

**ASPECT NORMAL DES  
CORONAIRES  
DIU 2019/2020  
1<sup>ère</sup> année**

**Dr BERLAND**

**25 NOV 2019**

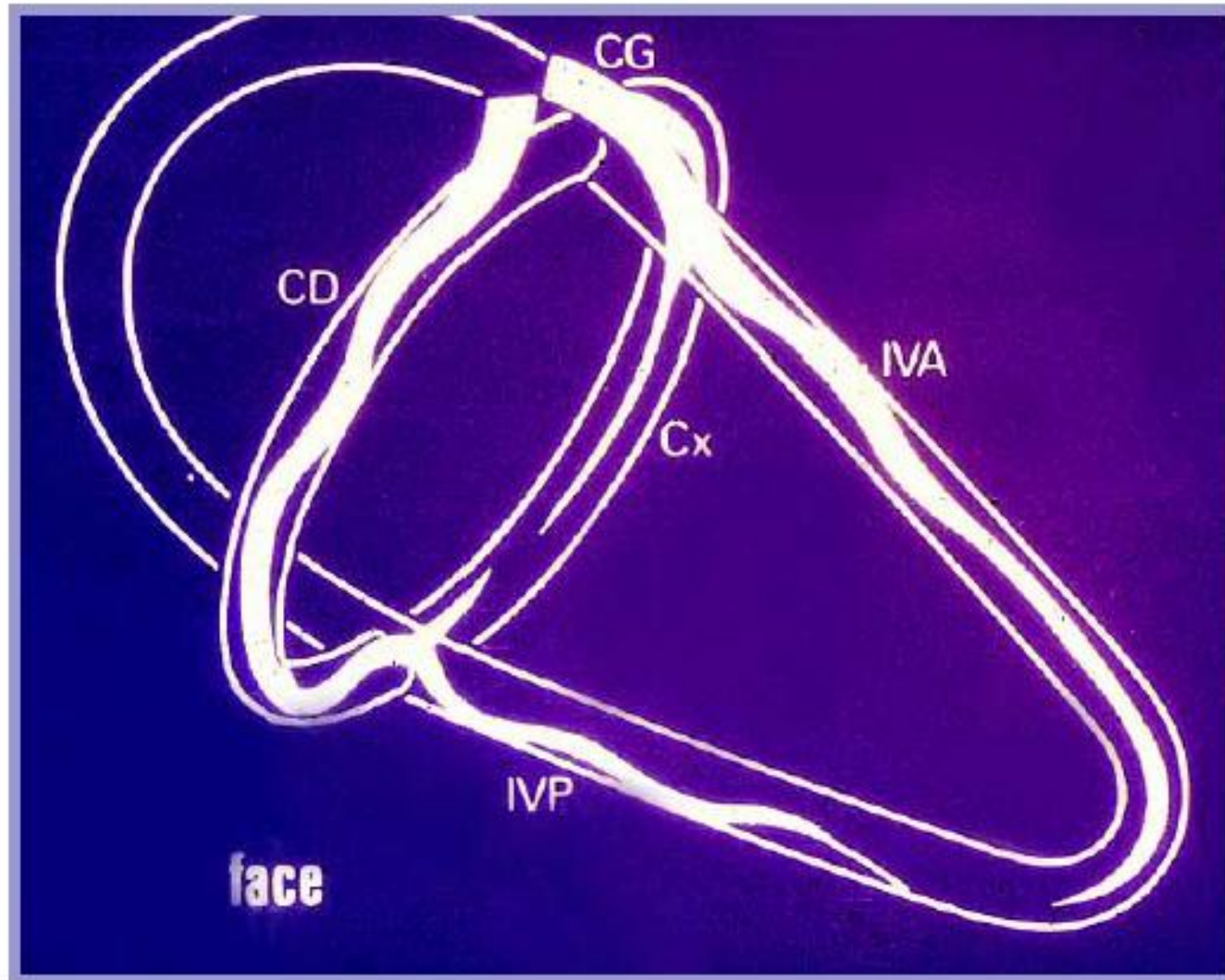
# Coronaires : Généralités

Les artères coronaires décrivent une couronne autour du cœur

- Une couronne postérieure constitué par les artères qui longent le sillon atrio-ventriculaire
- Une anse antérieure constitué essentiellement de l'artère inter ventriculaire antérieure (IVA) dans le sillon interventriculaire

Elles sont entourées de graisse épocardique

# Coronaires Généralités

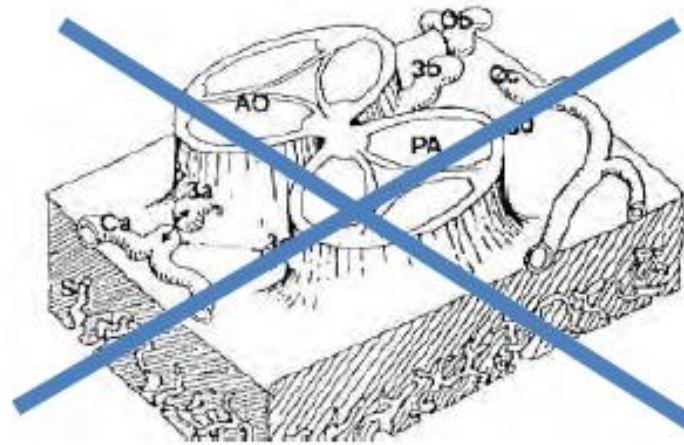


# EMBRYOLOGIE

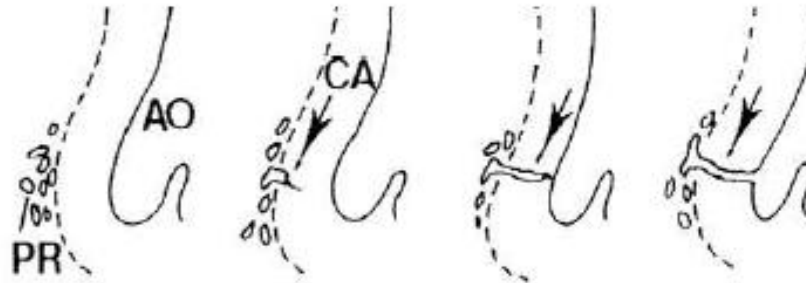
- Formation tardive (après tube-cavités-valves)
- Migration de cellules du péricarde puis formation de l'épicarde = étape essentielle
- Première migration à partir du sillon A.V.
- Deuxième migration dans les myocytes
- Hors flux
- Différenciation artères/veines
- Percée de la paroi aortique
- Système peu déterminé : « latitude and play »

# Embryologie

Les coronaires ne naissent pas de l'aorte



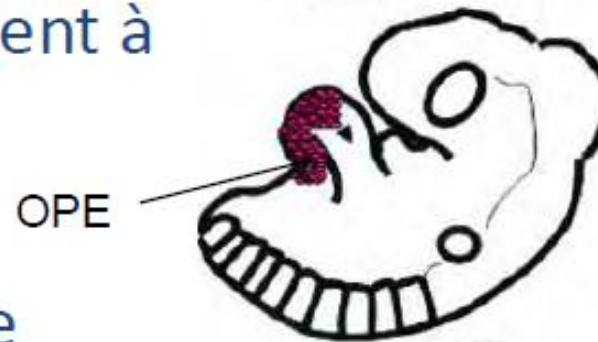
...mais **se connectent** à l'aorte



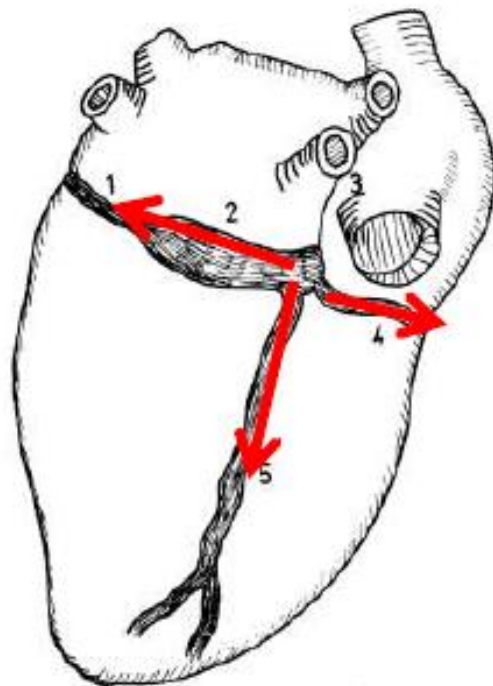
Bogers AJJC. Anat Embryol 1989;180:437-41

# Origine des vaisseaux coronaires

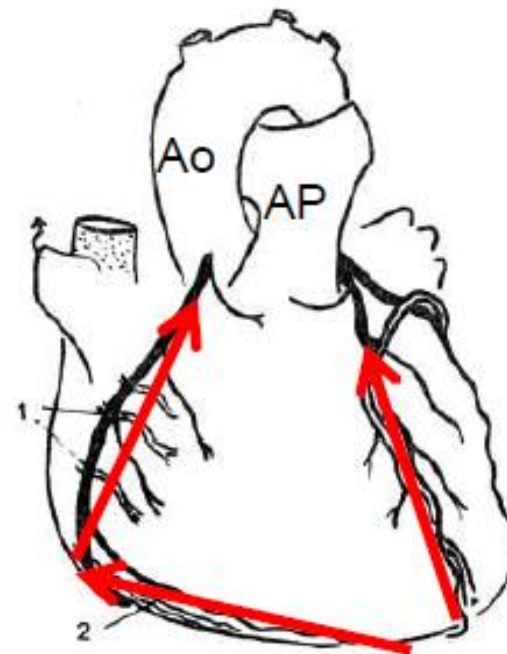
- Les coronaires se forment à partir de l'épicarde (péricarde viscéral)
- Organe proépicardique
- Rentre en contact avec le myocarde près du pôle veineux (sinoatrial) du cœur



# Croissance des artères épiscopardiques



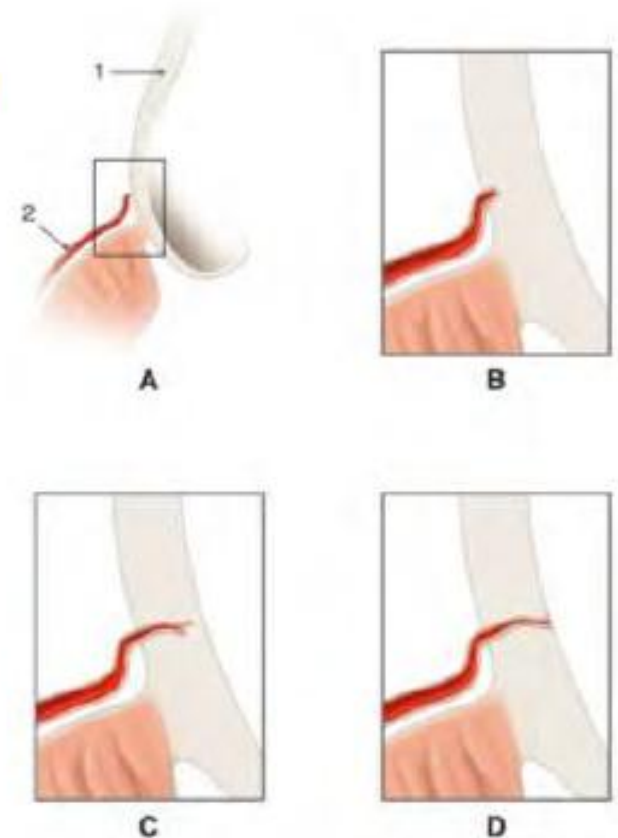
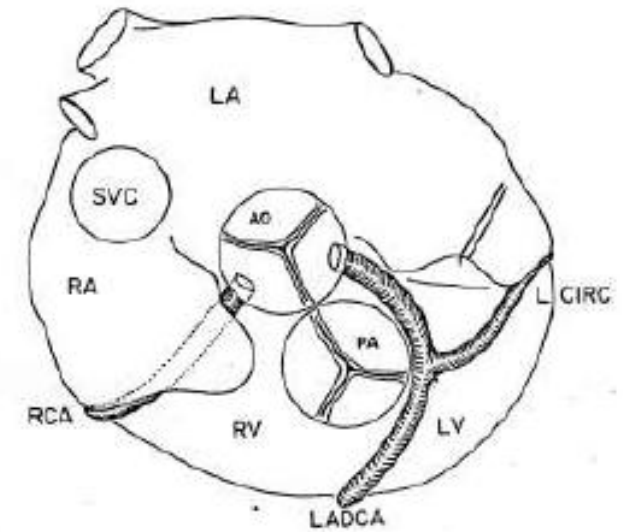
Vue postérieure



Vue antérieure

# Embryologie : les artères coronaires pénètrent dans l'aorte

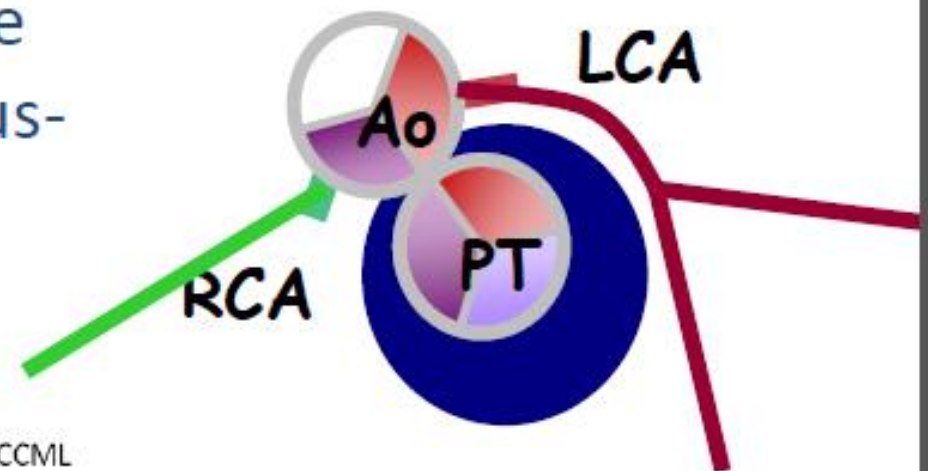
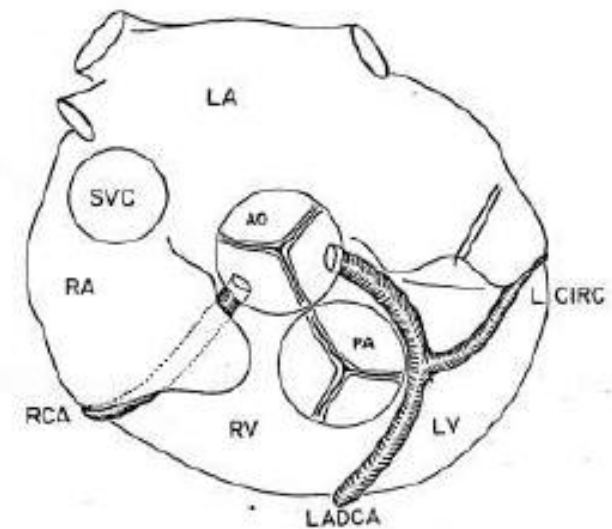
- Normalement : toujours
  - Dans l'aorte,
  - Dans les « facing sinuses » (adjacent aux sinus de Valsalva pulmonaires),
  - Toujours à angle droit
- Plusieurs vaisseaux, mais seuls 2 entrent dans l'aorte
- Apoptose
- Facteurs chémotactiques?  
Forme des sinus de Valsalva?



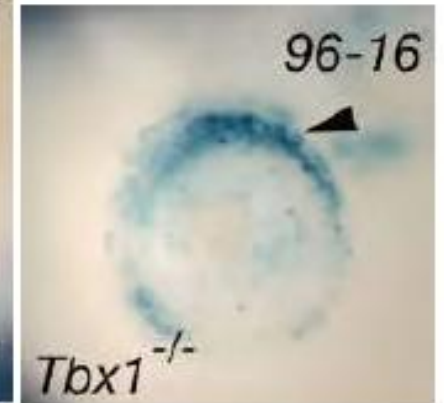
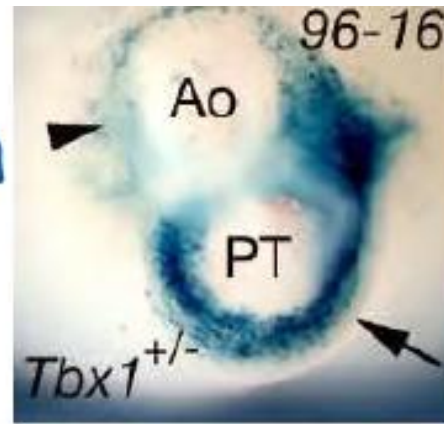


# Embryologie : pénétration des coronaires dans l'aorte

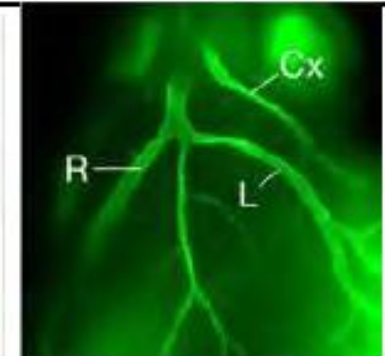
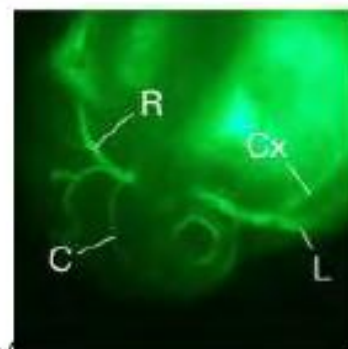
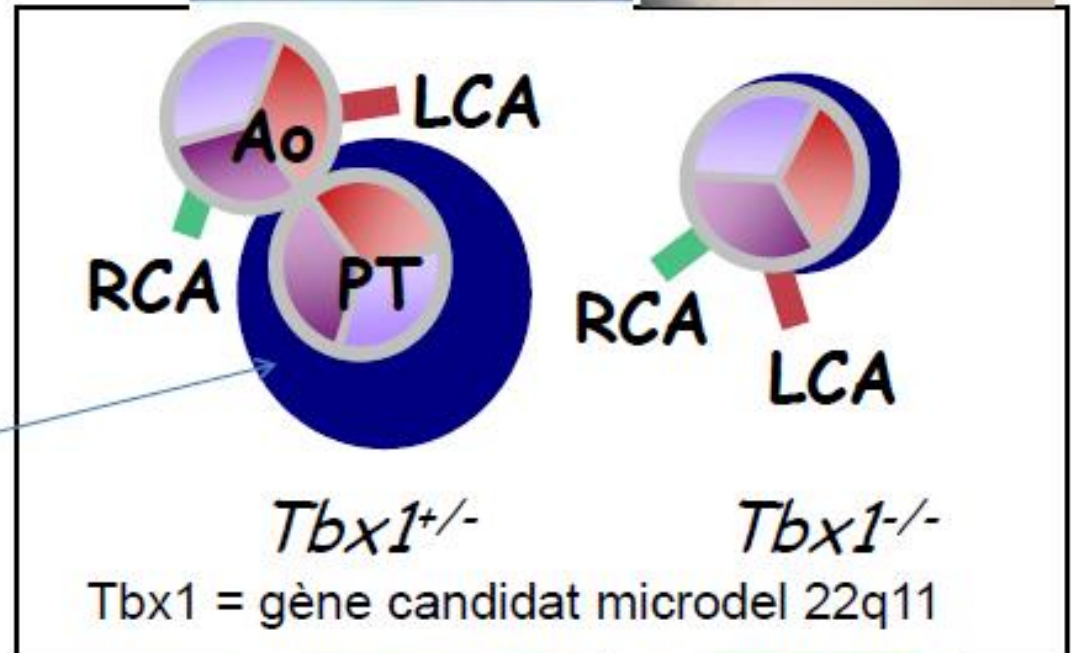
- Les coronaires sont « attirées » par l'aorte (domaine sous-aortique)
- Elles pénètrent dans l'aorte au point le plus près de leur trajet épicardique
- Mais en « fuyant » l'artère pulmonaire (domaine sous-pulmonaire)



# Embryologie: pénétration des coronaires dans l'aorte



- Connexion des coronaires à l'aorte : dépend du myocarde de la voie d'éjection
- Domaine sous-pulmonaire : répulsif
- Domaine sous-aortique : attractif



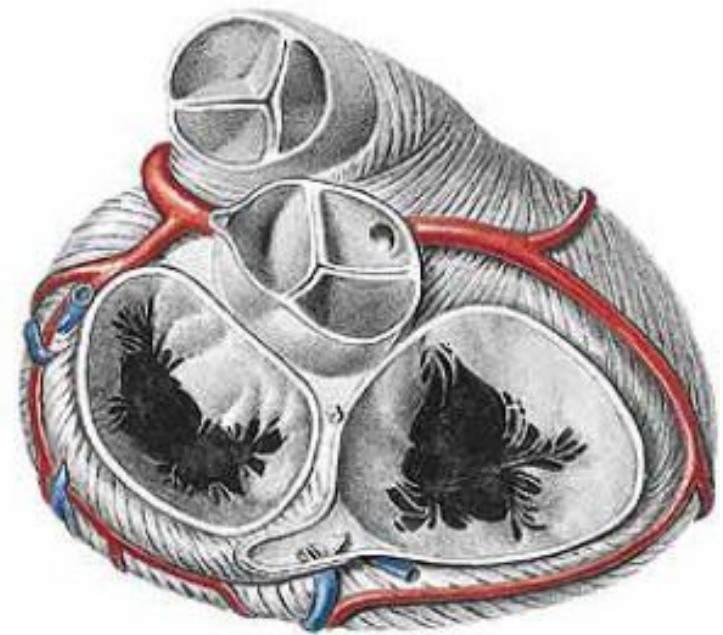
Théveniau-Ruissy M et al.,  
*Circ Res.* 2008

