

**ASPECT NORMAL DES
CORONAIRES
DIU 2019/2020
1^{ère} année**

Dr BERLAND

25 NOV 2019

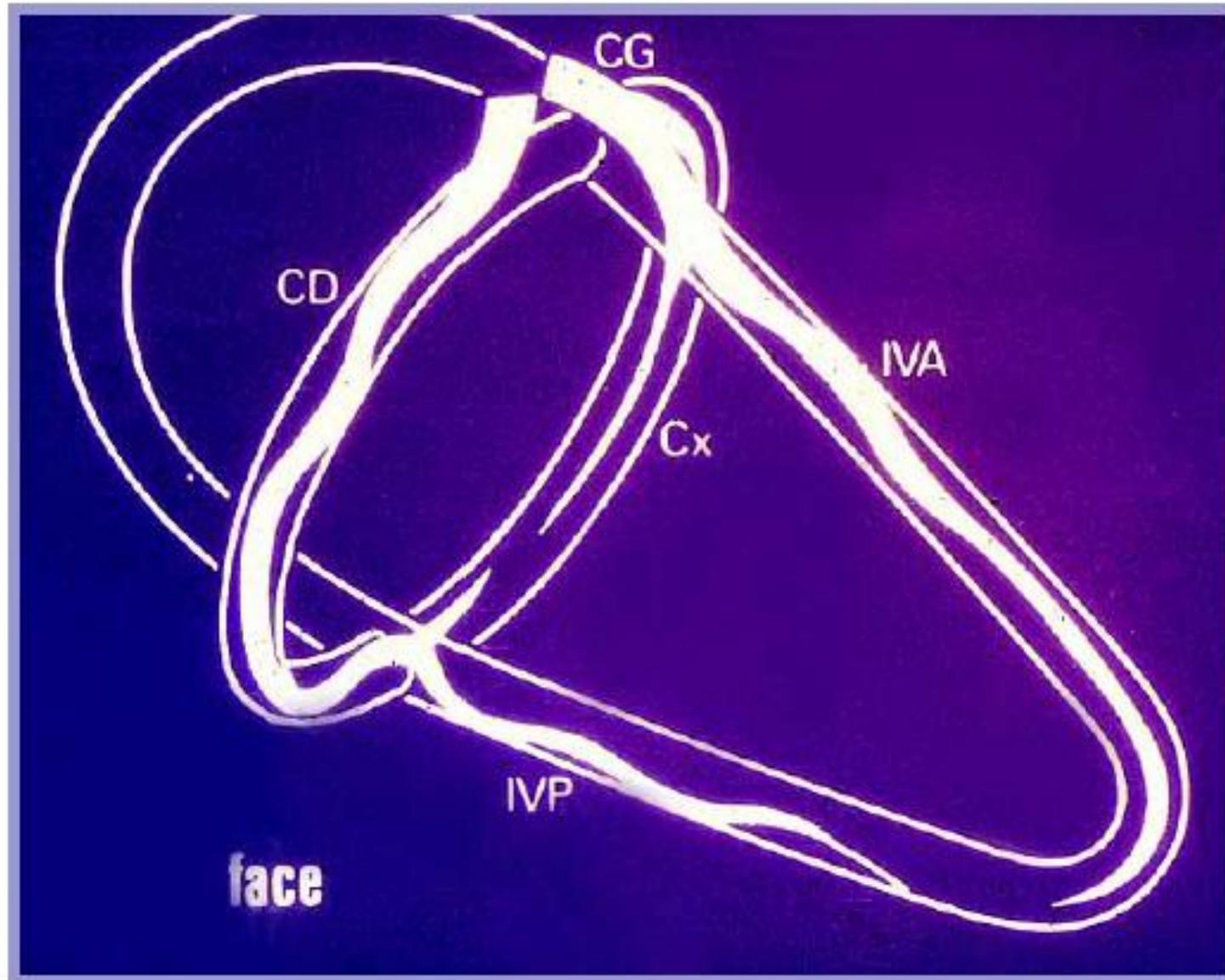
Coronaires : Généralités

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 épicaudique

Coronaires Généralités

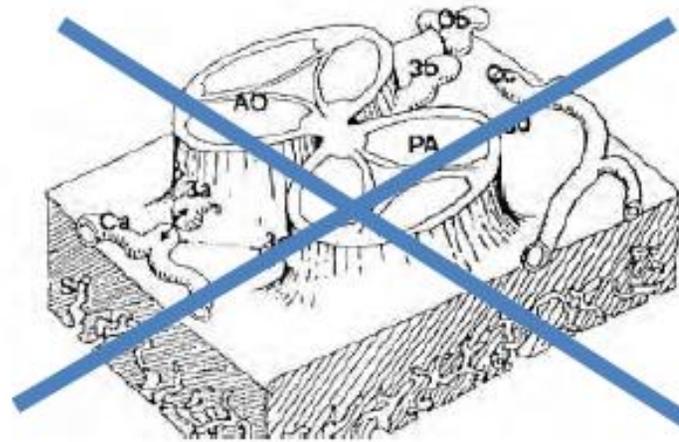


EMBRYOLOGIE

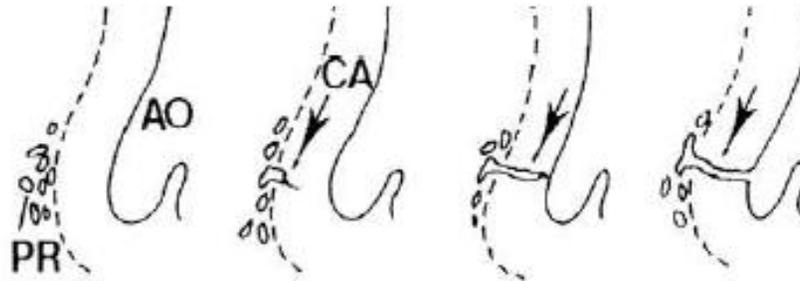
- Formation tardive (après tube-cavités-valves)
- Migration de cellules du péricarde puis formation de l'épicarde = étape essentielle
- Première migration à partir du sillon A.V.
- Deuxième migration dans les myocytes
- Hors flux
- Différenciation artères/veines
- Percée de la paroi aortique
- Système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

Embryologie

Les coronaires ne naissent pas de l'aorte



...mais **se connectent** à l'aorte

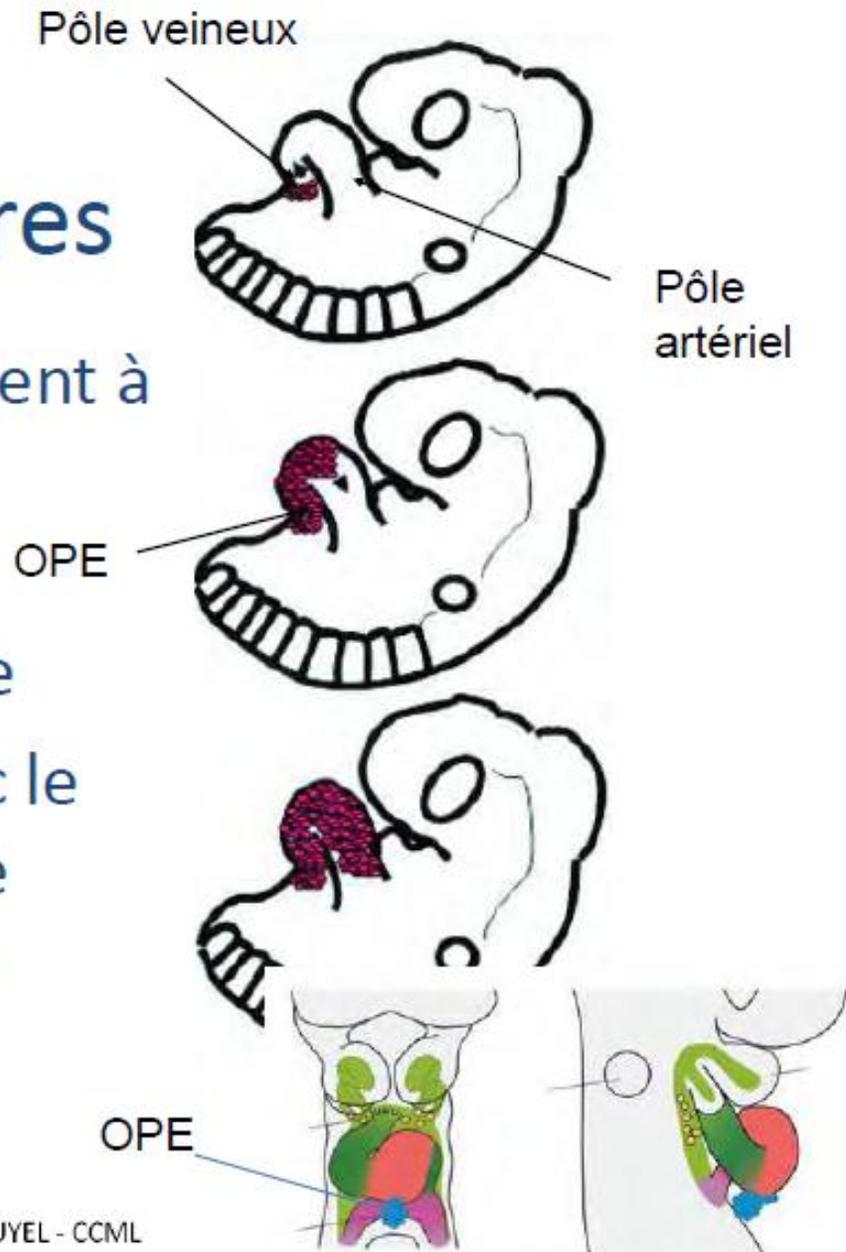


Bogers AJJC. Anat Embryol 1989;180:437-41

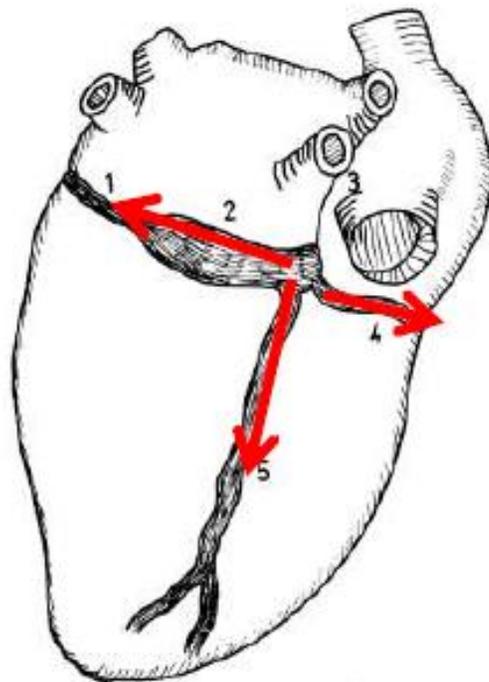
Lucile HOUYEL - CCML

Origine des vaisseaux coronaires

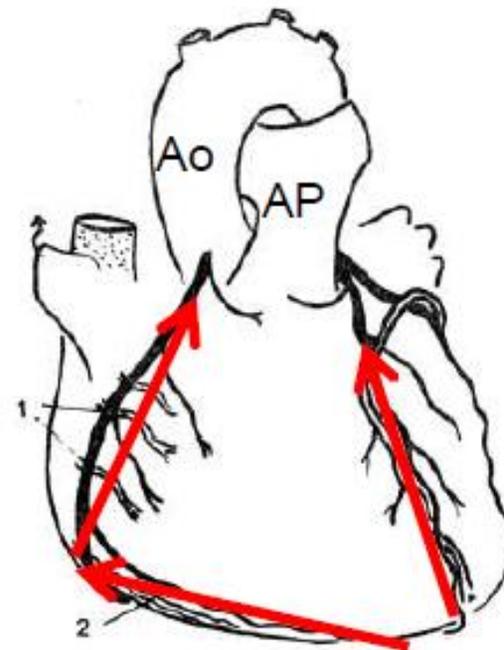
- Les coronaires se forment à partir de l'épicarde (péricarde viscéral)
- Organe proépicardique
- Rentre en contact avec le myocarde près du pôle veineux (sinoatrial) du cœur



Croissance des artères épiscopardiques



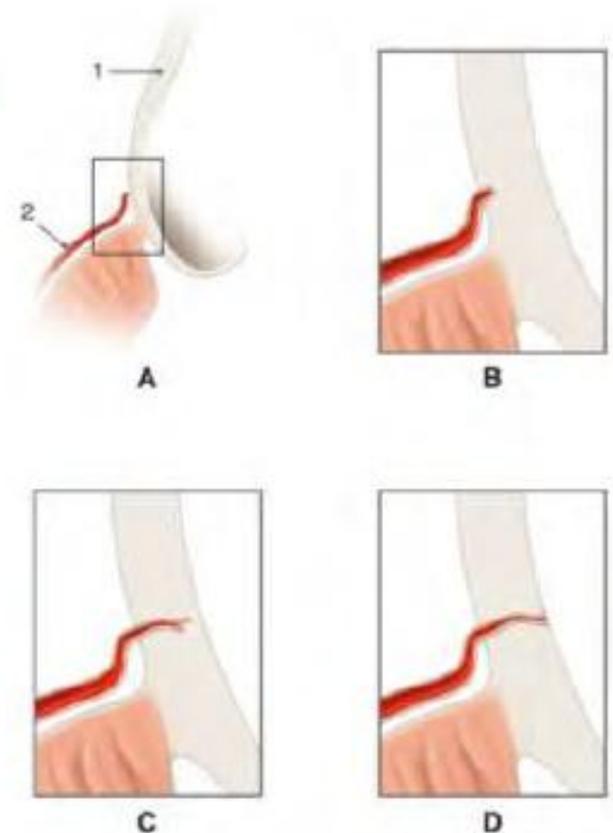
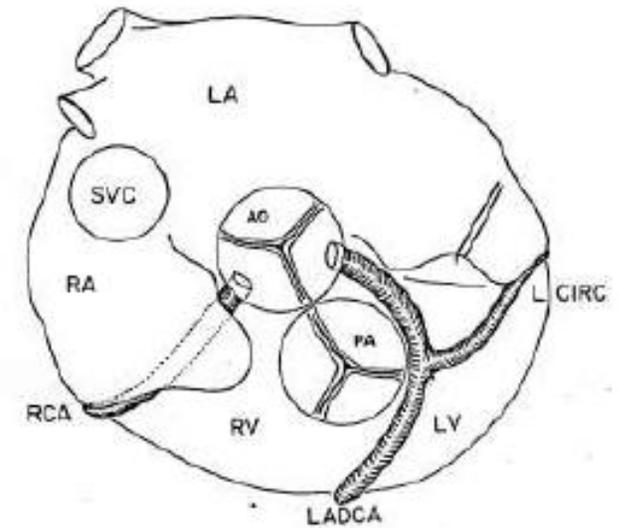
Vue postérieure



Vue antérieure

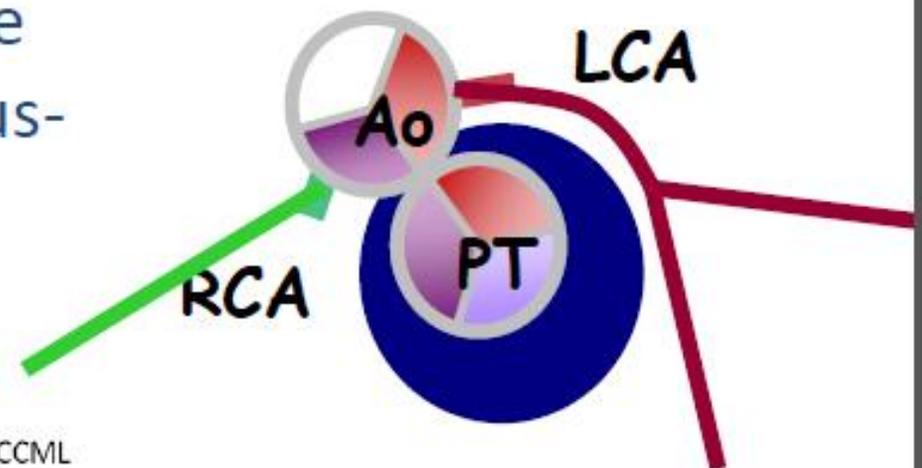
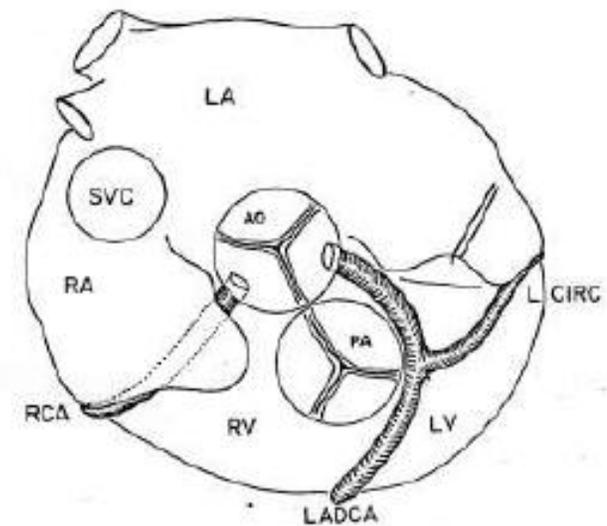
Embryologie : les artères coronaires pénètrent dans l'aorte

- 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?

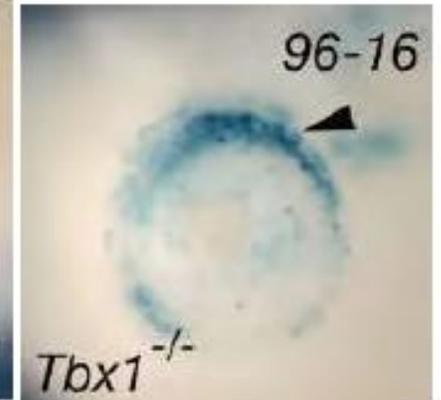
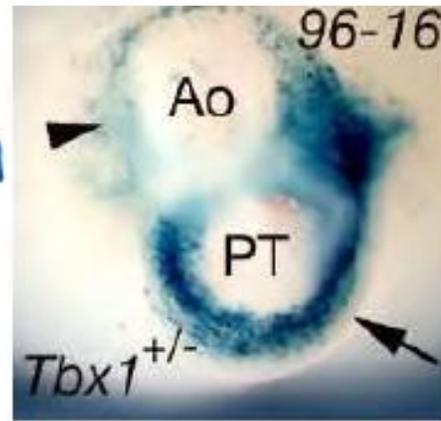


Embryologie : pénétration des coronaires dans l'aorte

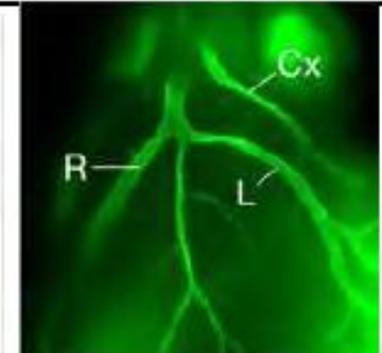
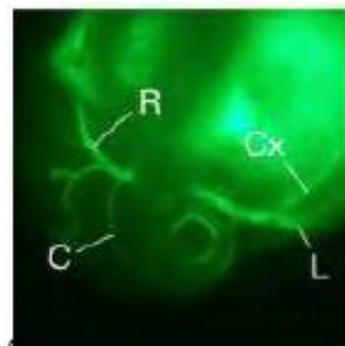
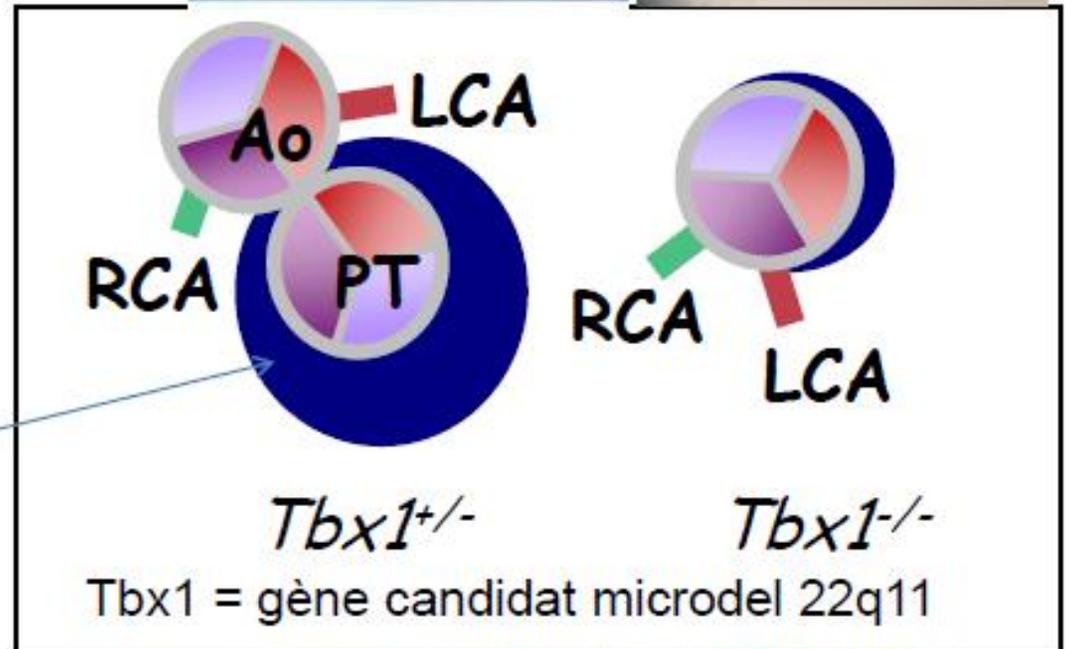
- Les coronaires sont « attirées » par l'aorte (domaine sous-aortique)
- Elles pénètrent dans l'aorte au point le plus près de leur trajet épicardique
- Mais en « fuyant » l'artère pulmonaire (domaine sous-pulmonaire)



