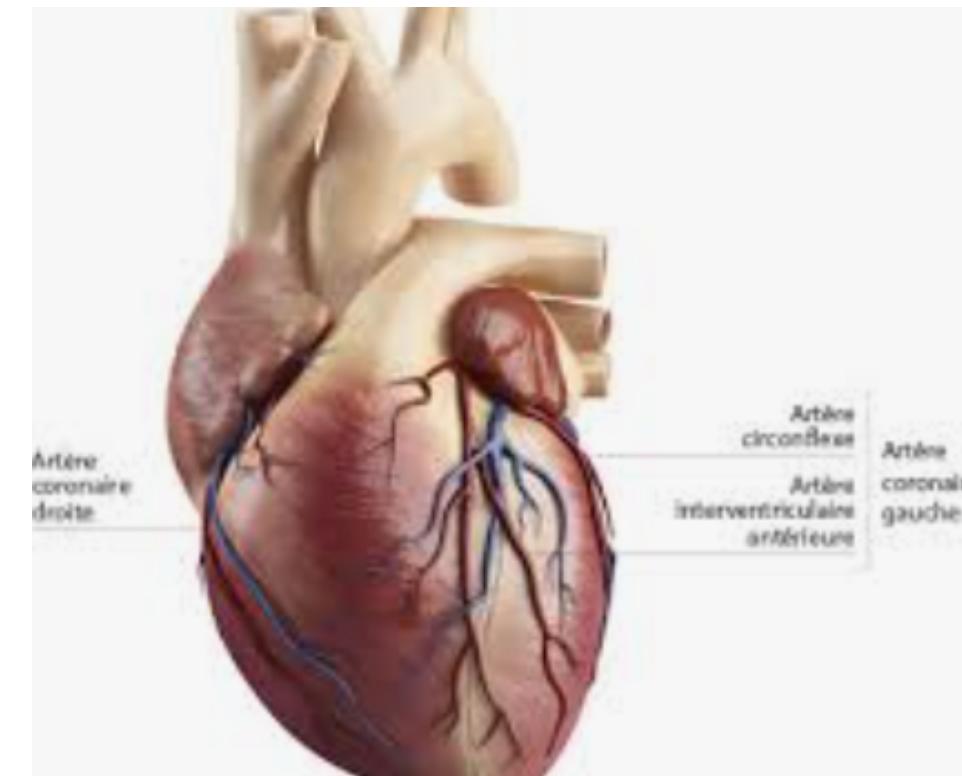
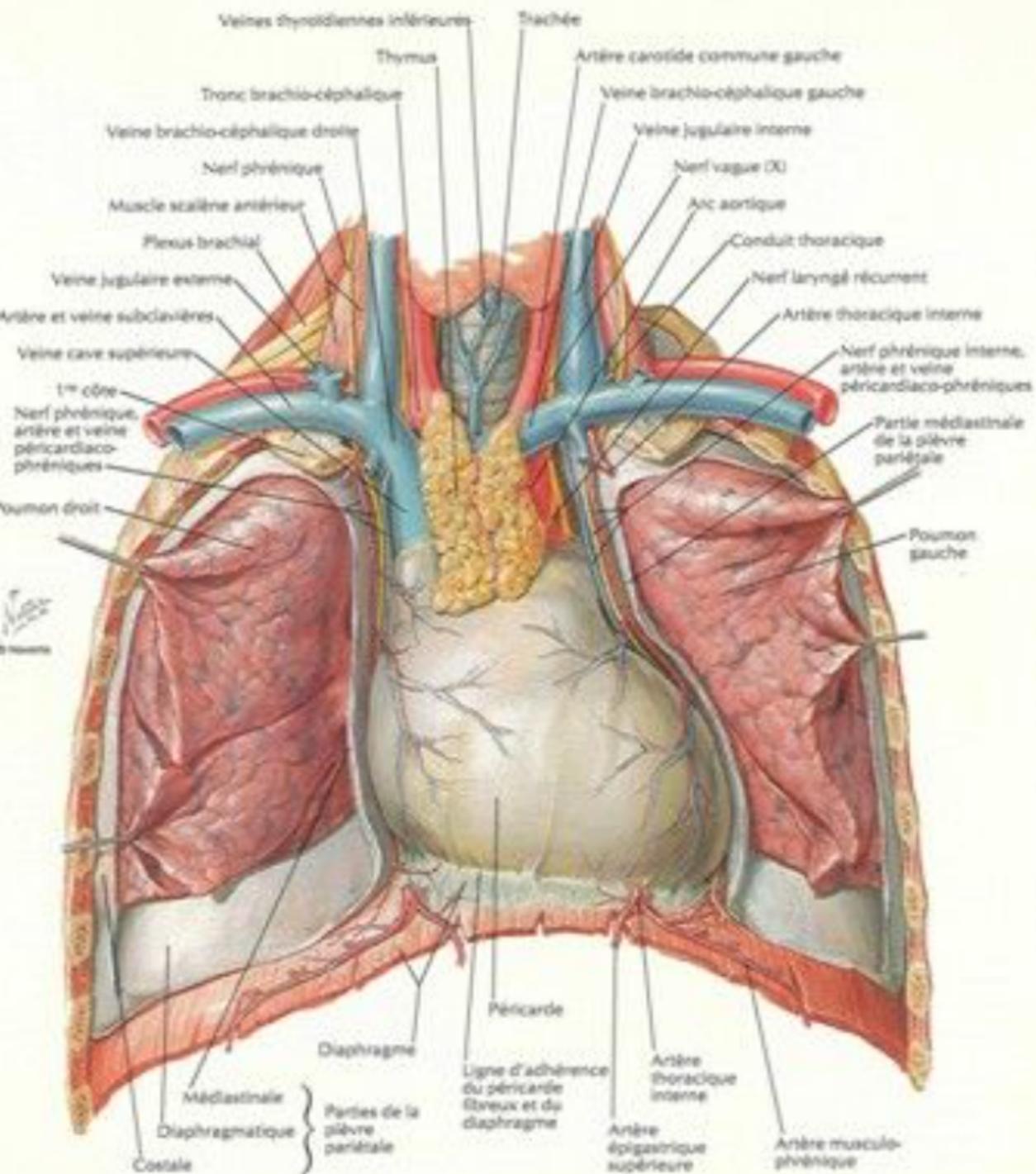
- Les examens complémentaires, appelés aussi paracliniques, viennent en complément de l'analyse clinique qui doit toujours se situer en amont de leur prescription.
- Dans leur principe, les examens du cœur et des vaisseaux peuvent faire appel à des techniques de transformation d'un signal émis par l'organe (activité électrique du cœur analysée par l'electrocardiogramme), ou à l'analyse de la réponse du cœur ou des vaisseaux à un signal venu de l'extérieur (exemple : imageries cardiaques).

## II-Intérêt de la question

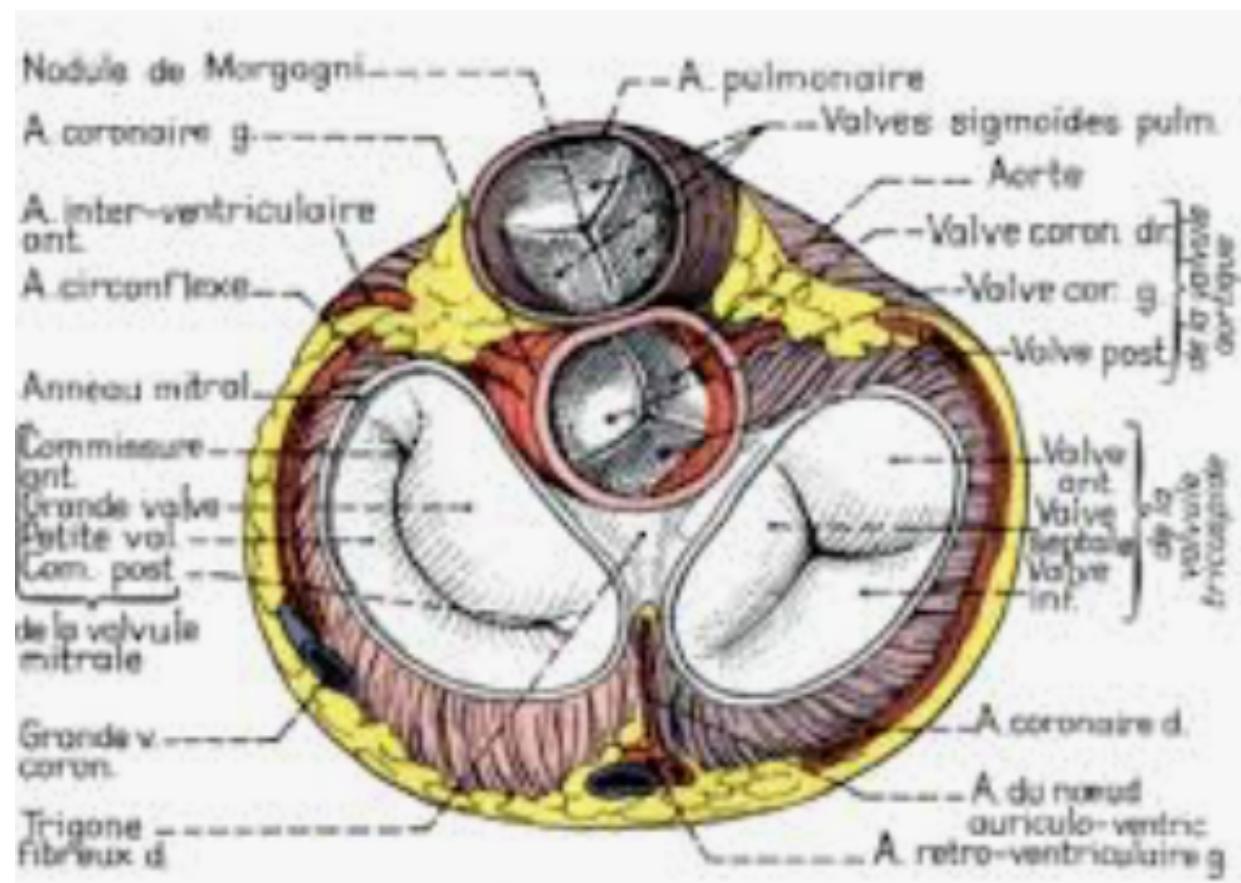
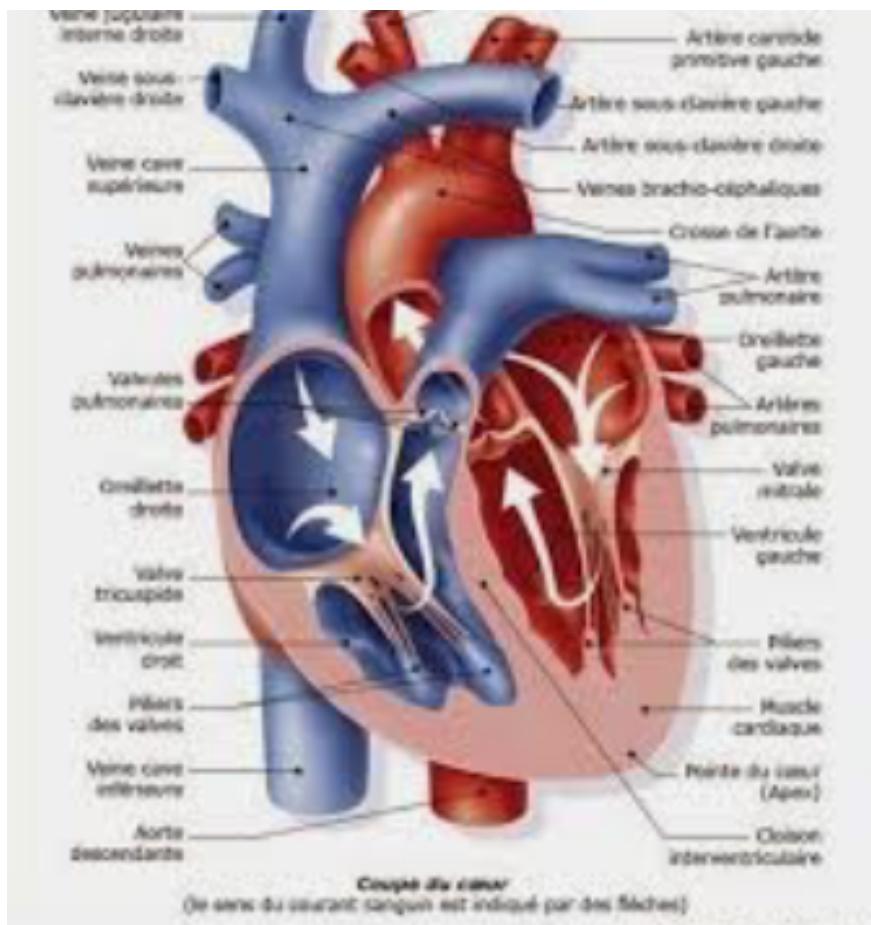
- Il s'agit d'un organe noble dans les moyens d'exploration sont nombreux.
- Connaitre les différentes techniques d'exploration du cœur.
- Evaluer la place de l'imagerie actuelle et les indications

### III- Rappel anatomique

- Le cœur est un organe fibromusculaire situé dans le thorax, entre les deux poumons, dans la partie antéro-inférieure du médiastin
- Il repose en bas sur le diaphragme.
- Il est de forme pyramidale triangulaire et possède trois faces : antérieure, inférieure ou base, et latérale ou postérieure.
- Le cœur est constitué de quatre cavités principales : deux atriums (droit et gauche) et deux ventricules (droit et gauche).
- L'atrium droit reçoit la veine cave supérieure, la veine cave inférieure et le sinus coronaire.



