

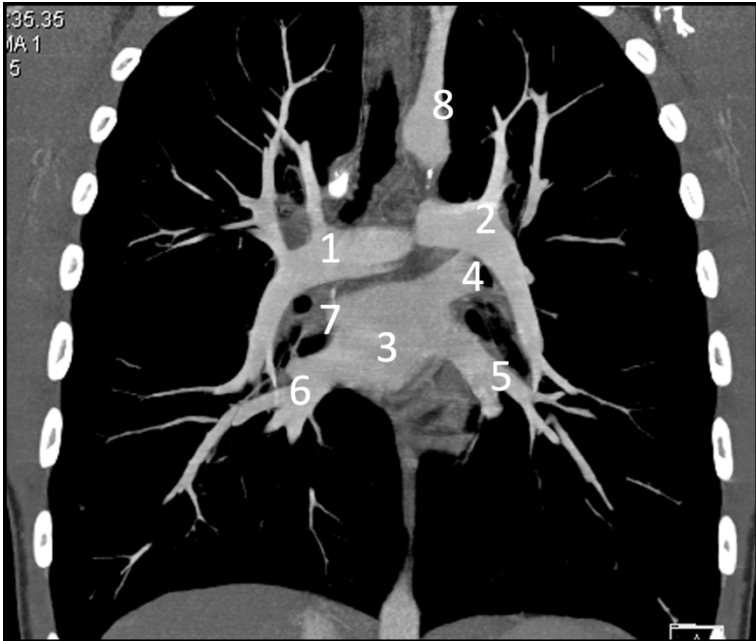
EIA Cardio Vasculaire
Radio Anatomie du Cœur
(Pr. REDEUIL)

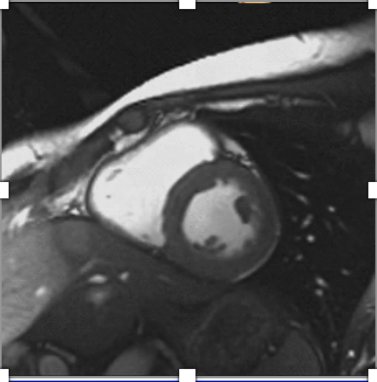
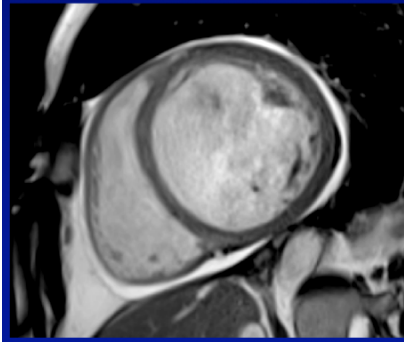
*« Voir, c'est savoir ; vouloir, c'est pouvoir ; **oser, c'est avoir** »*

Alfred De Musset

Introduction : Connaissance de la radio anatomie normale du système cardiovasculaire = FONTAMENTALE	
Innovation dans l'imagerie	Des nouvelles techniques d'explorations apparues ces dernières années ont modifié notre approche diagnostique : Notamment l'imagerie d'IRM en flux 4D (4 facteurs : repère dans l'espace 3D + facteur temps) avec codage des vitesses du sang (déplacement des GR)
Fonction de l'aorte : Anatomie fonctionnelle	Conduire le flux sanguin du compartiment central vers la périphérie Couplage aorto-ventriculaire: L'éjection systolique du sang du ventricule gauche (VG) est tamponnée par l'Aorte (Ao) proximale (tuyau élastique qui peut s'expandre, stocker et restituer le sang sous forme d'une « systole Ao ». → régularisation du flux en aval Amortissement et régularisation du flux pulsatile : Le cerveau, rein, foie ont un flux capillaire constant ≠ flux pulsatile cardiaque (notion de Ao vue comme un « 3 ^{ème} ventricule ») En moyenne dans une vie il y a 3,5 milliards de battements cardiaques ininterrompus
Conséquences multiorganes	Système cardio-circulatoire = cœur + vaisseaux sanguins (Vx). Les Vx sont présents dans l'ensemble du corps → système systémique , il est artificiel de séparer cœur et Vx ou Gros Vx/Petits Vx car c'est un continuum . Les altérations cardio-vasc vont avoir des conséquences sur l'ensemble des organes (cf. cerveau, rein)