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



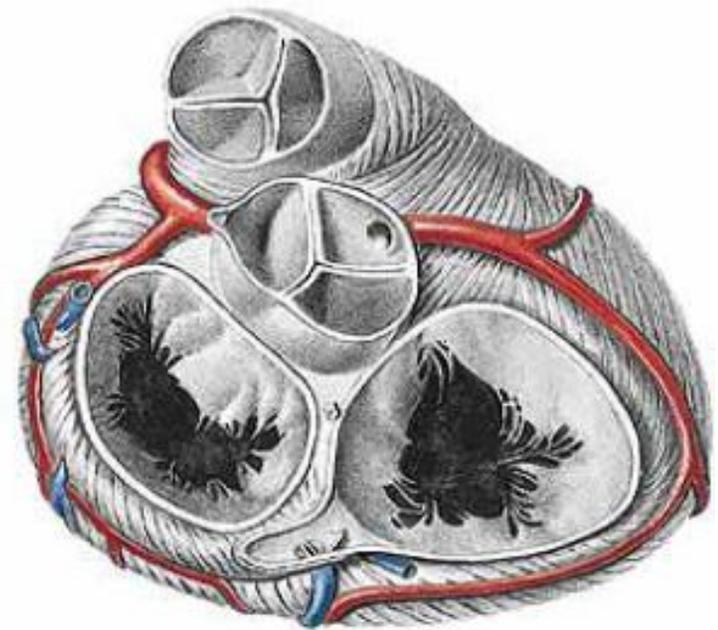
Théveniau-Ruissy M et al.,
Circ Res. 2008

Lucile HOUYEL - CCM

Origines des artères coronaires

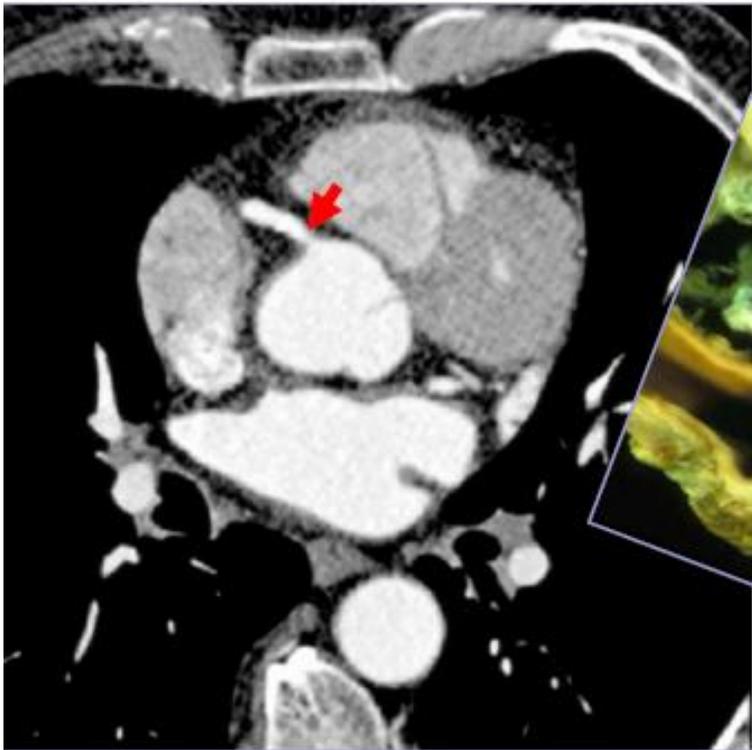
Dans le sinus aortique (sinus de Valsalva = segment 0), immédiatement en aval de la valve aortique: elles sont perfusées en diastole