Lucile HOUYEL - CCM

# Origines des artères coronaires

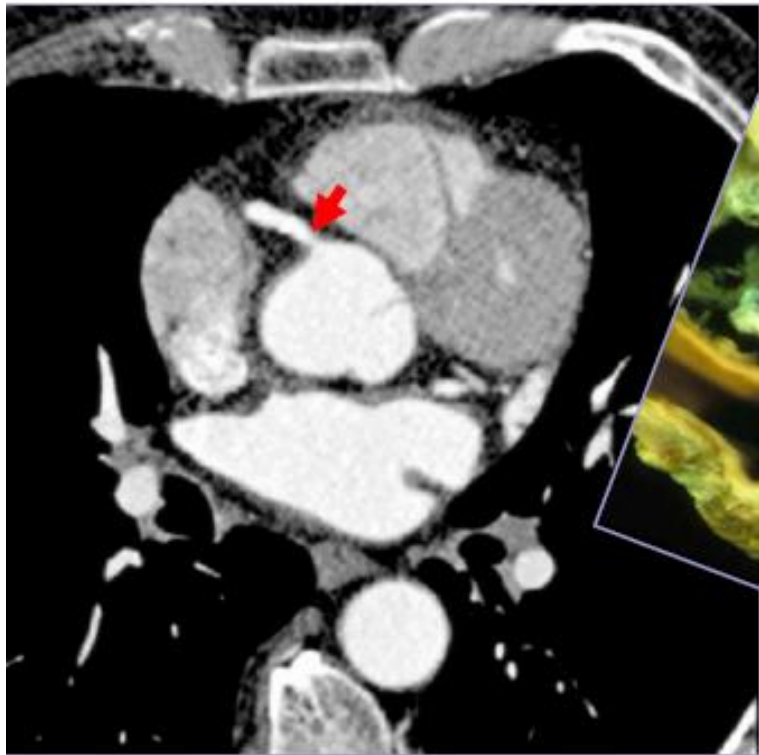
Dans le sinus aortique (sinus de Valsalva = segment 0), immédiatement en aval de la valve aortique: elles sont perfusées en diastole

Diamètre  $\leq 5$  mm à l'origine

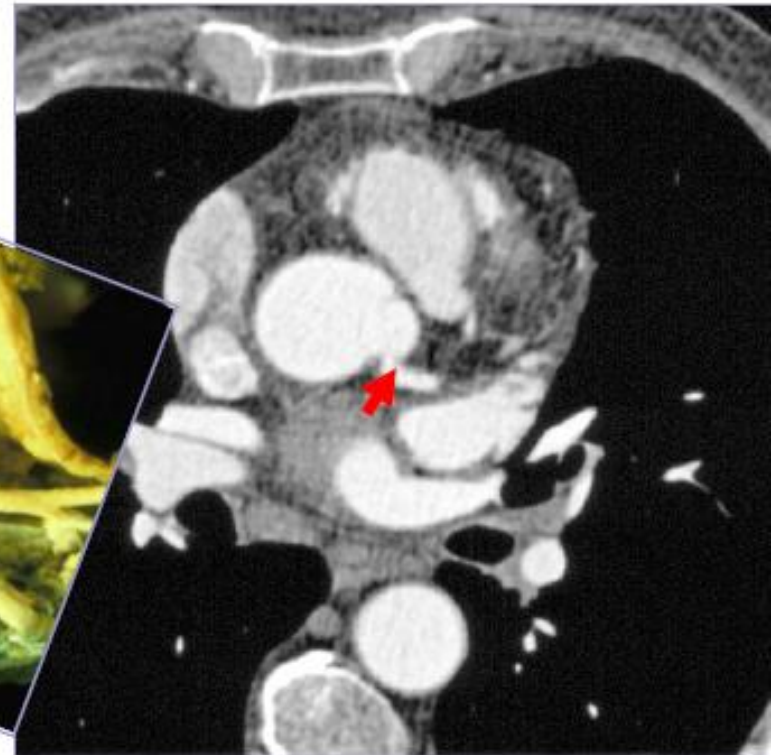
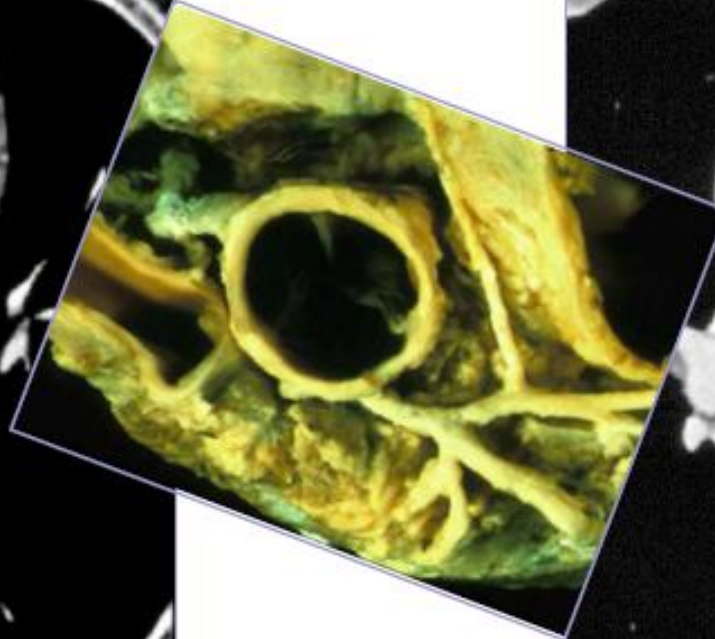


Vue dorsale massif atrial enlevé

# Origines des artères coronaires

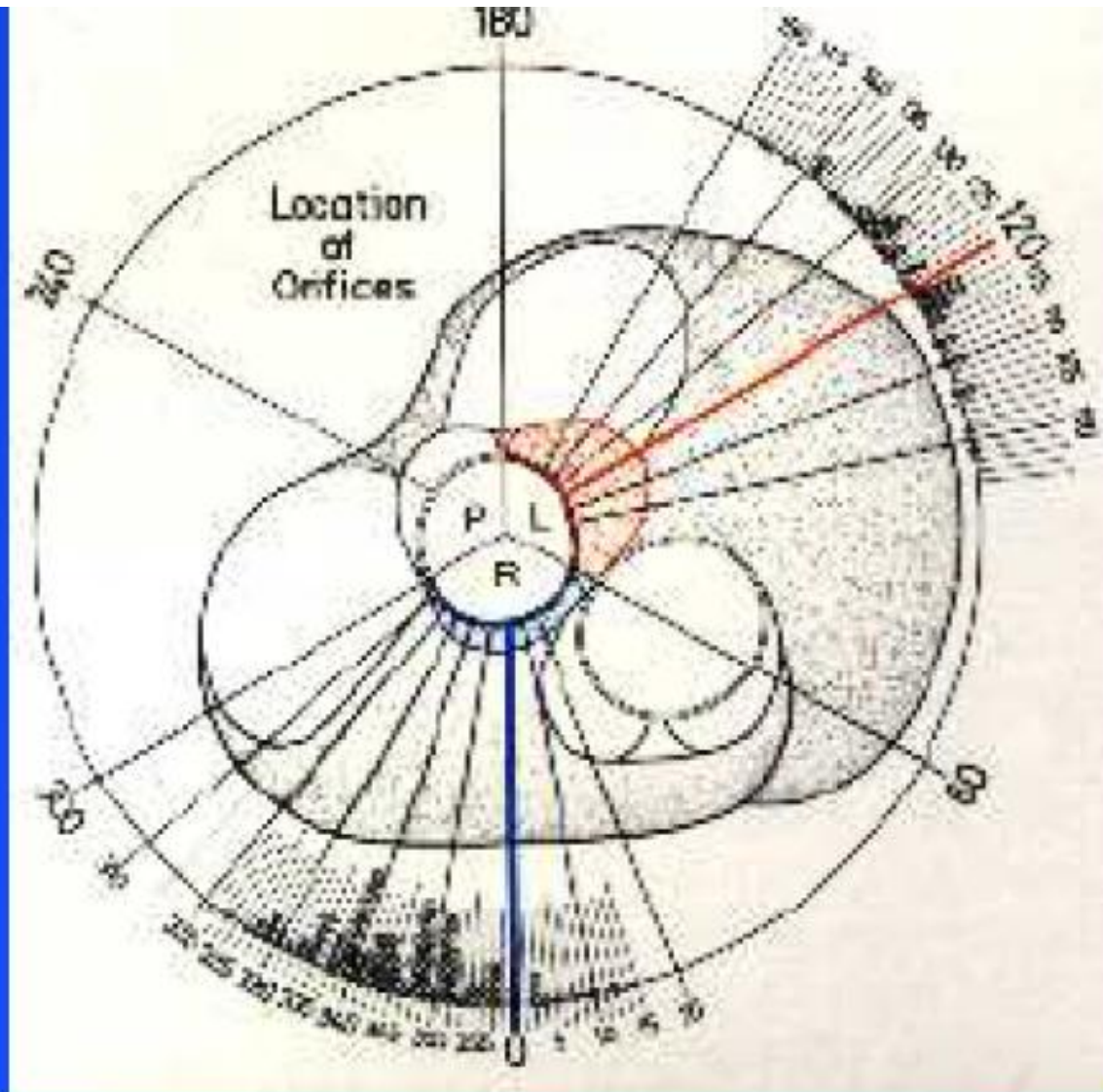


Artère coronaire droite



Artère coronaire gauche

# Origine normale des coronaires



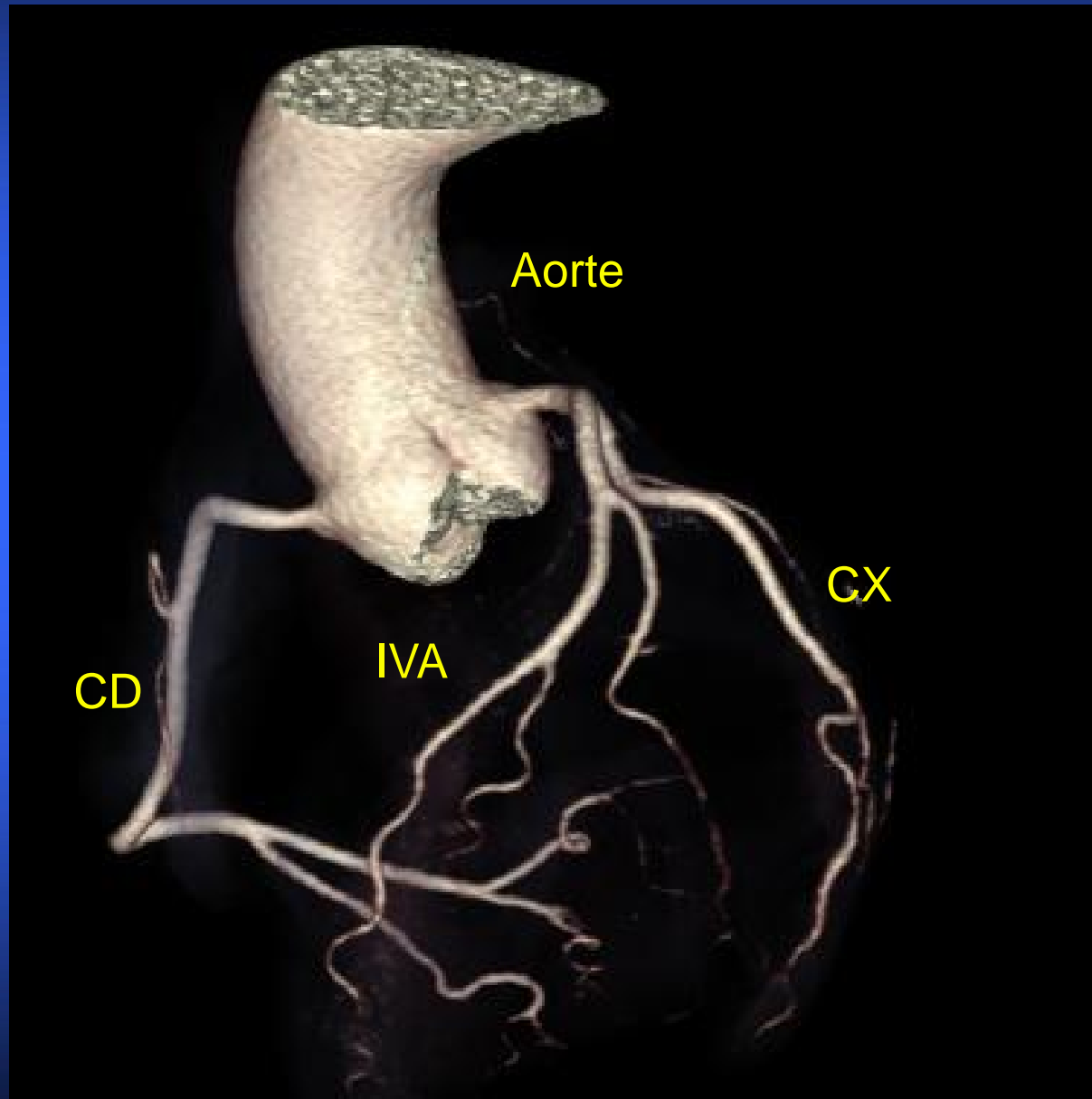
110-130°

335-355°

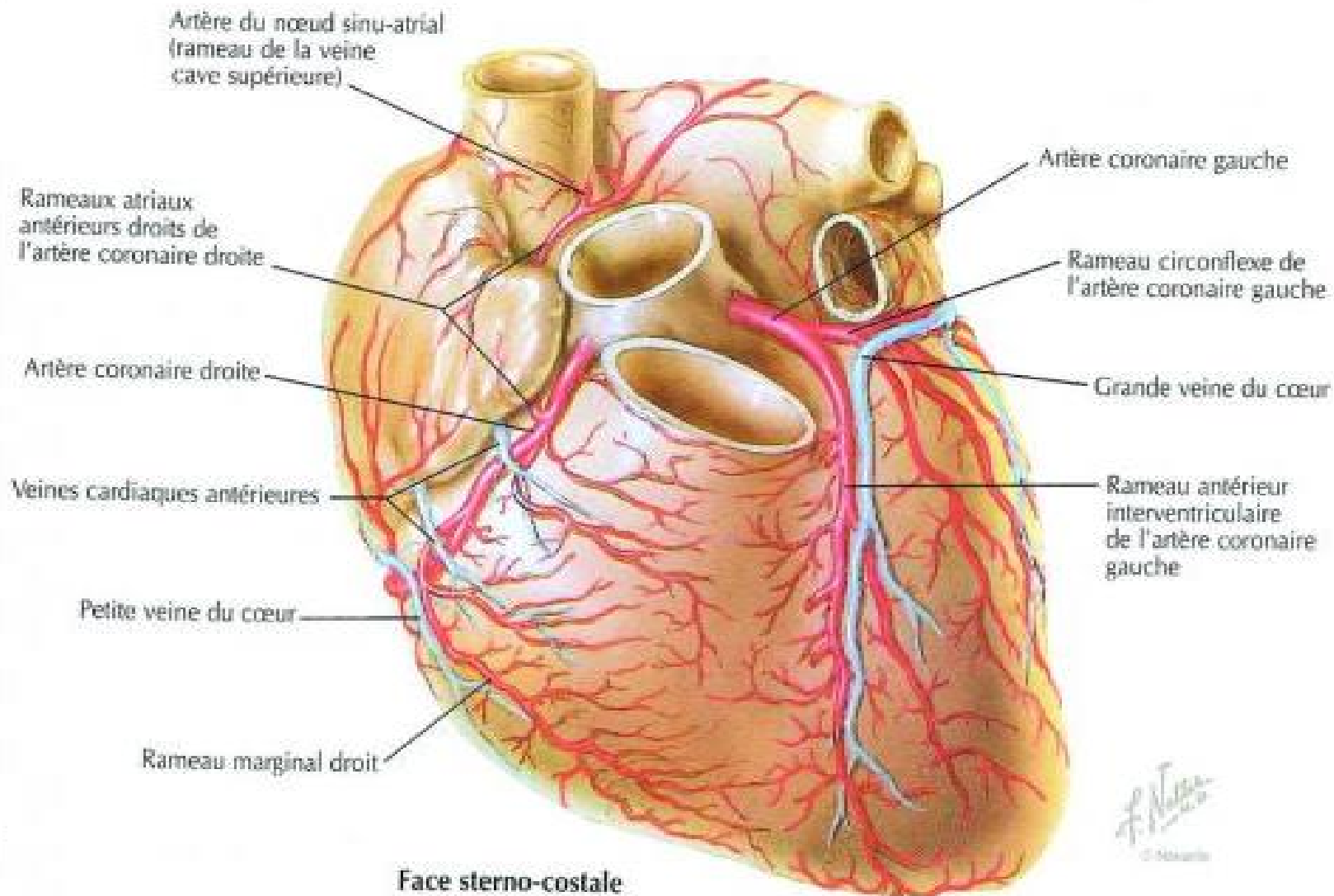
# TRONCS CORONAIRES

- 3 Troncs coronaires :
  - IVA
  - CX
  - CD
- Répartition entre les trois troncs variable d'un individu à l'autre fonction longueur et nombre de branches

# CORONAIRES IMAGES CT SCAN VRT



# ANATOMIE CORONAIRE de FACE

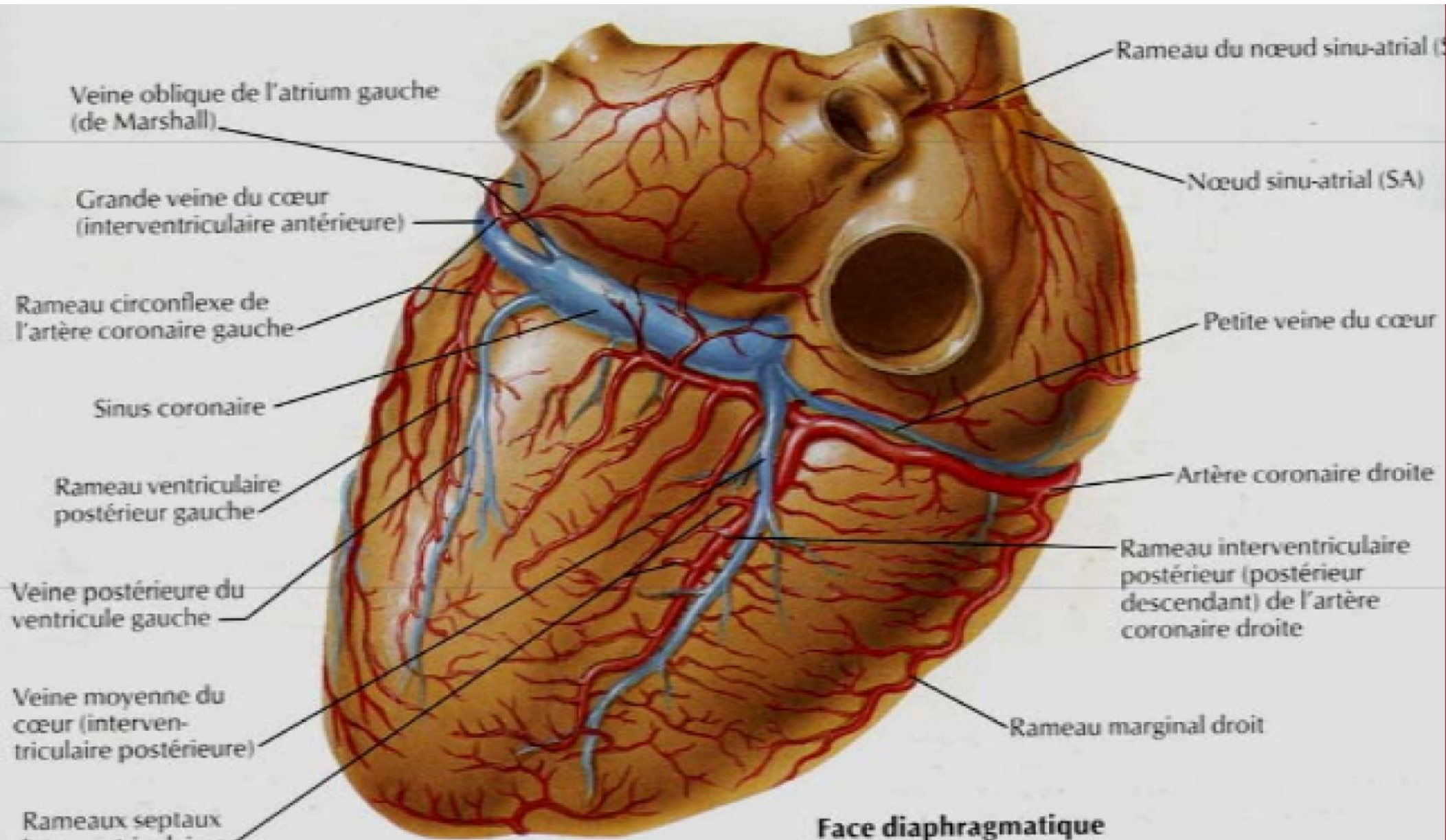


*F. Netter*  
M.D.