- L'atrium gauche reçoit les deux veines pulmonaires supérieure et inférieure droites et les deux veines pulmonaires supérieure et inférieure gauches.
- Les deux atriums sont séparés par le septum inter atrial.
- Les ventricules sont séparés par le septum interventriculaire.
- Les valves auriculoventriculaires séparent les atriums des ventricules : la valve mitrale à gauche et la valve tricuspide à droite.
- Les valves ventriculoartérielles séparent les ventricules des gros vaisseaux (aorte et tronc de l'artère pulmonaire).



# IV- Technique d'exploration

## **RADIOGRAPHIE STANDARD**

la radiographie standard du thorax reste avec l'examen clinique et l'électrocardiogramme, la base de l'exploration du cœur.

### **1-RADIOGRAPHIE NORMALE DU COEUR :**

- Dans chaque incidence, le pourtour du cœur est formé d'arcs qui correspondent aux différentes parties du cœur et des gros vaisseaux.

- /INCIDENCES :

En cardiologie : 4 incidences cliché de face, profil, obliques (oblique antérieur droit : OAD et oblique antérieur gauche : OAG).

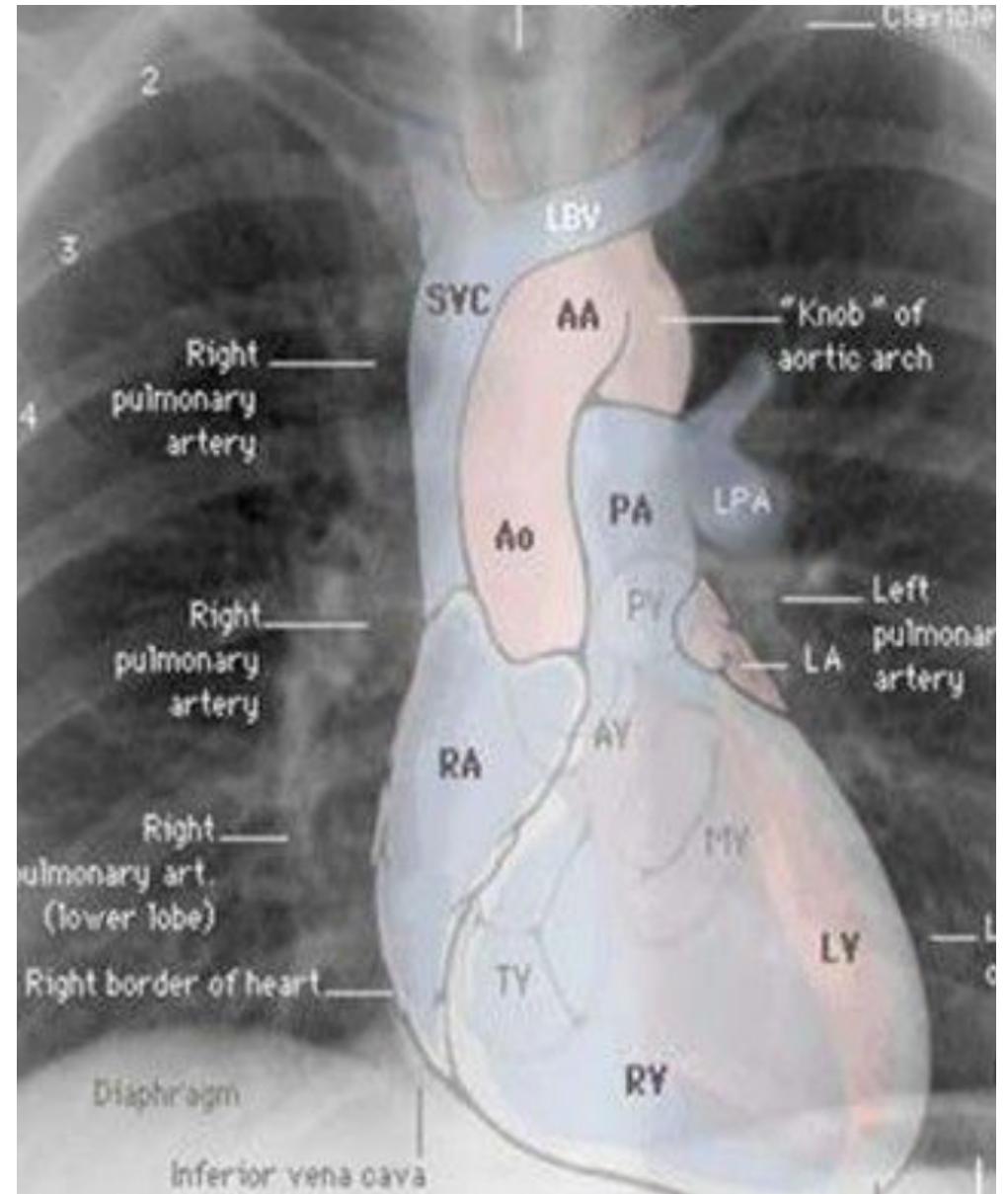
-Cliché de face : réalisé debout, en postéro-antérieure (rayon entrant par le dos, plaque sur la partie antérieure du thorax), en inspiration profonde et en haute tension (115-130kV).

- - Cliché de profil : les conditions sont les mêmes, seule l'incidence change devenant latérale (partie gauche contre la plaque).

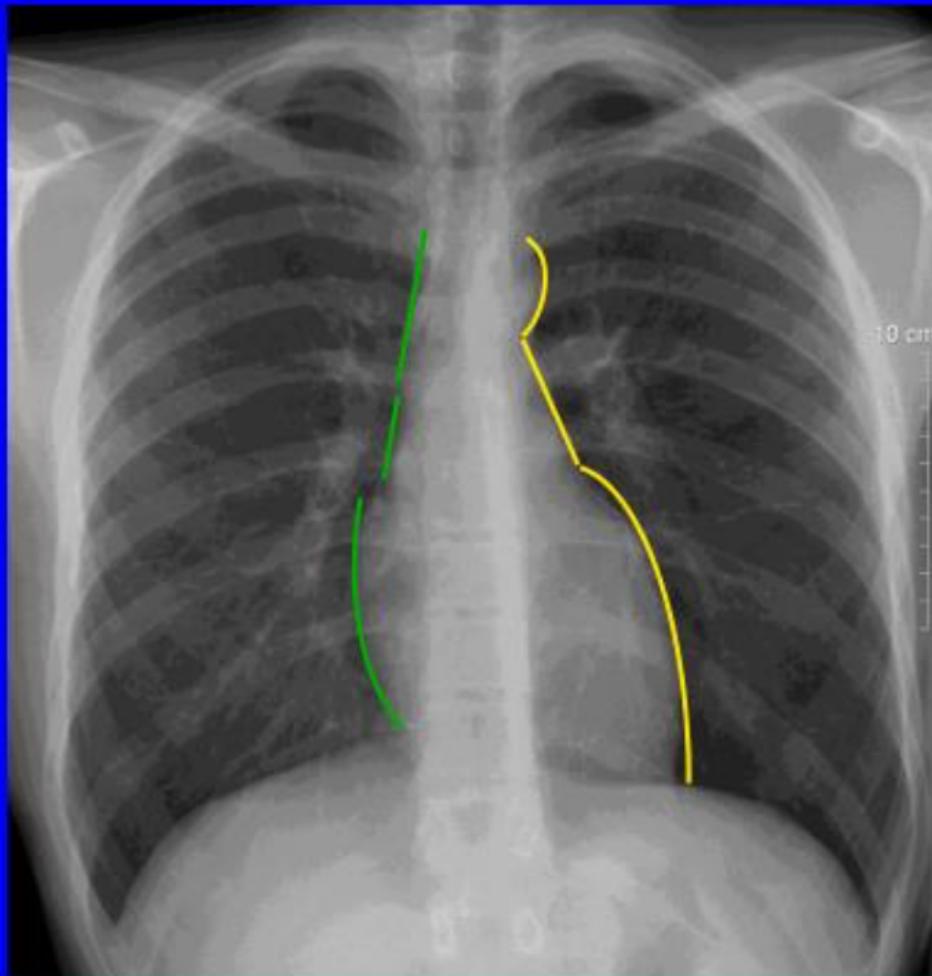
- Cliché en OAD, la partie droite du corps est placée contre la plaque réalisant un angle de 45° avec le rayonnement X.
- Cliché en OAG : partie gauche placée contre la plaque réalisant un angle de 45° avec le rayonnement X.
- Temps de pose : court, en apnée
- Distance foyer-film : 2m pour le téléthorax de face

- **QUALITÉ DU CLICHÉ** Critères pour vérifier de bonne qualité :
  - &) Distance séparant le bord interne des clavicules aux épineuses : égale à droite et à gauche. Epineuse de la 3ème vertèbre thoracique est centrée (cliché thoracique bien de face)
  - &) Niveau hydro-aérique dans la poche gastrique (patient debout)
  - &) Coupole diaphragmatique droite : au niveau ou sous la partie antérieure du 6ème arc costal
  - &) Culs de sac costo-diaphragmatiques visibles (cliché réalisé en inspiration profonde)
  - &) Rachis et vaisseaux visibles derrière le cœur : aspect signifiant que l'exposition est correcte.

# Le cliché de face normal



# LES BORDS DU CŒUR



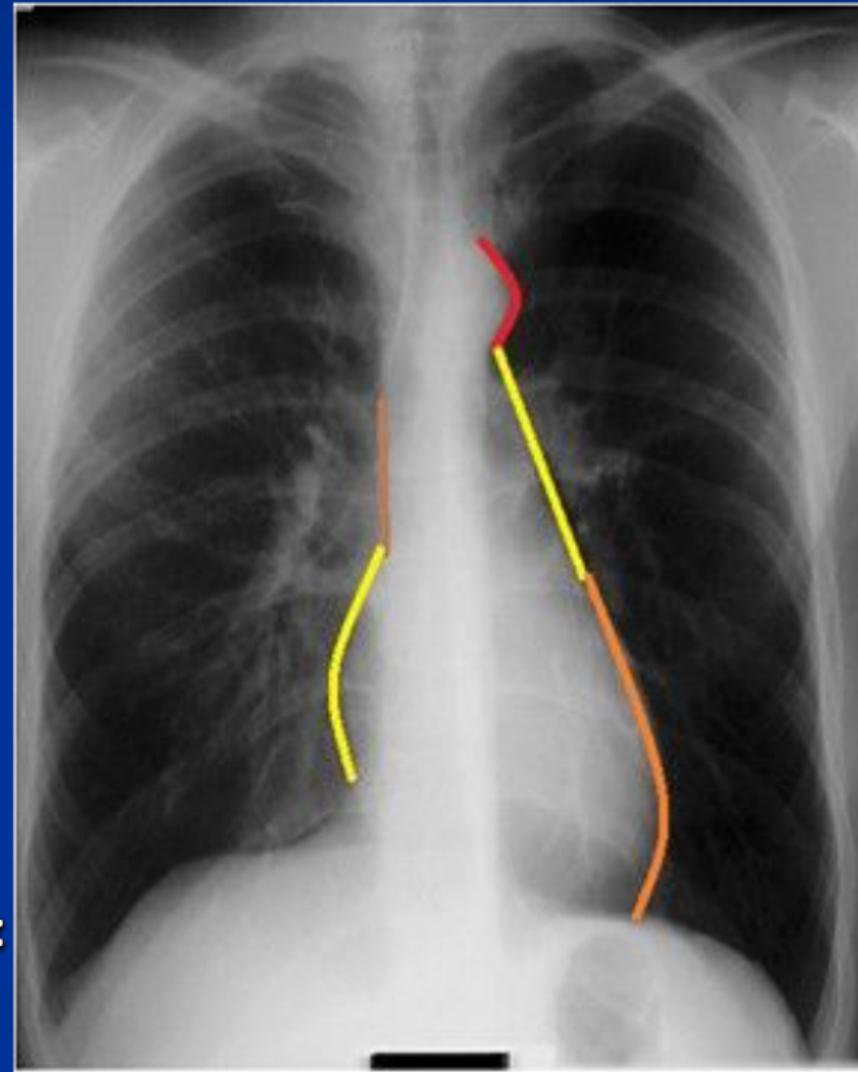
- Le bord droit
  - Arc supérieur
  - Arc moyen
  - Arc inférieur
- Le bord gauche
  - Arc supérieur
  - Arc moyen
  - Arc inférieur
- **A la recherche d'une déviation ou d'une hypertrophie anormales**