Diamètre ≤ 5 mm à l'origine

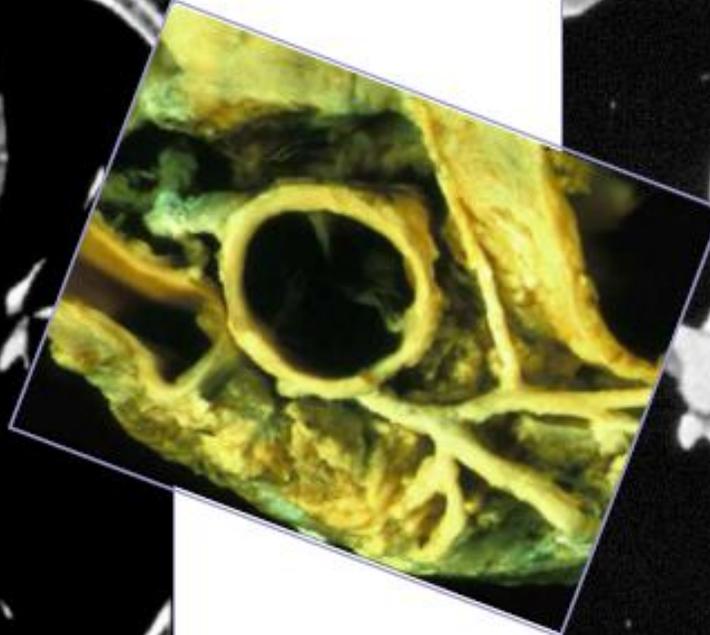


Vue dorsale massif atrial enlevé

Origines des artères coronaires

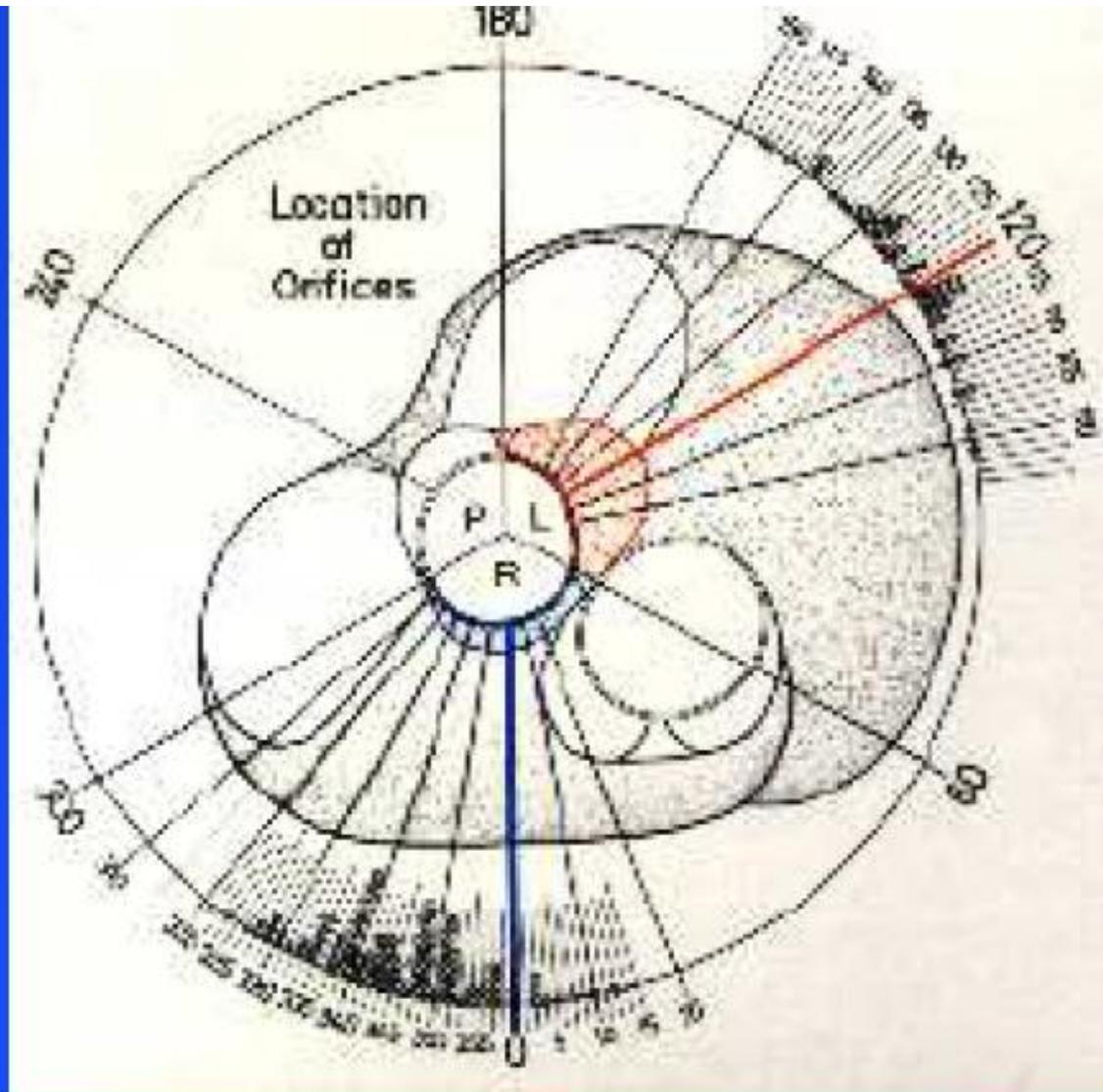


Artère coronaire droite



Artère coronaire gauche

Origine normale des coronaires



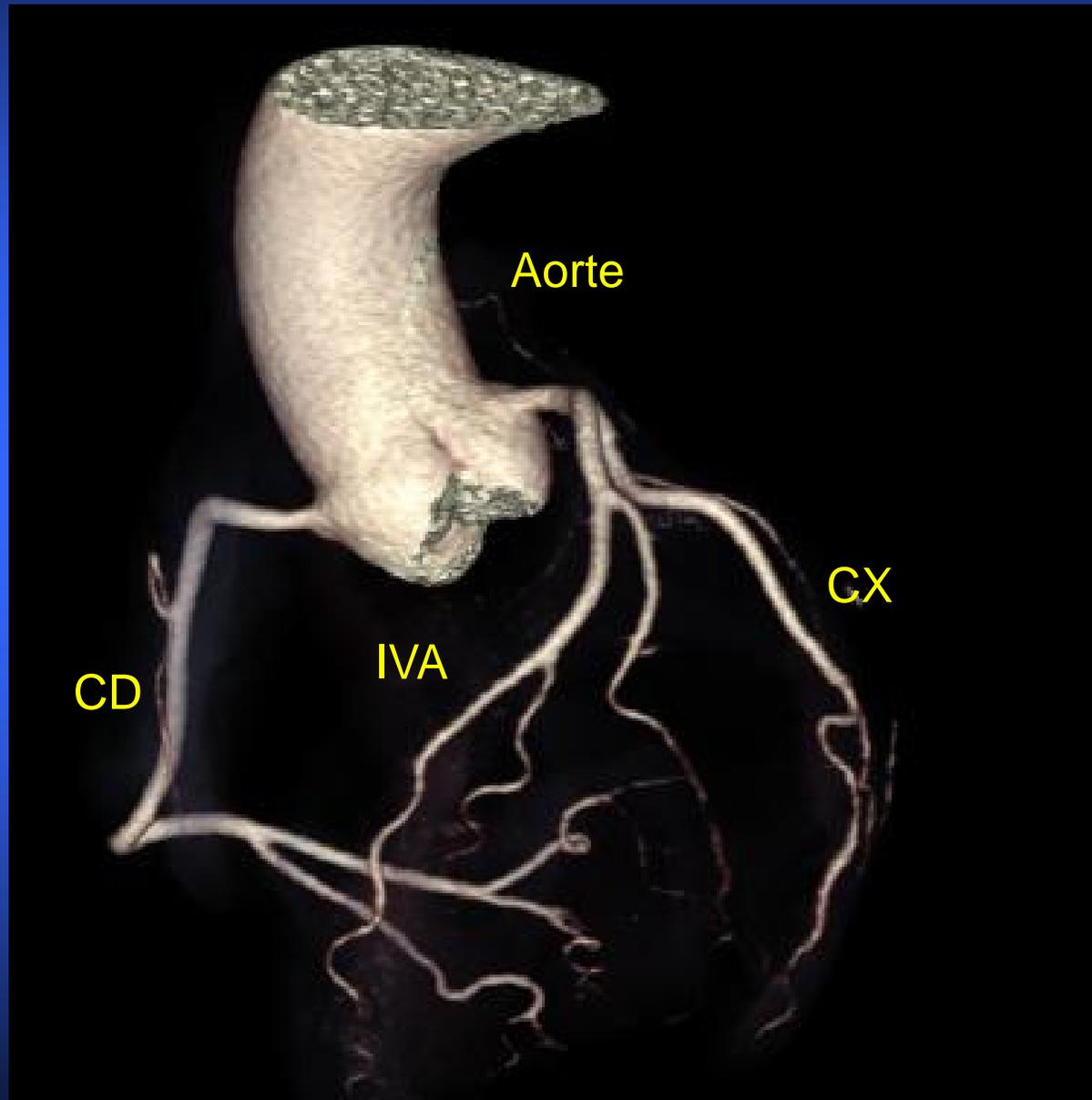
335-355°

110-130°

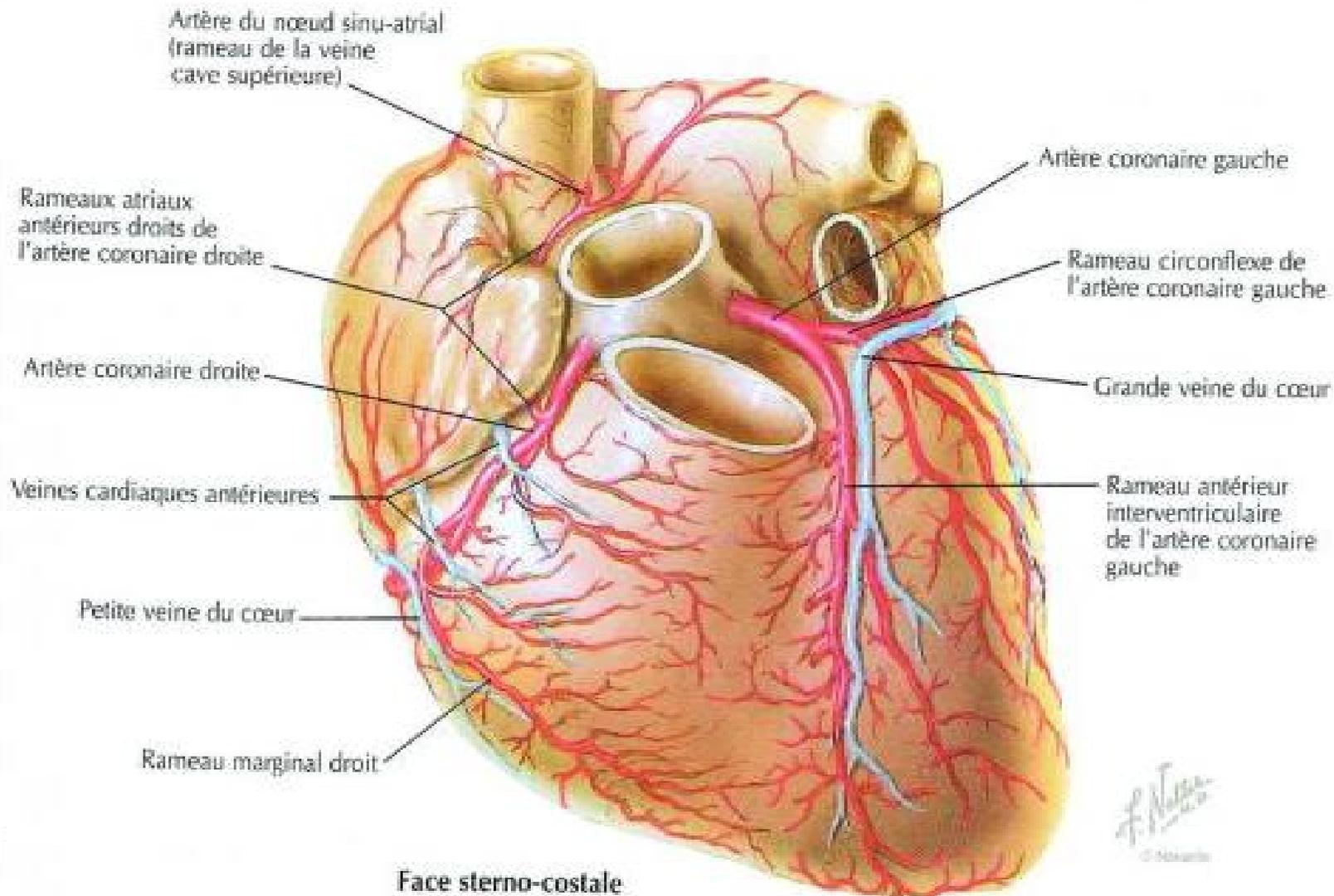
TRONCS CORONAIRES

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

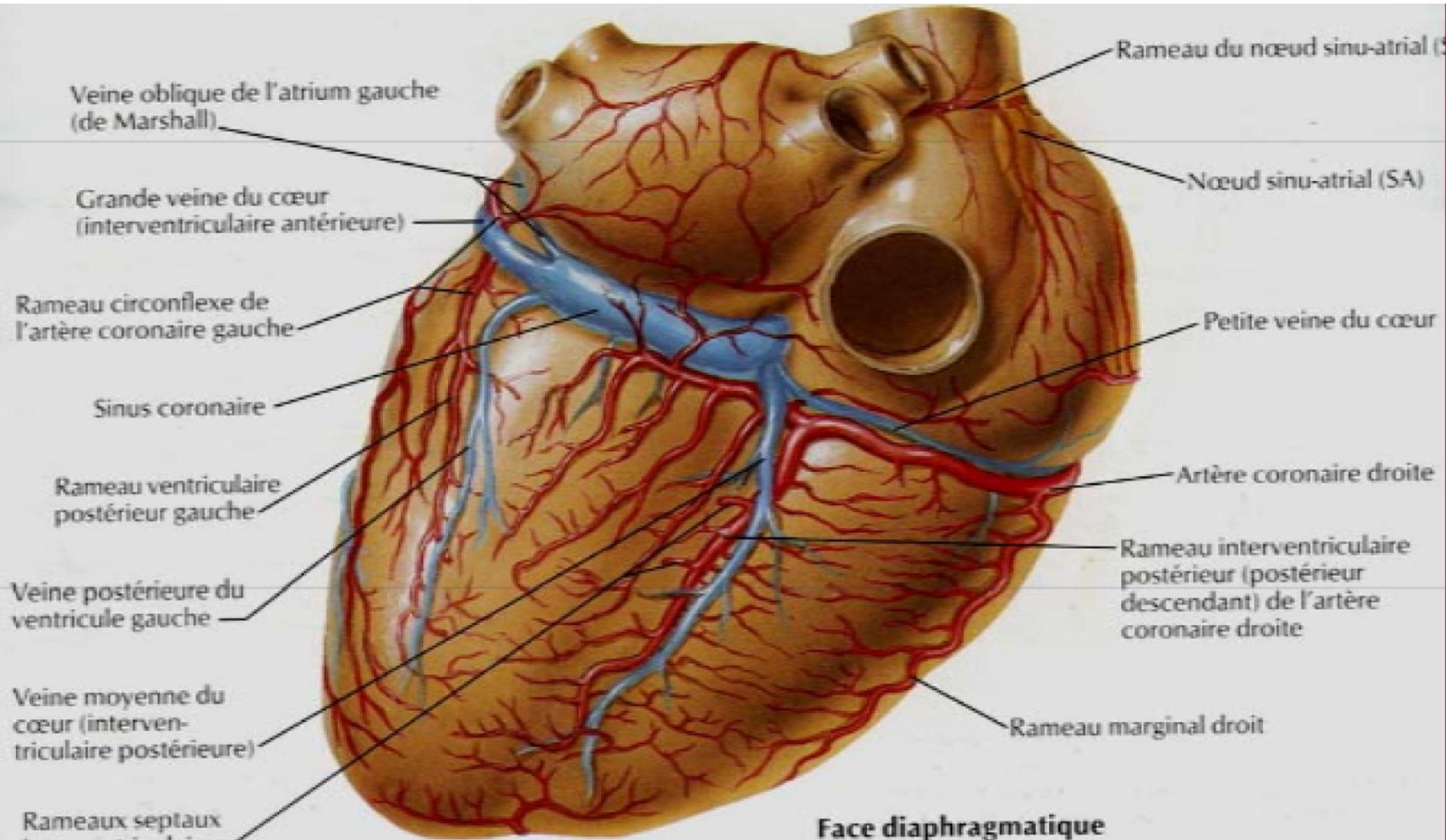
CORONAIRES IMAGES CT SCAN VRT



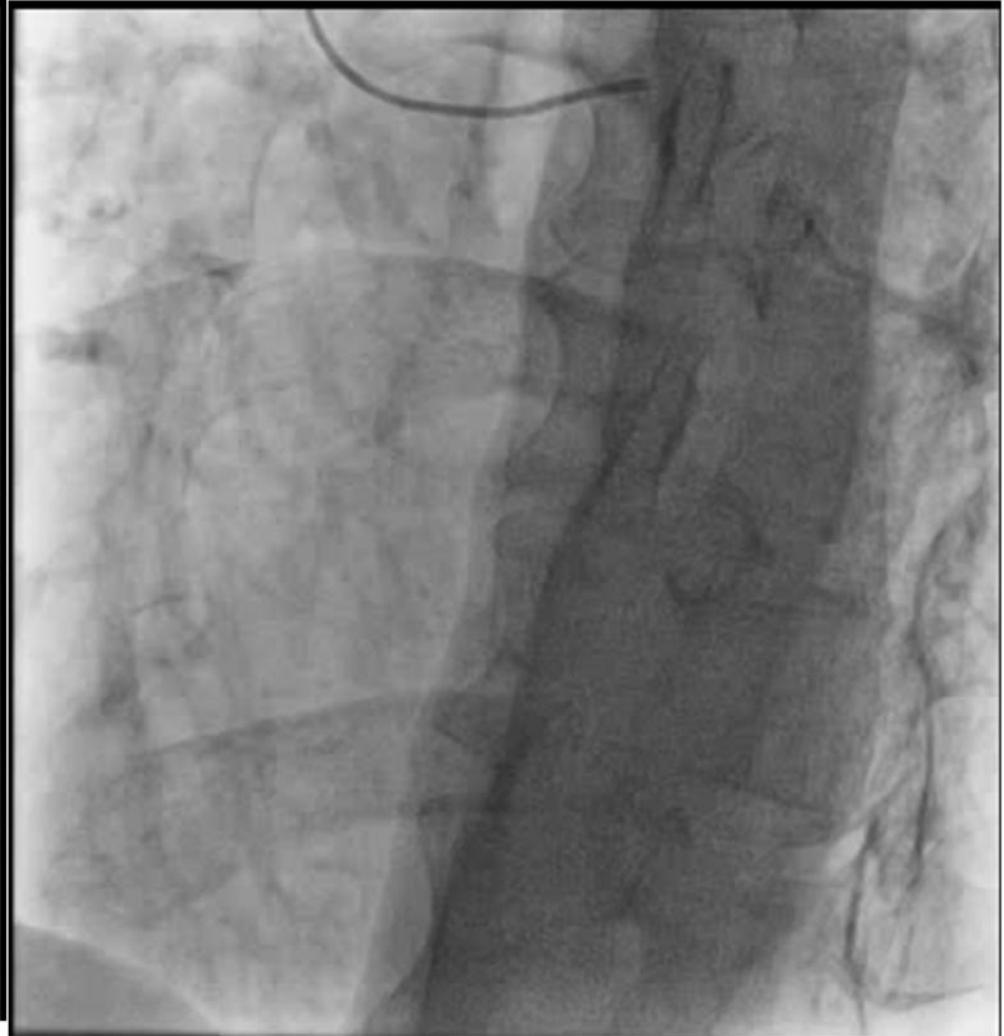
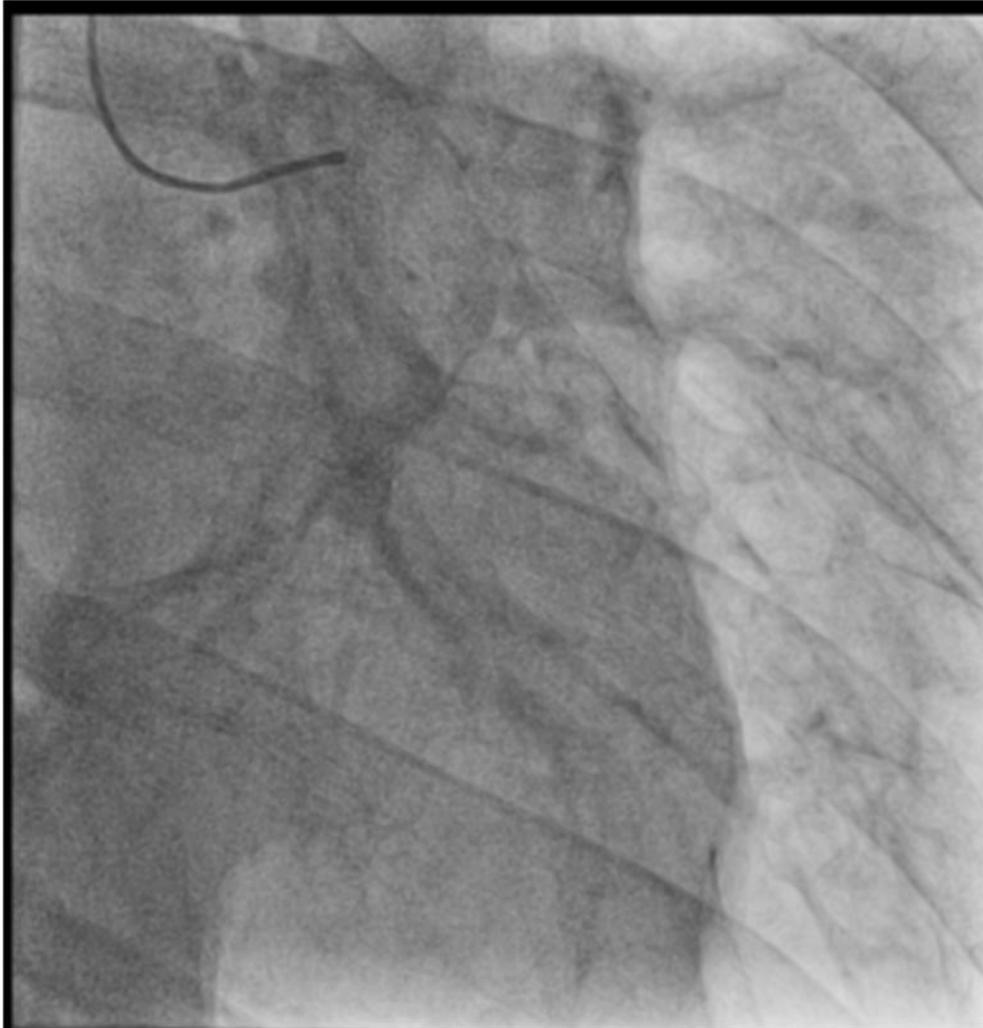
ANATOMIE CORONAIRE de FACE



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.

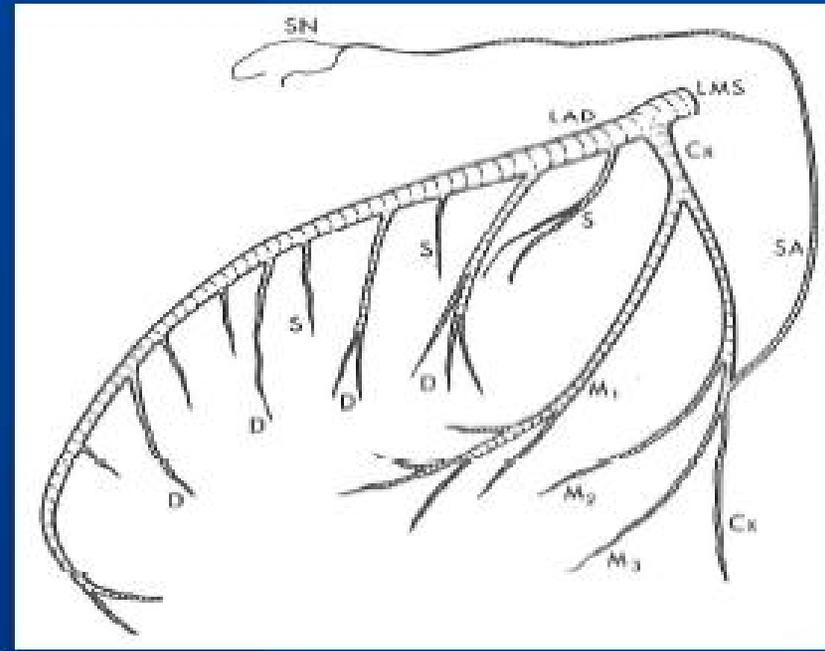
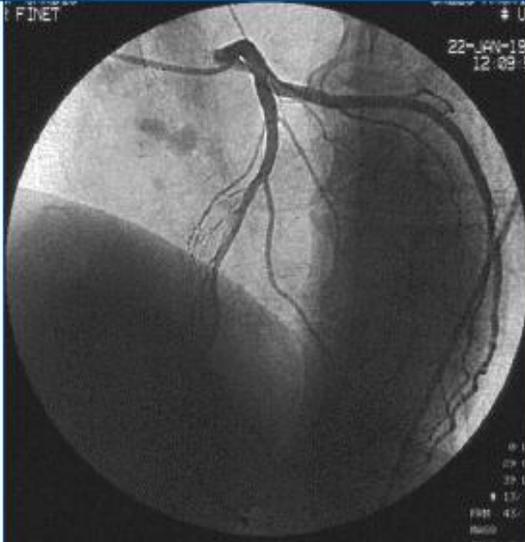
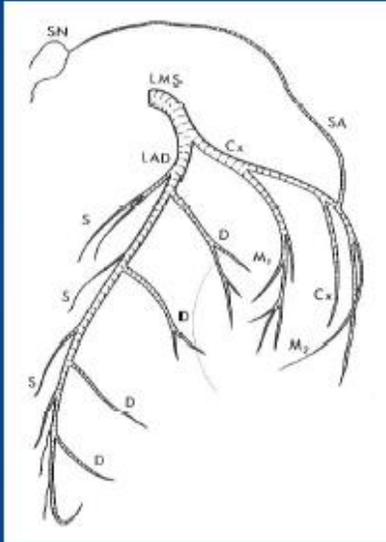
Au total, l'IVA revascularise 45 à 55% du ventricule gauche.

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

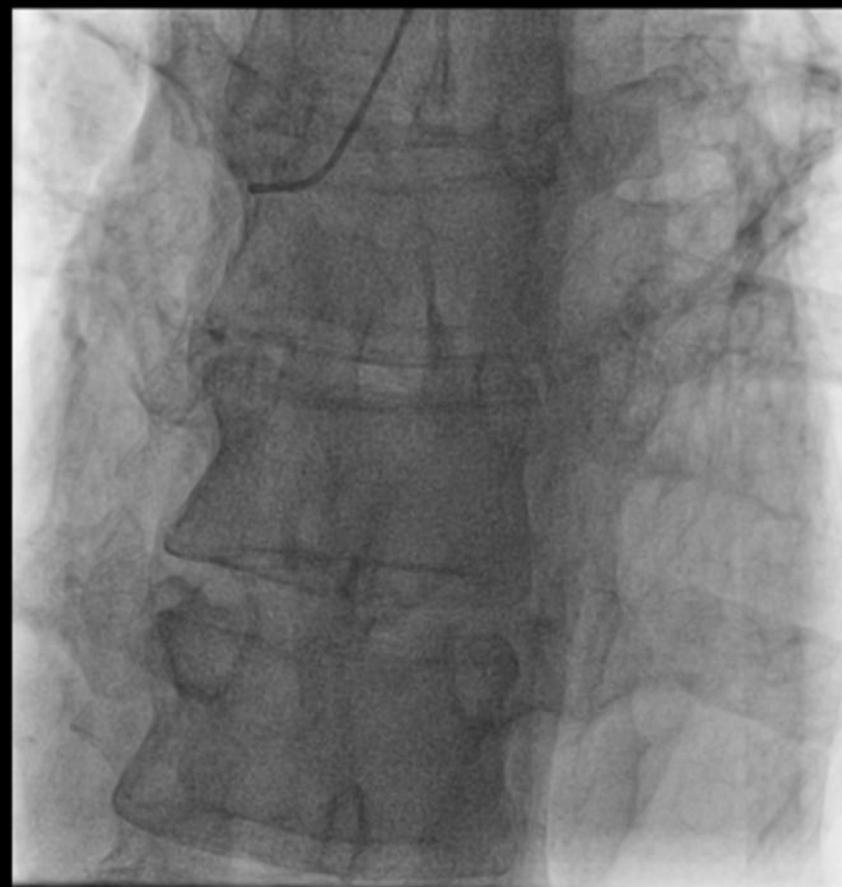
Cx = Circonflexe

M1, 2, 3 = Marginales

SA = Artère 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

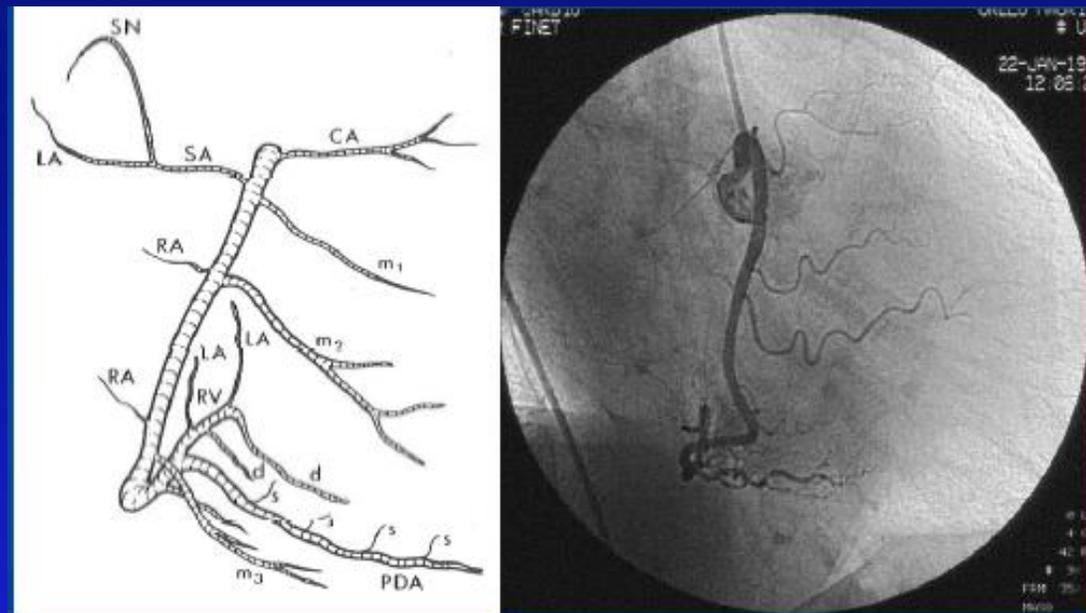
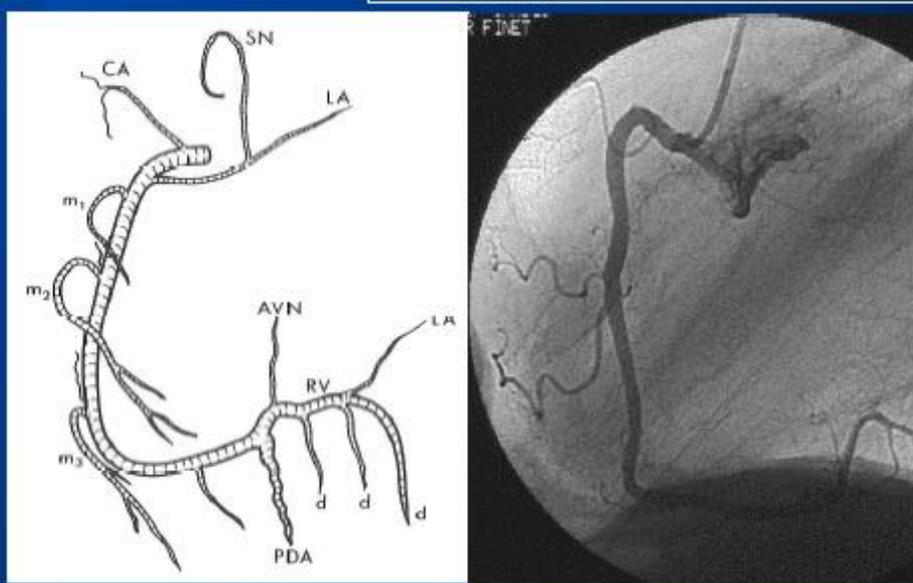
- L'artère du conus est habituellement très proximale dans 50% elle a une origine séparée à l'artère coronaire droite. Elle se dirige antérieurement et vers le haut au dessus de la chambre de chasse du ventricule vers l'IVA. Elle peut être une source importante de collatérales.
- L'artère du nœud dans 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

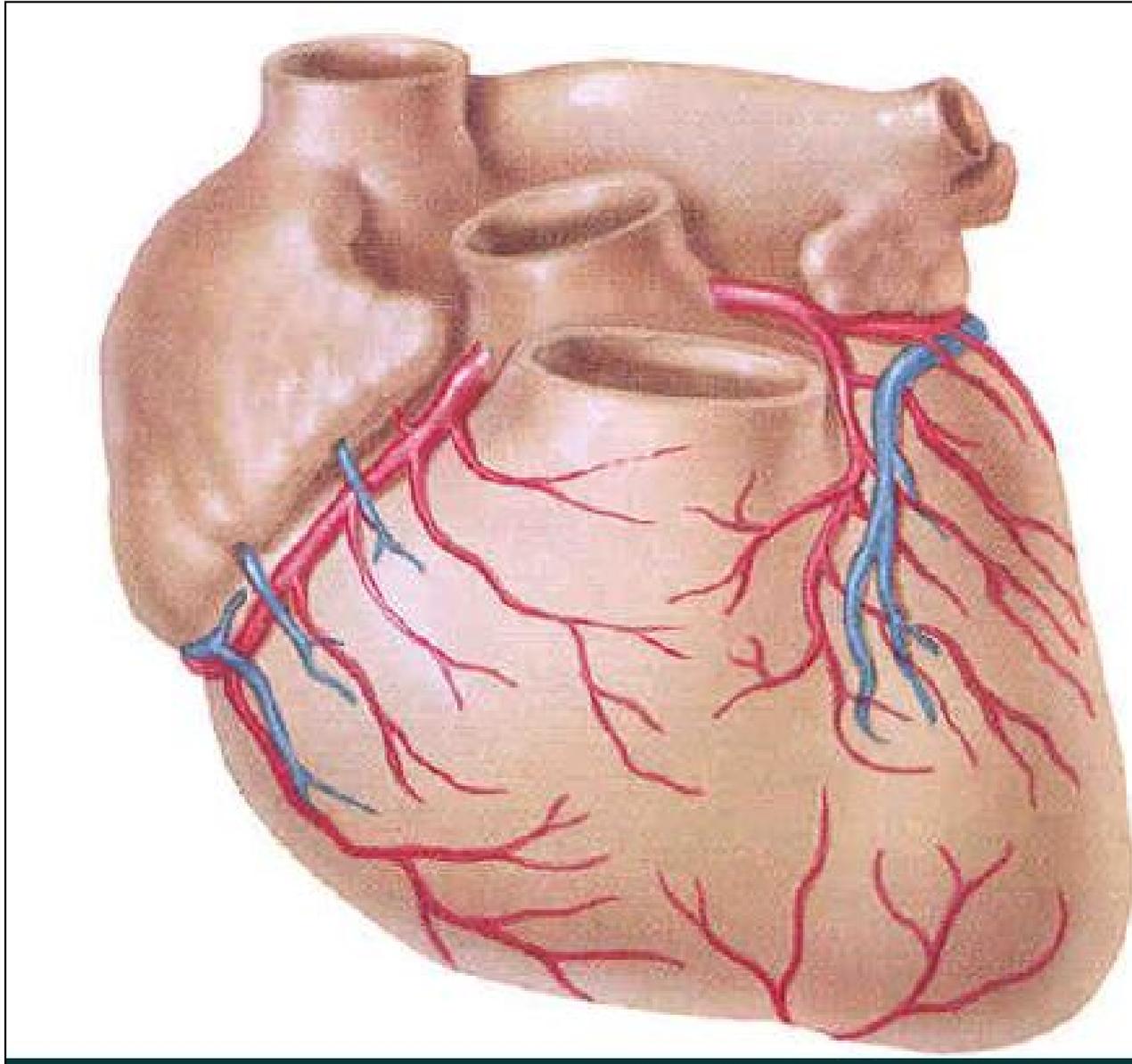
VARIANTES ANATOMIQUES

- 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 :