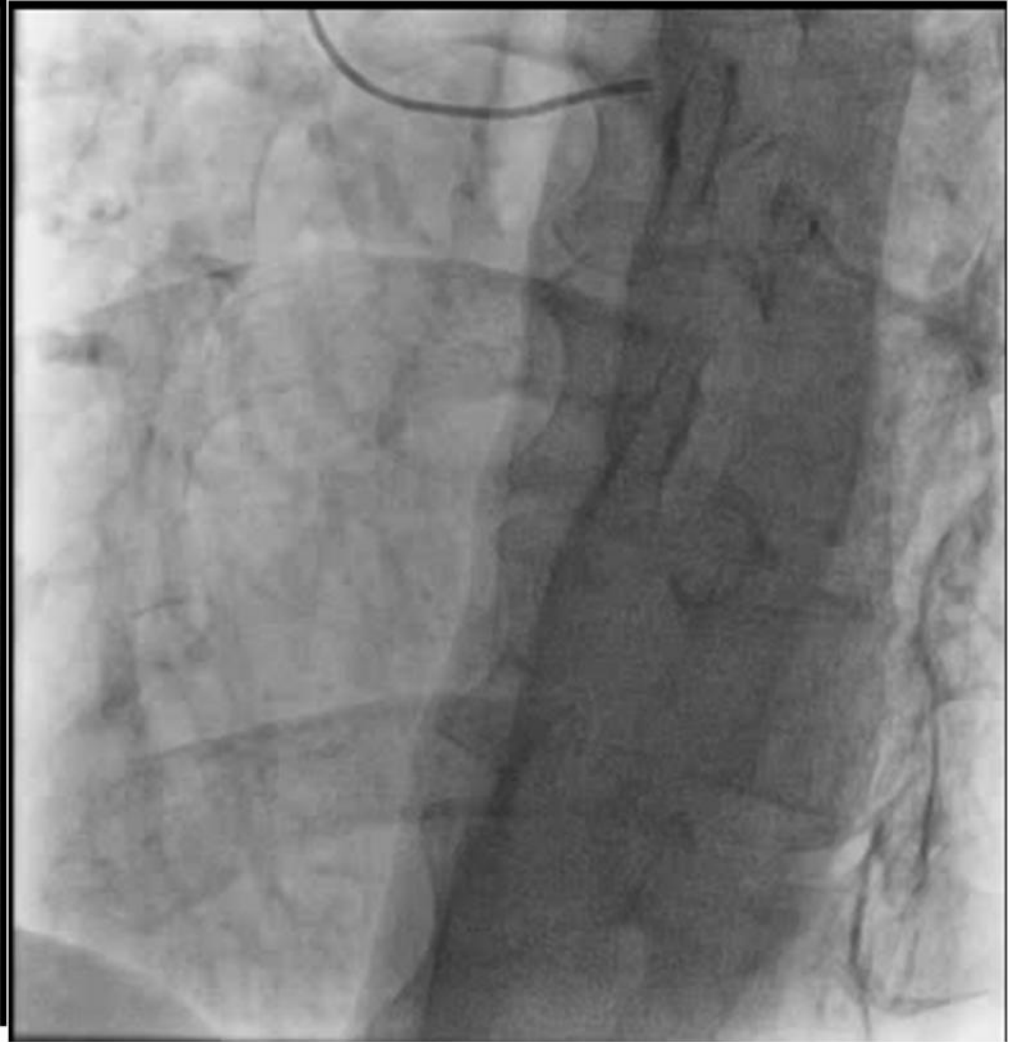




# VUE DIAPHRAGMATIQUE



# RESEAU GAUCHE NORMAL



# ARTERE CORONAIRE GAUCHE

- Le Tronc commun :
  - L'origine : la partie gauche du sinus aortique juste en dessous de l'anneau sino-tubulaire. Il est typiquement aux alentours de 10 mm de longueur, très rarement il n'existe pas et l'artère inter-ventriculaire antérieure et la circonflexe naissent par deux ostia séparés.
  - Les vues optimales,: Face caudale, LAO caudale et craniale, son évaluation angiographique est difficile lorsqu'il est infiltré dans toute sa longueur.

# ARTERE INTER-VENTRICULAIRE ANTERIEURE

- Le trajet : elle se dirige vers le bas dans le sillon inter-ventriculaire antérieure jusqu'à l'apex ,dans 22% des cas elle n'atteint pas l'apex.

Les branches :sont des branches septales et diagonales.

Les branches septales vascularisent le septum dans sa partie supérieure.

Les diagonales vascularisent la partie latérale du ventricule gauche ainsi que le muscle papillaire antéro-latéral.

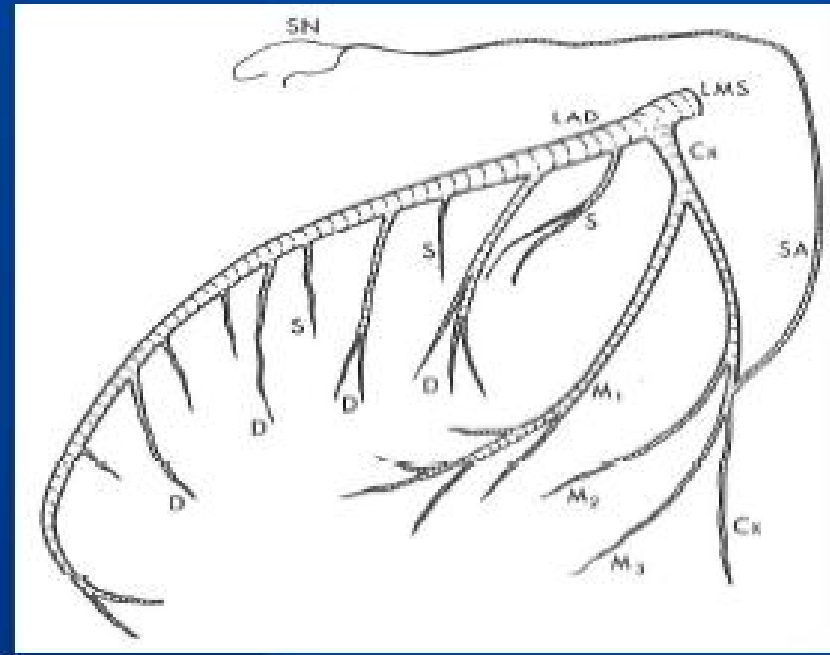
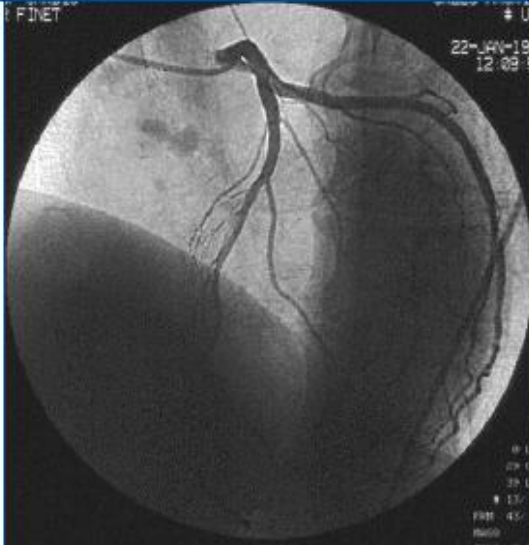
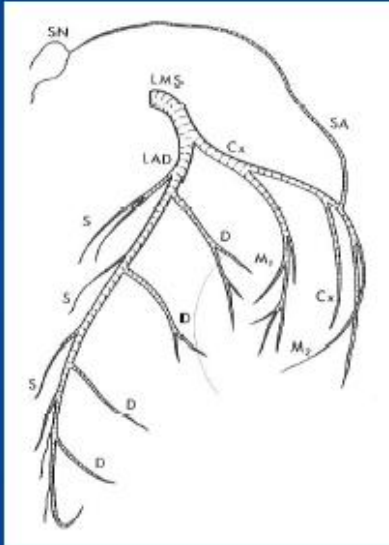
Au total, l'IVA revascularise 45 à 55% du ventricule gauche.

# ARTERE CIRCONFLEXE

- Son origine : elle naît de la partie distale du tronc commun gauche, elle se dirige en bas dans le sillon auriculo-ventriculaire.
- Les branches: sont des branches marginales pour la région antéro latérale, postéro-latérales qui vascularisent le mur postéro-latéral, parfois des branches antéro-latérales vascularisent le muscle papillaire, elles donnent la vascularisation du nœud nodal dans environ 38% des cas. Elles vascularisent au total 15 à 25% du ventricule gauche lorsqu'elle est de topographie normale, lorsqu'elle est dominante elle vascularise 40 à 50% du VG

# CORONAIRE GAUCHE

## Résumé



**LMS = Tronc commun**

**LAD = Inter Ventriculaire Antérieure**

**D = Diagonales**

**S = Septales**

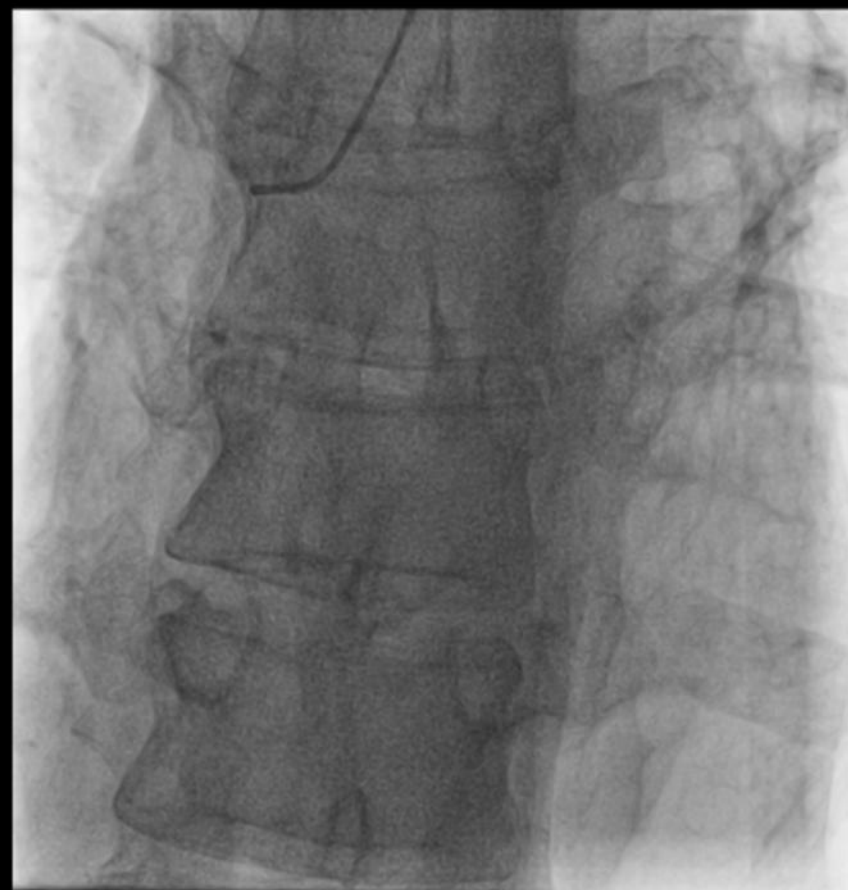
**Cx = Circonflexe**

**M1, 2, 3 = Marginales**

**SA = Atrère sino-Atriale**

**SN = Artère du nœud sinusal**

# DROITE NORMALE



# ARTERE CORONAIRE DROITE : ANATOMIE DE BASE

- L'origine (aortique droit, plus bas que l'origine de l'artère coronaire gauche)
- Le trajet, elle descend le sillon ventriculaire droit vers la croix du cœur, elle donne en distalité l'artère inter-ventriculaire postérieure dans 85% de cas à partir desquels les septales s'élèvent.
- Elle continue dans le sillon auriculo-ventriculaire gauche donnant les branches rétroventriculaires postérieures. L'artère ventriculaire postérieure peut avoir une origine beaucoup plus proximale type bifurcation haute, ou peut être très petite avec un territoire minuscule, limité à une branche marginale antérieure.
- Elle vascularise 25 à 35% du ventricule gauche.



# ARTERE CORONAIRE DROITE : LES AUTRES BRANCHES

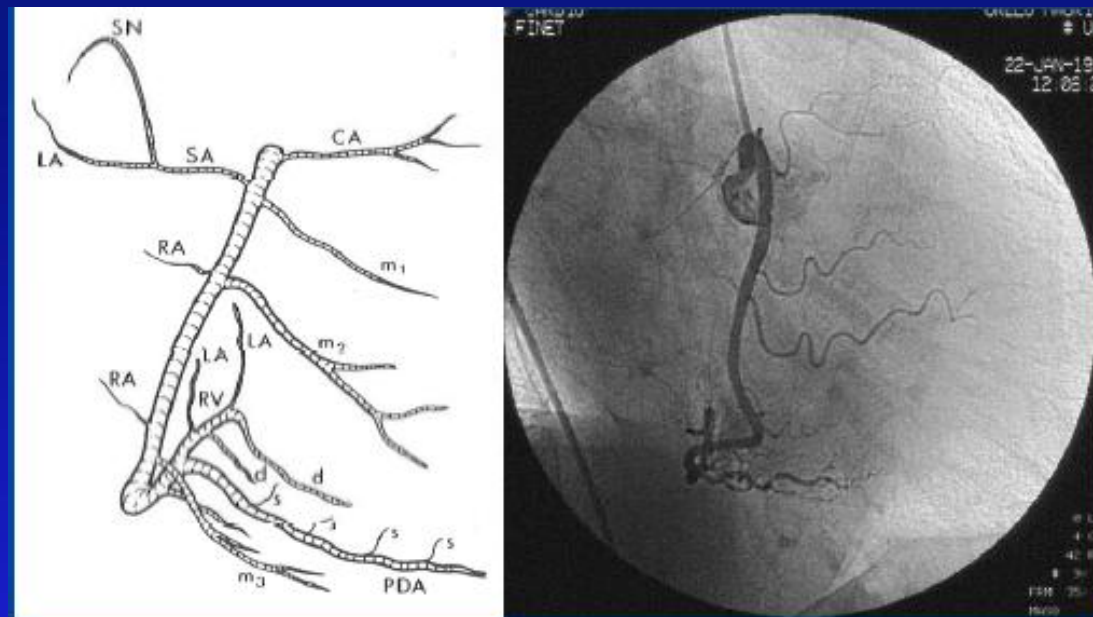
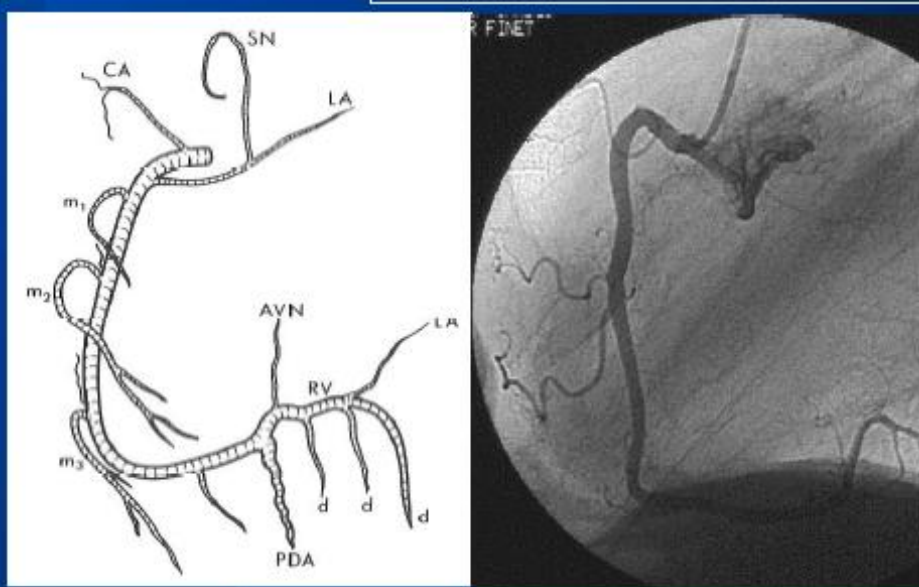
- L'artère du conus est habituellement très proximale dans 50% elle a une origine séparée à l'artère coronaire droite. Elle se dirige antérieurement et vers le haut au dessus de la chambre de chasse du ventricule vers l'IVA. Elle peut être une source importante de collatérales.
- L'artère du nœud dans 60% des cas, c'est une deuxième branche de l'artère coronaire droite qui se dirige obliquement en arrière et en bas à travers le septum auriculaire et le mur antéro-médium de l'oreillette droite, elle vascularise le nœud sinusal, habituellement l'oreillette droite et quelquefois l'oreillette gauche.

# ARTERE CORONAIRE DROITE : LES AUTRES BRANCHES

- Les branches ventriculaires droites (branches marginales), habituellement elles ont pour origine la partie moyenne de l'artère coronaire droite, elle donne la vascularisation de tout le mur antérieur du ventricule droit et elles peuvent être aussi une source de collatérales vers le réseau gauche.
- L'artère ventriculaire postérieure, elle vascularise tout le mur inférieur et la plupart du septum inter-ventriculaire, ainsi que le muscle papillaire postéro-médium.

# CORONAIRE DROITE

## Résumé



*CA = Artère du conus*

*M1,2,3 = Marginales du bord droit*

*LA = Artère atriale gauche → Art du Nœud sinusal*

*PDA = inter ventriculaire postérieure*

*AVN = Artère du Nœud Auriculo-Ventriculaire*

*RV = Rétro-ventriculaire → branches diaphragmatiques*

*LA = Artère atriale gauche*

*Springer-Verlag Ber.*

# TRONCS CORONAIRES : Diamètre

- TCG : 4.0
- IVA1 : 3.4
- IVA3 : 2.0
- CXp : 3.0
- Diag : 2.0
- Lat : 2.5
- CD1 : 3.2
- CD3 : 2.7

d'après Mac Alpine

fonction SC

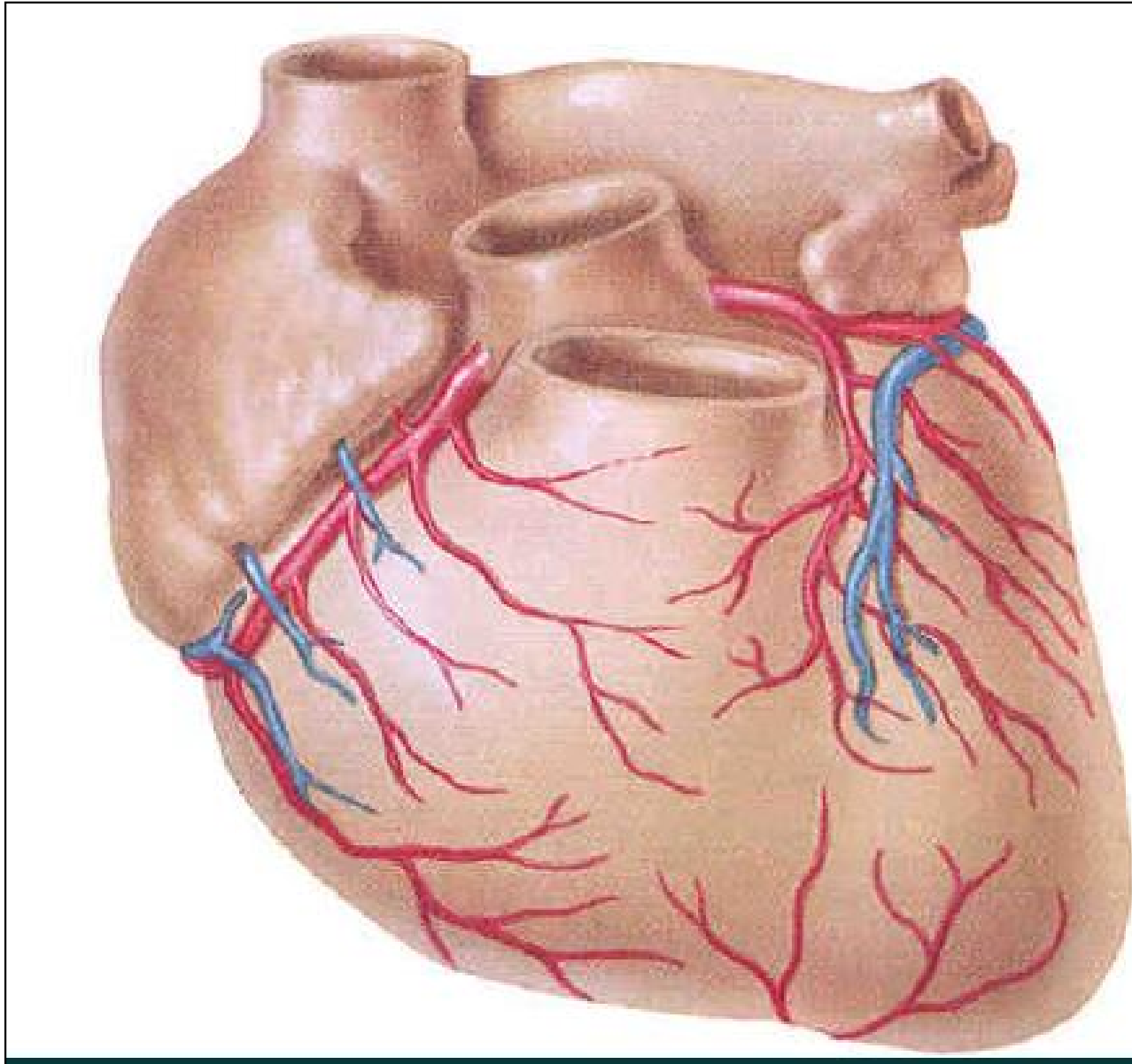
# VARIANTES ANATOMIQUES

- Longueur du TCG
  - Canons de fusil IVA CX pas de TCG
    - >problème injections simultanées
  - TCG très long IVA et CX rétrogrades pour retrouver le sillon
    - > problème en angioplastie car trajet récurrent