## □ Thorax de face

### ■ La silhouette cardiaque

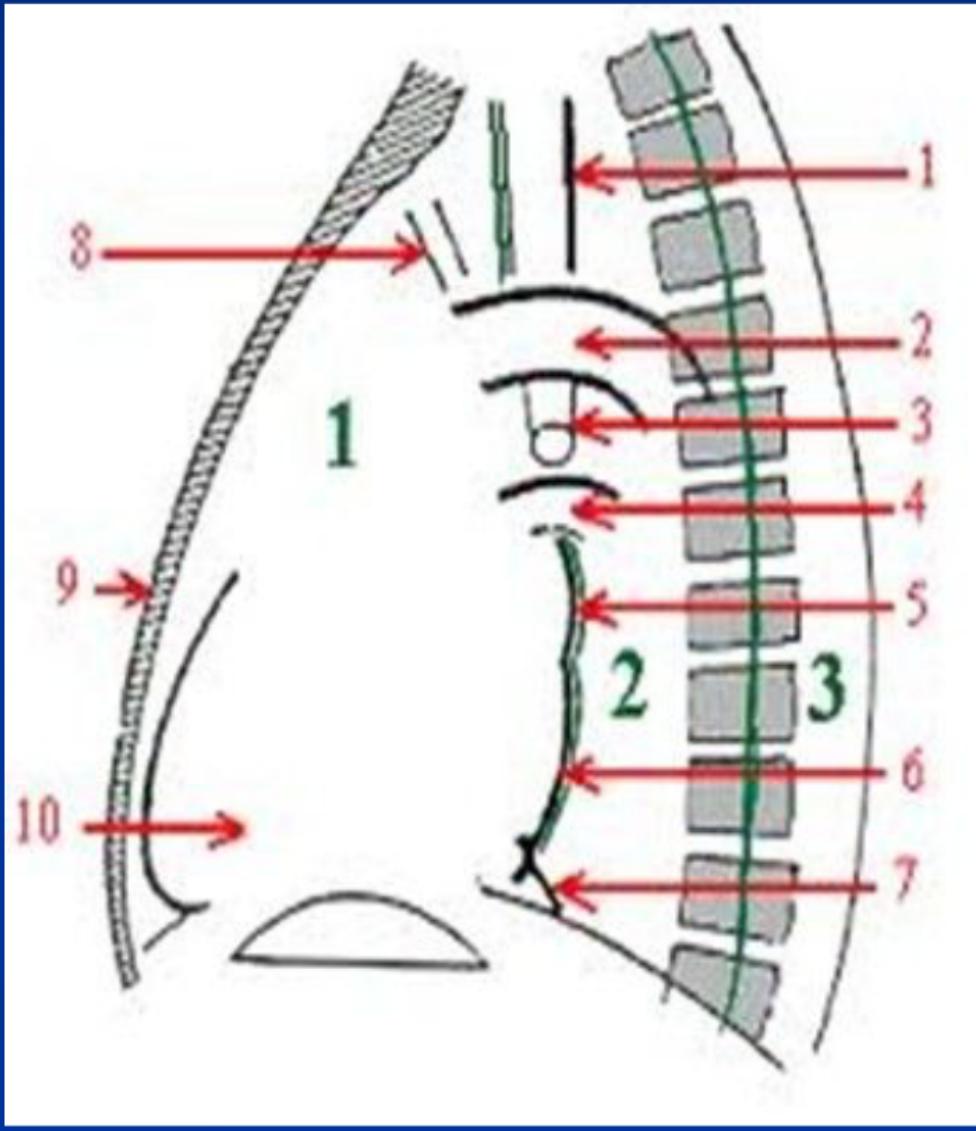
- Les bords du cœur: droit veineux et gauche artériel

- TVBC
- VCS (arc sup D)
- Oreille à droite (arc < D) : régulièrement convexe en dehors)
- Veine cave inférieure
- Artère sous Clavière G
- Bouton aortique (arc > G) convexe se continuant par la ligne para-aortique
- AP et OG (arc moyen G) rectiligne ou concave jamais convexe
- Ventricule G (arc < G) régulièrement convexe en dehors



## □ Thorax de profil

- 1- Ligne rétro-trachéale**
- 2- Aorte**
- 3- Fenêtre aorto-pulmonaire**
- 4- Artère pulmonaire**
- 5- OG**
- 6-VG**
- 7-VCI**
- 8- TABC**
- 9- Bande rétro sternale**
- 10- VD**



# ECHOGRAPHIE CARDIAQUE

&) Technique d'imagerie US, l'échocardiographie ou échographie cardiaque ou écho-Doppler cardiaque a rapidement trouvé sa place parmi les applications médicales des Ultrasons.

&) Non invasive et disponible, elle est indiquée plus fréquemment.

Exploration dure 10 mn à 30mn,sans danger même chez l'enfant et la femme enceinte.

&) Elle apporte des informations morphologiques et fonctionnels.

&) L'échocardiographie bidimensionnelle permet d'étudier :

- Morphologie et Cinétique des valves cardiaques

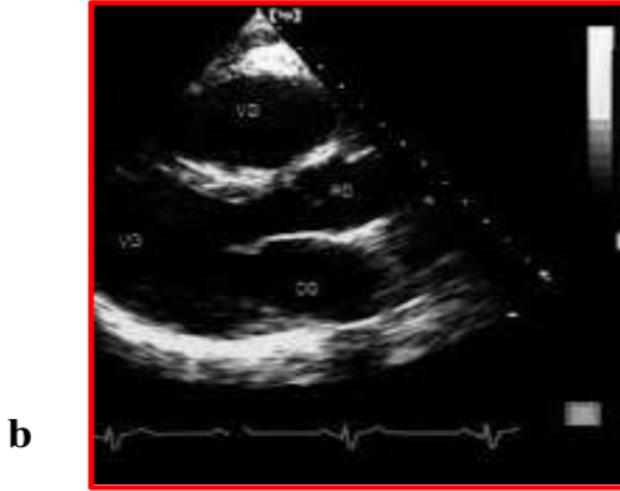
- Différentes caractéristiques du cœur en fonctionnement.

&) Caractéristiques du transducteur ou capteur ultrasonore:

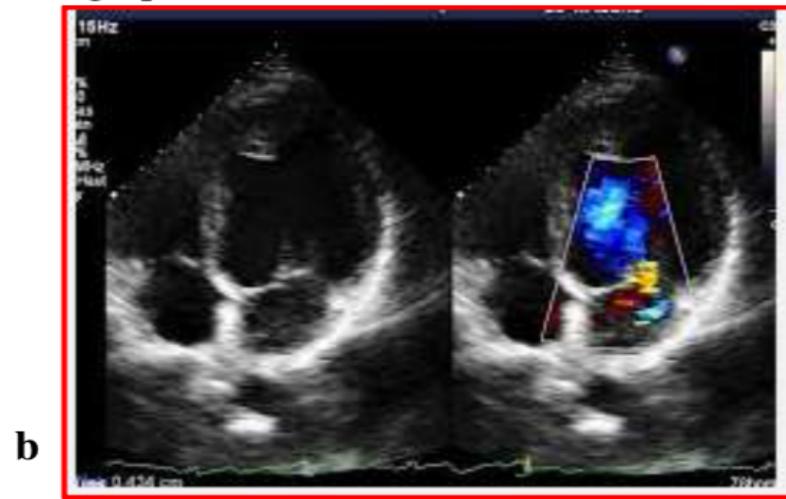
- Faible section convexe à balayage électronique

- Basse fréquence 2MHZ

- Fonction doppler incorporée à l'échographe



**Fig 2 :** Aspect des cavités cardiaques en échographie bidimensionnelle



**Fig 3 :** Echo bidimensionnelle et tir doppler couleur

a : Aspect des valves

b : Echo-doppler : cartographie couleur des cavités cardiaques

# TDM MULTIDECTEURS CARDIAQUE ET VASCULAIRE

- Scanners multi-détecteurs : indispensables
- Permettent une exploration morphologique et fonctionnelle des coronaires et du cœur

## &) DÉROULEMENT DE L'EXAMEN

- Préparation du patient identique à celle d'un examen TDM standard
- Jeun absolu non nécessaire mais éviter pendant 12H avant l'examen les produits suivants: tabac, café et repas copieux.
- Interroger le patient : indication de l'examen, symptômes, facteurs de risque et allergie à l'iode.
- Contrôle de la fonction rénale : créatinémie ou mieux clearance rénale

## EXPLIQUER CLAIREMENT LE DÉROULEMENT DE L'EXAMEN

- Acquisition volumique et injection de produit de contraste :  
Coopération optimale du patient avec les tests d'apnée (observer le patient et les variations du rythme cardiaque).
- Placement des électrodes (ECG)
- Positionner confortablement le patient pour éviter tout mouvement, centré sur l'anneau du gantry.
- Utiliser les β bloquants si nécessaire, en absence de contre-indication par voie : -ORALE 60 mn avant l'examen : LOPRESSOR =1cp  
- IV : 5 à 10 mg TENORMINE en IV lente

## &) ACQUISITION DES IMAGES

-Compromis entre : volume d'acquisition / Vitesse/ Qualité d'image -Adapter la synchronisation à l'ECG +++

-Adapter les paramètres d'acquisition (KV et mAS) en fonction de la surface corporelle.

## &) INJECTION INTRA-VEINEUSE

- Acquisition des images synchronisées avec: -ECG
- Arrivée du produit de contraste dans : cavités cardiaques /artères coronaires. PC : fortement concentré en iodé 350 à 400 mg/l Injecteur automatique : (débit élevé de 4 à 6 ml/s). Pour obtenir un rehaussement vasculaire idéal, on utilise : -Volume de contraste environ 60 à 90 ml/l (350 à 400 mg/ml) en fonction du poids du patient (1 à 1,5 cc/kg) -

## &) RECONSTRUCTION DES IMAGES

- Acquisition synchronisée sur l'ECG :-Permet de reconstruire les images aux différentes phases du cycle cardiaque.
- -Meilleure phase pour les artères coronaires : Diastole entre 60 à 80% du cycle pour le réseau gauche ,Les phases autour de 30 à 40% pour l'artère droite. Phase systolique

# Matériel

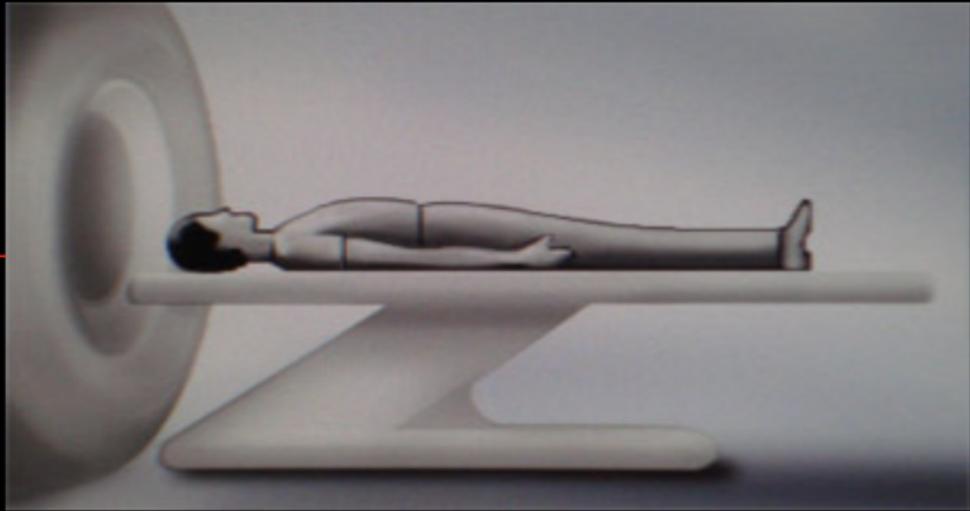
## GE Bright Speed 16

- > Acquisition de 16 coupes simultanées de 0,625mm.
- > Collimation maximale : 20mm.
- > Vitesse de rotation du tube : 360° / 0,5 sec.
- > Matrice : 512 x 512 pixels.
- > Injecteur automatique mono corps