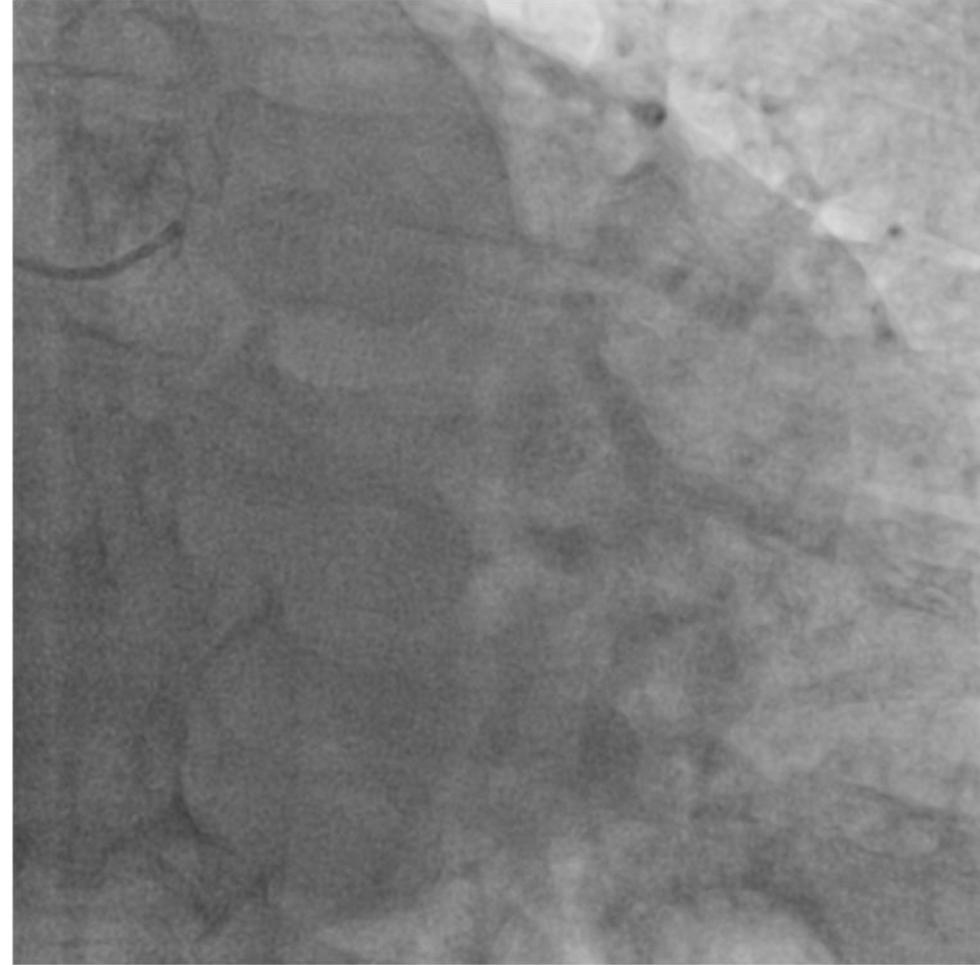
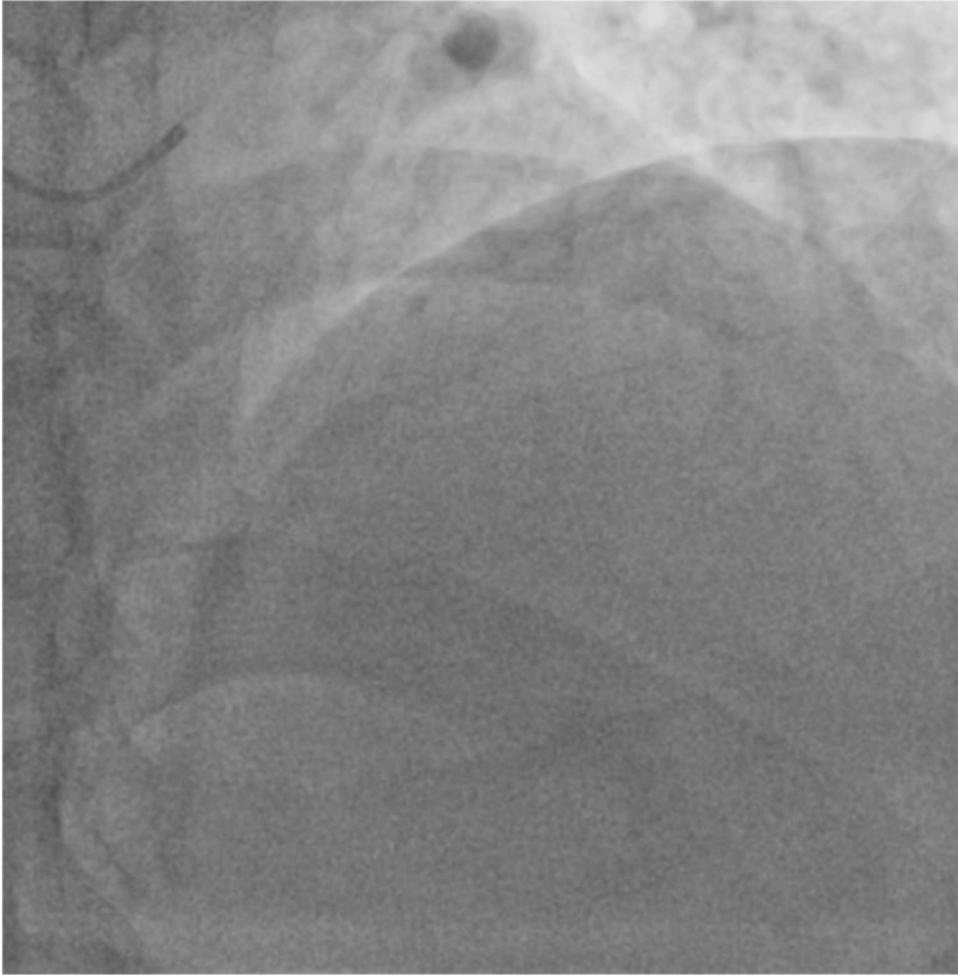
1) l'artère coronaire qui atteint la croix du cœur et qui donne l'artère ventriculaire postérieure est l'artère dominante.

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 (uniquit VD)
- Équilibré : la CD ne donne que l'IVP la gauche les RV

Réseau équilibré

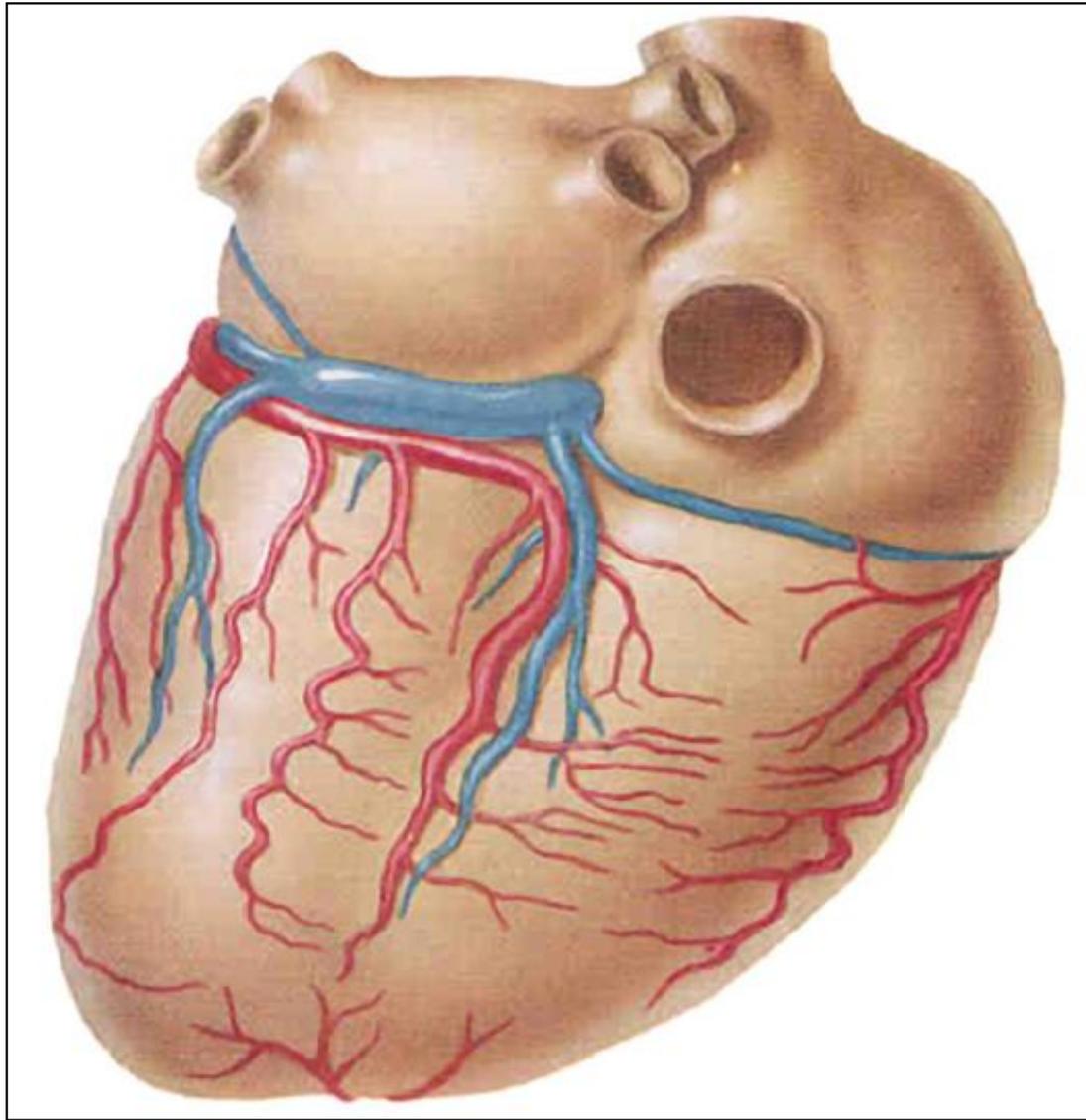


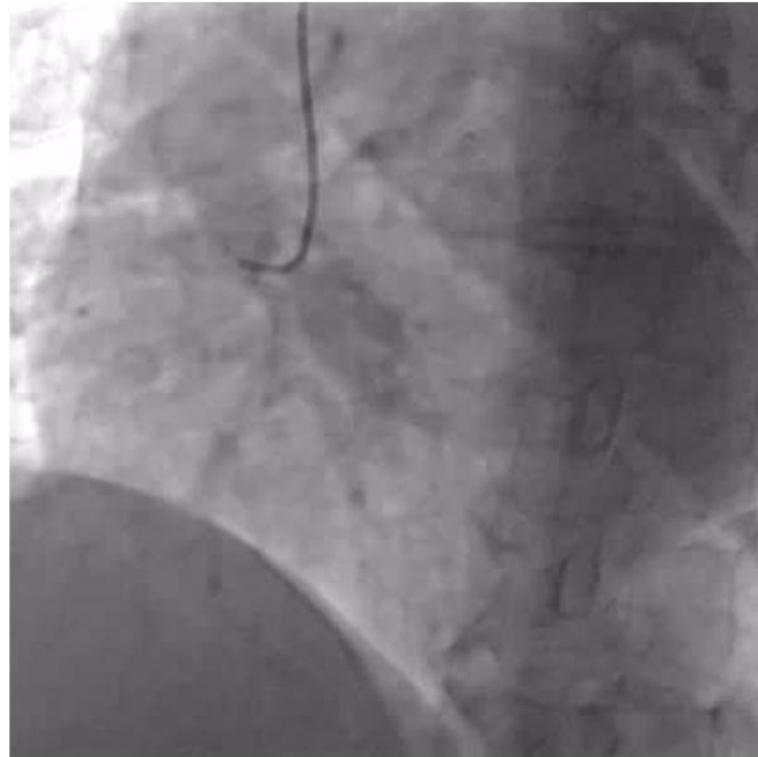
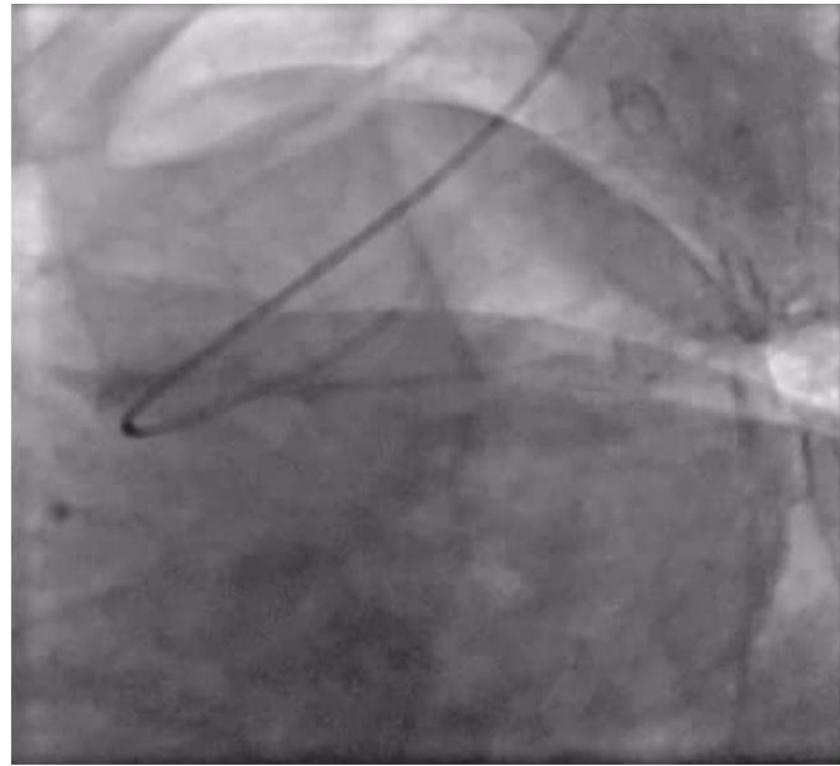
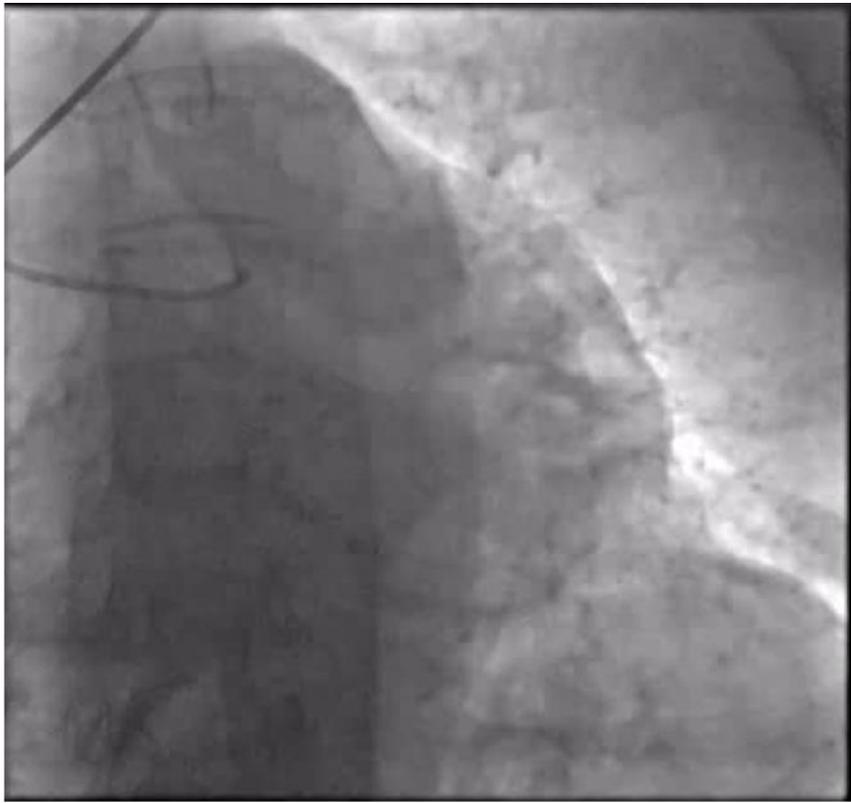
Réseau équilibré



RESEAU GAUCHE DOMINANT

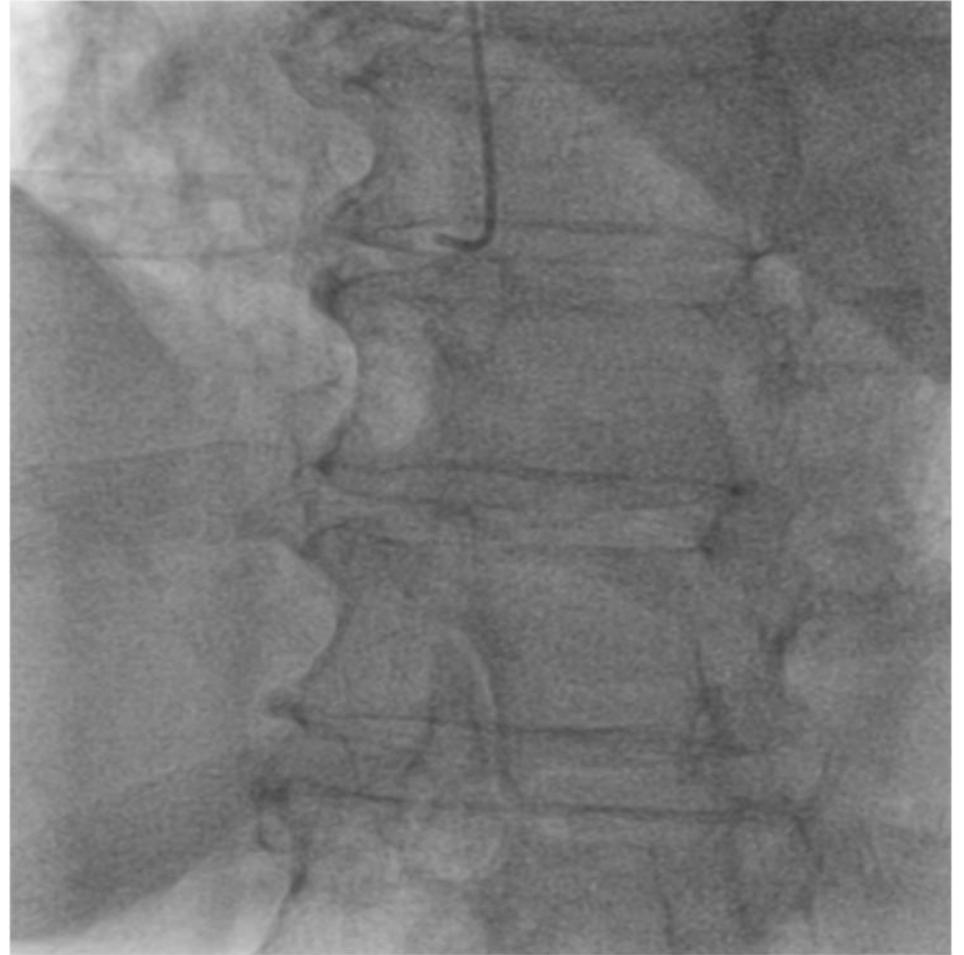
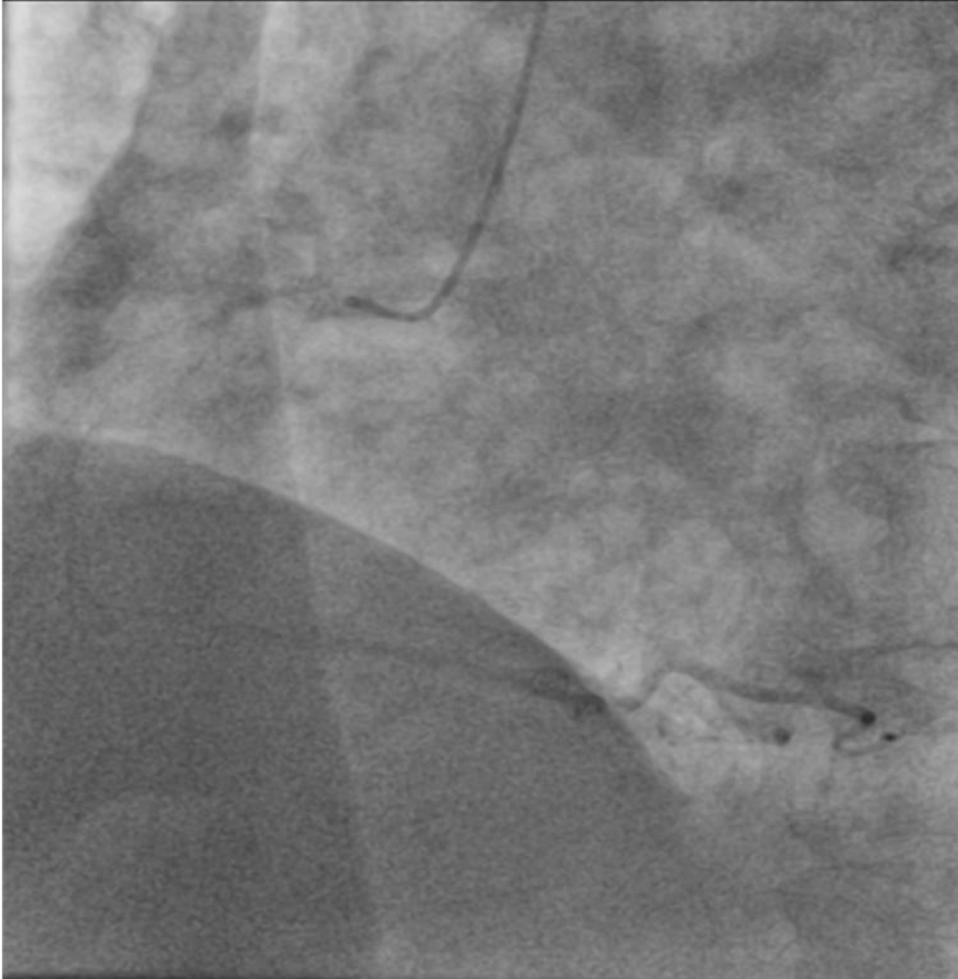
GAUCHE DOMINANTE