# VARIANTES ANATOMIQUES

- Longueur de l'IVA
  - Le plus souvent longue contournant l'apex (78%)
  - Très longue
  - Courte (IVP contourne l'apex)
  - IVA bifide (1 IVA septale 1 IVA diagonale)
- Trajet : sortie du SIV, SIM

# PETITE IVA



# VARIANTES ANATOMIQUES

- Nombre de rétrov de la CX
  - En général  $RVCD + RVCX = 3$
- Bissectrice :
  - 0
  - 1
  - 2                      Diagonale, latérale
- Nombres de latérales et de diagonales



# VARIANTES ANATOMIQUES

- Septale
  - Septale perforante majeure
  - Septales issues de TCG, bissectrice
  - Septale superficielle = artères du ventricule droit

# DOMINANCE

- Deux définitions :

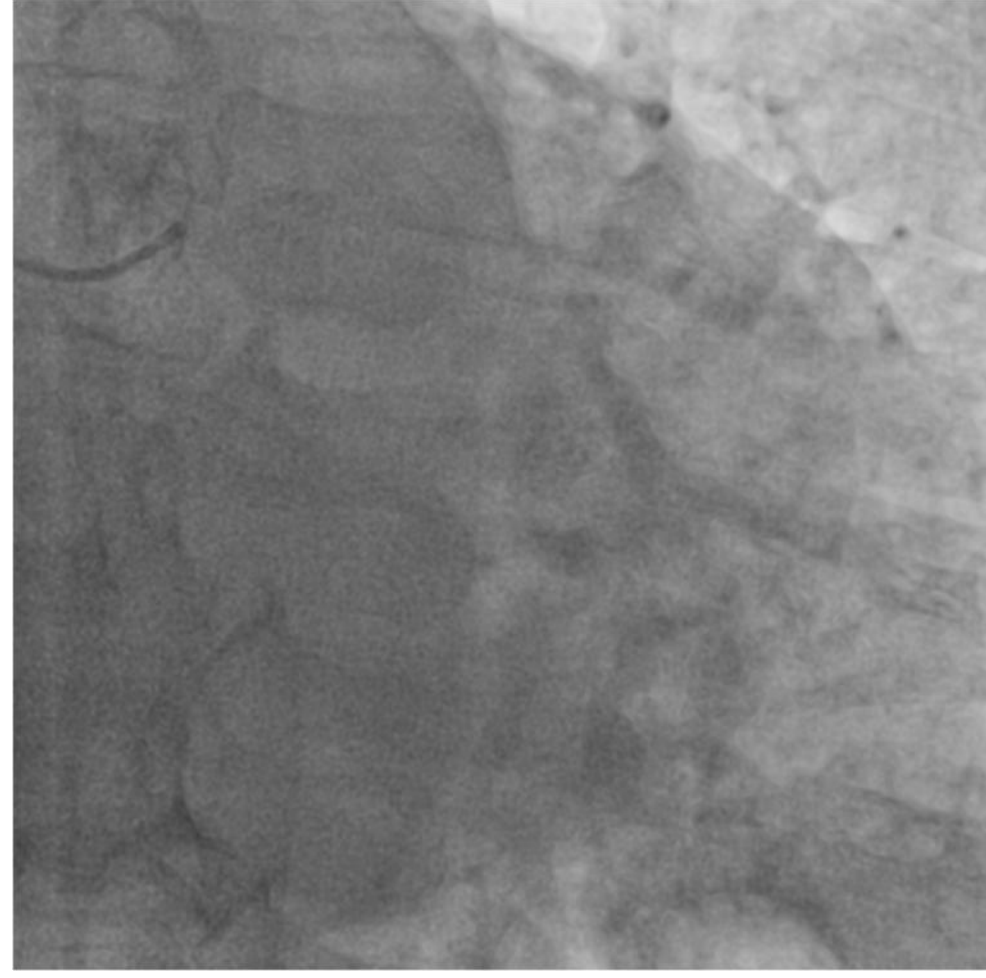
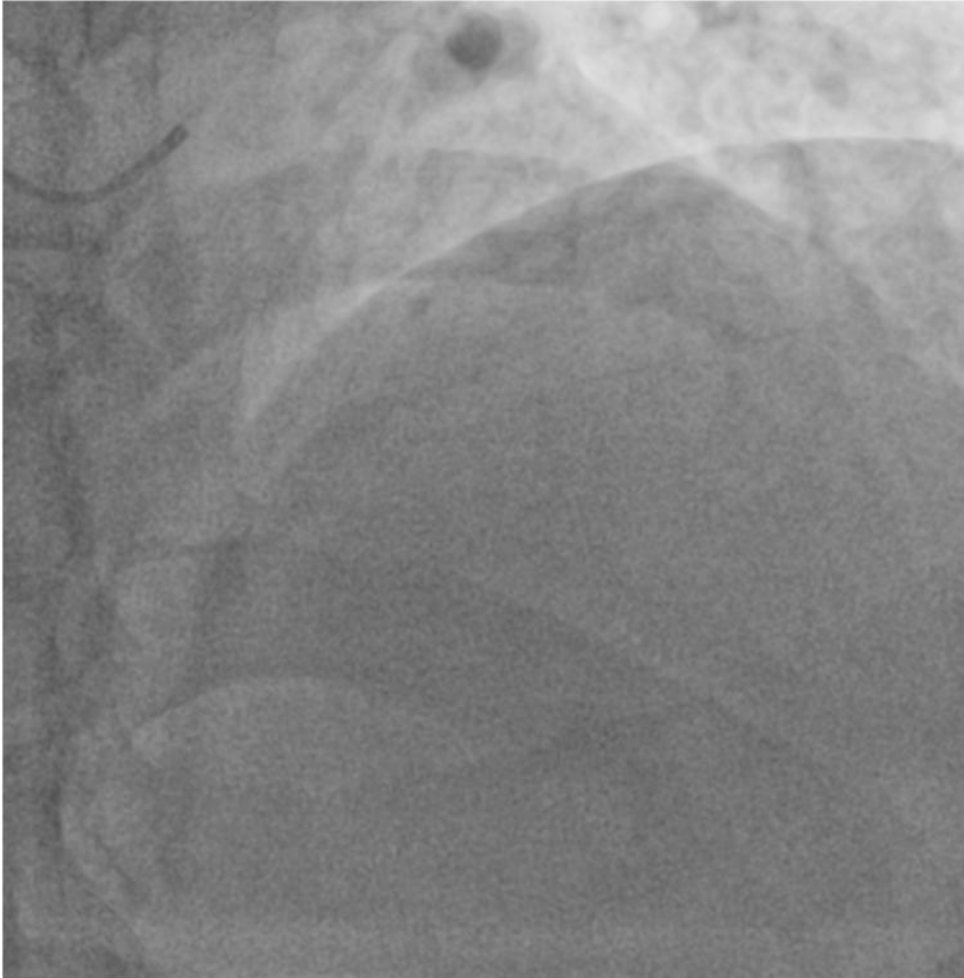
1) l'artère coronaire qui atteint la croix du cœur et qui donne l'artère ventriculaire postérieure est l'artère dominante.

2) qui permet aussi la co-dominance qui est à mon avis plus précise, l'artère qui donne non seulement l'IVP mais aussi de larges branches postéro-latérales.

# DOMINANCE CORONAIRE

- Proposé en 1940 par Schlesinger :
  - La dominante vascularise la portion diaphragmatique du SIV et la surface diaph. du VG
- Droite (85%) de la CD donne au moins une rétroventriculaire
- Gauche (5 à 10%) la gauche donne l'IVP, la droite est rudimentaire (unique VD)
- Équilibré : la CD ne donne que l'IVP la gauche les RV

# Réseau équilibré

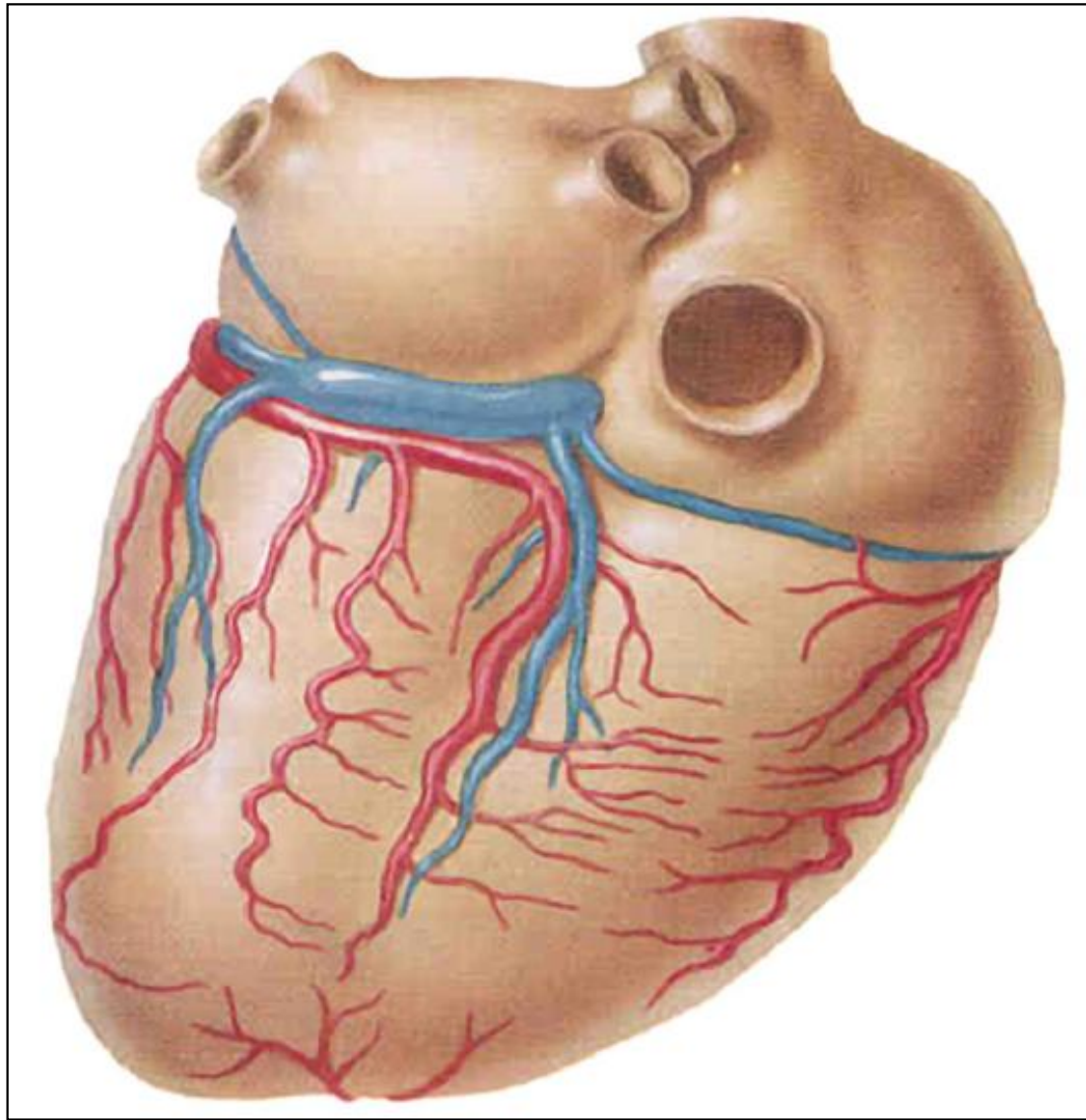


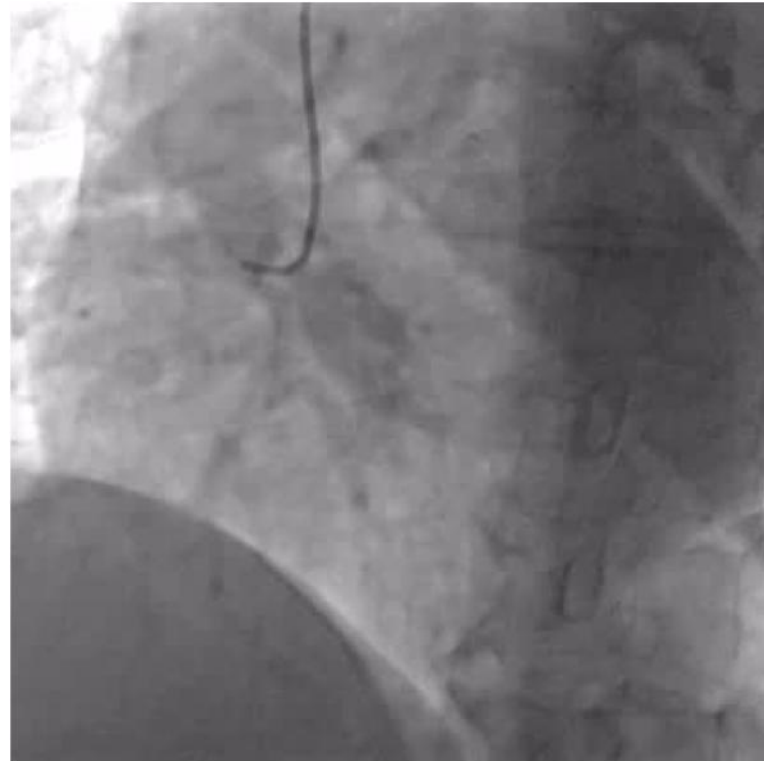
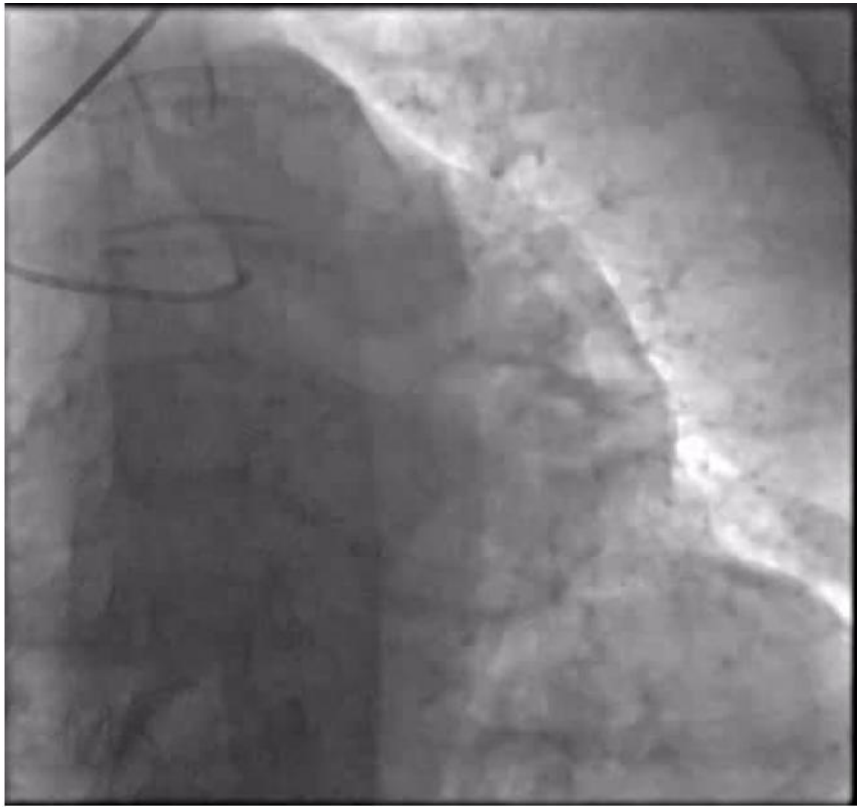
# Réseau équilibré



# **RESEAU GAUCHE DOMINANT**

# GAUCHE DOMINANTE

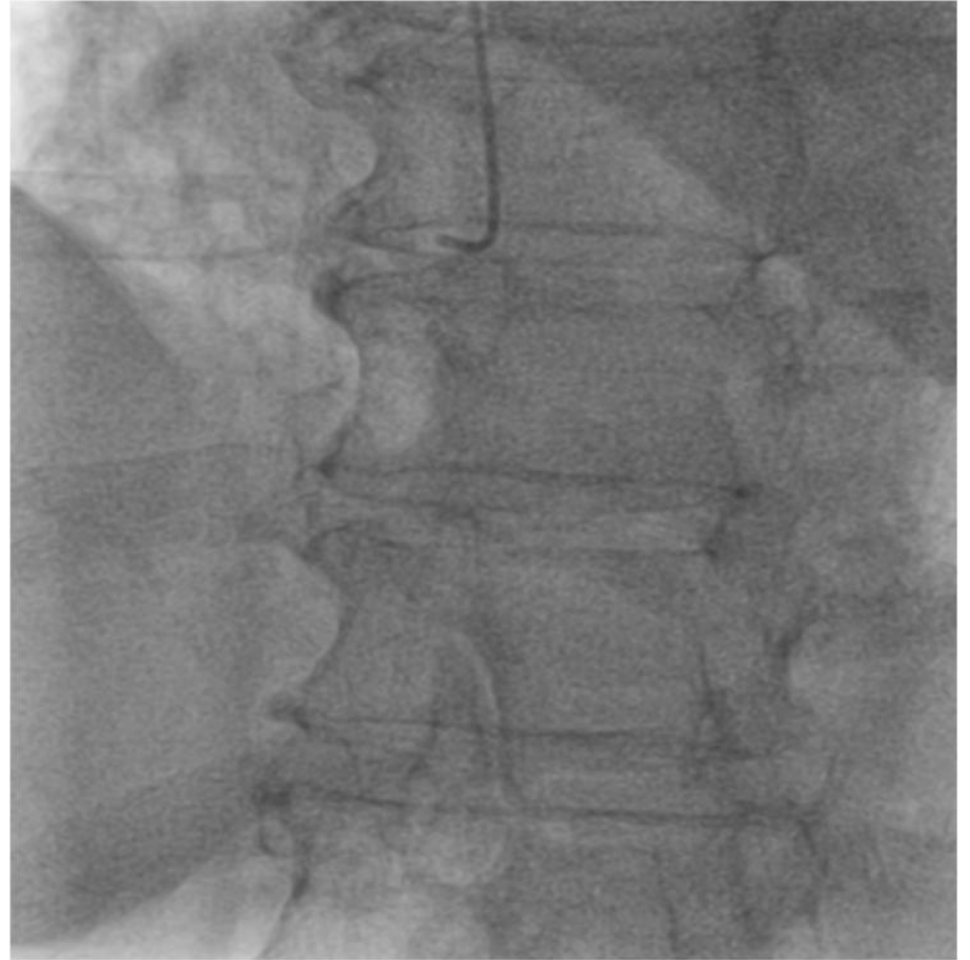
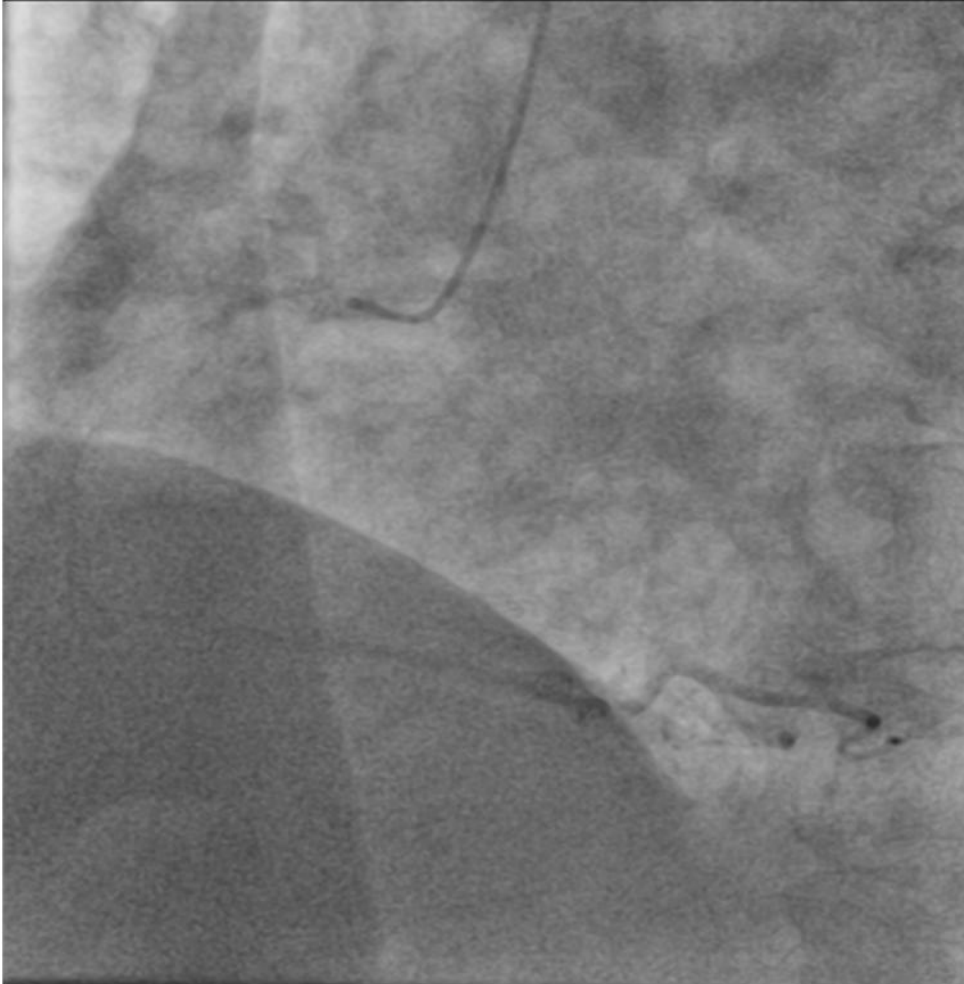