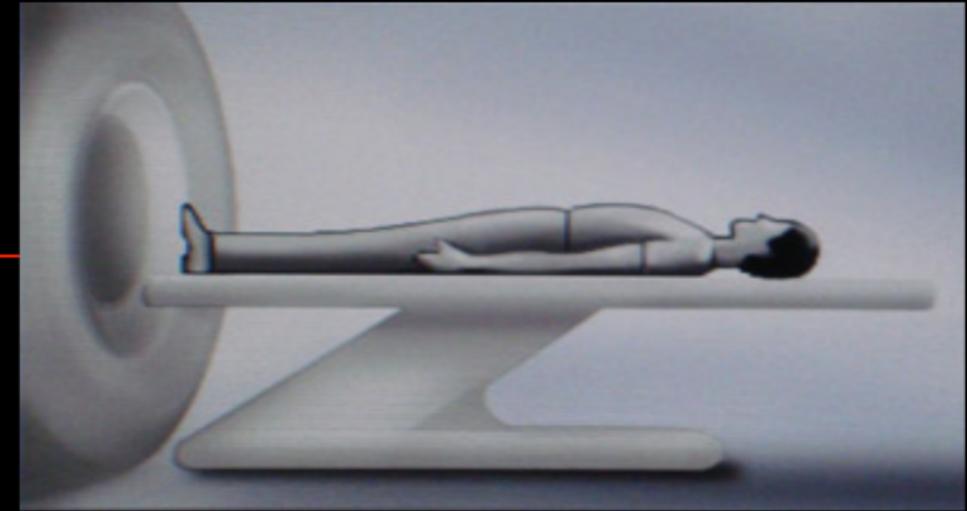


# Réalisation de l'examen

## > Positionnement du patient



Troncs supra aortiques



Aorte thoracique

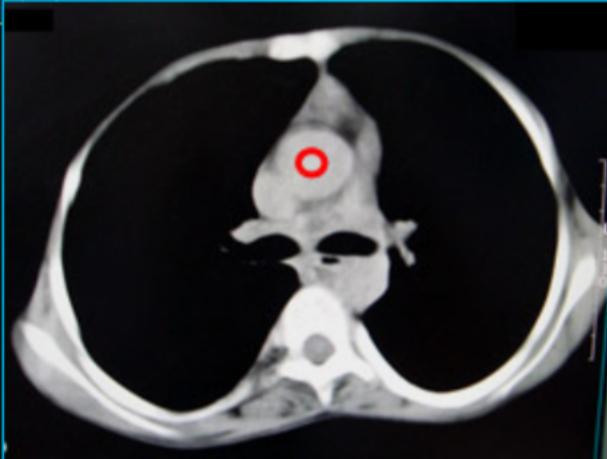
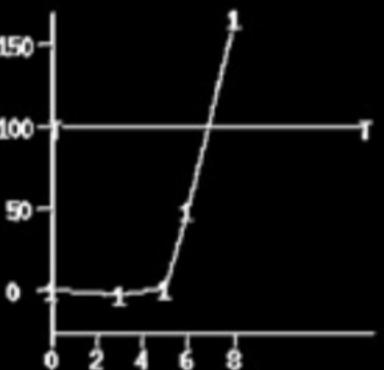
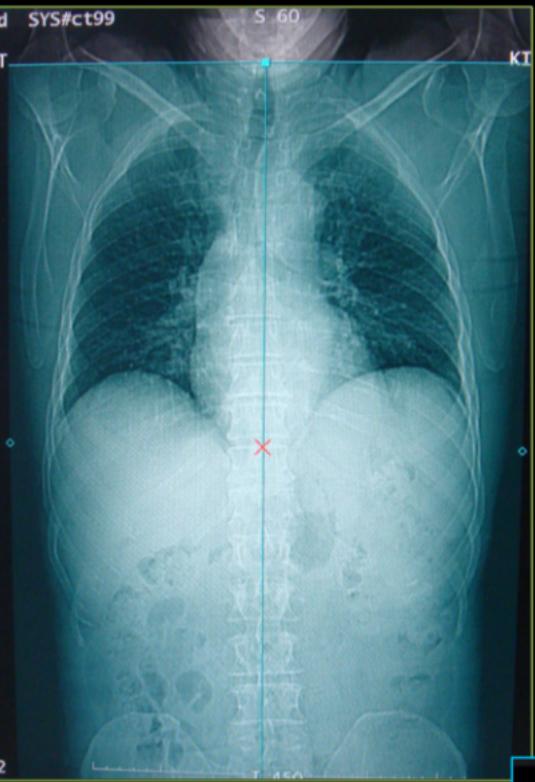
Aorte abdominale et artères rénales

Artères des membres inférieurs

# Réalisation de l'examen

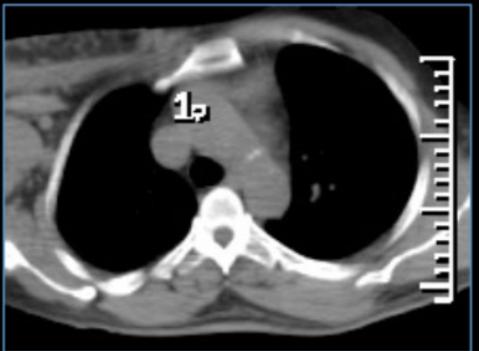
## > Paramètres d'acquisition : Aorte thoracique

Détecteurs	16
MAS	370
KV	120
Rotation	0,5 sec
Epaisseur	0,625 mm
FOV	50 cm
Filtre	Standard
Dose à injecter	
Smart Prep	80 - 120 ml
Dosage PCI	350 mg/l
Débit	4 cc / sec
Gating cardiaque ++	



# Réalisation de l' examen

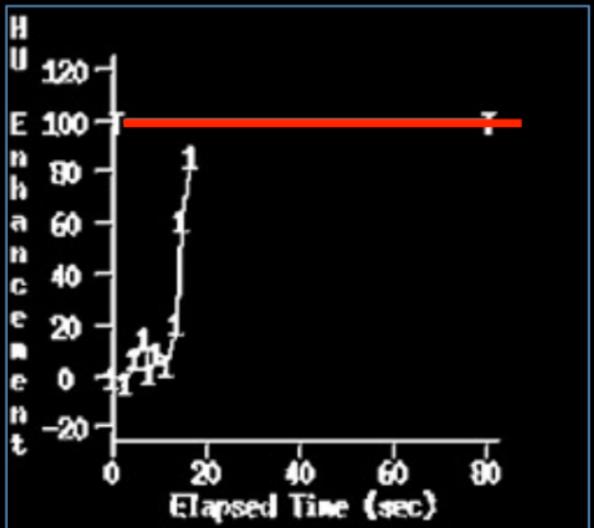
## > Timing d' injection du produit de contraste



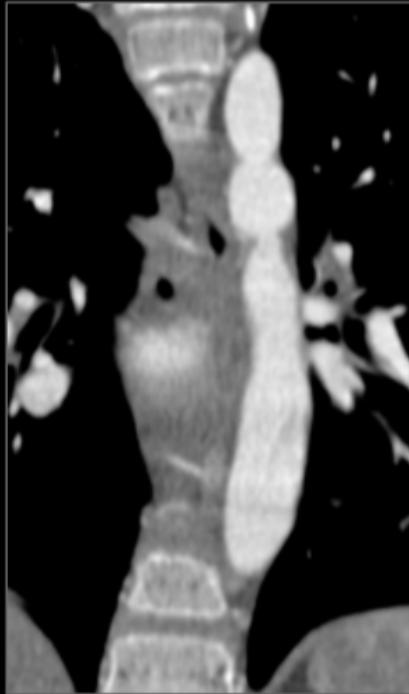
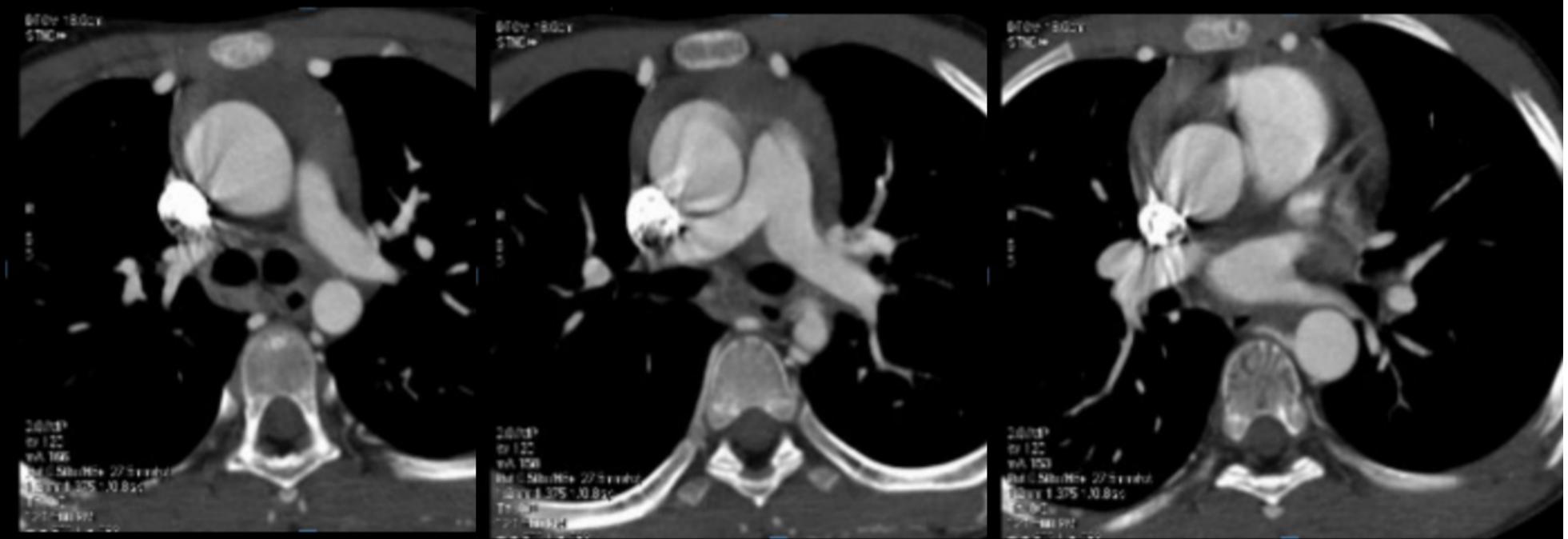
**Bolus tracking  
Smart Prep (GE)**

Mise en place d' un ROI sur une coupe de référence

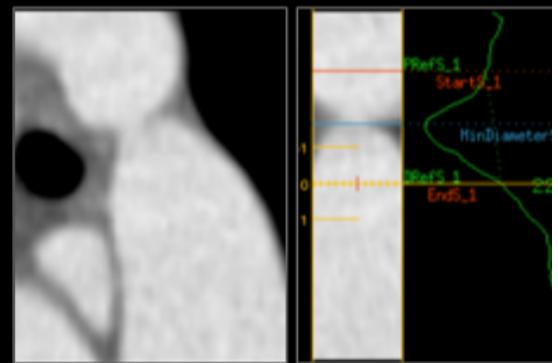
Entamer l' injection du produit de contraste avec suivi dynamique de la courbe de rehaussement.