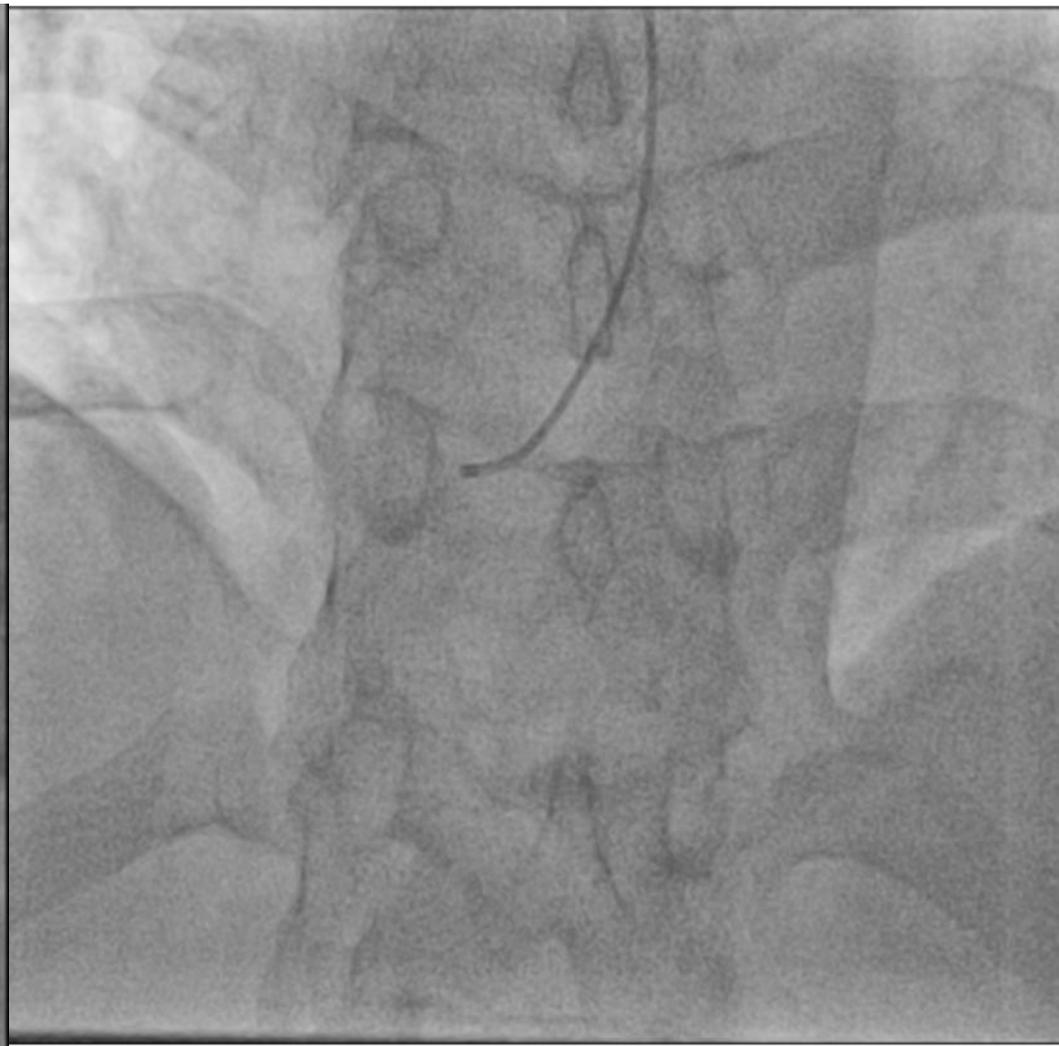


RESEAU DROIT DOMINANT

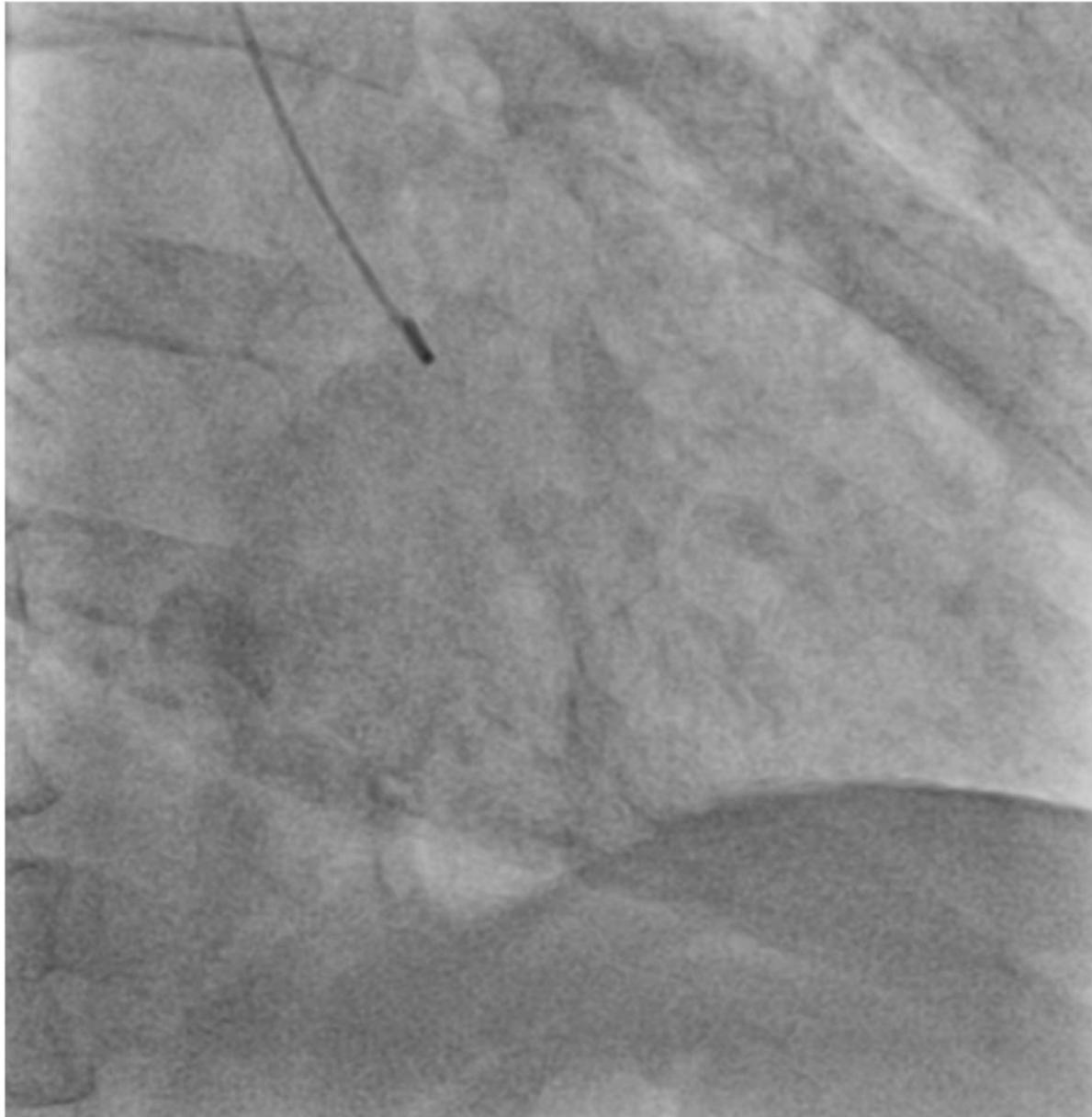
Réseau droit dominant



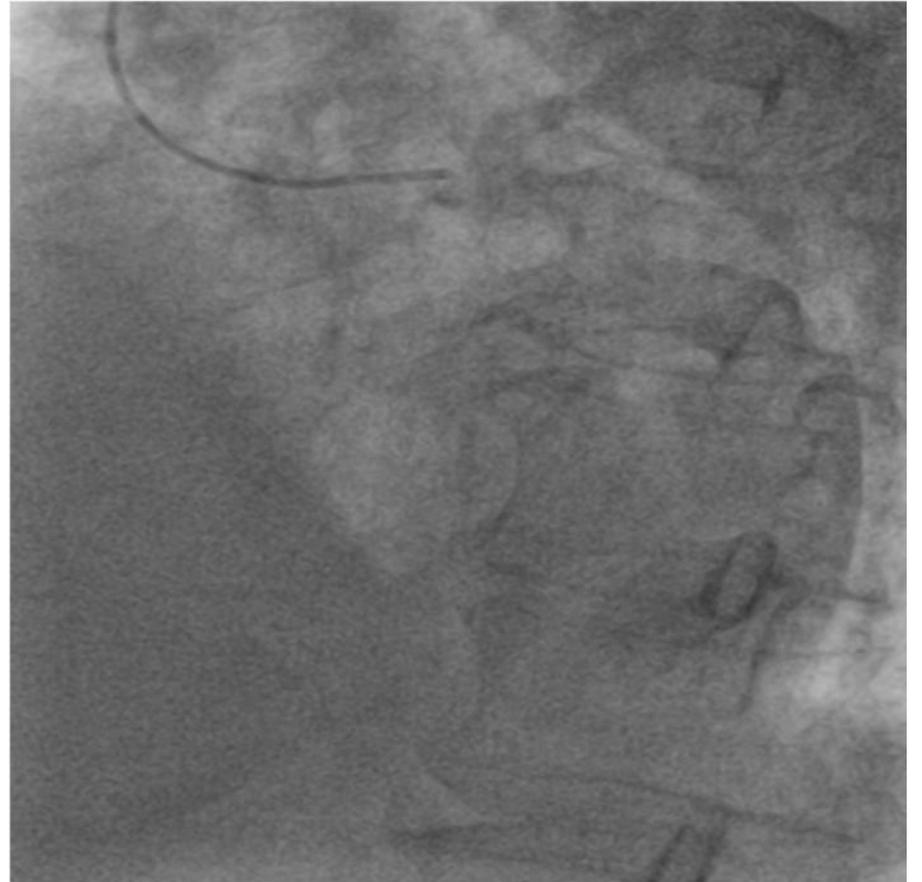
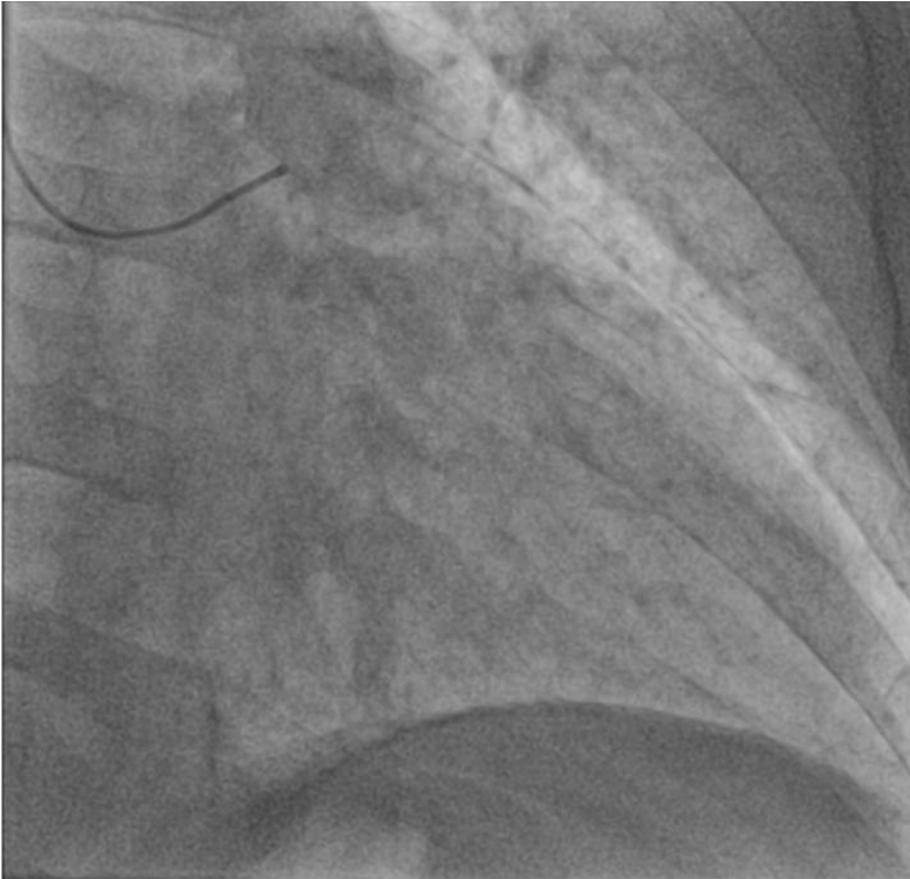
Réseau droit dominant



Réseau droit dominant

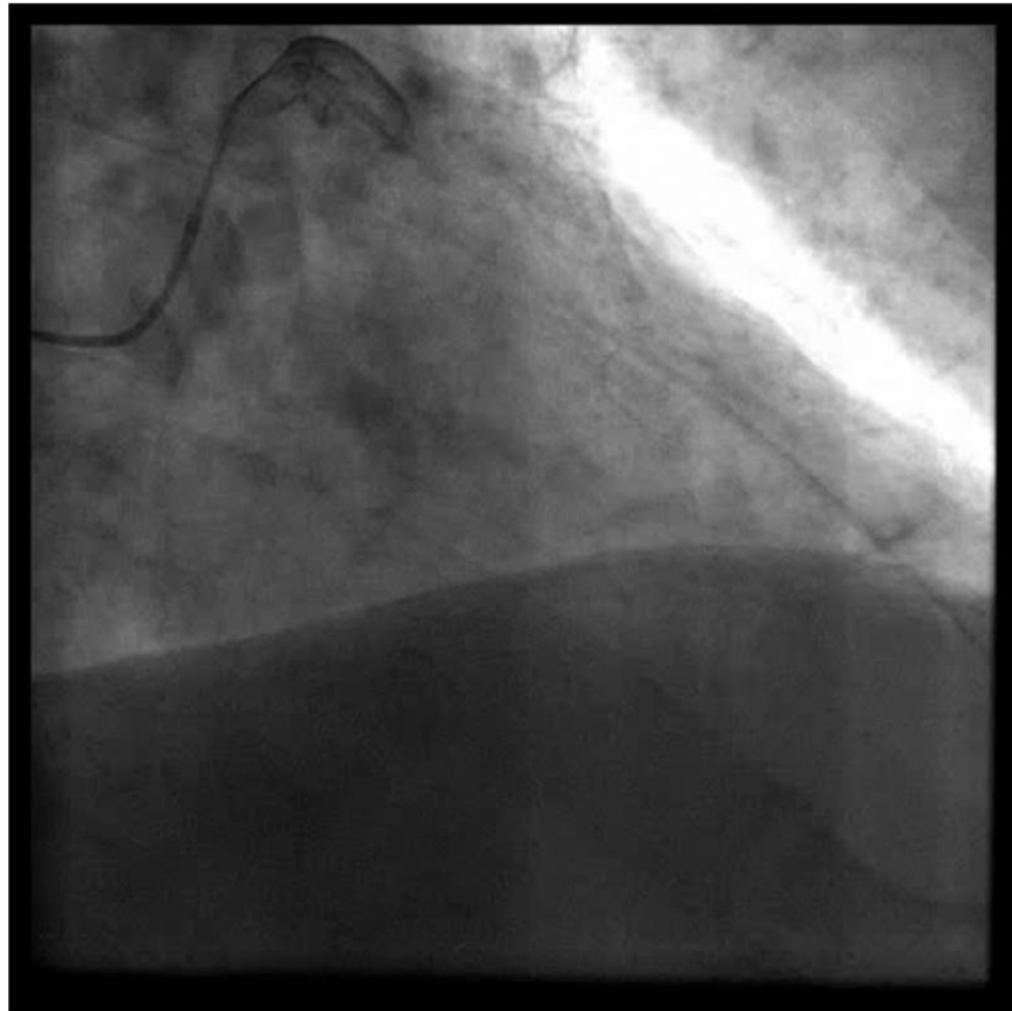


Réseau droit dominant

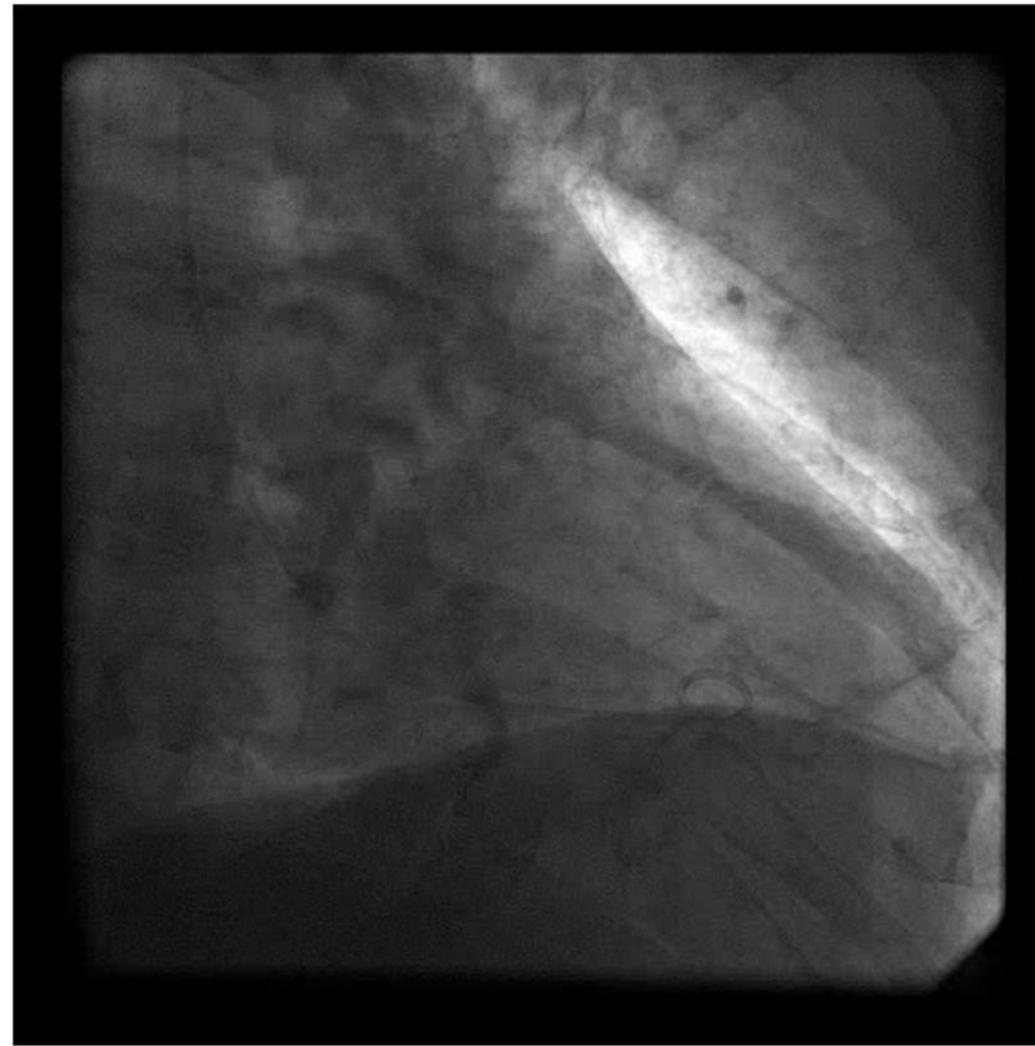
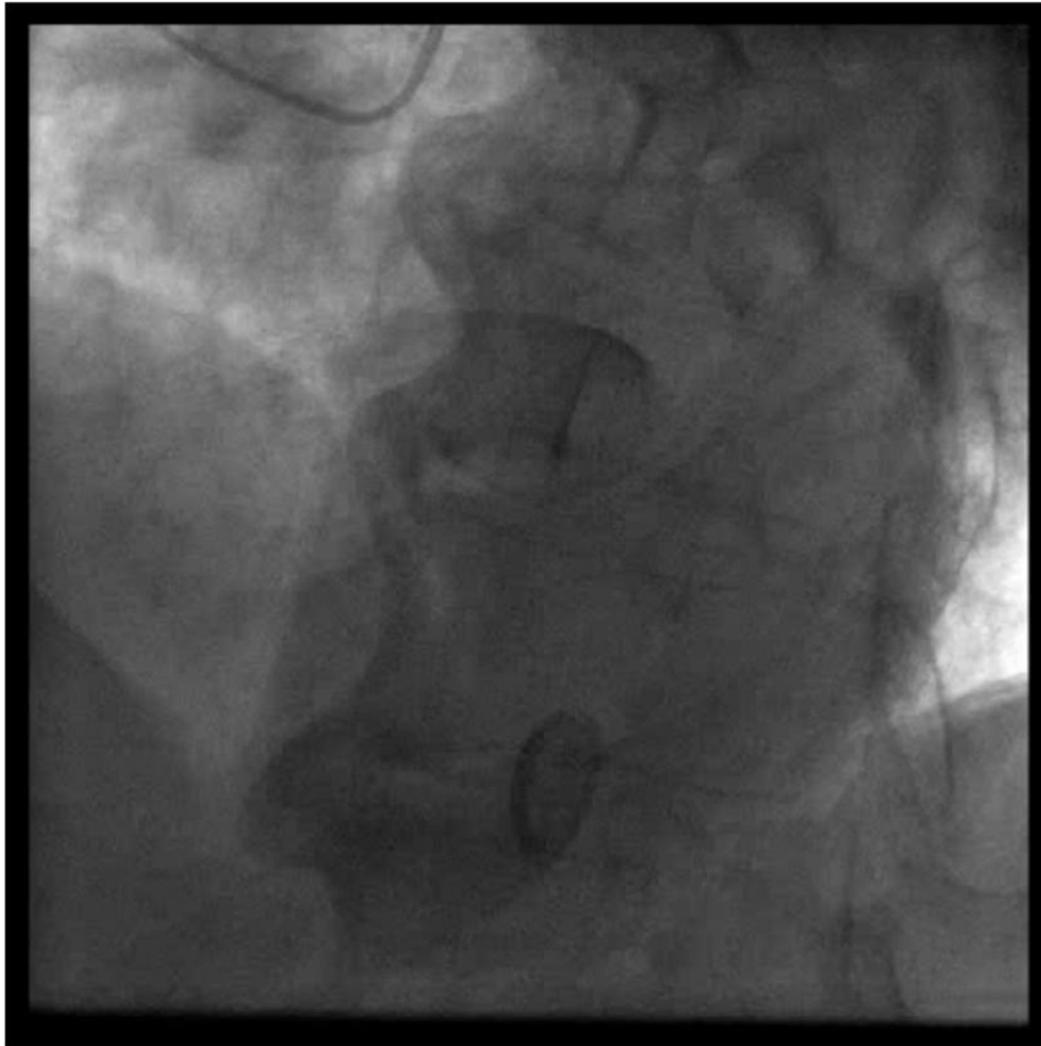