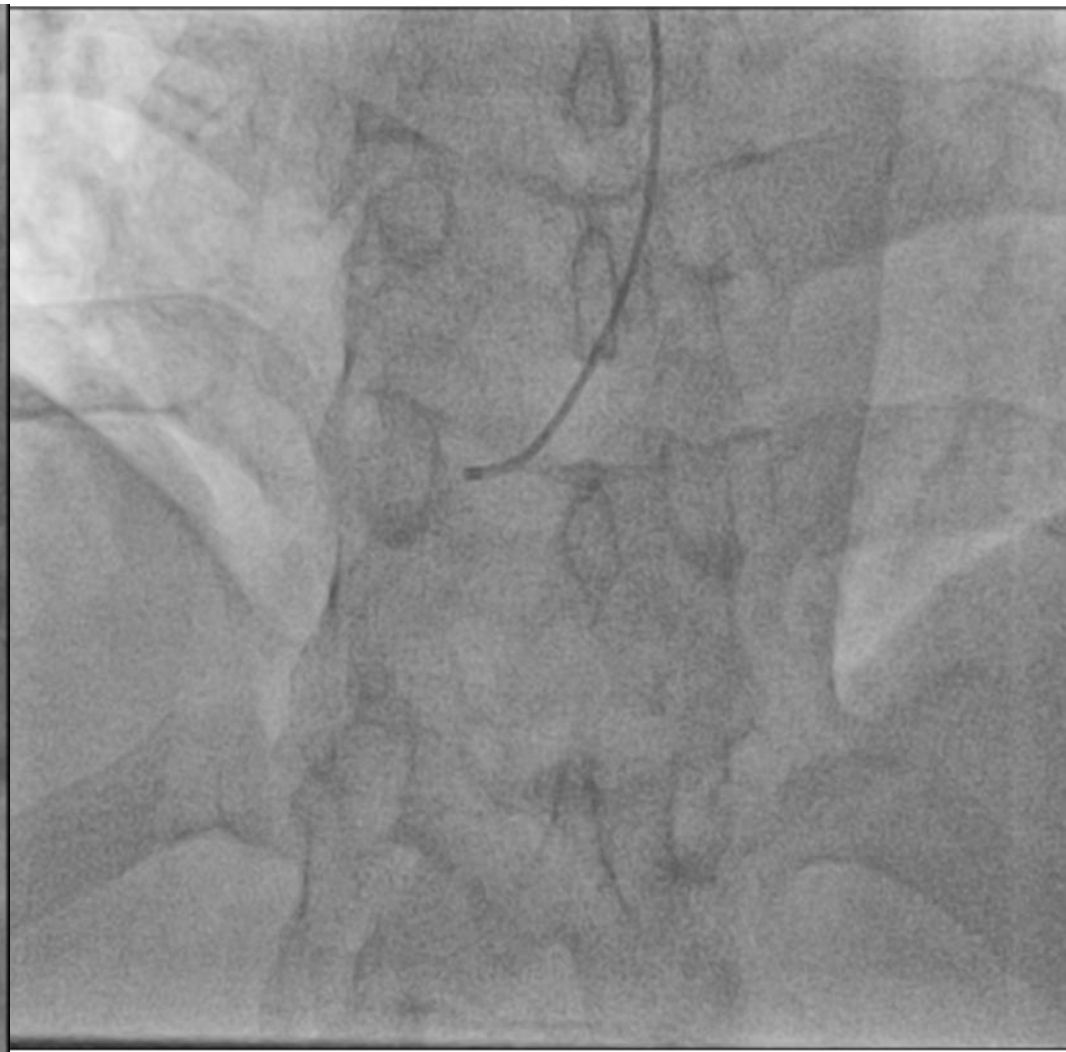


**RESEAU DROIT DOMINANT**

# Réseau droit dominant



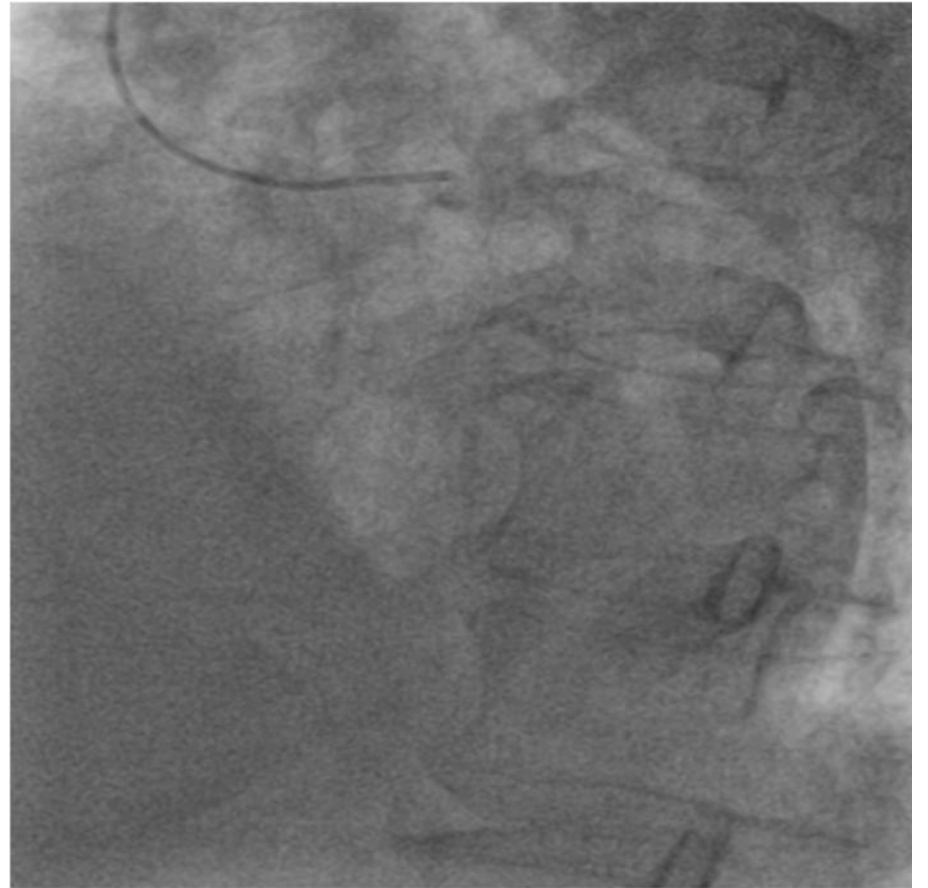
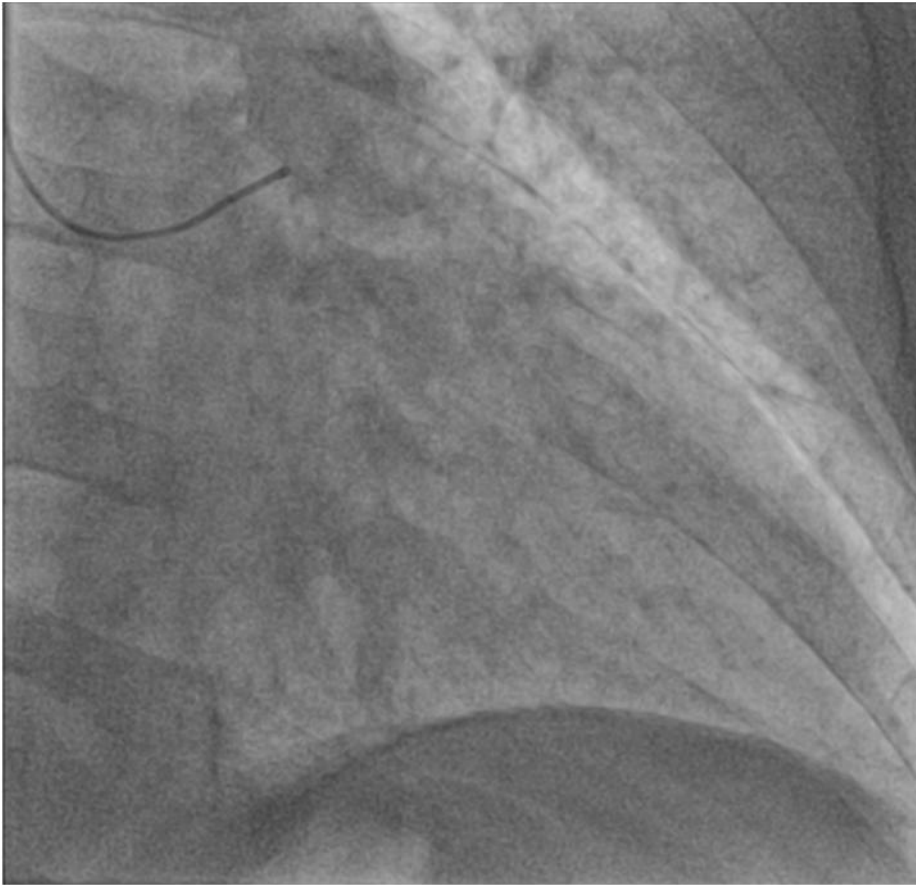
# Réseau droit dominant



# Réseau droit dominant

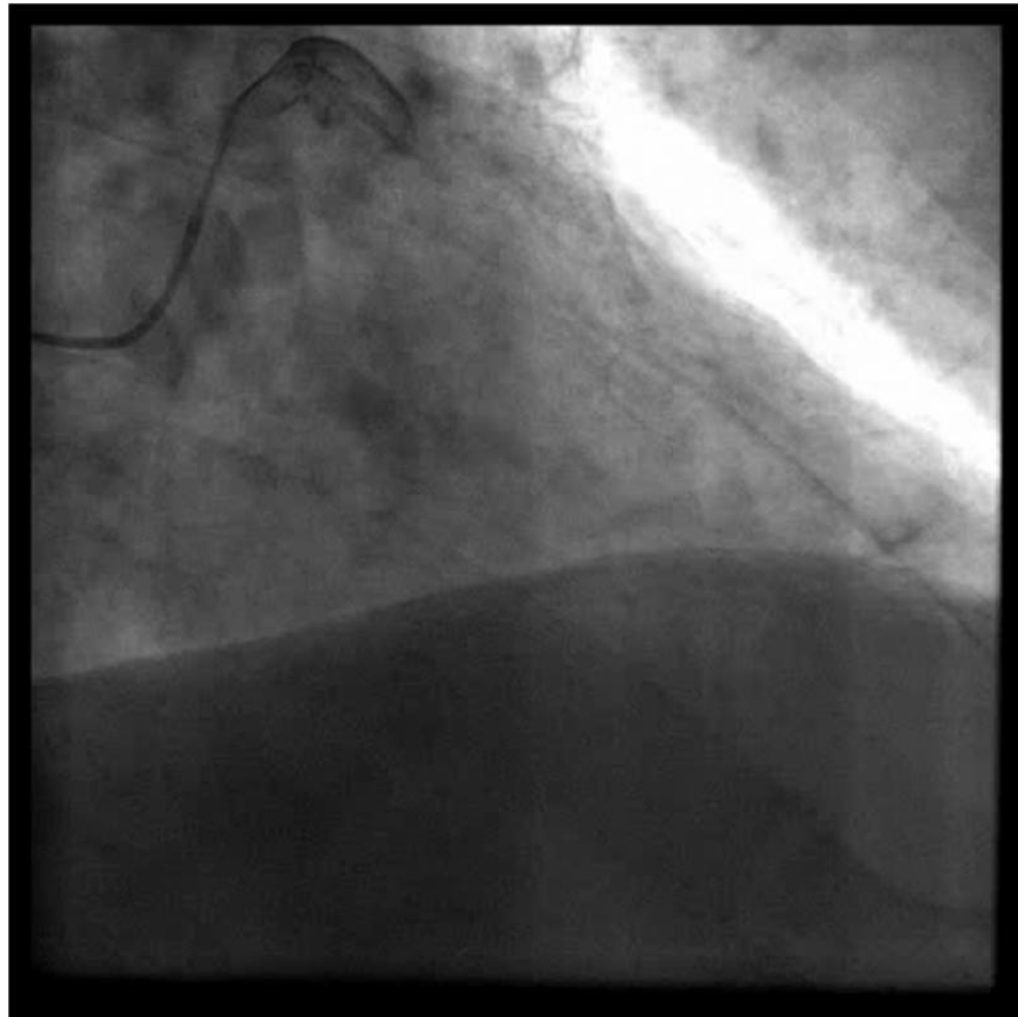


# Réseau droit dominant

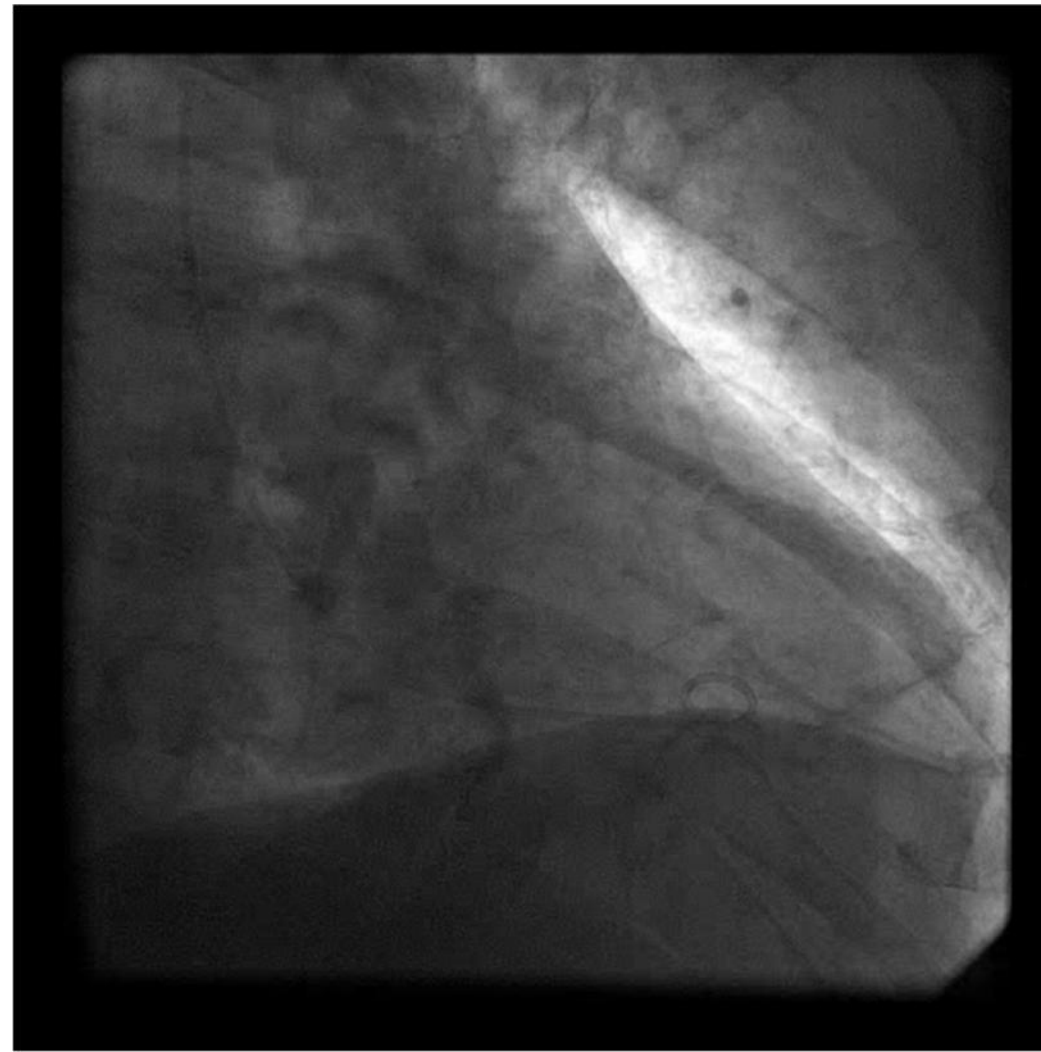
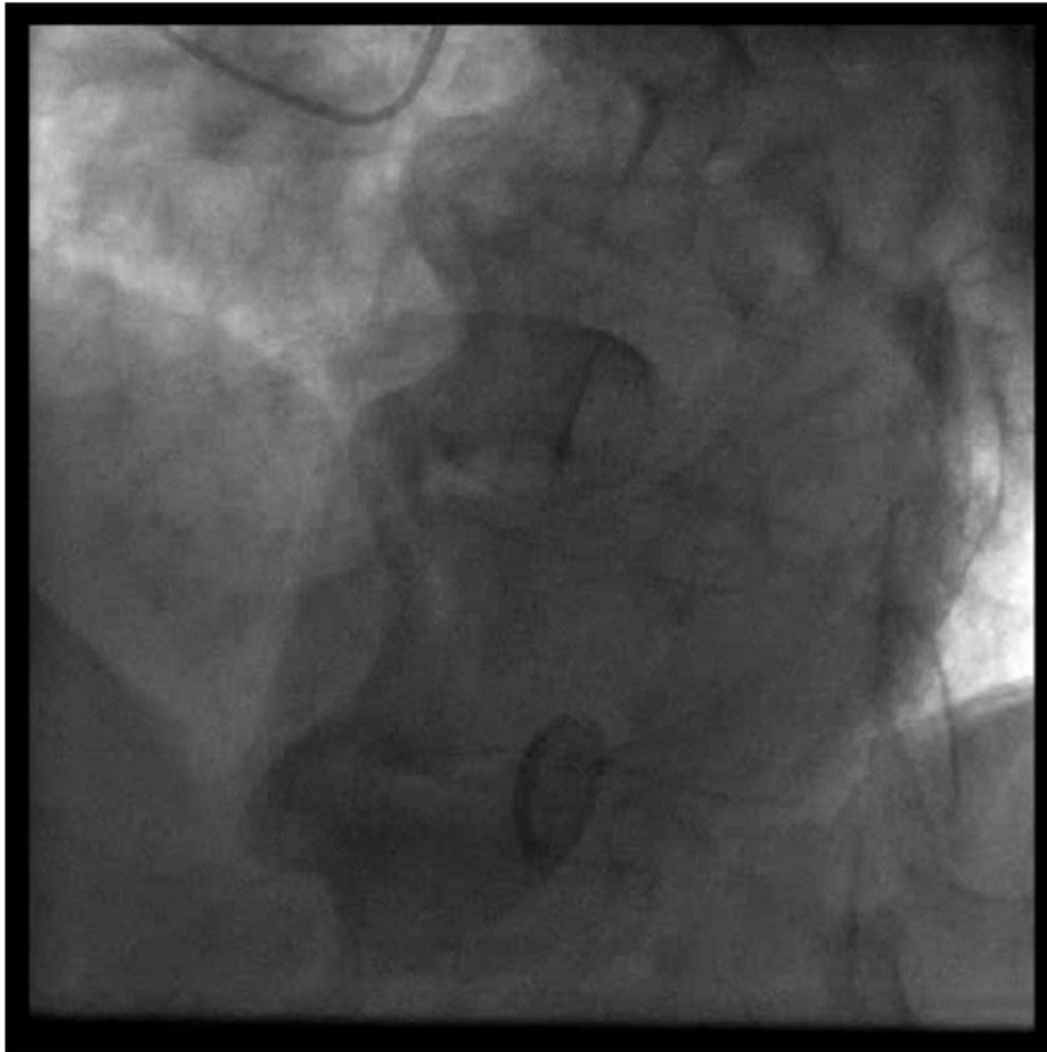