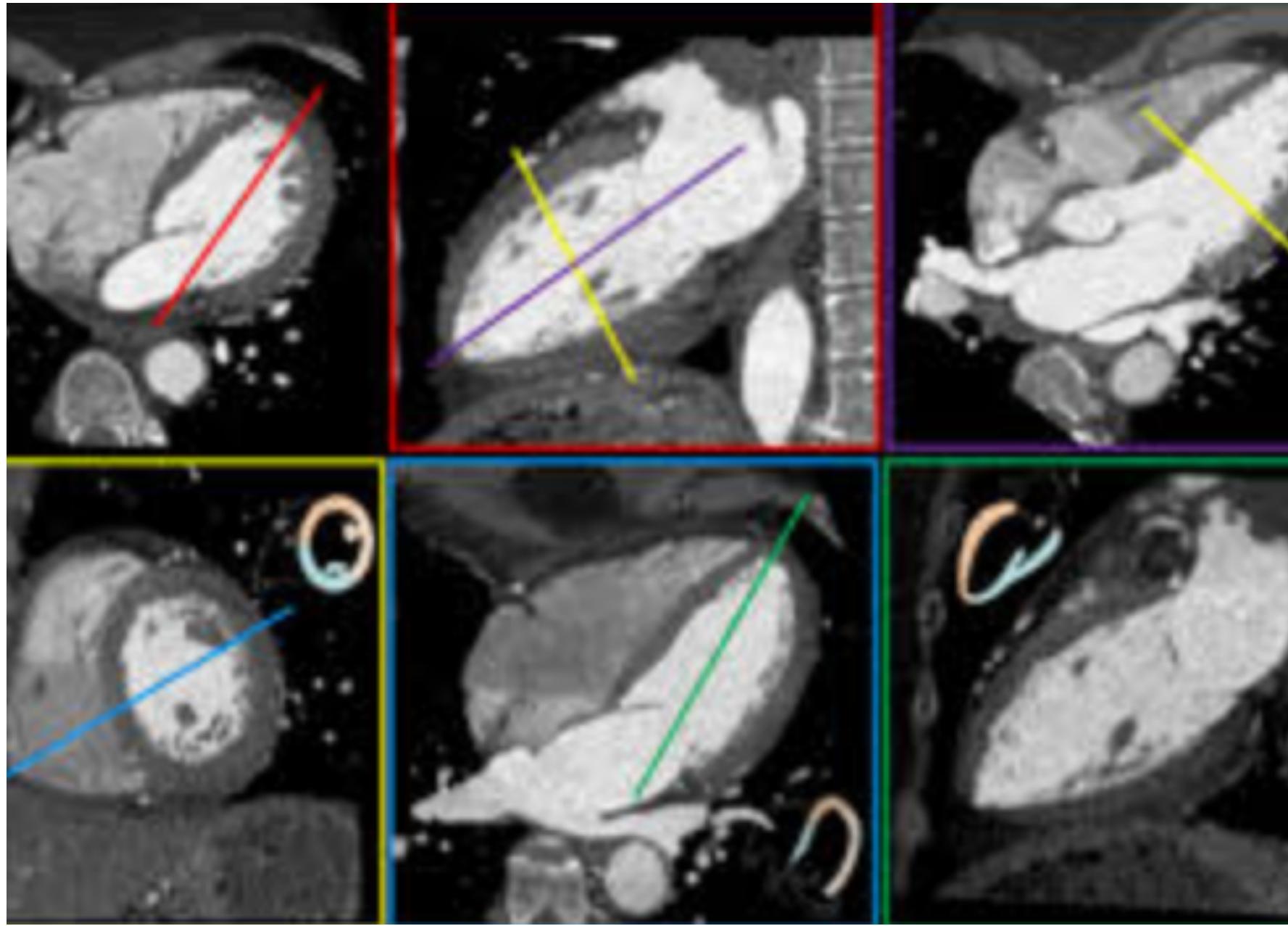


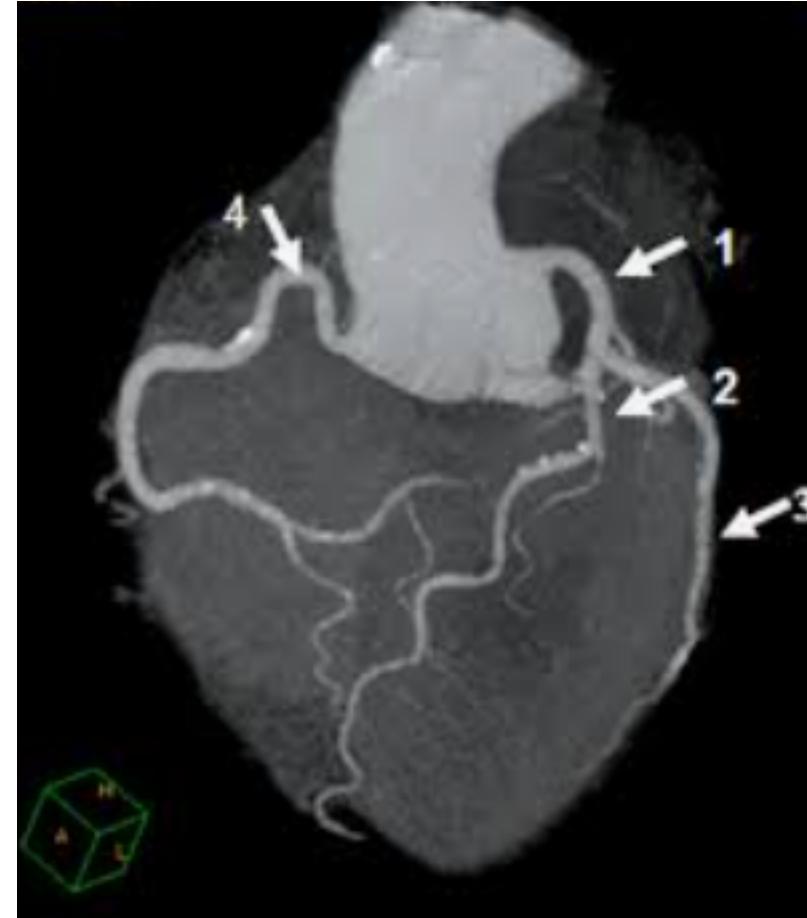
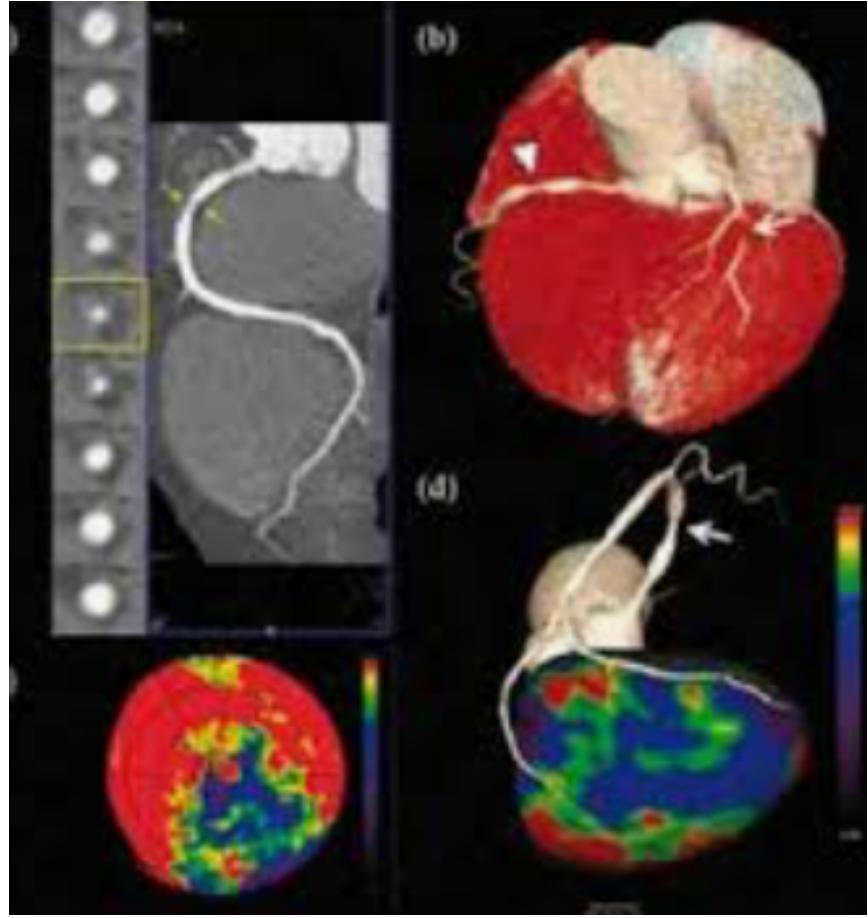
Déclencher l' acquisition au moment opportun (100 – 120 UH)



Coarctation







# IRM CARDIAQUE

Elle constitue une méthode de référence pour l'imagerie des Cardiopathies Congénitales, Tumeurs cardiaques, Gros vaisseaux et Péricarde grâce à :

- Une bonne résolution spatiale et temporelle
- Une approche Tridimensionnelle
- Un excellent contraste entre le sang circulant et le myocarde.

Détermination par ciné-IRM : standardisée, précise et reproductible.

- o Volumes ventriculaires
- o Fraction d'éjection
- o Masse myocardique
- o Cinétique segmentaire

IRM de contraste après injection de gadolinium : Représente un apport diagnostique considérable pour :

- Nombreuses pathologies tumorales, inflammatoires, ischémiques
- Préciser l'étiologie d'une cardiomyopathie.
- Dans les cardiomyopathies ischémiques : méthode de référence dans l'analyse de la viabilité myocardique.

- TECHNIQUE D'EXAMEN

Réalisation d'une exploration cardiaque nécessite de disposer d'un :