PONT MUSCULAIRE IVA

PONT MUSCULAIRE IVA



PONT MUSCULAIRE IVA



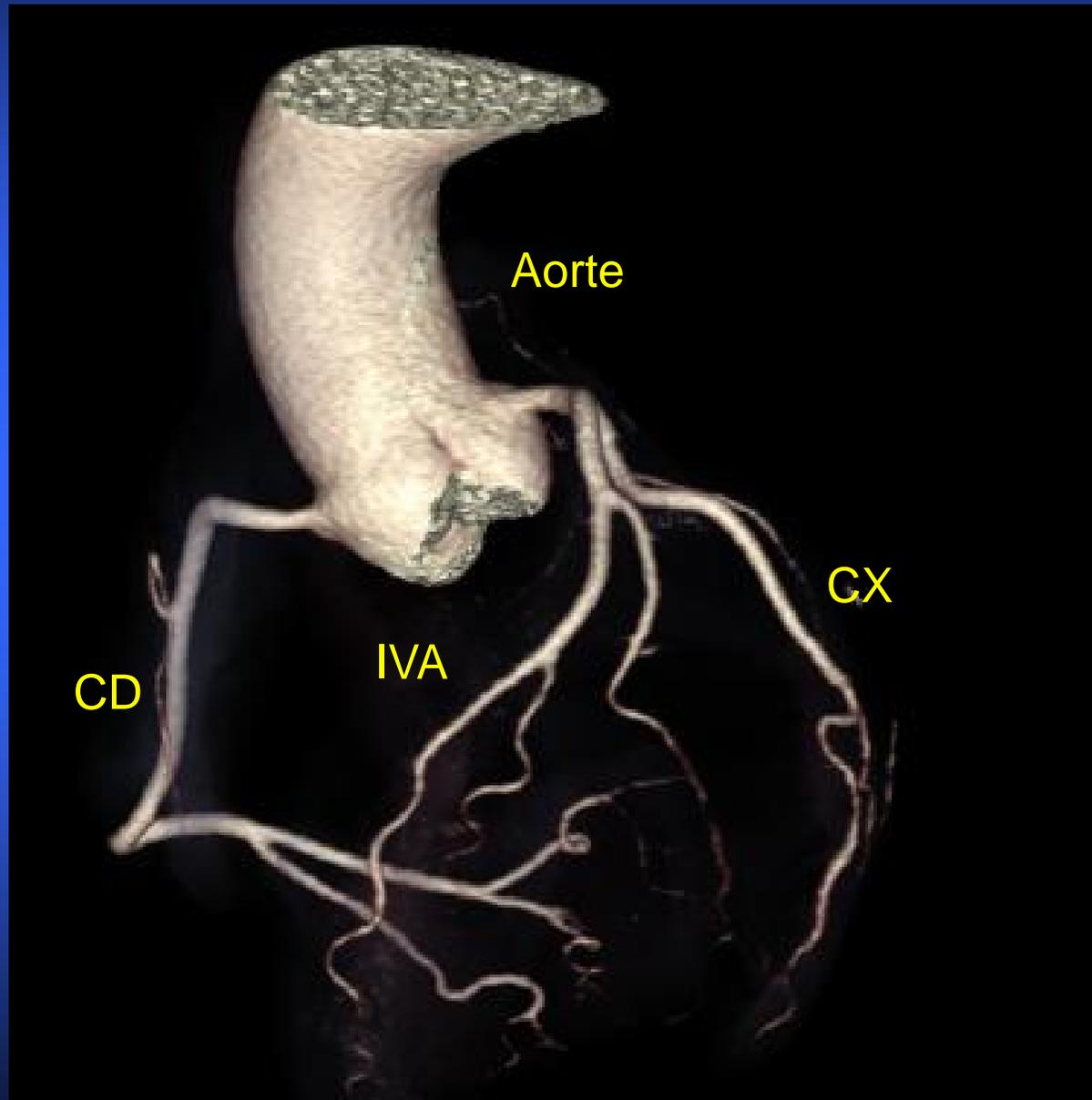
SCANNER
PH

SIEMENS

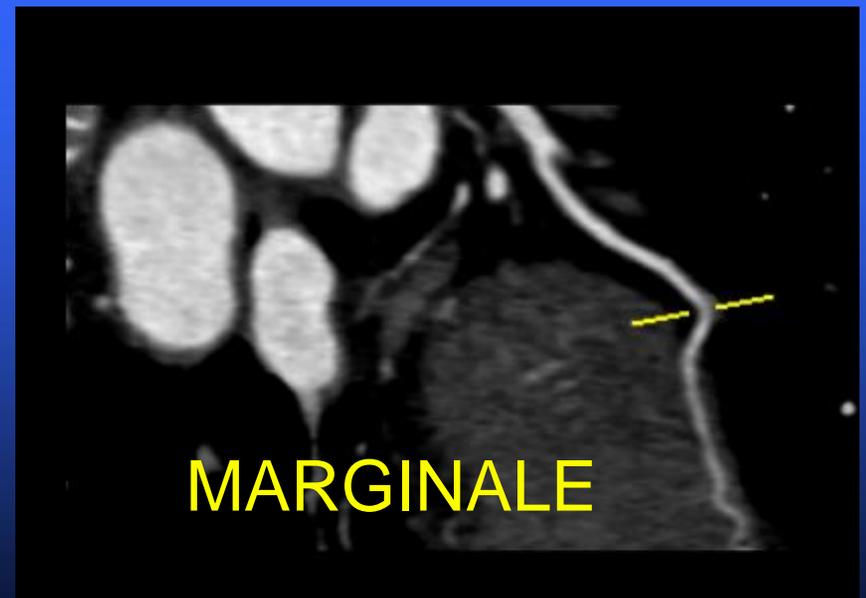
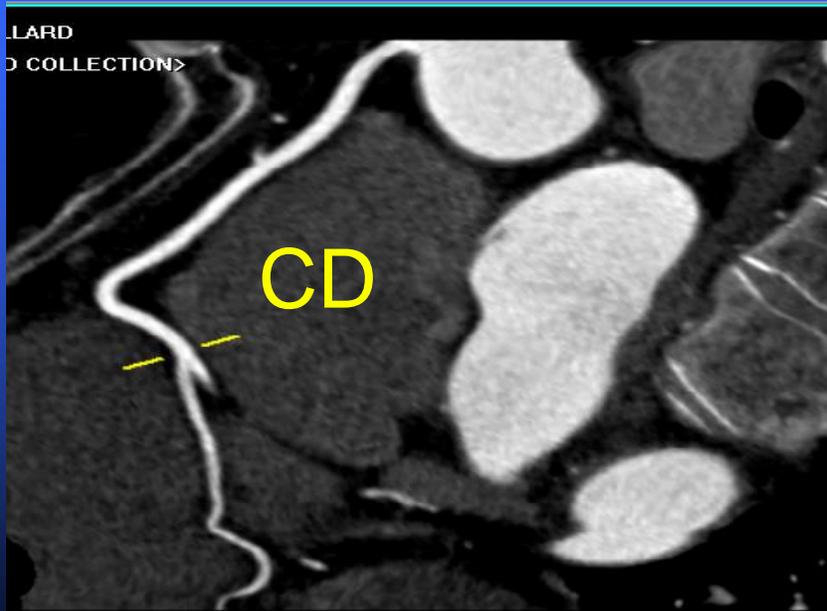
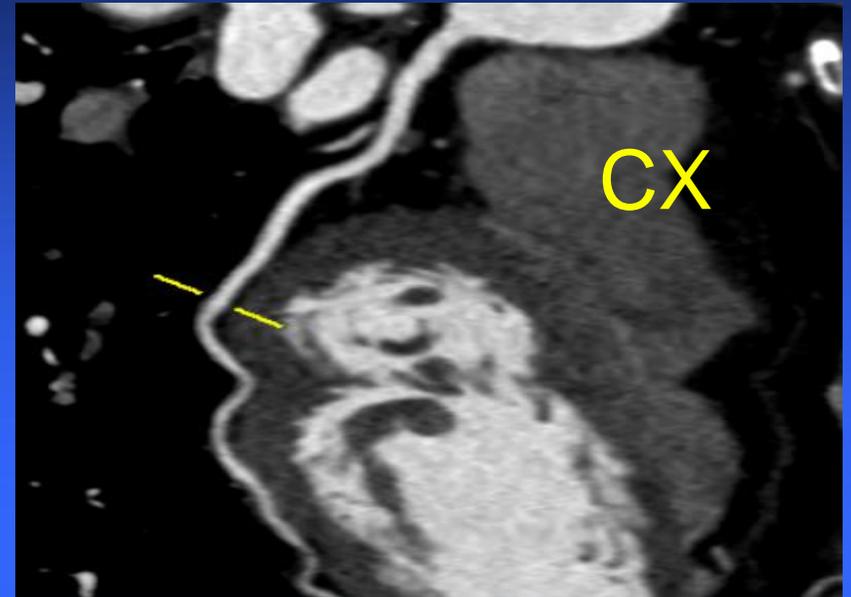
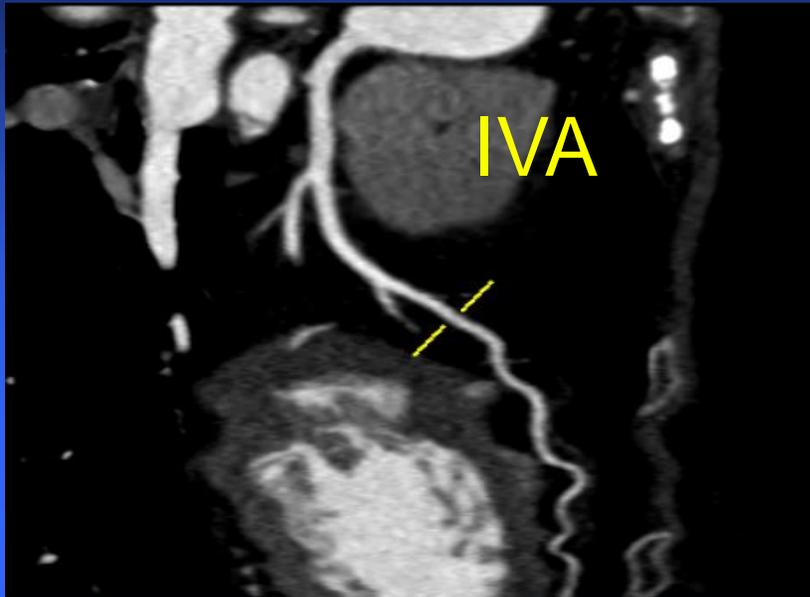
128 Barrettes



CORONAIRES IMAGES CT SCAN VRT



MME MA IMAGES MIP

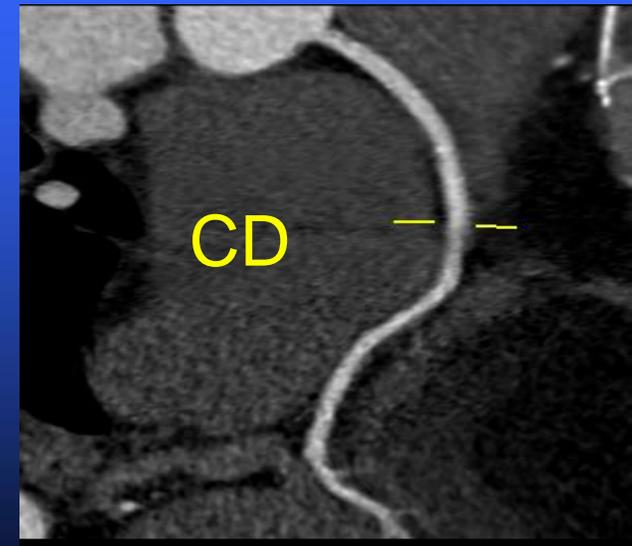
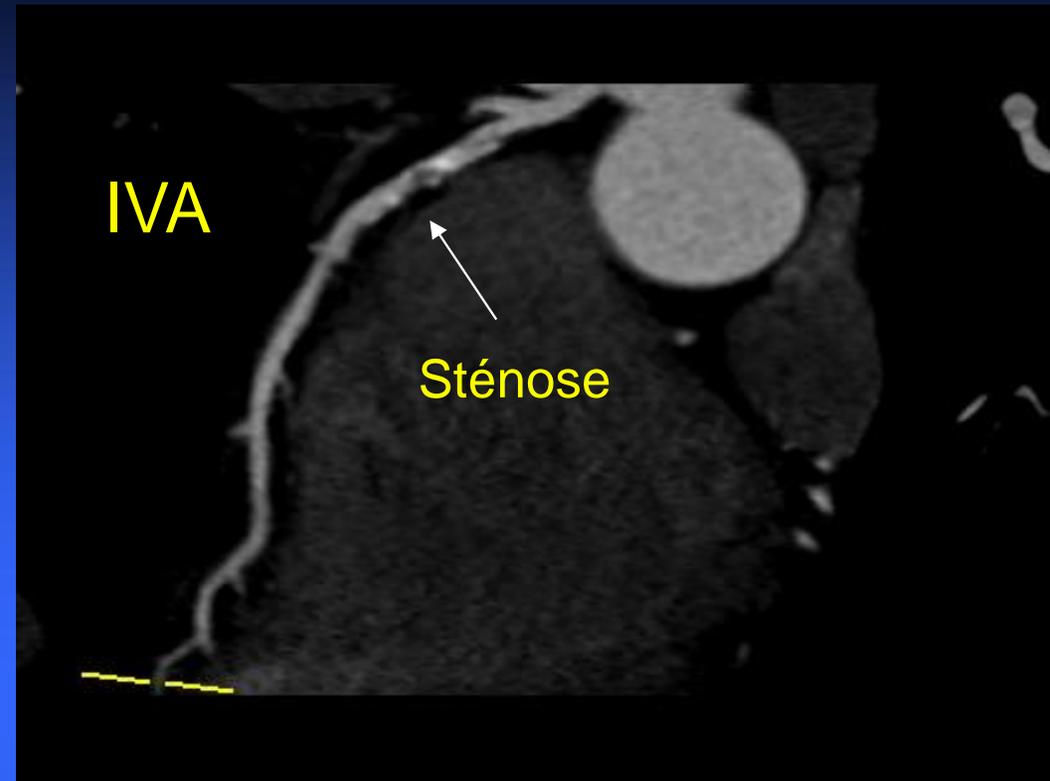


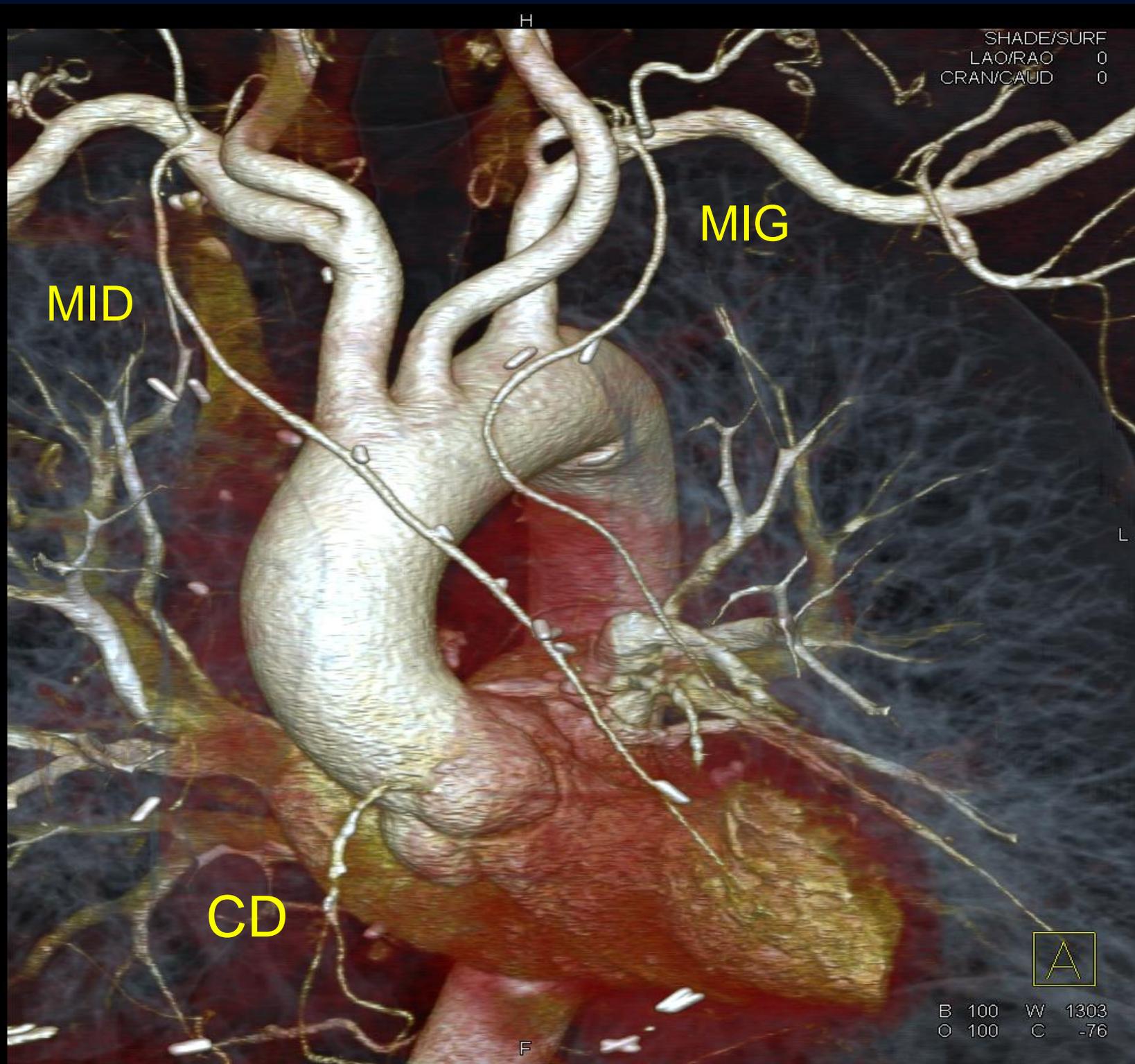
Mr C. 56 ans tabac

Assymptomatique EE anormale

CA SCORING

Artère	Nombre de lésions (1)	Volume [mm ³] (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