# PONT MUSCULAIRE IVA

# PONT MUSCULAIRE IVA



# PONT MUSCULAIRE IVA





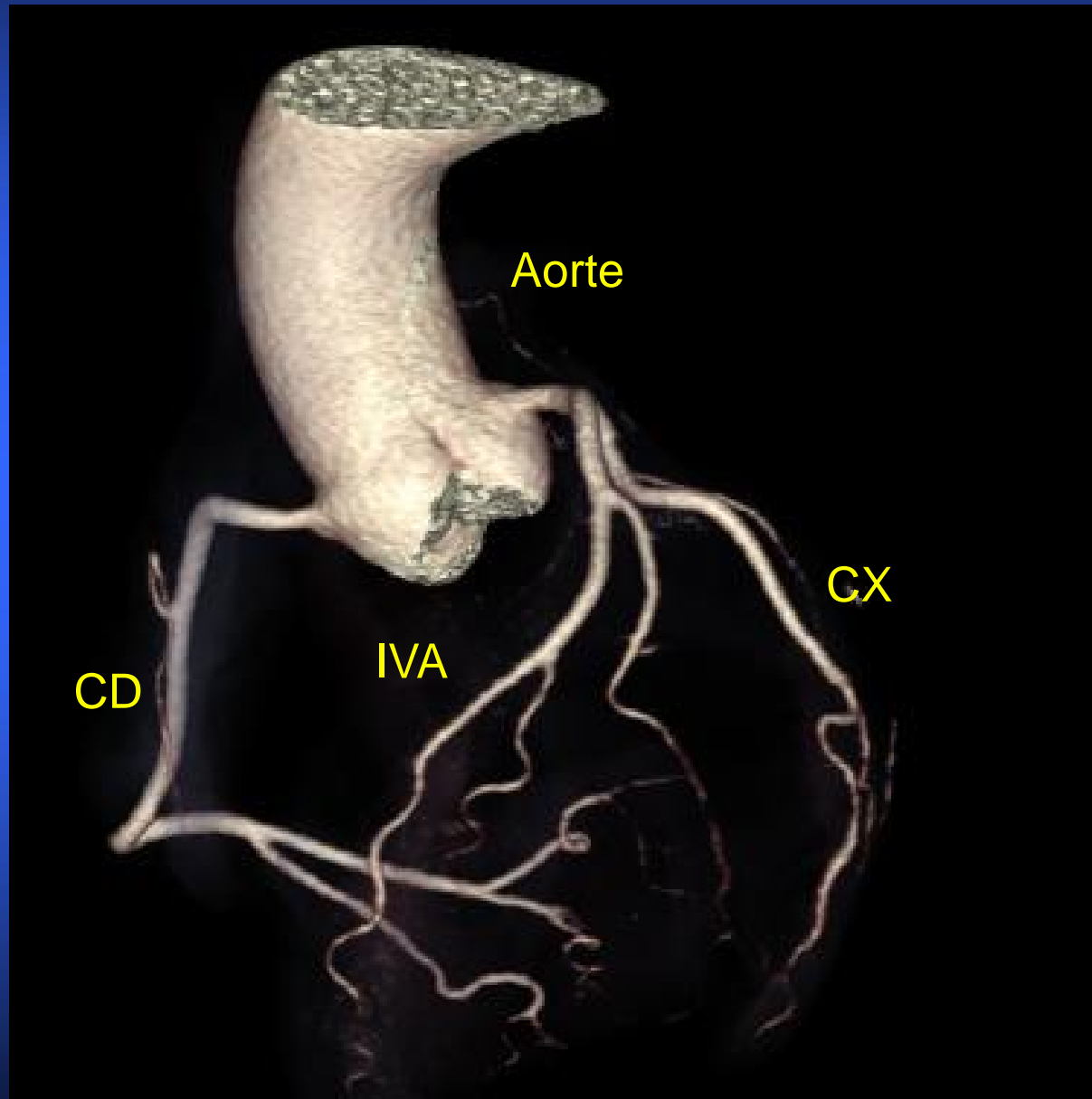
SCANNER  
*PH*

SIEMENS

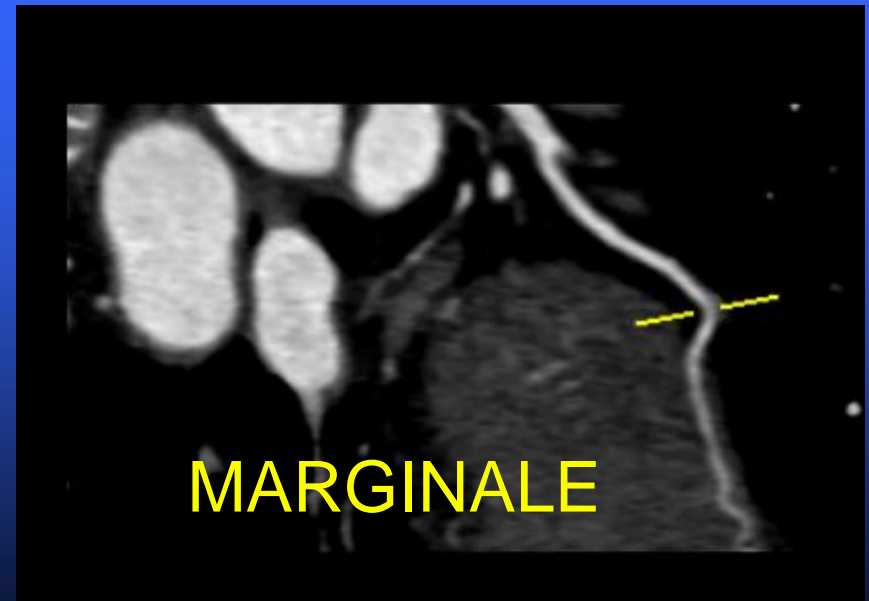
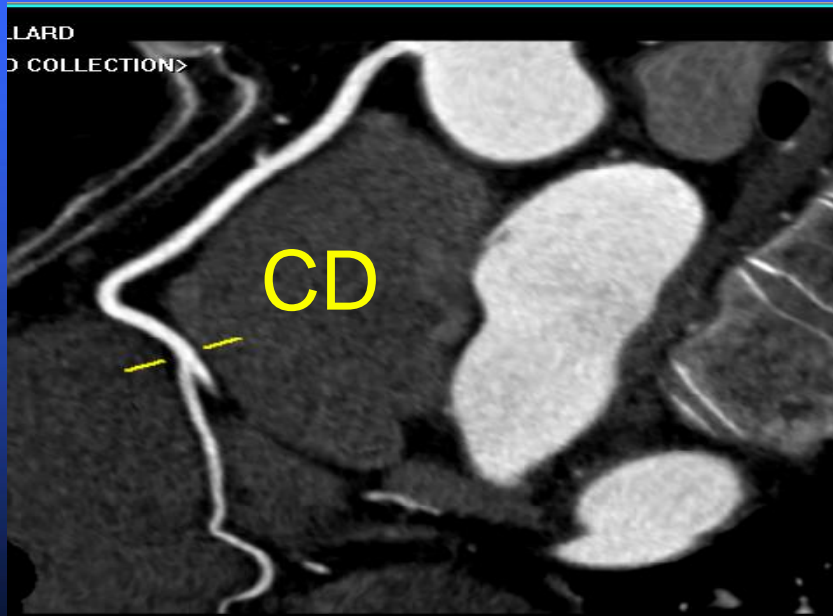
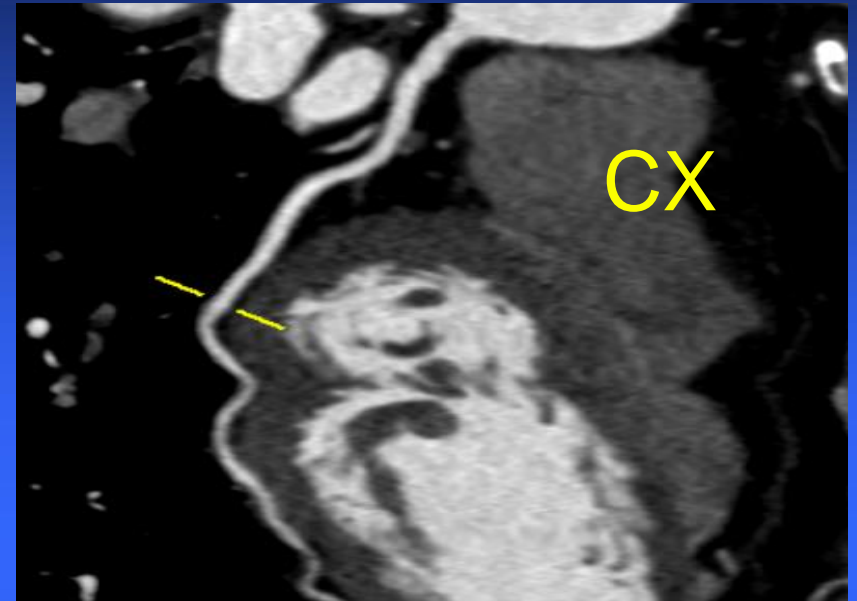
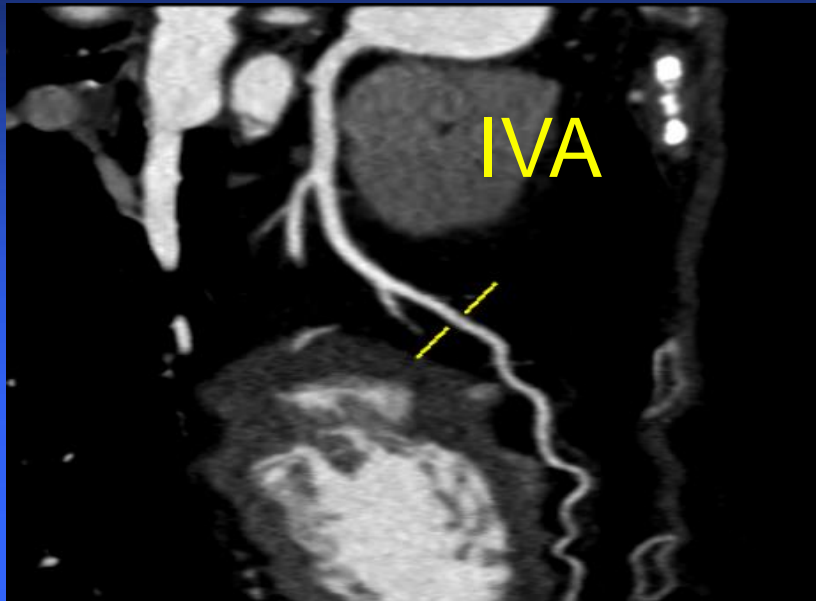
128 Barrettes



# CORONAIRES IMAGES CT SCAN VRT



# MME MA IMAGES MIP

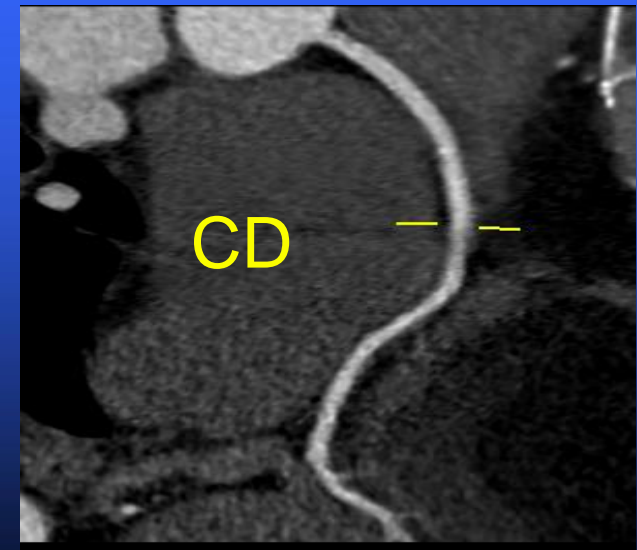
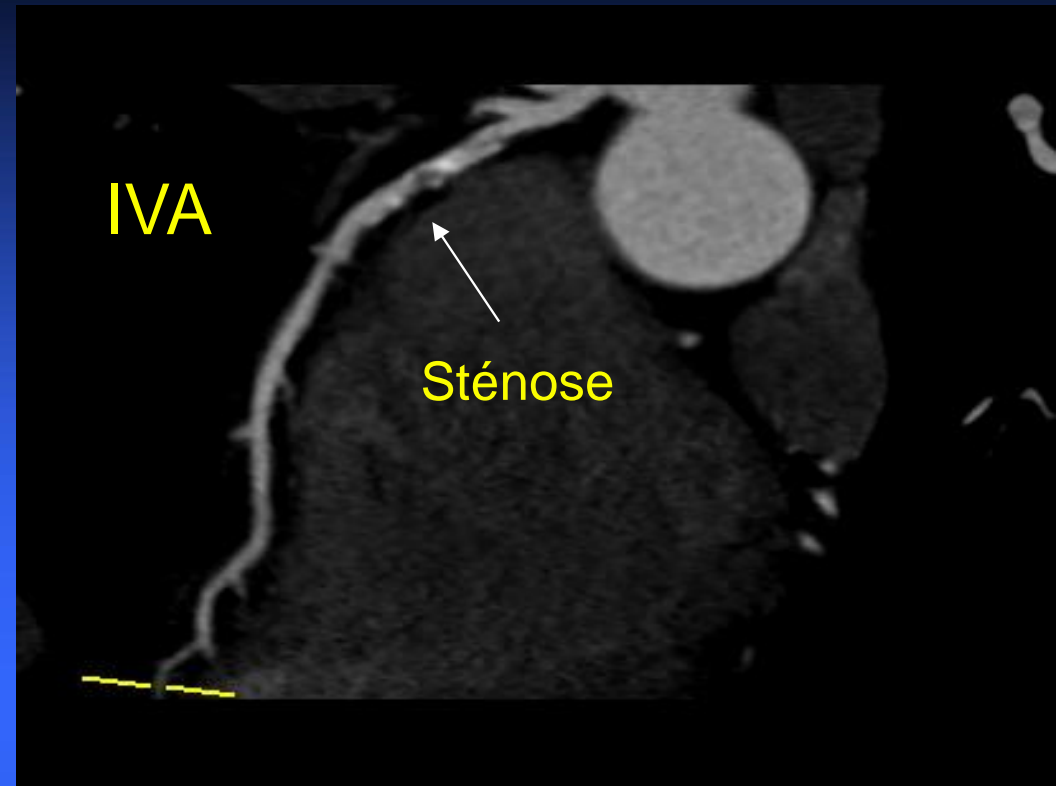


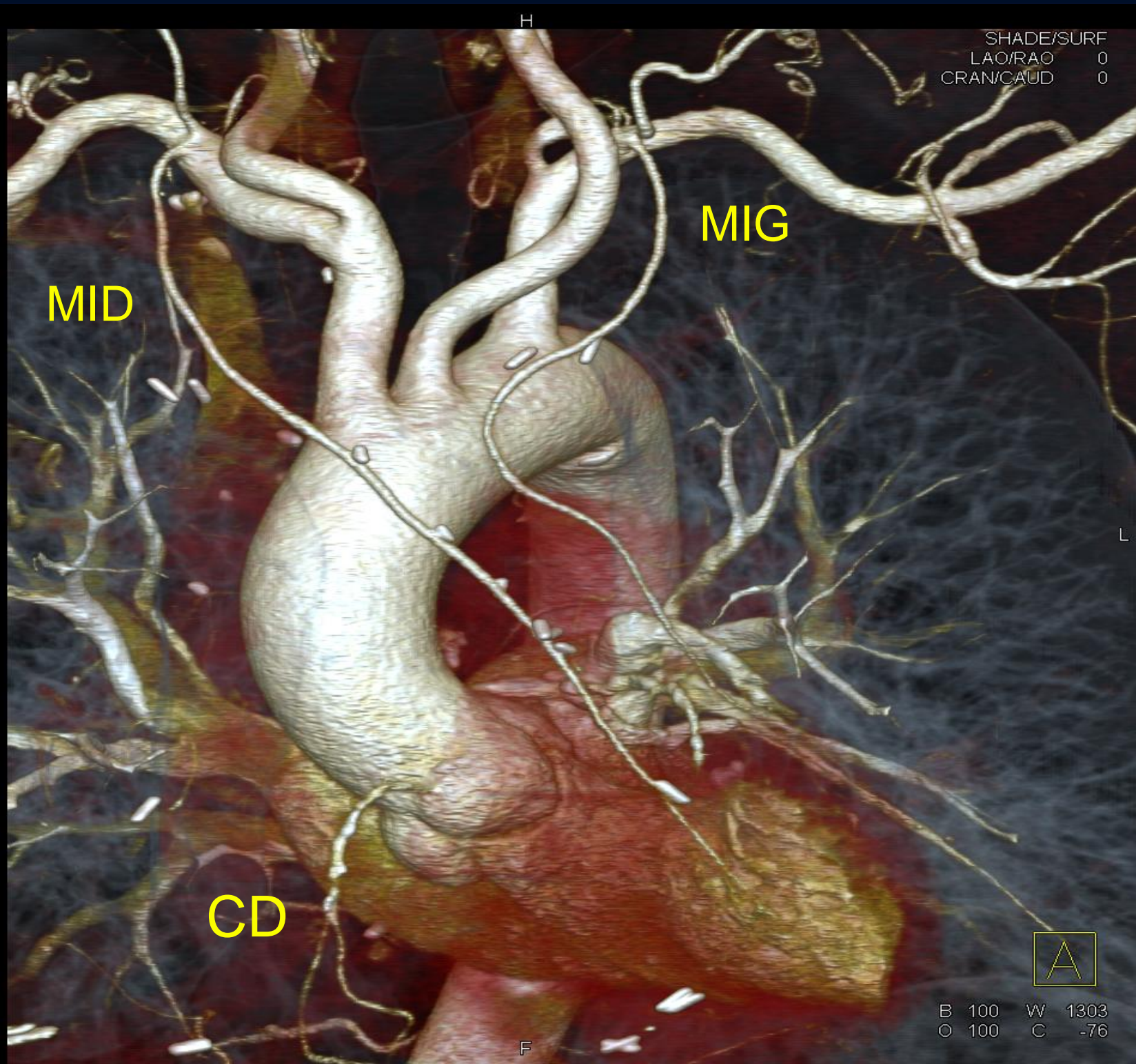
Mr C. 56 ans tabac

Assymptomatique EE anormale

### CA SCORING

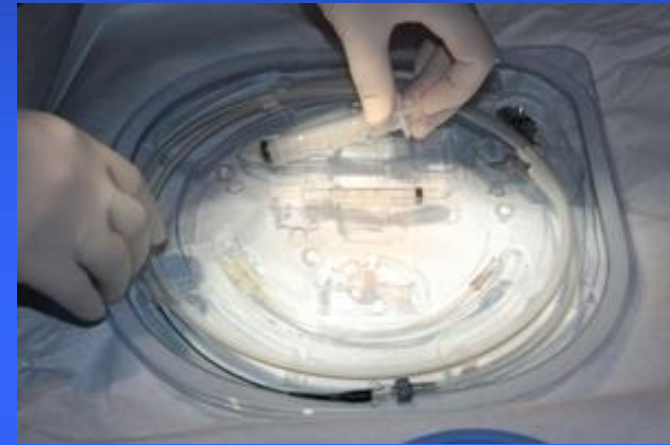
Artère	Nombre de lésions (1)	Volume [mm <sup>3</sup> ] (3)	Masse équiv. [mg CaHA] (4)	Calcium score (2)
LM	0	0.0	0.00	0.0
LAD	1	220.1	49.27	285.1
CX	2	74.0	13.84	83.6
RCA	2	6.1	1.36	6.2
Total	5	300.1	64.47	374.9