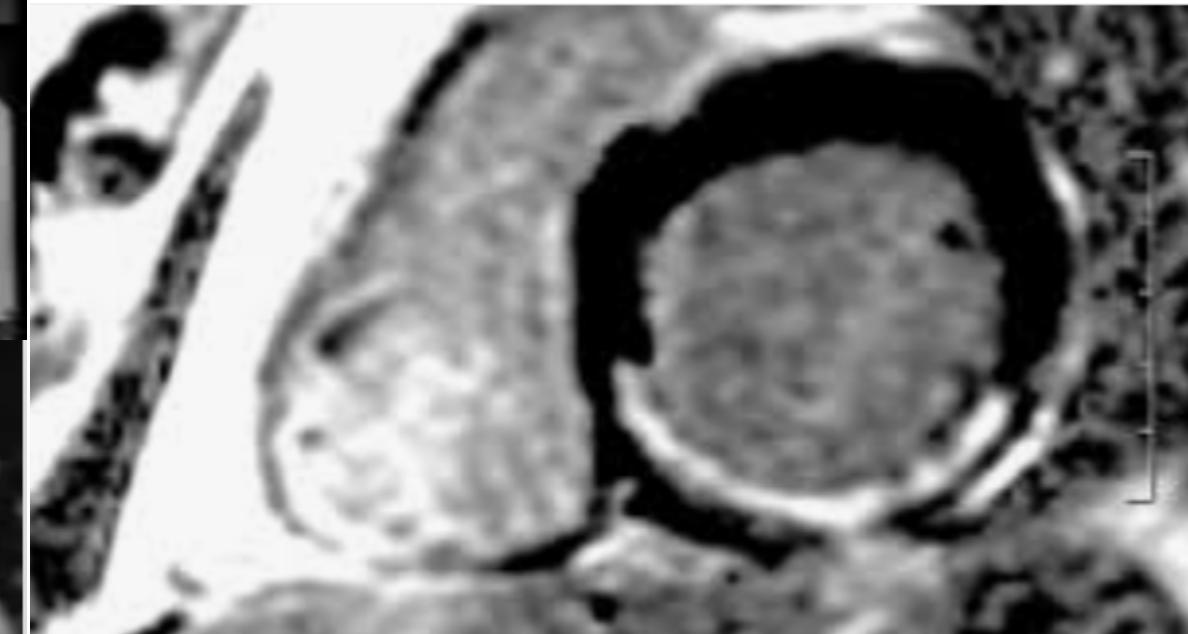
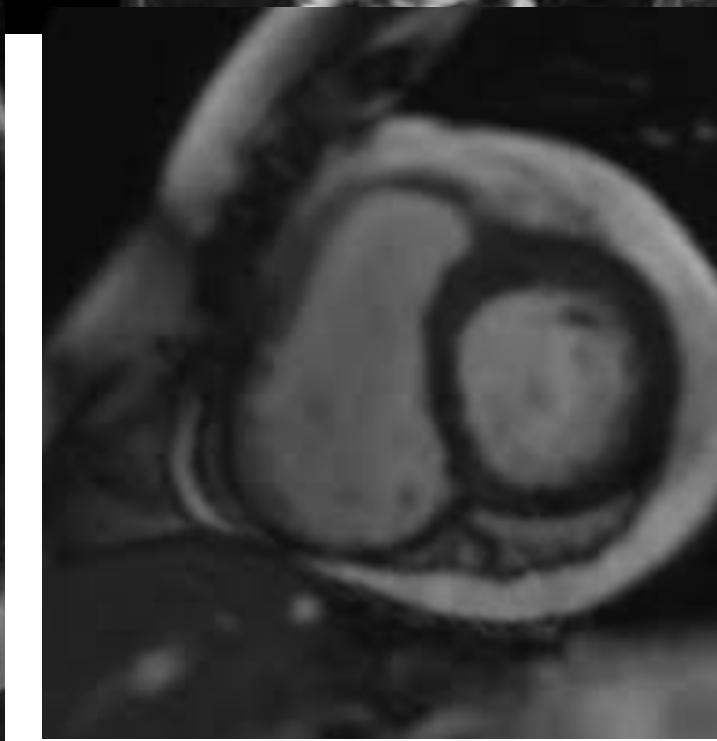
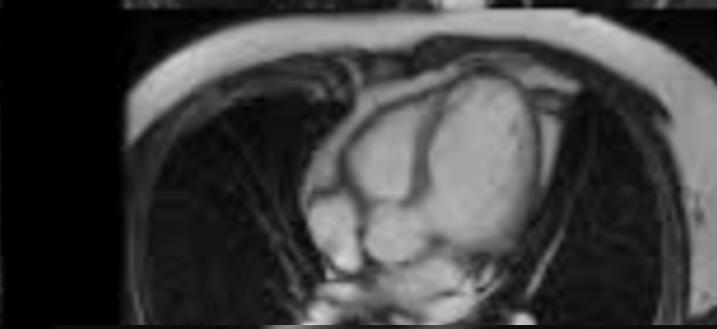
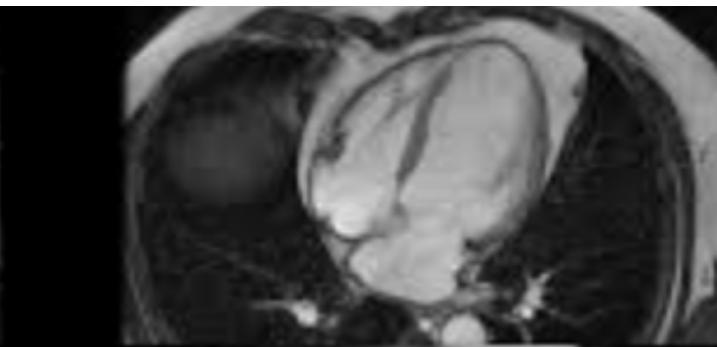
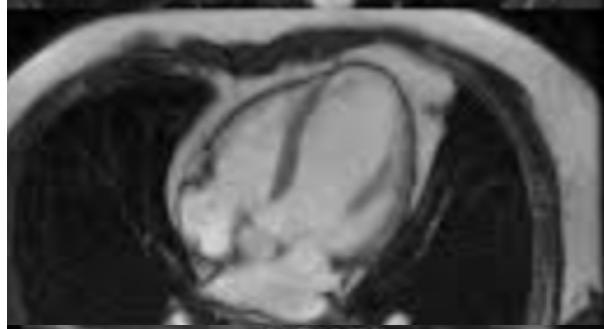
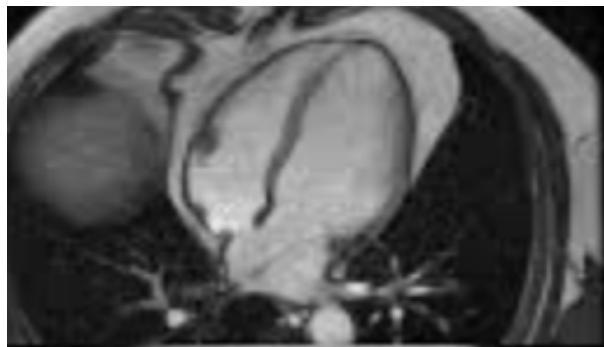
- Appareil
- Environnement technique répondant aux critères de qualité et de sécurité communs à tout examen IRM.

- Matériel Dédié :

- Synchronisation cardiaque (ECG)
- Antenne thoracique en réseau phasé
- Injecteur amagnétique : réalisation d'acquisition dynamique de la perfusion myocardique nécessite l'utilisation d'un injecteur bi-corps, programmable et amagnétique.
- Système de communication claire avec le patient

- Différentes séquences permettent de fournir :
  - Un bilan morphologique dans les plans anatomiques conventionnels et les plans spécifiques du cœur
  - Analyse des paramètres fonctionnels cardiaques :
    - Masse ventriculaire
    - Fraction d'éjection
    - Volume d'éjection
    - Epaisseur du myocarde
    - Volumes ventriculaires téldiestolique et télésystolique
    - Cinétique segmentaire et globale
  - Un bilan hémodynamique incluant des séquences en contraste de phase pour la quantification de débits et de vitesses (pulmonaire- systémique)
  - Une analyse de la perfusion de 1er passage du myocarde
  - Une ARM avec injection de gadolinium
  - Rehaussement tardif à 10 mn de l'injection (viabilité)





# SCINTIGRAPHIE CARDIAQUE

- Examen complémentaire utilisé par les cardiologues et les médecins spécialistes de médecine nucléaire pour apprécier la fonction cardiaque (perfusion, métabolisme, intégrité cellulaire...).
- Apporte des renseignements utiles pour confirmer ou infirmer le caractère coronarien d'une douleur thoracique en identifiant l'état de perfusion du myocarde (muscle cardiaque) pour savoir s'il est bien vascularisé.

- Etapes de réalisation :
- 1er étape
- On réalise :
  - Epreuve d'effort qui dure une quinzaine de minutes
- ET/OU
  - Stimulation médicamenteuse par injection dans une perfusion veineuse de produit tel que dipyridamole, adénosine, ou dobutamine qui va mimer l'effort.

- 2ème étape
  - o Puis le patient est placé sur une table d'examen.
  - o Substance radioactive, marqueur ou traceur (technétium, thallium) : Administrée en IV qui se fixe sélectivement au niveau du myocarde.
  - o Dès que ce marqueur a bien diffusé dans l'organisme, des enregistrements d'émission de la radioactivité sont réalisés.
  - o Une camera à scintillation, placée au-dessus de la table d'examen, enregistre la Radio-activité émise et va la traduire sous forme photographique.
  - o A la fin du test d'effort, la perfusion cardiaque est analysée par la fixation du traceur sous une caméra scintigraphique (durée 20 minutes environ).

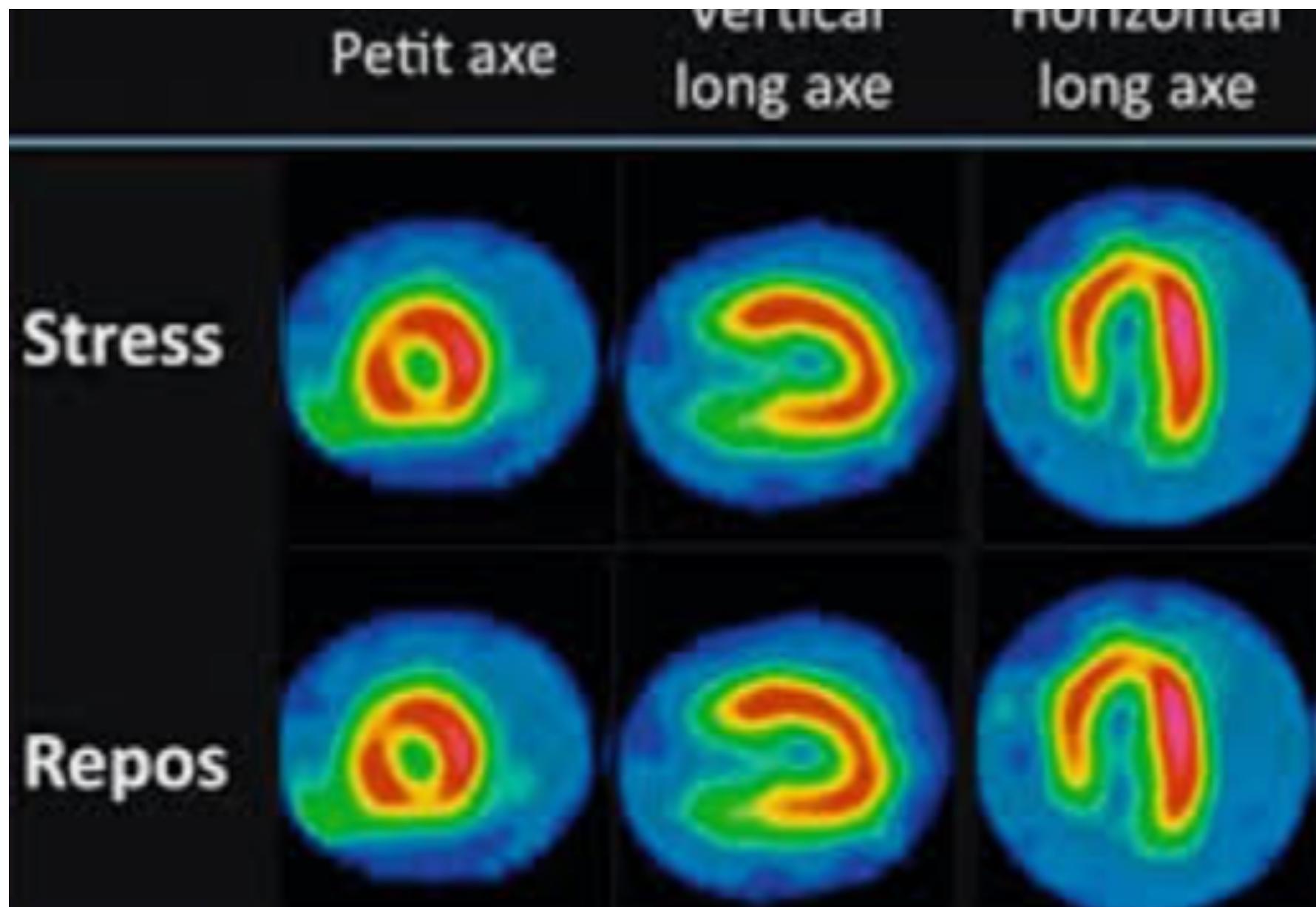
- 1- Vascularisation normale :
  - Fixation homogène
  - Perfusion et fixation du traceur sur le myocarde : normale

Examen normal :

Douleurs présentées par le patient ne sont pas d'origine coronarienne.

- 2- Vascularisation anormale
  - Elle est plus ou moins entendue et se caractérise par : Défaut de fixation du traceur sur le myocarde
  - Un 2ème passage sous la camera 3, 4, voire 24 heures après, pour comparer les images initiales à des images réalisées au repos.

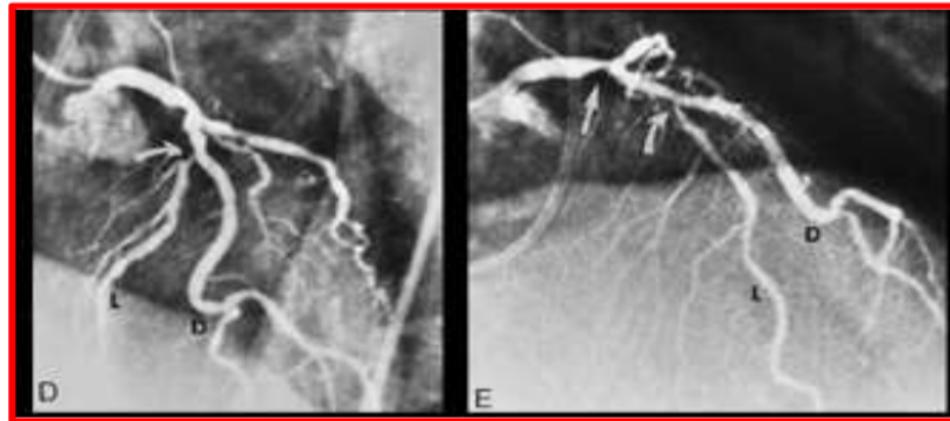
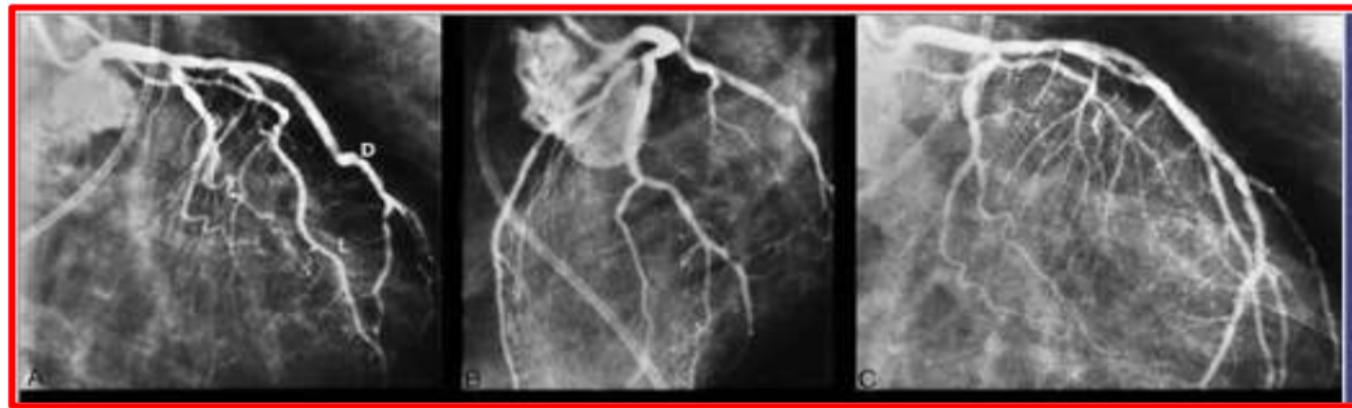