Connaître les avantages et les inconvénients des techniques d'imageries les plus courantes : Modalités d'imagerie	
Radiographie thoracique de face et de profil	→ Rayons X, imagerie de projection, technique d'imagerie majeure, réalisé de façon très courante, la radiographie thoracique et cardio-vasc est de nos jours relativement limitée . Surtout utilisée en dépistage et pour éliminer certains diagnostics qui ne sont pas d'origine cardio-vasc Avantages : réalisé au lit du malade et très répandu Inconvénients : projection → toutes les structures se retrouvent sur un seul et même plan (écrasement), besoin d'imageries de profil pour localiser les structures dans l'espace
Angiographie standard	Imagerie des vaisseaux sanguins , via injection de produit de contraste Standard : réalisé à l'aide de rayons X via projections, examen de référence pour les Vx coronaires. Utilisation d'une sonde en « queue de cochon », entrée par piqure au niveau de l'a. fémorale ou a.rad&iale et injection de produit de contraste. Avantages : bonne résolution et imagerie dynamique via produit de contraste+++ Inconvénients : invasive car nécessite une ponction artérielle, chaque incidence → une série de clichés et utilisation d'iode
Échographie - Doppler	Via Ultrasons, Échographie permet la réalisation d'une imagerie (2D – 3D) Le doppler (effet Doppler) permet de mesurer des vitesses des flux sanguins (+ vitesse de déplacement des GR) avec échelle de couleurs Technique établie il y a qqes décennies, relativement disponible au lit du malade (taille de + en + petite des machines) , peu chère €

	Avantages : non irradiant, dispo au lit du malade et fonctionnel Inconvénients : très opérateur dépendant → assez difficile d'obtenir une bonne qualité d'image (les carotides sont toujours bien visibles cependant car les Vx sont sous-cutanées ≠ cœur situé derrière le sternum, les US ne passant pas l'os sternal → difficultés à voir le ventricule droit + une partie de l'artère pulmonaire
Tomodensitométrie (TDM)	Scanner X : technique phare dans l'analyse du cœur et des vaisseaux Permet l'acquisition d'imagerie en coupe → reconstruction 3D avec navigation possible sur tous les plans, Jusqu'à une période récente : on n'arrivait pas à faire l'imagerie du cœur en une seule rotation cardiaque, on devait reconstruire le cœur par étapes, par acquisition de tranches successives de clichés dans l'hypothèse où les battements cardiaques étaient identiques → synchro de l'acquisition avec ECG De nos jours acquisition en un seul battement cardiaque et 70 ms du cœur = rapide acquisition thoraco-abdominale en 1 à 2 secondes et coupes très fines (0,4 - 0,5mm) MIP (maximum intensity projection) : projection d'intensité permettant d'épaissir la coupe. Permet de mieux voir les structures vasculaires Avantages : imageries en coupe, rapide, Haute résolution, opérateur indépendant, reconstruction, irradiation moindre ($\leq 1\text{mSv}$) Inconvénients : rayon X, techniques dépendantes, iode (contre-indiquée chez les IR donc le DFG $< 30\text{mL/min/m}^2$), temps d'interprétation du médecin et accès aux machines diminuée car la demande augmente de + en +.  Ex : 1- AP droite; 2- AP gauche; 3- Atrium gauche; 4- VP supérieure gauche; 5- VP inférieure gauche; 6- VP inférieure droite; 7- VP supérieure droite; 8- Arche aortique; /!\ Certaines sondes de défibrillateur peuvent entraîner des thromboses → occlusion du TUI.
Imagerie par résonance magnétique (IRM ou MRI)	Arrivée relativement tard car le cœur est un organe mobile ≠ IRM du cerveau (immobile, symétrique et donc + facile), de nos jours technique performante. Avantages : non irradiant, acquisition dans les 3 plans de l'espace (3D) et permet la caractérisation du tissu en anatomie fixe et/ou fonctionnelle