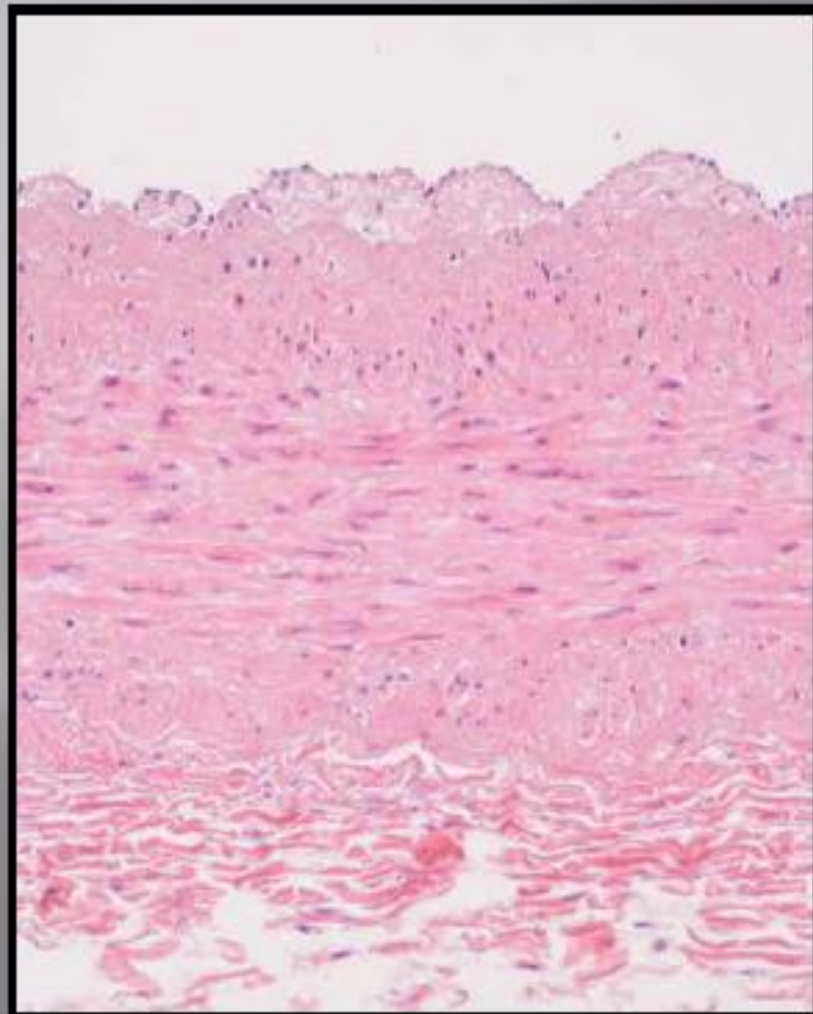
# Contrôle de pontages

# IVUS



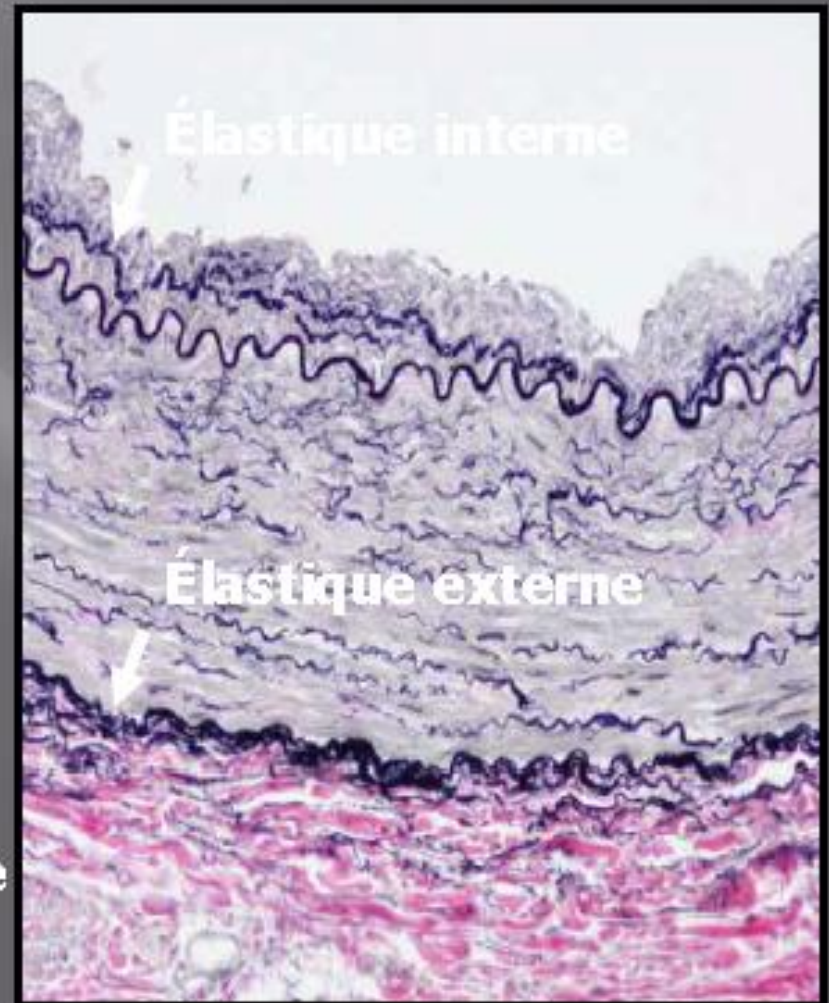
# HISTOLOGIE

## Tuniques artérielles - Artère coronaire normale



Hématoxyline-éosine

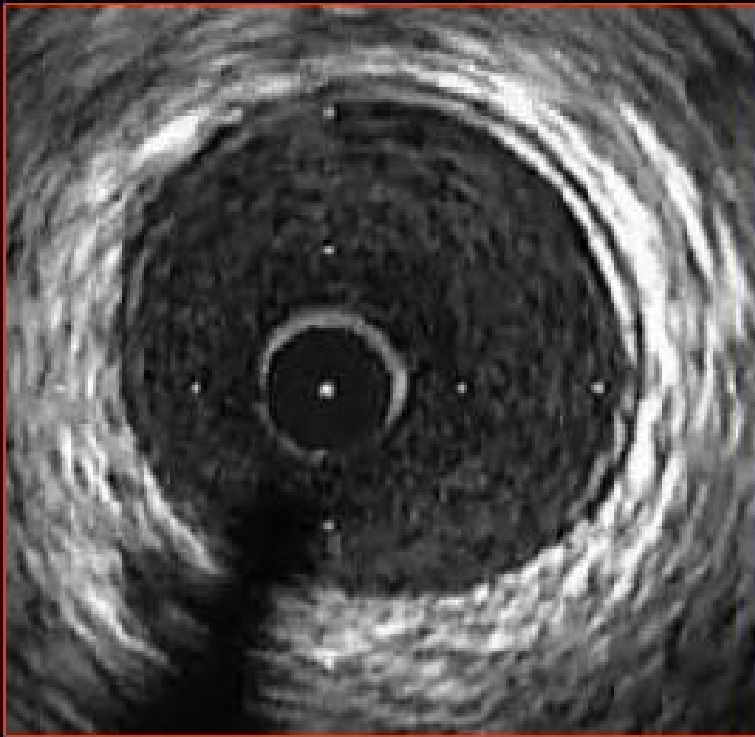
Intima  
.....  
Media  
.....  
Adventice



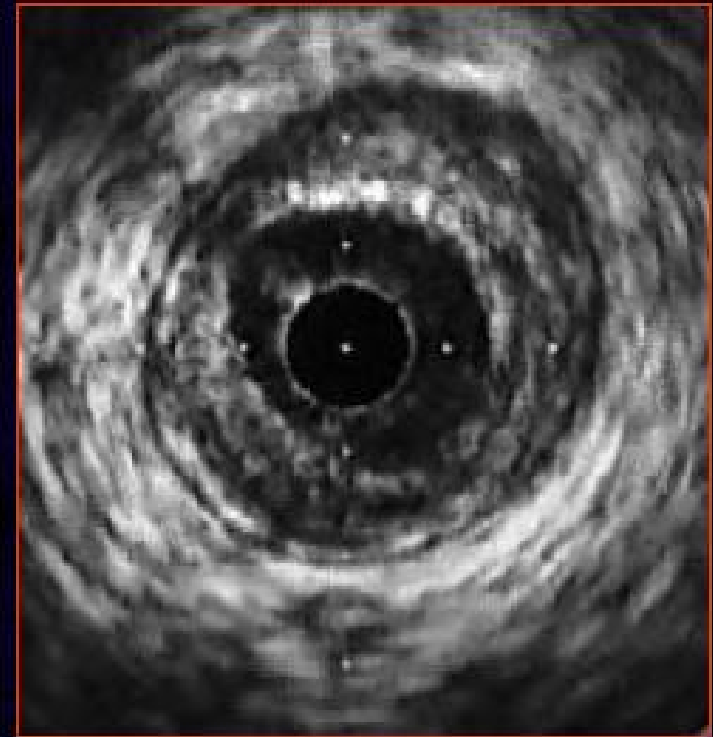
Verhoeff von Gieson

# IVUS

## Formation de l'image



**Aspect normal**



**Aspect pathologique**



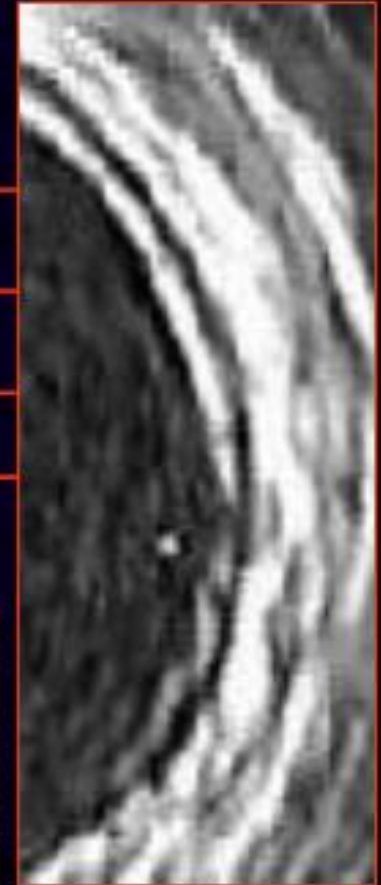
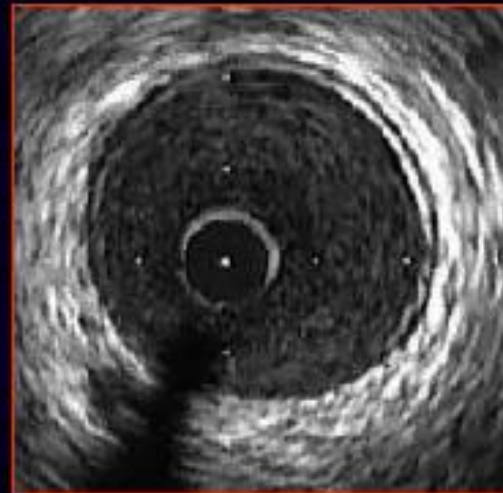
# IVUS

## Formation de l'image

- **Artère de type musculaire:**

- Intima: 15  $\mu\text{m}$   $\Rightarrow$  0 Écho
- LEI: 40 à 80  $\mu\text{m}$   $\Rightarrow$  Échos
- Média:  $\Rightarrow$  0 Écho
- LEE et Adventice  $\Rightarrow$  Écho

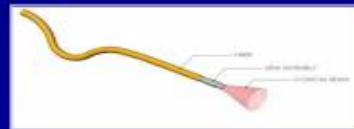
- **Aspect en trois couches**



# OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

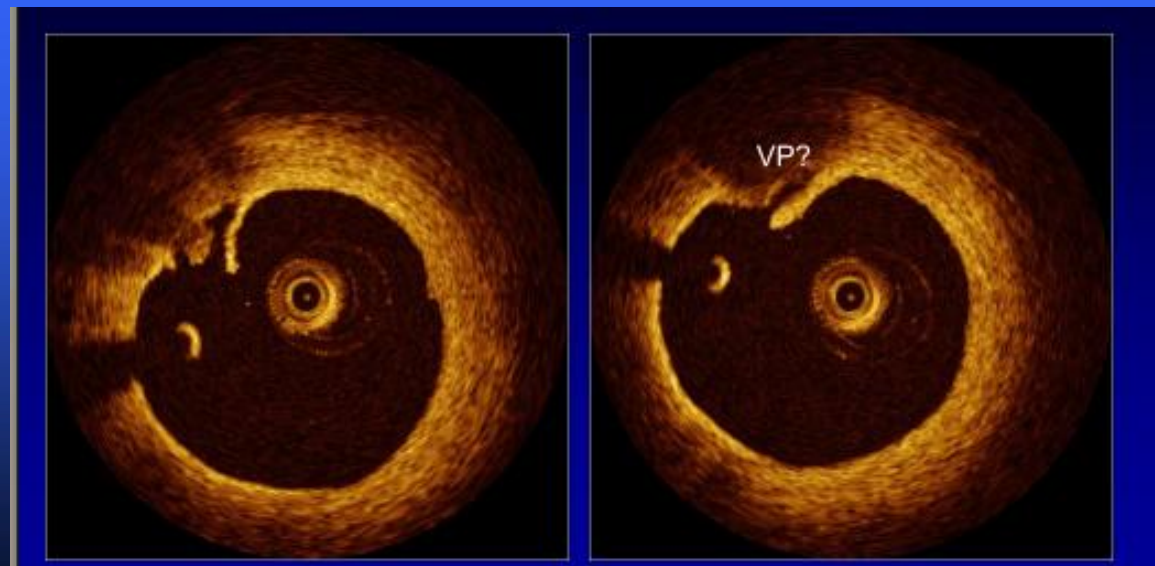


- 0.014" diameter
- 0.006" *Micro-optic core*
- Versatile lens design
  - Forward visualization
  - Radial visualization



Investigational device. Not FDA Approved. Limited by U.S. law to investigational use

*Stanford*



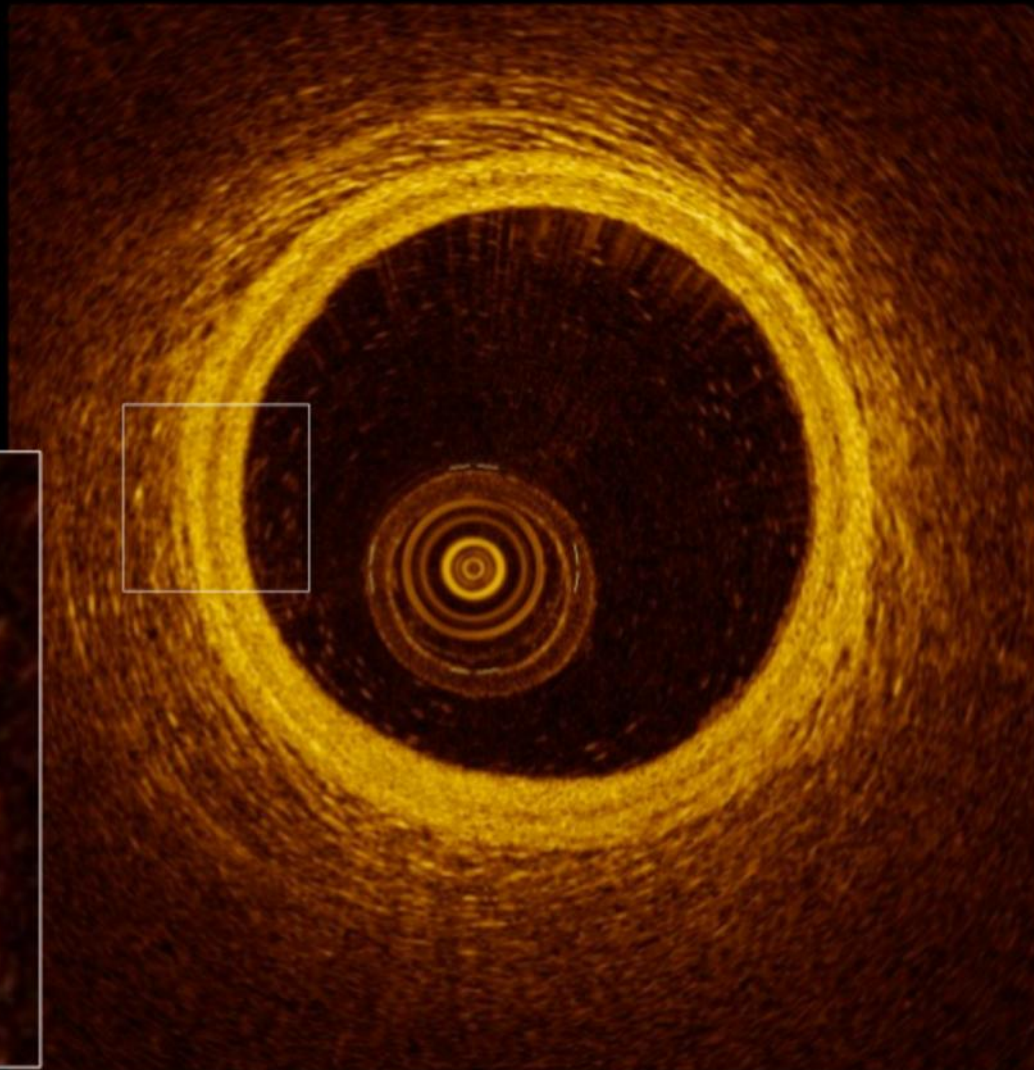
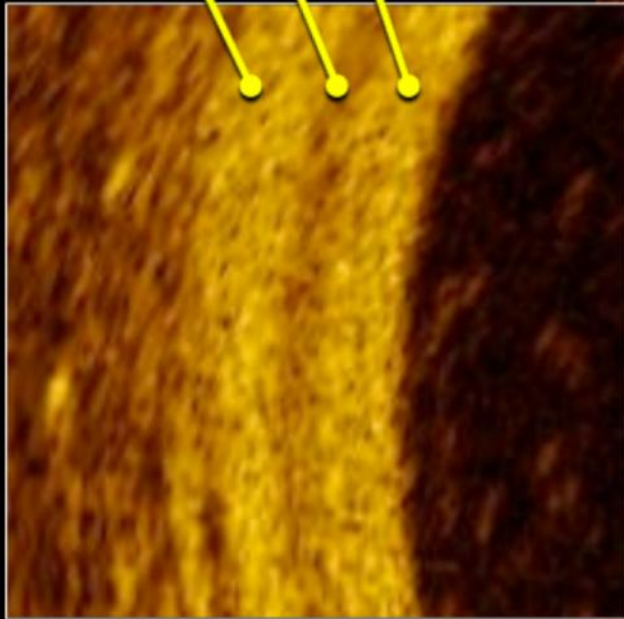
# Imagerie OCT