# CATHETERISME CARDIAQUE

- TECHNIQUE
  - Cathétérisme cardiaque consiste à introduire une sonde opaque aux rayons X dans les cavités droites par le biais de la veine fémorale et les cavités gauches par l'artère fémorale.
- INTERET :
  - 1-Mesurer les pressions intracardiaques et intravasculaires
  - 2-Prélever des échantillons sanguins
  - 3-Injecter divers indicateurs pour mesurer le débit cardiaque et détecter un shunt intracardiaque
  - 4-Injecter le produit de contraste iodé permettant une étude morphologique et fonctionnelle des cavités et vaisseaux : Angiocardiographie/ Coronographie

**CORONOGRAPHIE :**  
**DIFFERENTES INCIDENCES**



**STENOSES DE LA CORONAIRES GAUCHE**

# Indication

- COUPLE RX STANDARD / ECHOGRAPHIE CARDIAQUE

Larges indications avant ou après examen électrique (ECG)

- **TDM CARDIAQUE :**
  - INDICATIONS CLASSIQUES
    - Embolie pulmonaire
    - Dissection aortique
    - Evaluation des anévrismes de l'aorte
  - BILAN ANATOMIQUE
  - BILAN DIAGNOSTIQUE DE LA MALADIE CORONAIRE
    - Douleurs thoraciques aiguë avec modification ECG et ou augmentation des enzymes cardiaques.
    - Patient à risque élevé ou intermédiaires avec un test fonctionnel positif
    - Patient asymptomatique, à risque faible
    - Après revascularisation myocardique (pontage, stent)
    - Caractérisation de la plaque athéromateuse
    - Mesure de la surface valvulaire aortique
    - Réalisation du score calcique seul chez le patient symptomatique ou coronarien avéré

- SCINTIGRAPHIE Viabilité du myocarde (détection de nécrose) shunts cardiaques
- CATHETERISME/ ANGIOGRAPHIE peuvent être réalisés devant :
  - Cardiopathies valvulaires acquises :
  - Cardiopathies congénitales
  - Cardiopathies ischémiques
  - Hypertension artérielle pulmonaire ou insuffisance cardiaque : Post chirurgie cardiaque

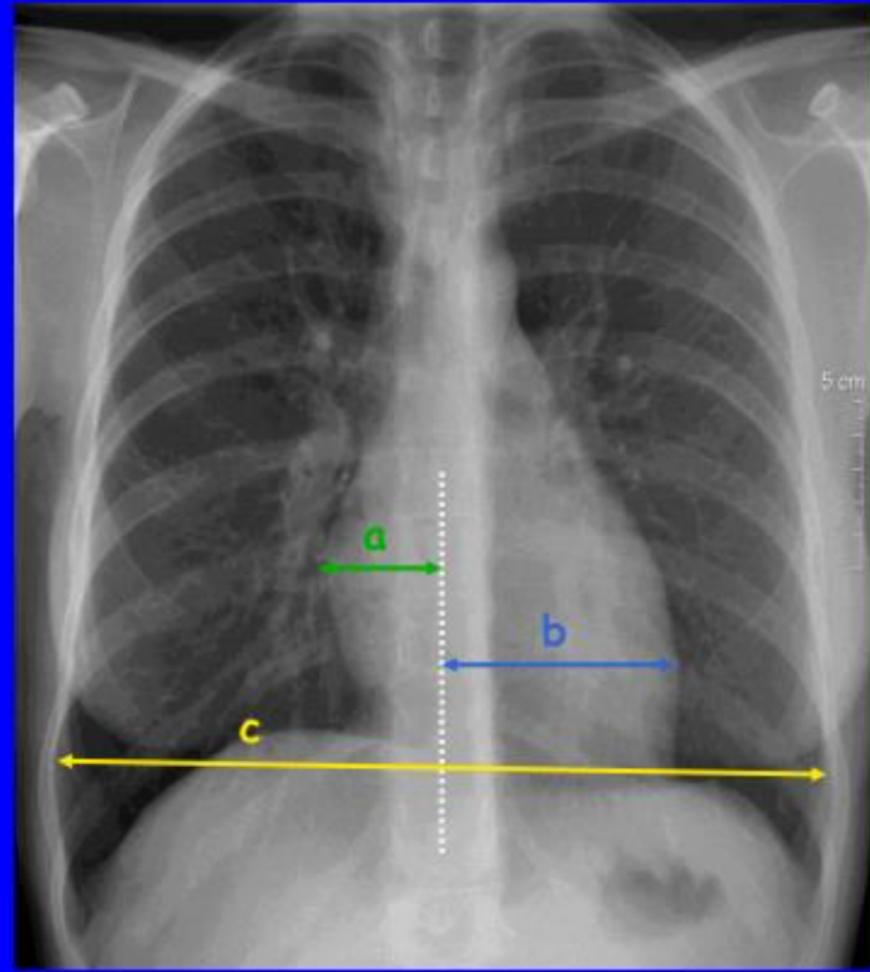
# SEMOLOGIE ANORMALE

- CŒUR :  
2-1- DILATATION / HYPERTROPHIE DES CAVITES CARDIAQUES
- La dilatation des cavités cardiaques se répercute sur la silhouette cardiaque principalement sur le cliché de face se traduisant par une cardiomégalie (index cardio-thoracique supérieur à 0,5).



Download

# LES BORDS DU CŒUR



- Calcul de l'*index cardio-thoracique (ICT)* :
  - Mesure du plus grand diamètre de l'arc inférieur droit (a)
  - Mesure du plus grand diamètre de l'arc inférieur gauche (b)
  - Mesure du plus grand diamètre thoracique (c)
- $ICT = (a+b)/c$  et doit être inférieur à 0.5

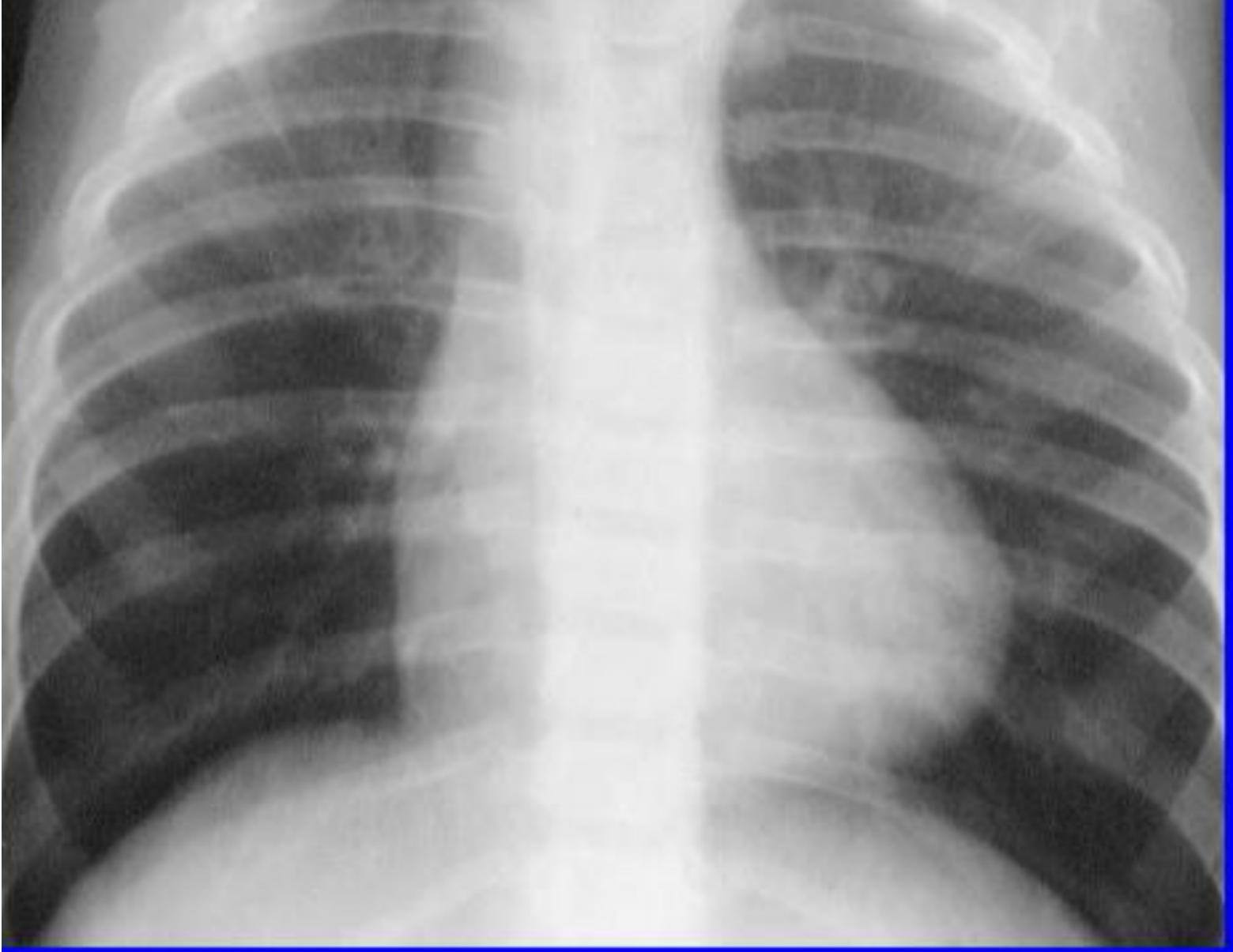
&) Dilatation de l'oreillette droite :

Se traduit par un élargissement de l'arc inférieur droit qui paraît plus convexe.

Hyper-convexité et débord de l'arc Inferieur Droit :Atrésie tricuspidé,  
CIA à gros débit

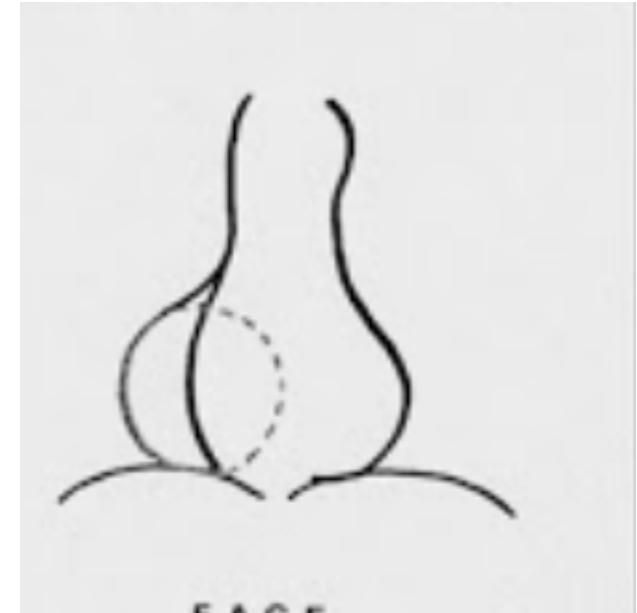
- Dilatation hypertrophique du VD :
  - Débord de l'arc inférieur gauche à pointe surélevée (cœur en sabot à l'extrême)
  - Obstacle sur la voie pulmonaire (Rétrécissement valvulaire ou du tronc AP)
- Cœur en sabot : Tétralogie de Fallot : malformation cardiaque complexe qui associe entre une sténose sévère sur la voie pulmonaire avec importante HVD



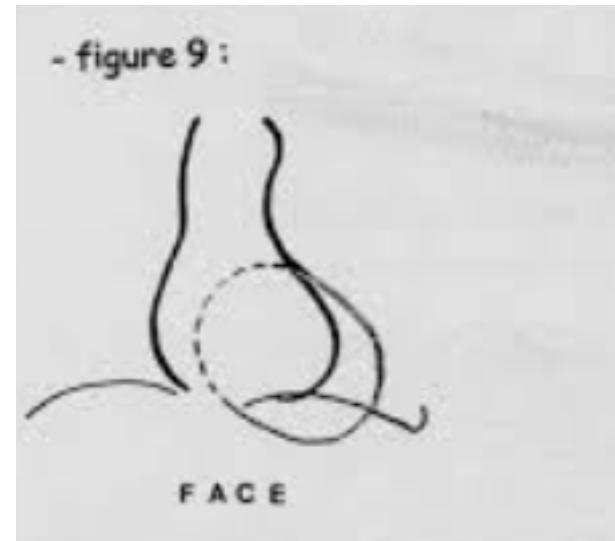


Tétralogie de Fallot

- Dilatation de l'oreillette gauche
- Si elle est importante, elle entraîne un aspect de double contour de l'arc inférieur droit et une saillie de l'arc moyen gauche.
  - 📽 Elément le plus postérieur du cœur
  - 📽 Aspect en double contour de l'arc inférieur droit
  - 📽 Ouverture de la carène
  - 📽 Ecartement des bronches souches



- Dilatation du ventricule gauche :
- Entraîne une saillie de l'arc inférieur gauche se rapprochant de la partie latérale du thorax.