MID

MIG

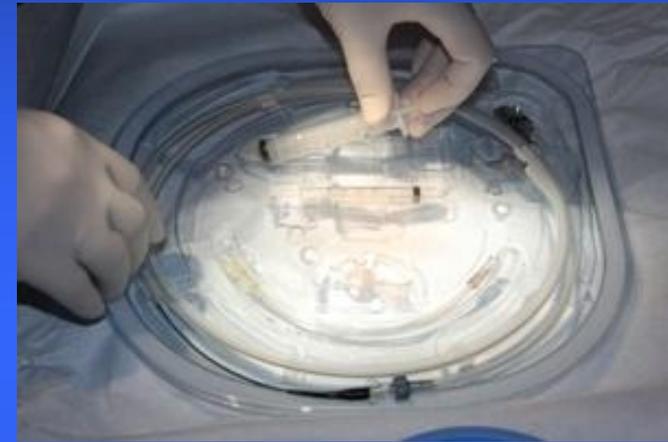
CD

SHADE/SURF
LAO/RAO 0
CRAN/CAUD 0

A

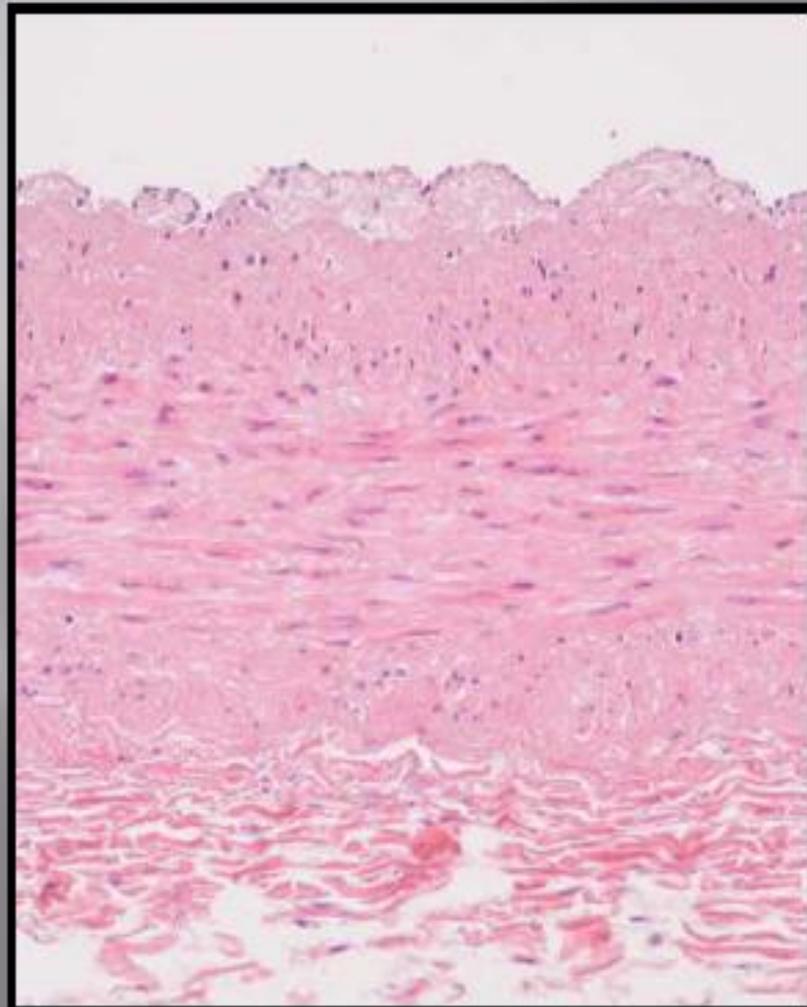
B 100 W 1303
O 100 C -76

IVUS



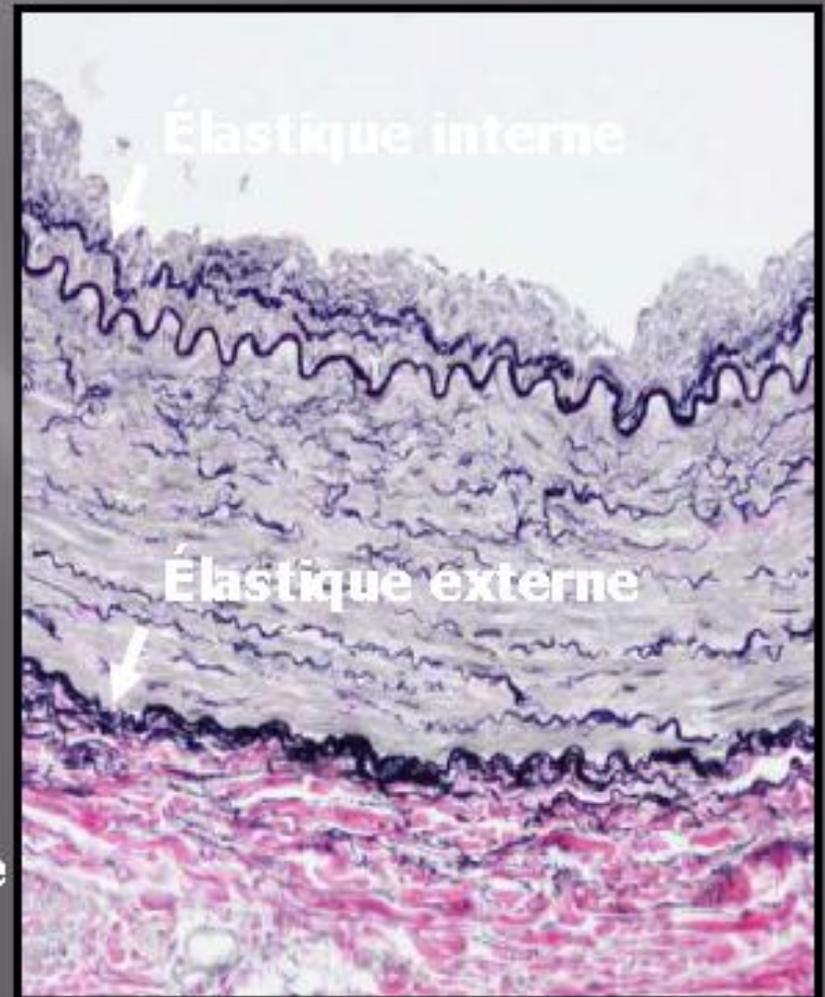
HISTOLOGIE

Tuniques artérielles - Artère coronaire normale



Hématoxyline-éosine

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



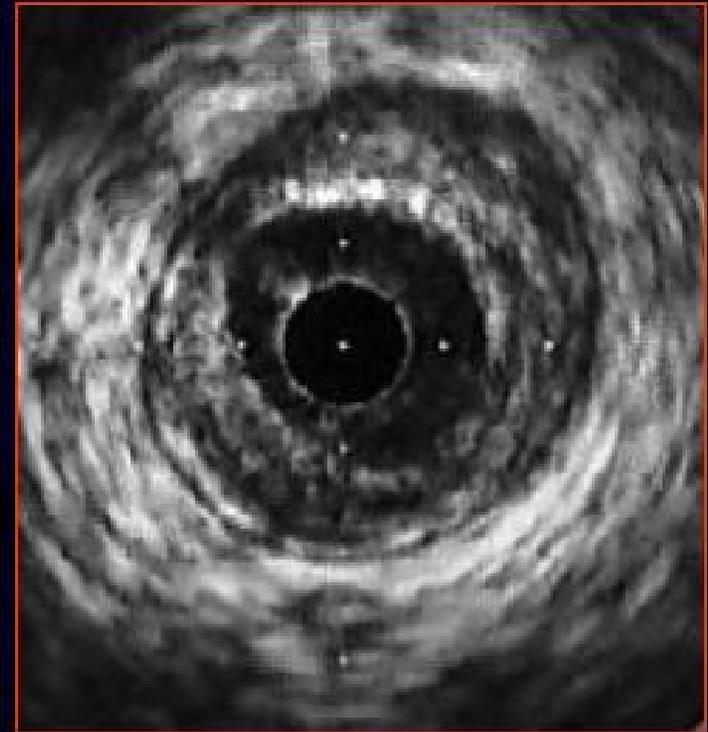
Verhoeff von Gieson

IVUS

Formation de l'image



Aspect normal



Aspect pathologique

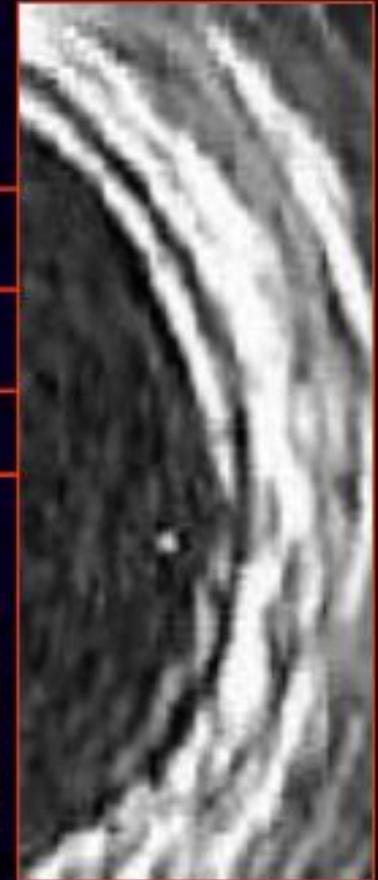
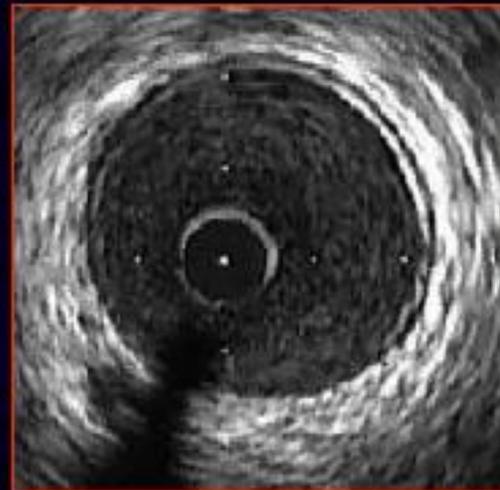
IVUS

Formation de l'image

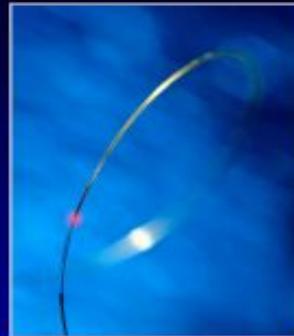
- **Artère de type musculaire:**

- Intima: 15 μm \Rightarrow 0 Écho
- LEI: 40 à 80 μm \Rightarrow Échos
- Média: \Rightarrow 0 Écho
- LEE et Adventice \Rightarrow Écho

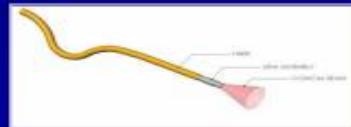
- **Aspect en trois couches**



OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

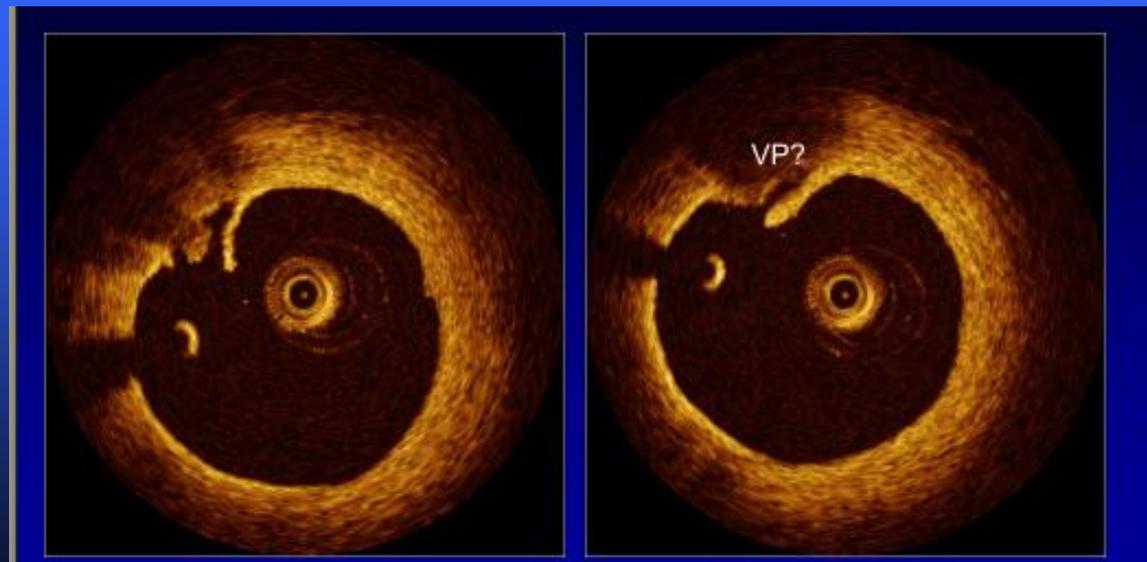


- 0.014" diameter
- 0.006" *Micro-optic core*
- Versatile lens design
 - Forward visualization
 - Radial visualization



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

Stanford



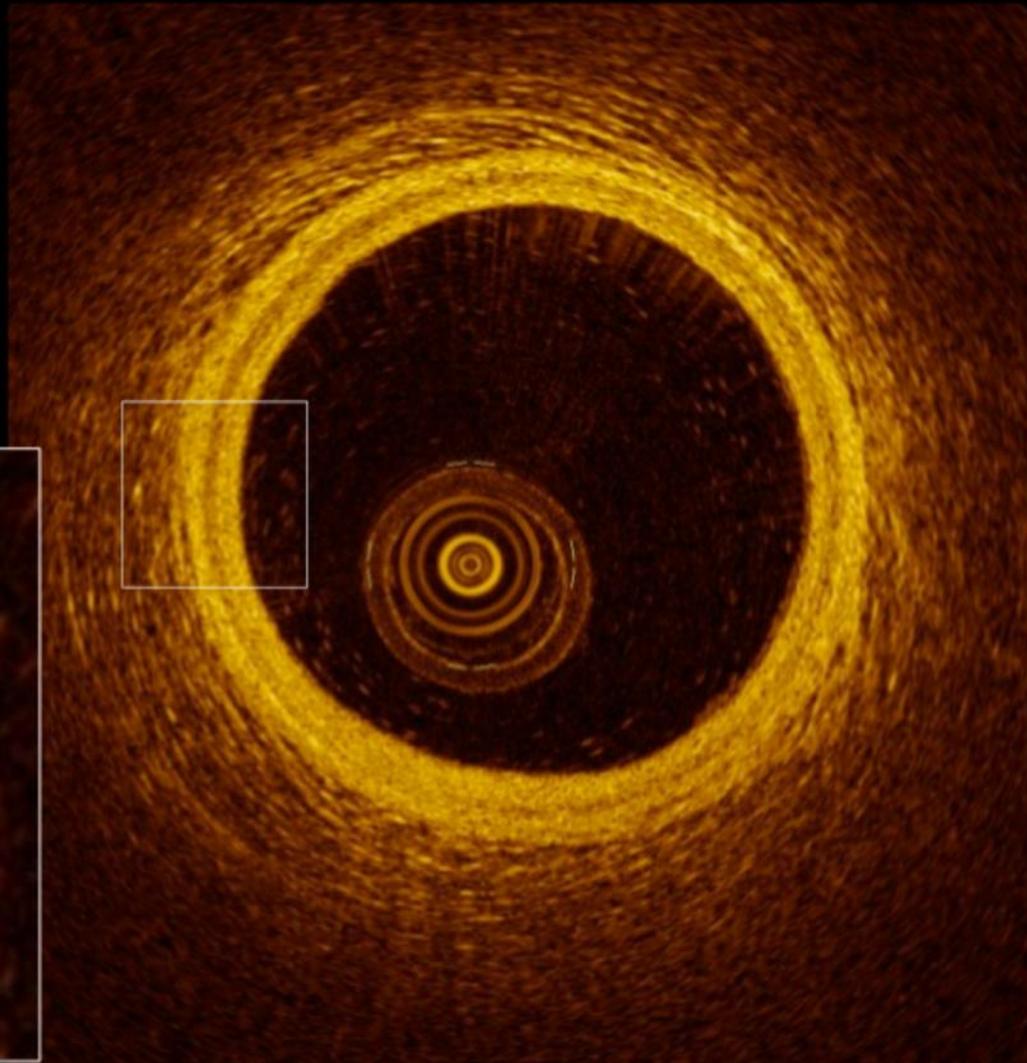
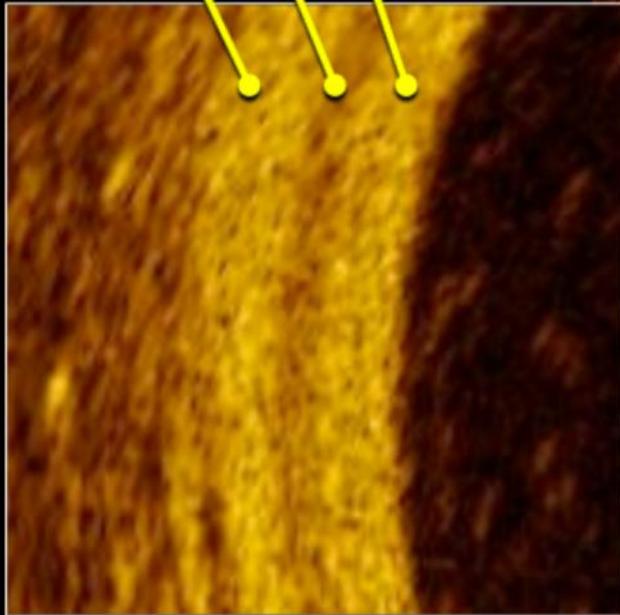
Imagerie OCT