Coronaire saine

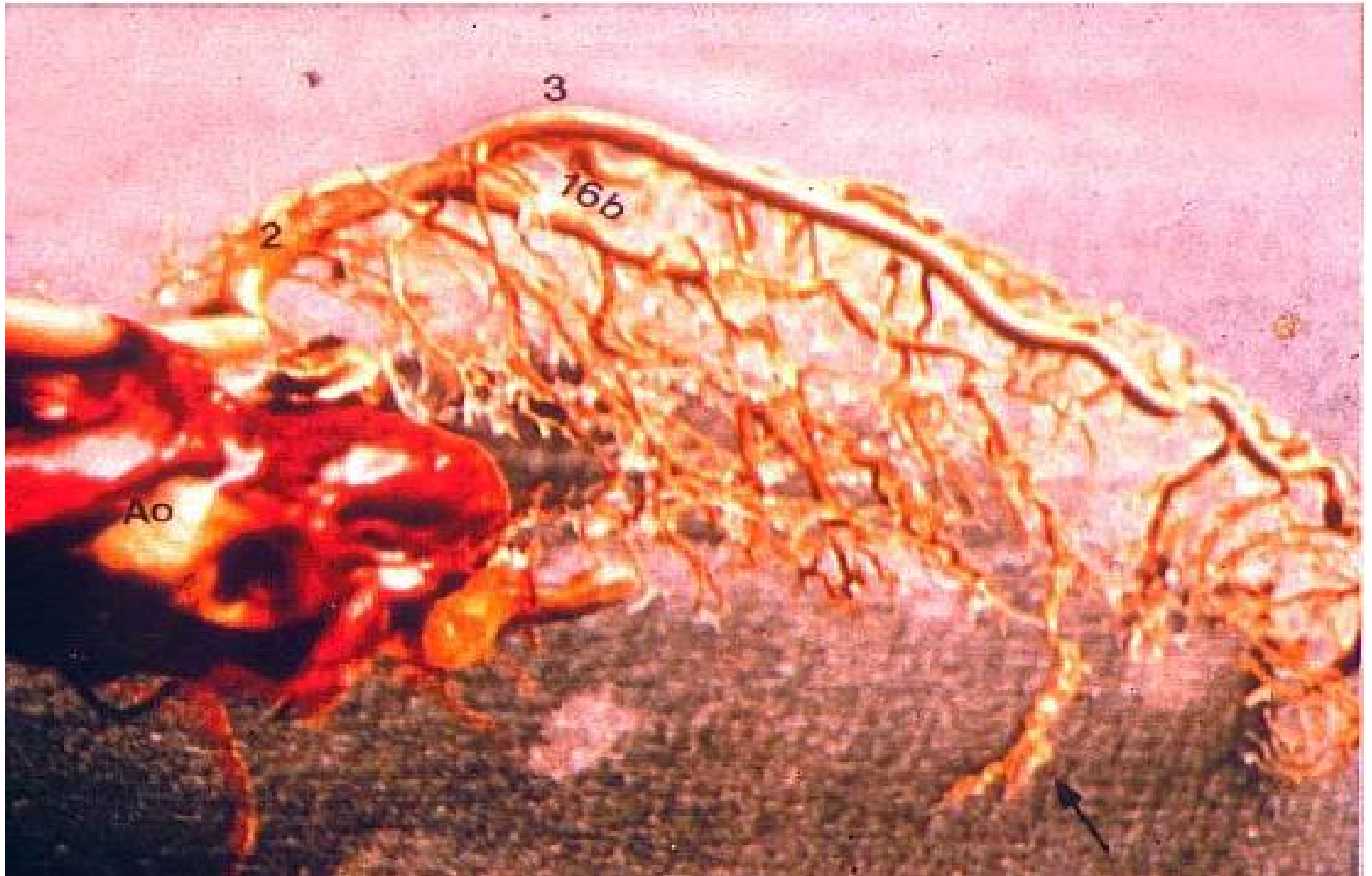
Adventice

Media

Intima



# Vue de l'IVA et de ses branches



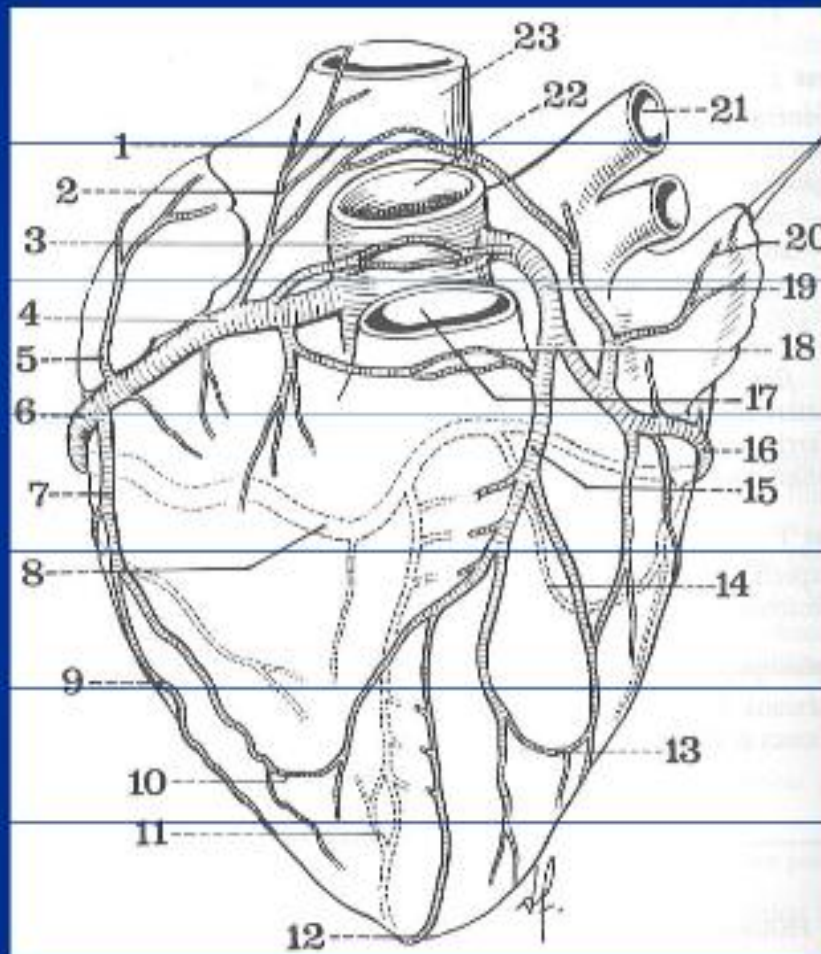
# Anastomoses Coronaires

1) G → G

2) D → D

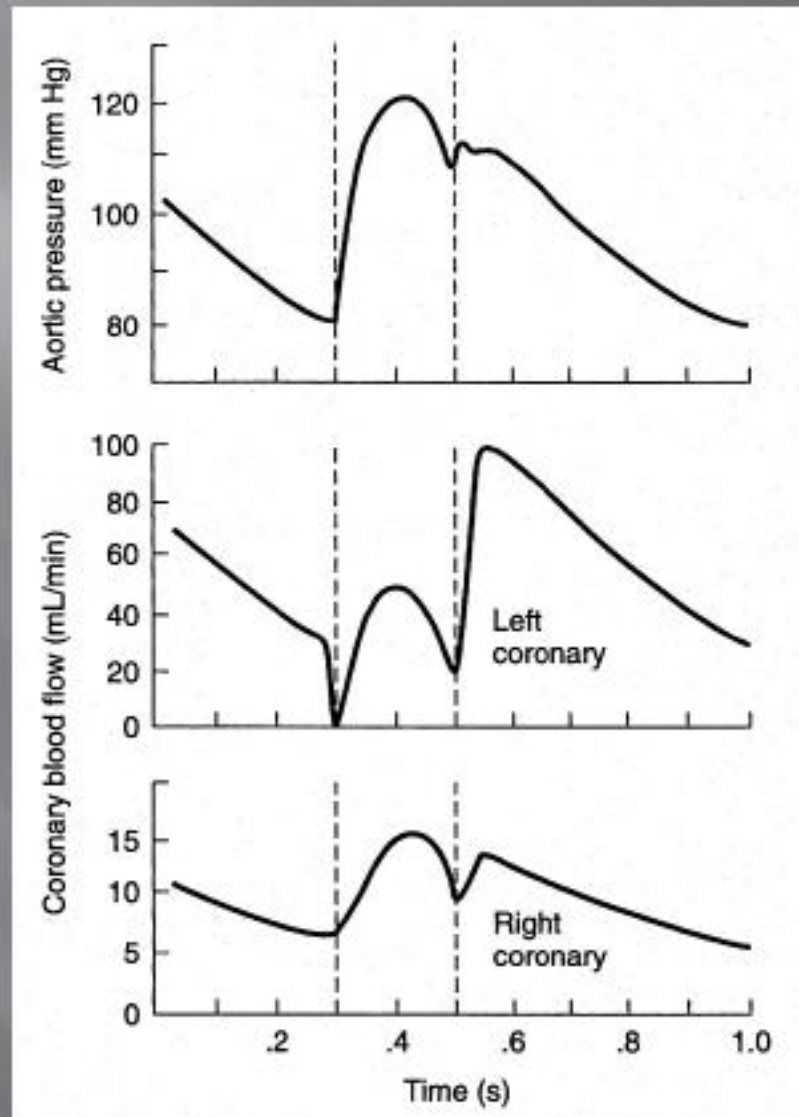
3) G → D

4) D → G



1. Anastomoses inter-atriales
2. Artère atriale droite antérieure
3. Anastomoses pré-aortiques
4. Artère coronaire droite (portion d'origine)
5. Artère atriale du bord droit
6. Artère coronaire droite (portion intermédiaire)
7. Artère du bord droit du coeur
8. Artère coronaire droite (portion postérieure)
9. Artère marginale droite
10. Anastomose ventriculaire droite
11. Anastomoses apicales
12. Artère apexienne
13. Anastomose intra-coronarienne
14. Anastomose ventriculaire gauche
15. Artère inter-ventriculaire antérieure
16. Artère circonflexe
17. Artère pulmonaire
18. Anastomoses infundibulaires
19. Artère coronaire gauche
20. Artère atriale gauche antérieure
21. Veine pulmonaire supérieure gauche
22. Aorte ascendante
23. Veine cave supérieure

# Patterns de flot D et G



Berne RM, Cardiovascular Physiology, Mosby 1972

# Flot des deux ventricules

- ▣ VG      P max syst endocarde  $>$  TA syst
  - Perfusion diastolique
  - Phasique
  - Diminue en tachycardie
  - Épicarde perfusé durant tout le cycle
  - Ratio épi/endo chute avec sténose
  
- ▣ VD      Perfusé durant tout le cycle
  - P diastolique moindre
  - Forces compressives minimales

# Oxygénation myocardique au repos

- ▣ Masse cardiaque 300 g
- ▣  $MV O_2$  8-10 ml  $O_2$  /100g/ min
- ▣ Flot coronaire 75-80 ml/kg/ min
- ▣  $D(a-cs)O_2$  11-13 ml  $O_2$  /100 ml
- ▣  $D(a-v)O_2$  3-5 ml  $O_2$  /100 ml
- ▣  $CcsO_2$  5-6 ml  $O_2$  /100 ml
- ▣  $Ssc O_2$  26-32 %
- ▣ 10% consommation totale de l'organisme
- ▣ 4-5% du D.C.
- ▣ Flot X 5 à l'effort maximal

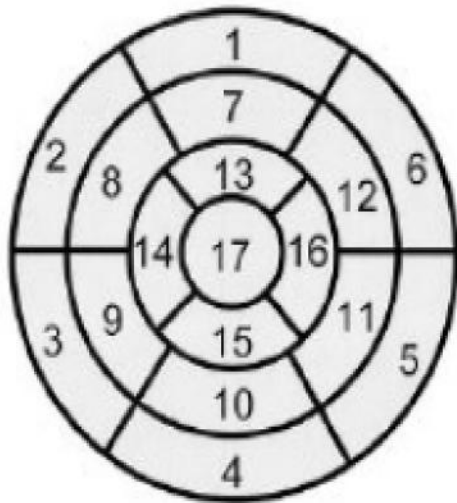
Circ Res 1961, 9,906

Anesthesiology 1983,59,91



# REPARTITION des territoires myocardiques/vascularisation

## Left Ventricular Segmentation



- |                        |                       |                     |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. basal anterior      | 7. mid anterior       | 13. apical anterior |
| 2. basal anteroseptal  | 8. mid anteroseptal   | 14. apical septal   |
| 3. basal inferoseptal  | 9. mid inferoseptal   | 15. apical inferior |
| 4. basal inferior      | 10. mid inferior      | 16. apical lateral  |
| 5. basal inferolateral | 11. mid inferolateral | 17. apex            |
| 6. basal anterolateral | 12. mid anterolateral |                     |

Figure 4. Display, on a circumferential polar plot, of the 17 myocardial segments and the recommended nomenclature for tomographic imaging of the heart. Modified from reference 5.

## Coronary Artery Territories

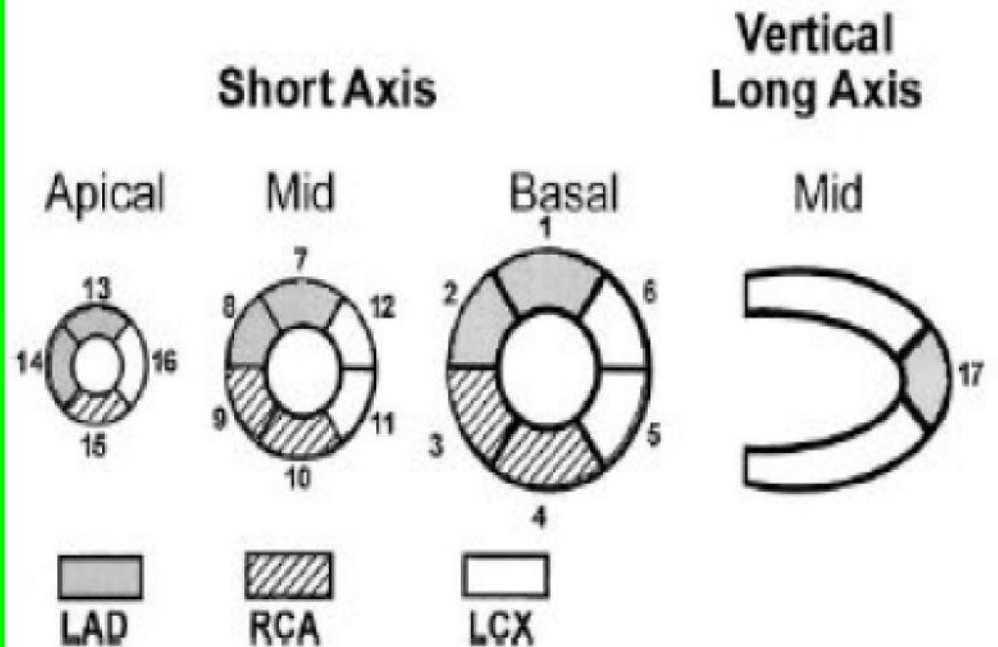


Figure 5. Assignment of the 17 myocardial segments to the territories of the left anterior descending (LAD), right coronary artery (RCA), and the left circumflex coronary artery (LCX). Modified from reference 5.

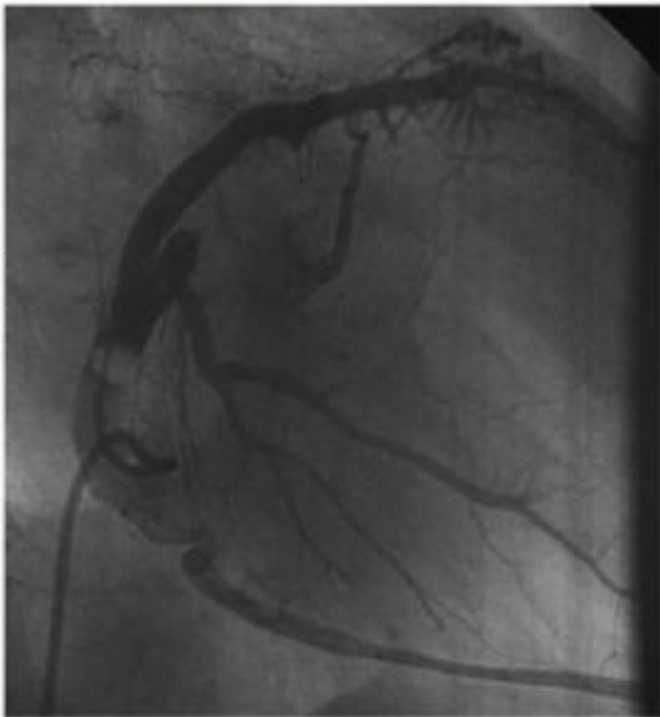
*AHA writing group on myocardial segmentation for cardiac imaging.  
 Circulation 2002;105:539-542*

# Veines coronaires / angiographie

---

Angiographie veineuse rétrograde avec ballon d'occlusion

OAD 30°



OAG 30°

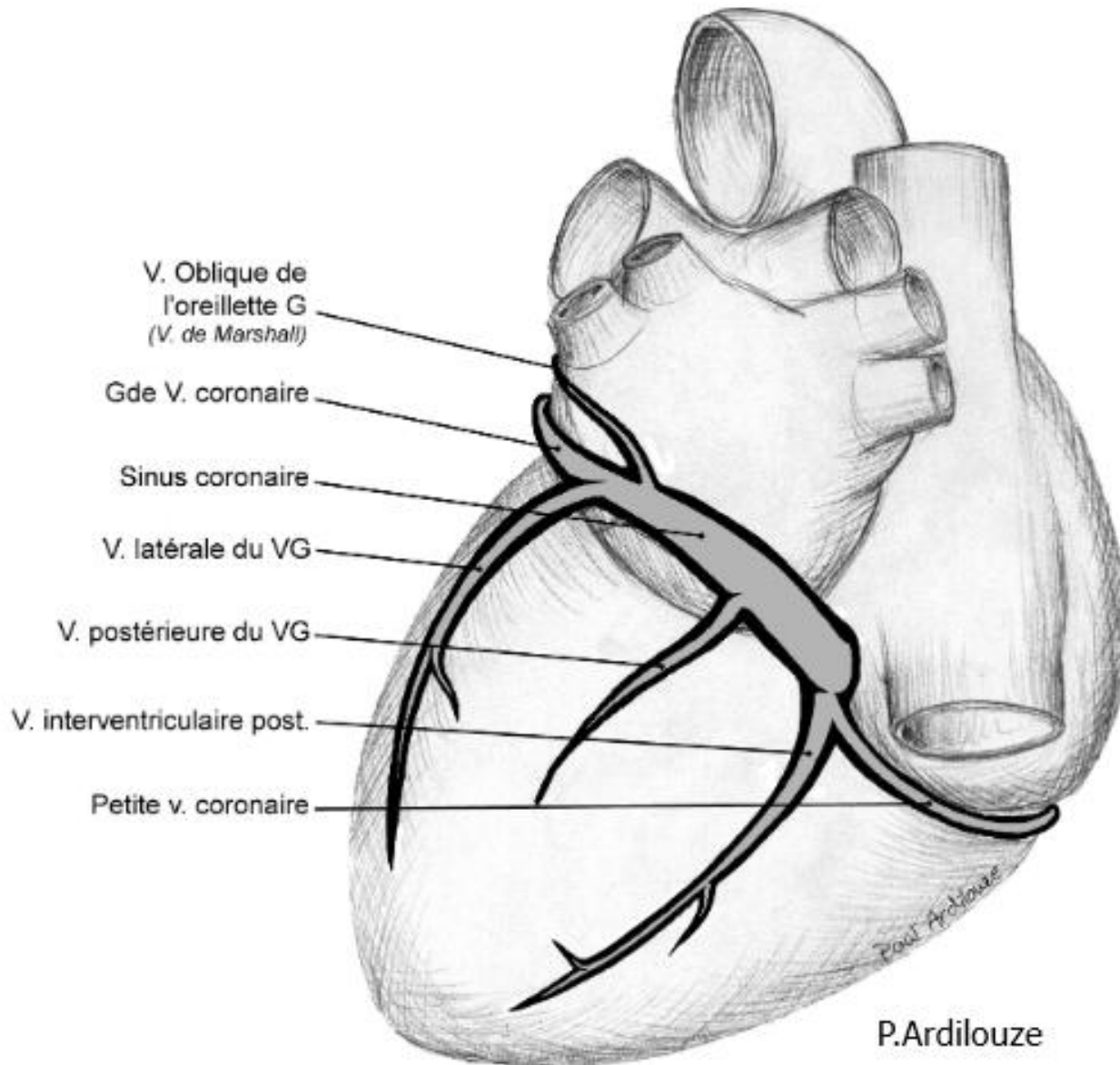


Risque: dissection du sinus coronaire

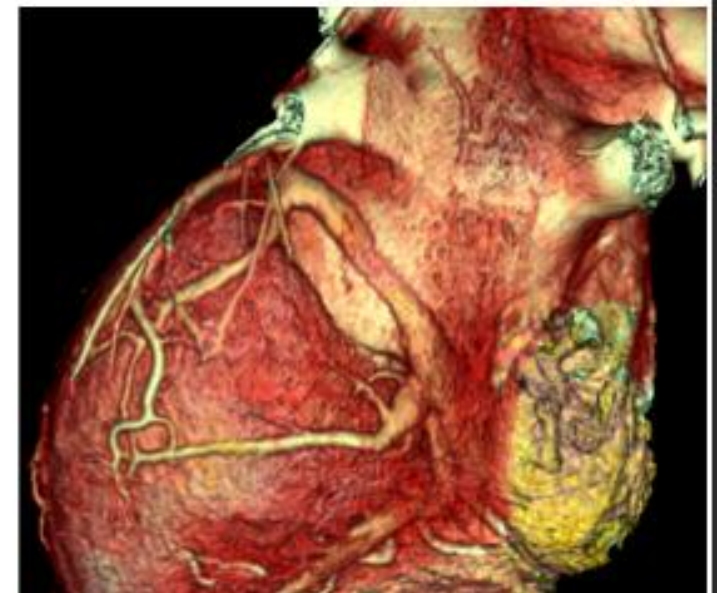
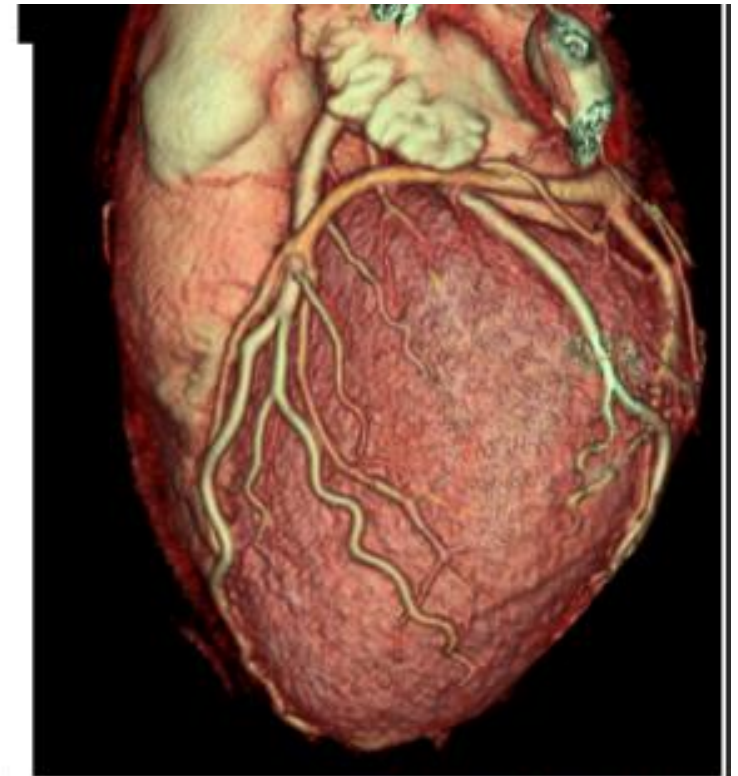
Mische K. Int J Cardiol 2006

# Veines coronaires

Représentation schématique, vue postéro-inférieure

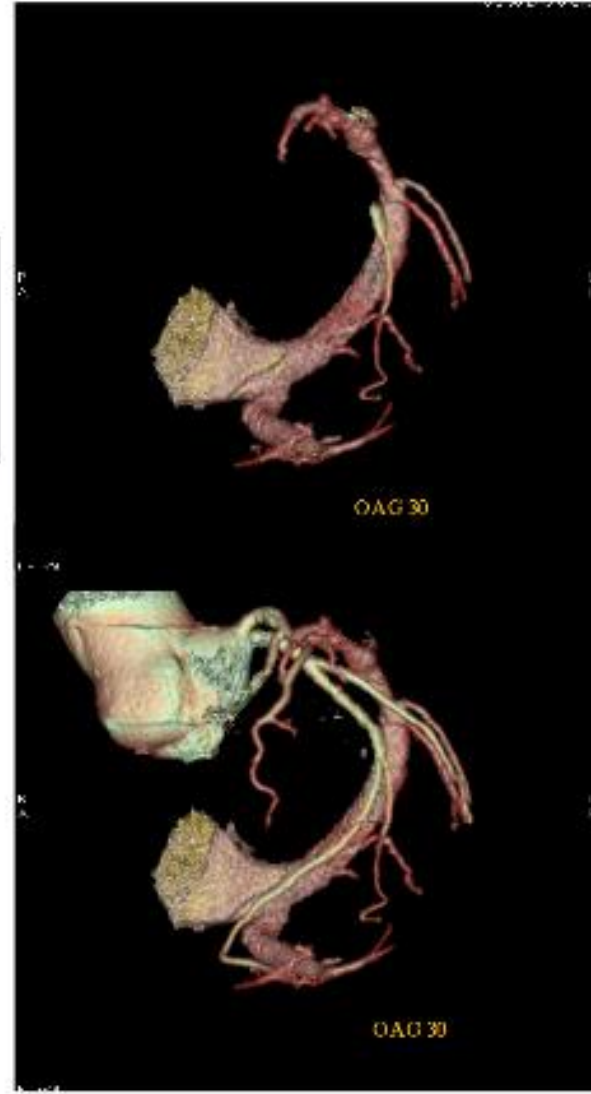


P.Ardilouze





Rapports  
artères  
veines



# CONCLUSIONS

- L'embryologie explique l'anatomie normale et anormale des coronaires .
- Les trois artères coronaires peuvent présenter de nombreuses variantes anatomiques qui sont à prendre en considération lors de l'évaluation de la gravité de la cardiopathie ischémique d'un patient.



# CONCLUSIONS

Pour chacune d'entre elles des incidences angiographiques spécifiques doivent être utilisées pour les visualiser.

La connaissance de la physiologie normale des artères (micro-circulation artériolaire) et de l'anatomie du réseau veineux adjacent est indispensable .