- Dilatation de l'artère pulmonaire
- Entraîne une saillie anormale de l'arc moyen.



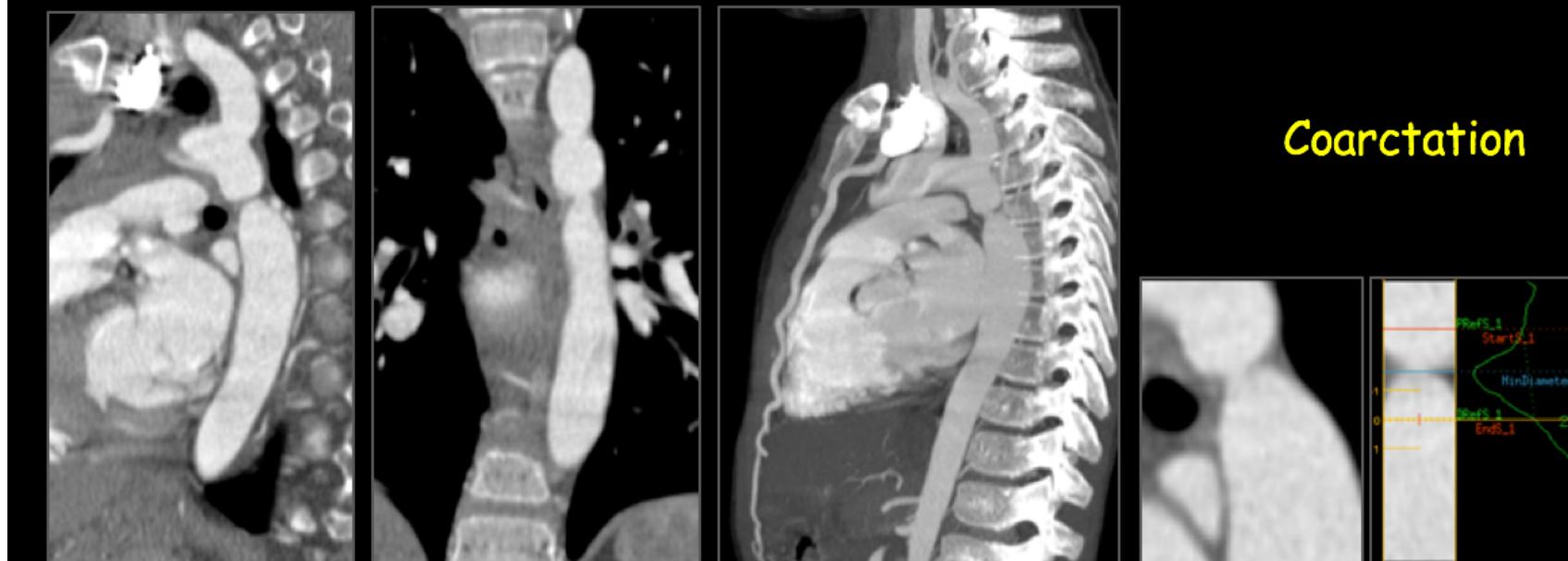
- Dilatation de l'aorte :
- Entraîne une saillie de l'arc supérieur droit.



# GROS VAISSEAUX

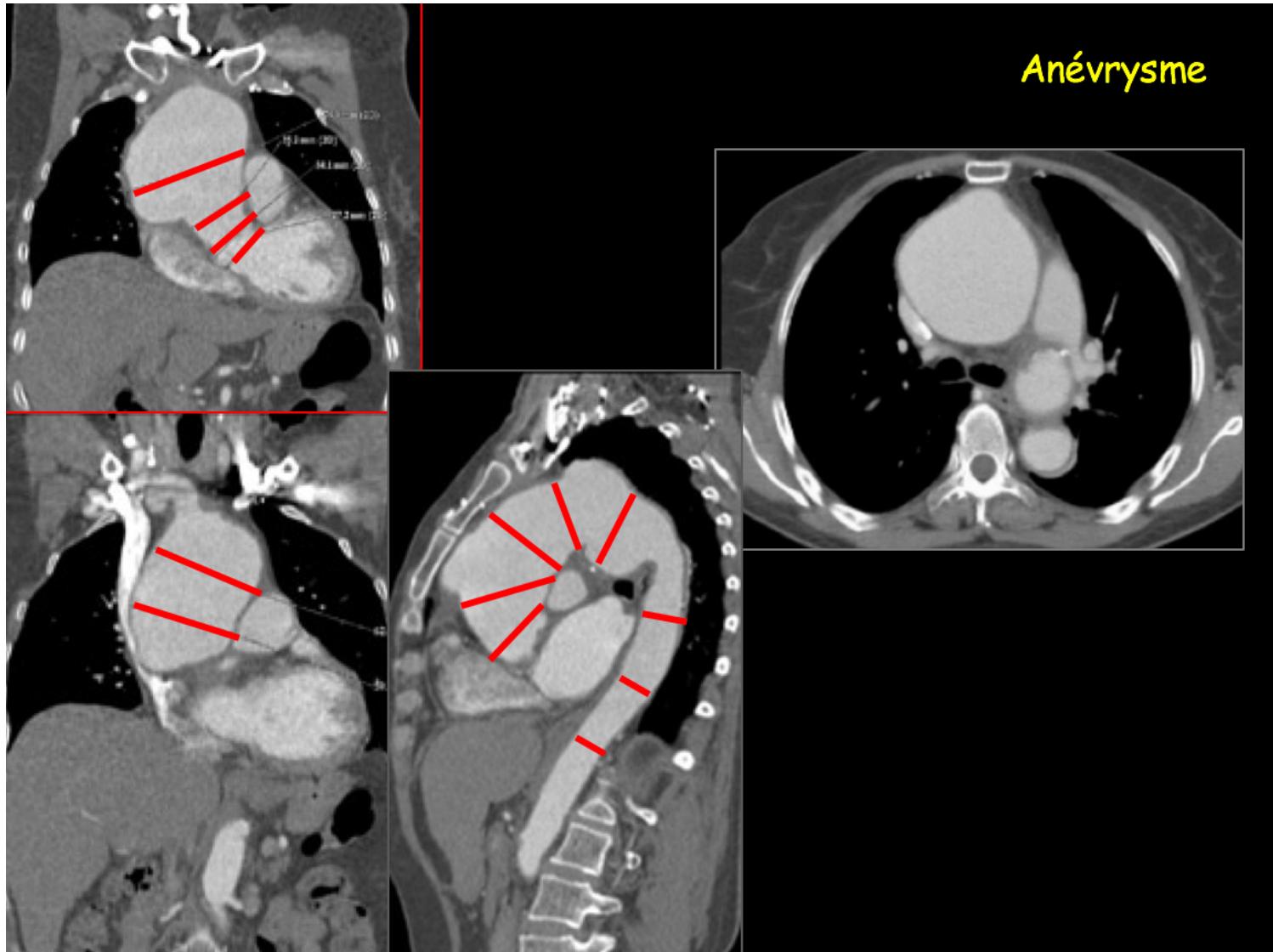
- COARCTATION AORTIQUE :
  - Sténose congénitale isthmique aortique
  - Patient jeune, HTA des membres supérieurs, pouls fémoraux presque absents
- THORAX FACE :
  - Disparition du bouton aortique (absence de l'arc supérieur gauche)
  - Hypertrophie du VG
  - Erosions costales dans les formes évoluées par dilatation des artères intercostales
- TDM /IRM : autres moyens d'exploration





- ANEVRYSMES DE L'AORTE
  - Touche le sujet âgé sur un terrain athéromateux
  - Dilatation segmentaire de l'aorte de morphologie fusiforme ou sacculaire
  - Complications : Thrombose / Fissuration/ Rupture spontanée ou traumatique
- ECHO DOPPLER /TDM et ou IRM : moyens techniques d'exploration

Anévrisme



- DISSECTION DE L'AORTE

- Urgence médico-chirurgicale

- Clivage de l'intima aortique et apparition d'un nouveau chenal en plus du vrai chenal

- Sujet âgé hypertendu se plaint de douleurs thoraciques

- ECG : normal

TDM et/ou IRM : moyens techniques d'exploration :

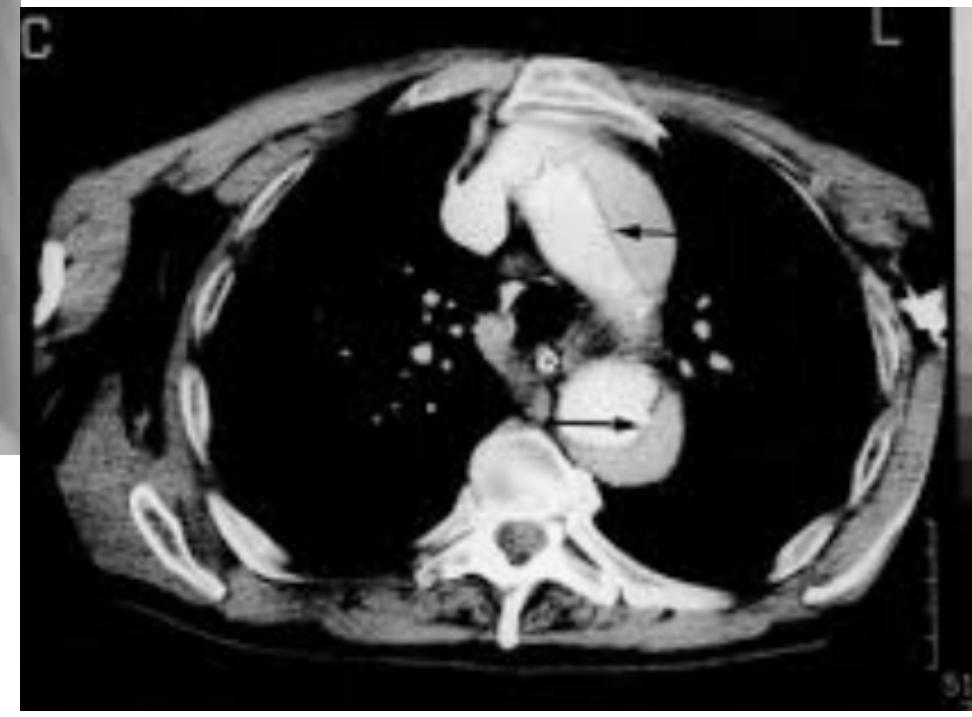
- Intérêt :

- &) Identifier le lambeau intimal flottant dans la lumière aortique parfois hyperdense

- &) à la TDM sans injection de PC

- &) Faire le bilan lésionnel : Hémopéricarde

- &) Bilan d'extension aux collatérales : coronaires, supra-aortiques, rénales, digestives



# Conclusion

1) Les moyens techniques destinés à l'exploration cardiaque et des gros vaisseaux sont nombreux mais le choix dépend de :

- Pathologie étudiée,
- Etat clinique du patient
- Tracé électrique
- Disponibilité des appareils.

2) Si les informations sont suffisantes, de préférence commencer l'exploration par la technique d'imagerie la moins invasive ou totalement inoffensive en occurrence l'échographie mode B et Doppler cardiovasculaire.

3) Chaque technique apporte un ou plusieurs signes sémiologiques qui lui sont propres et l'association de différents types d'examen, est souvent complémentaire.