Coronaire saine

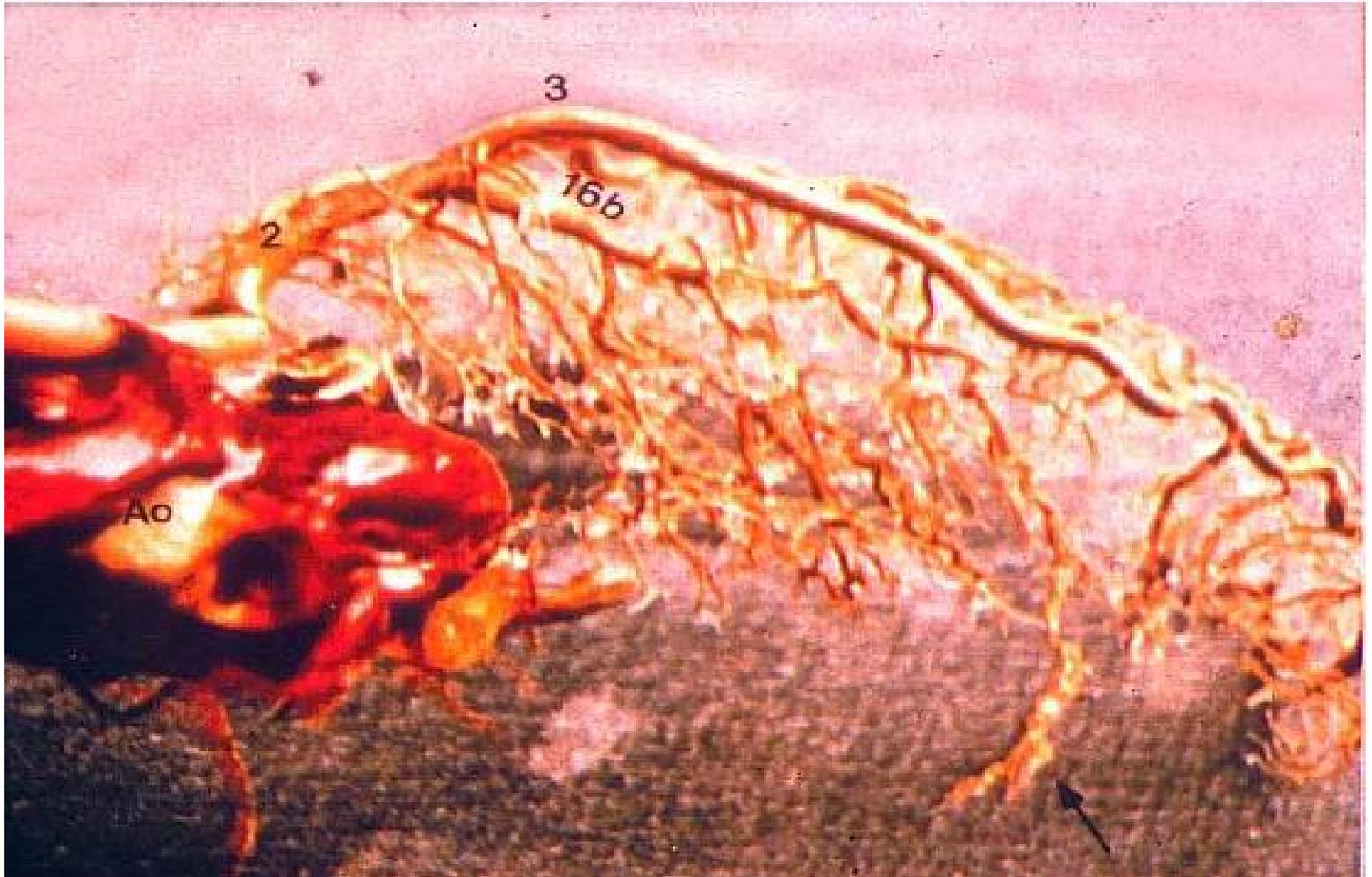
Adventice

Media

Intima



Vue de l'IVA et de ses branches



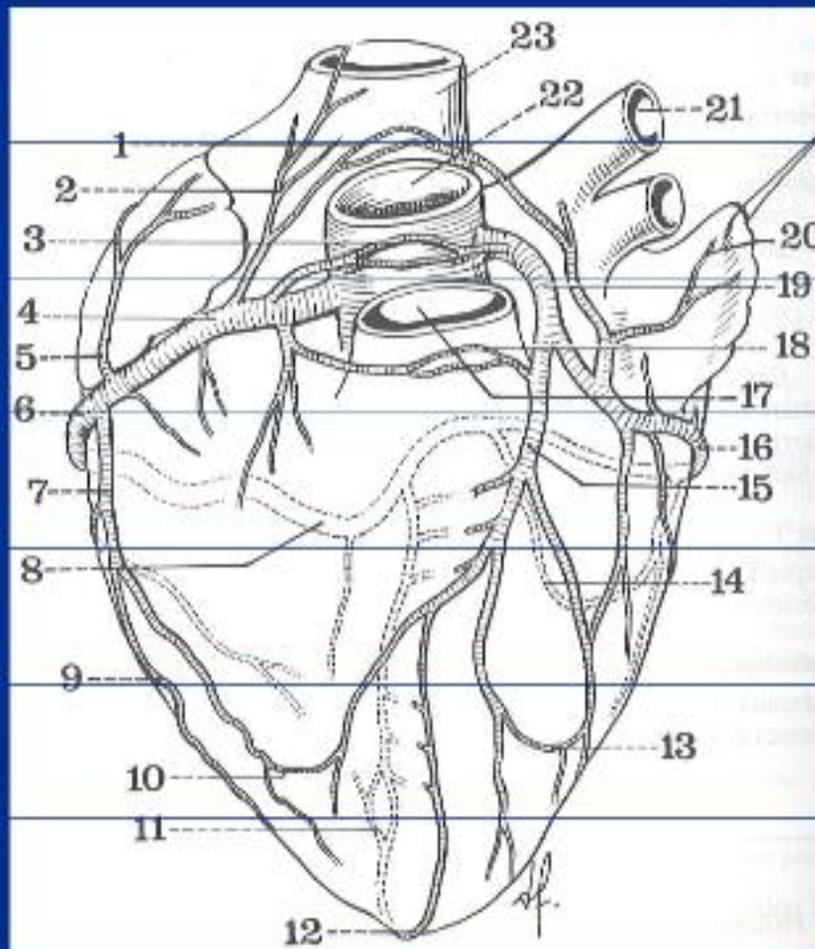
Anastomoses Coronaires

1) G → G

2) D → D

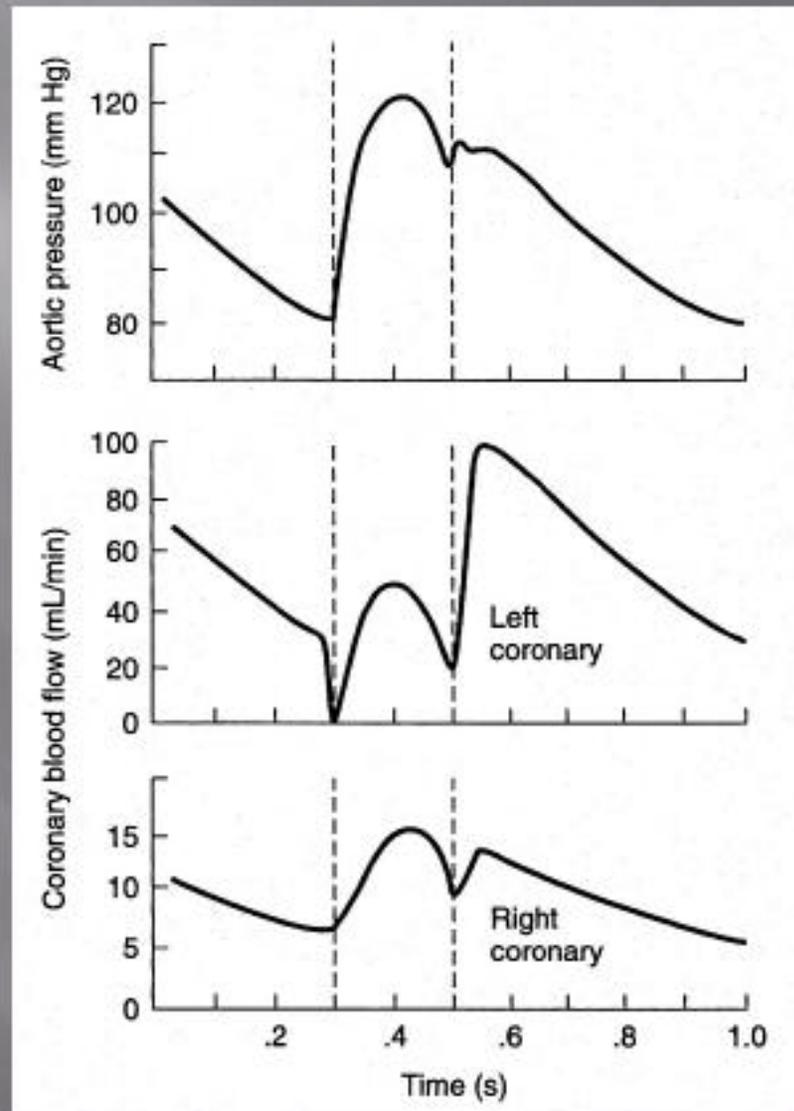
3) G → D

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

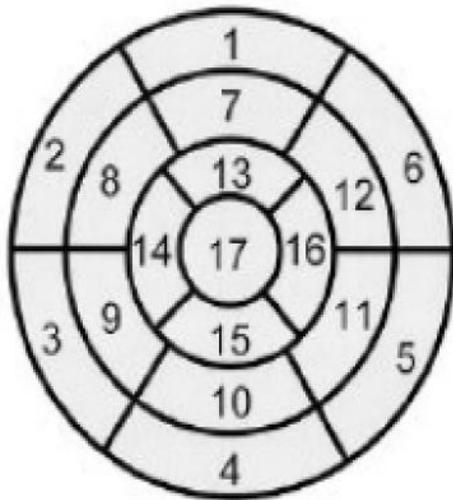
- ▣ Masse cardiaque 300 g
- ▣ $MV O_2$ 8-10 ml O_2 /100g/ min
- ▣ Flot coronaire 75-80 ml/kg/ min
- ▣ $D(a-cs)O_2$ 11-13 ml O_2 /100 ml
- ▣ $D(a-v)O_2$ 3-5 ml O_2 /100 ml
- ▣ $CcsO_2$ 5-6 ml O_2 /100 ml
- ▣ $Ssc O_2$ 26-32 %
- ▣ 10% consommation totale de l'organisme
- ▣ 4-5% du D.C.
- ▣ Flot X 5 à l'effort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

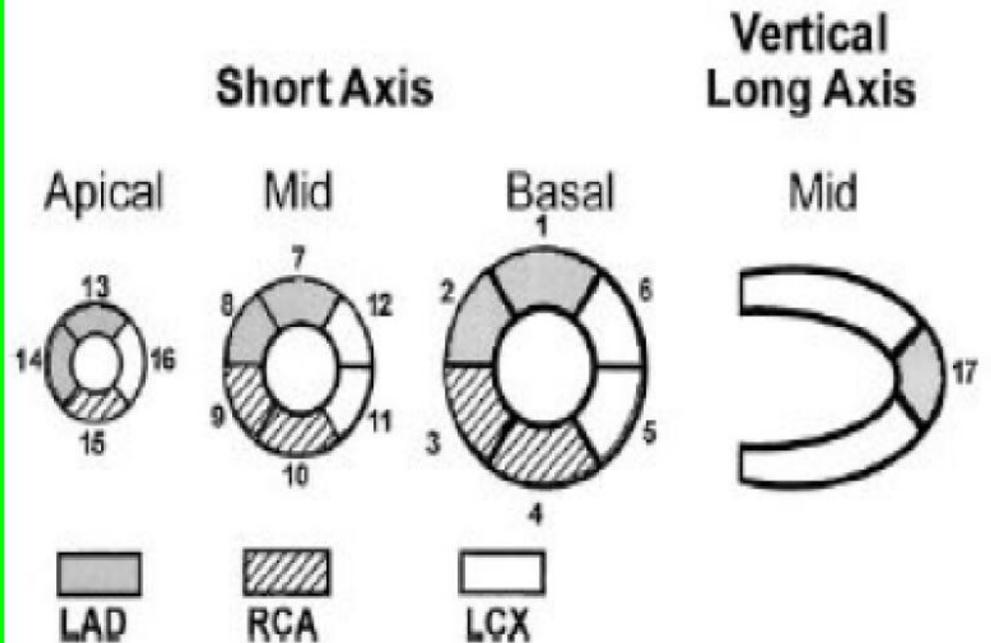


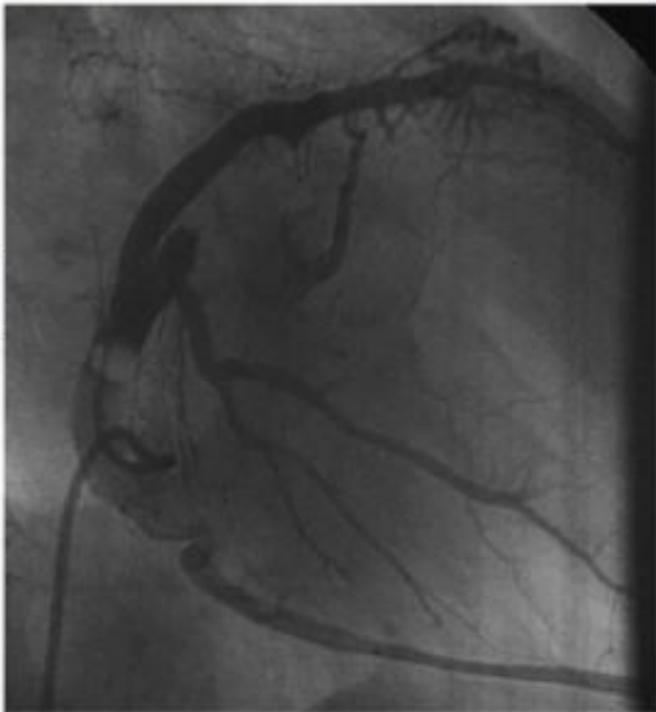
Figure 5. Assignment of the 17 myocardial segments to the territories of the left anterior descending (LAD), right coronary artery (RCA), and the left circumflex coronary artery (LCX). Modified from reference 5.

*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°

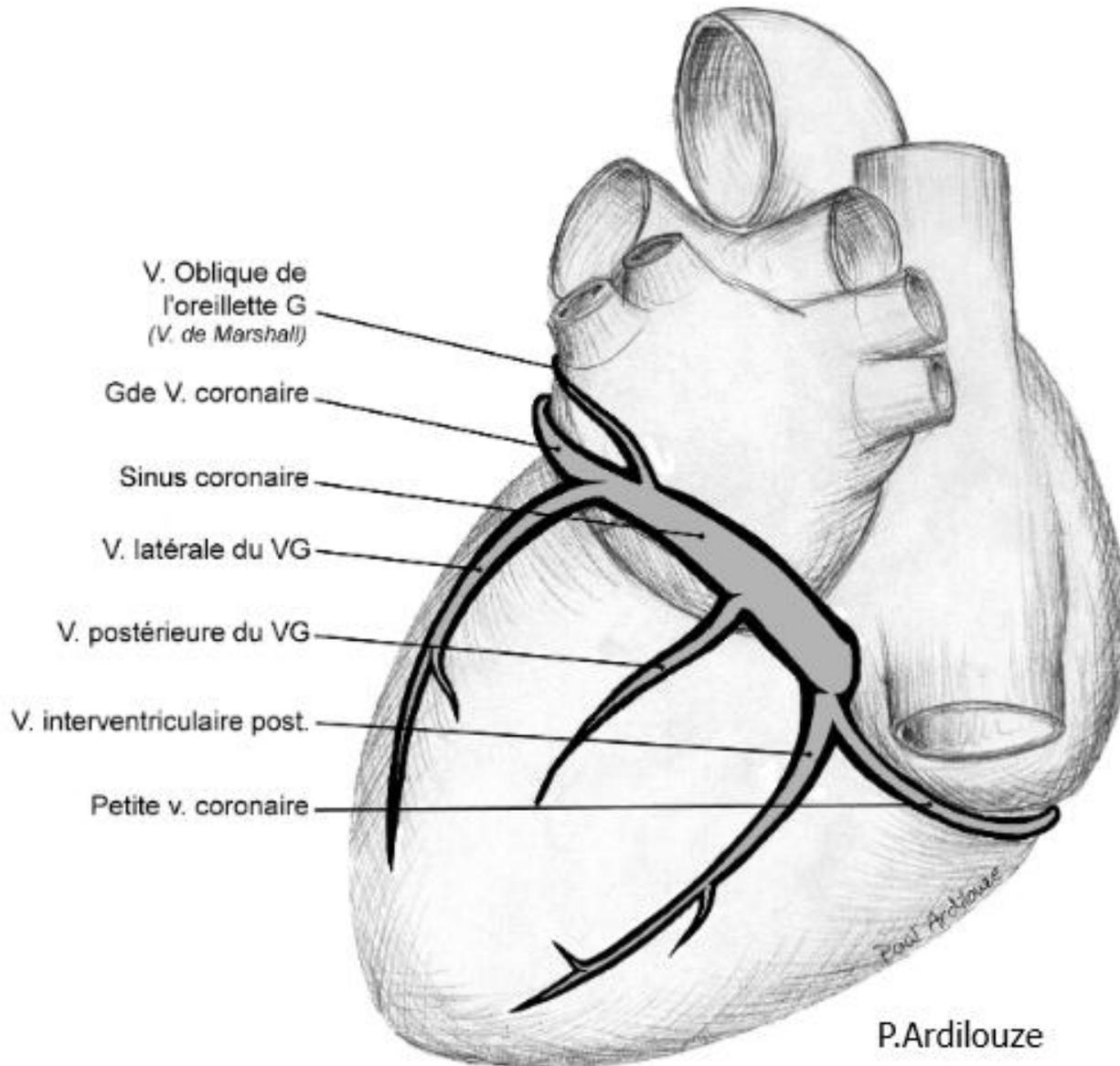


Risque: dissection du sinus coronaire

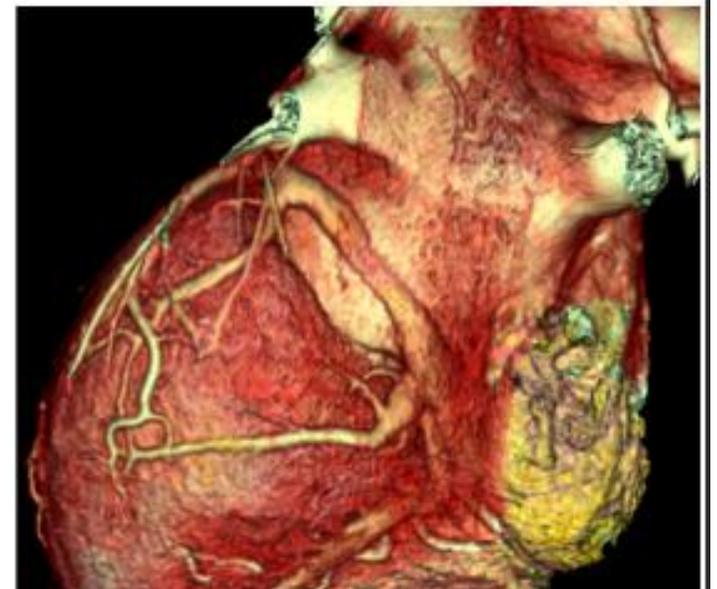
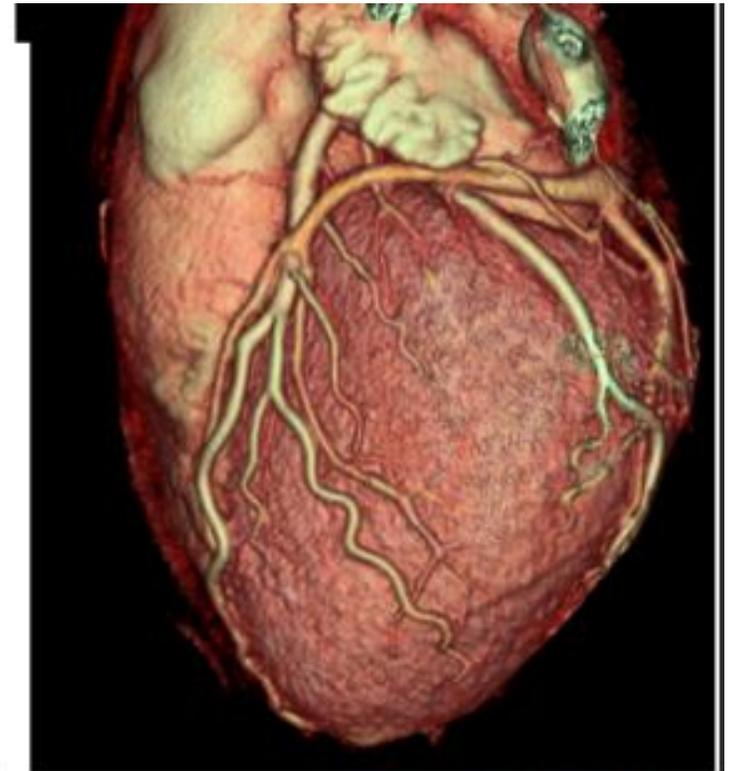
Mische K. Int J Cardiol 2006

Veines coronaires

Représentation schématique, vue postéro-inférieure

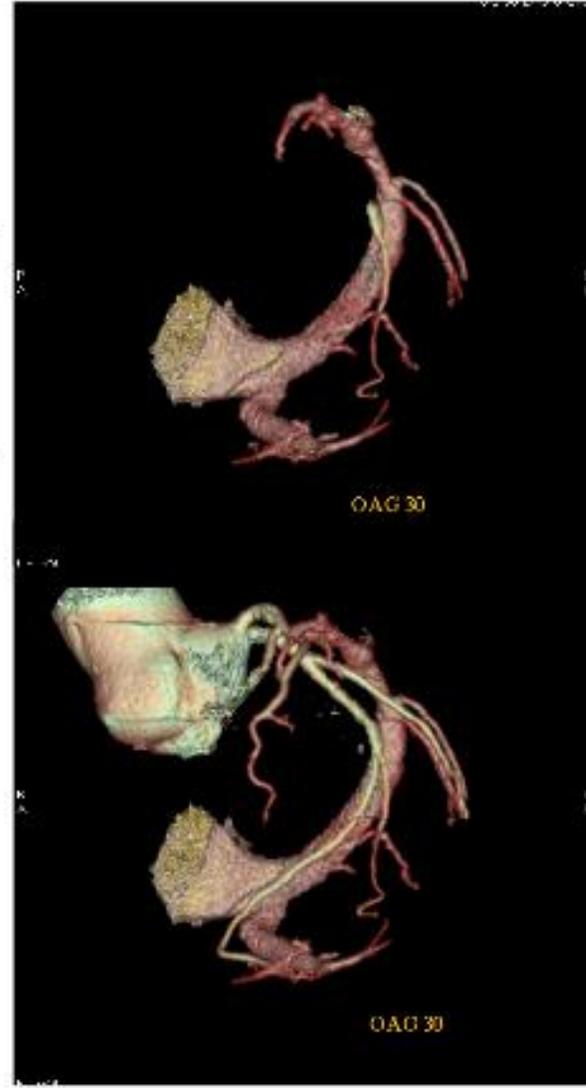


P.Ardilouze





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 .