	 Ex IRM du cœur en acquisition cine: sang (blanc), myocarde (gris) → permet de visualiser l'intérieur des tissus : cardiomyocytes vivants ? ou processus de nécrose, d'œdème/ inflammation processus de graisse ... → biopsie ou analyse histo non invasif Inconvénients : durée de l'acquisition longue, moins disponible, coopération du patient++, artéfacts. L'IRM cardiaque est l'imagerie de référence, observation de : -Tagging : application d'un tatouage informatique sur myocarde → suivi de la déformation pour voir la déformation des parois -Techniques anatomiques qui différencient muscle et graisse, (épanchement péricardique visible liquide en hypersignal) -Perfusion via injection produit de contraste : en IRMf permet la détection avec ajout de produit de stress pharmacologique vasodilatateur une sténose coronaire. -Fibrose = travées de collagène fins -Flux intra-cavitaire -Spectroscopie des différents composants du myocarde (ex : stéatose du myocarde) Ex : dilatation de la masse totale du VG ($\varnothing \geq 55\text{mm}$ en Tél Diastole) avec parois fines et contraction moindre Ici % contraction $\leq 15\%$ donc ce patient est un candidat potentiel à transplantation cardiaque <u>% Contraction $\Leftrightarrow 100 \cdot ((\text{VTD} - \text{VTS}) / \text{VTD})$</u> ($\neq$ hypertrophie de la paroi → paroi épaisse) 
Imagerie nucléaire	Technique d'imagerie métabolique ($\neq$ imagerie anatomique voire anatomie fonctionnelle ci-dessus). Cf. métabolisme du glucose → FDG Avantages : Examens robustes validant, fonctionnel, biologique Inconvénients : rayonnement irradiant, faible résolution par rapport à IRM, durée d'acquisition, disponibilité (machine, traceurs)

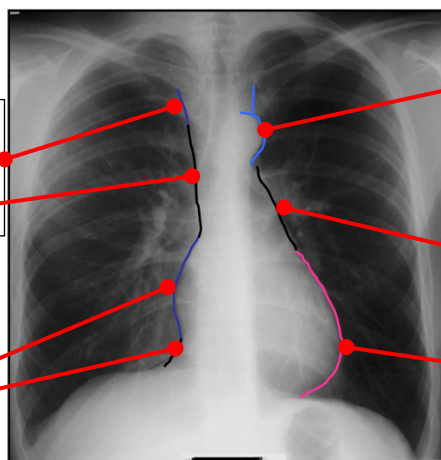
Savoir décrire les arcs médiastinaux sur la radiographie thoracique de face

**Les bords du médiastin :
2 bords à droite, 3 bords à gauche**

Description : Rectiligne / Courbe, à petit ou grand rayon de courbure / convexe ou concave par rapport au poumon

Sup :
Tronc artériel brachio-céphalique
Veine sub clavière

Inf :
Atrium droit
VCI



Sup :
-a. sub clav. G
-Bouton aortique
(Partie postérieure de l'arc aortique)

Moyen :
-tronc AP
-Auricule Gauche

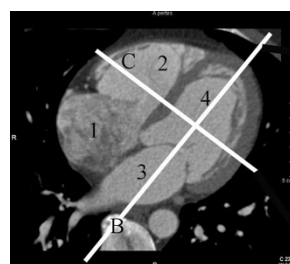
Inf :
VG
Pointe du cœur

Reconnaître les cavités cardiaques sur des coupes 4 cavités, grand axe droit du cœur, grand axe gauche du cœur et petit axe du cœur.

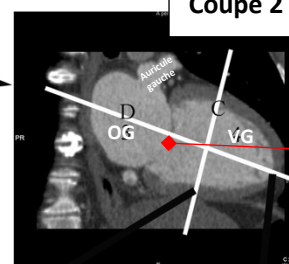
Nécessité d'une technique 3D,

Axe principal du cœur : **Passer par le centre de la valve mitrale, jusqu'à la pointe du VG.**

Orientation du cœur

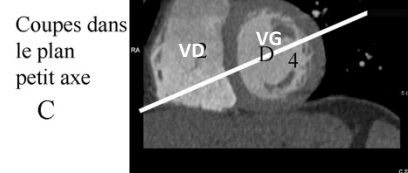


A-Coupe dans le plan axial



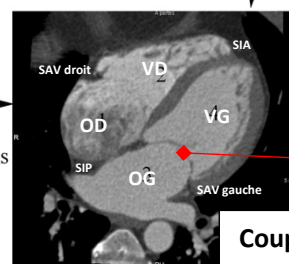
Coupe dans le plan grand axe gauche
B

Coupe petit axe



Coupes dans le plan petit axe
C

Coupe dans le plan 4 cavités
D



Coupe 4 cavités

Septum interventriculaire : musculaire sur sa plus grande partie (4/5), et devient tout fin en dessous de la racine aortique = septum membraneux sur la partie la + basale

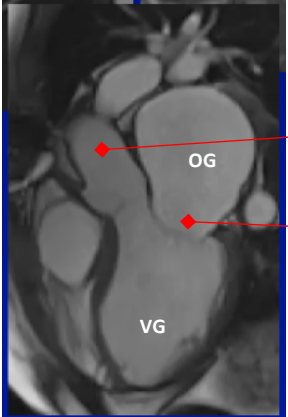
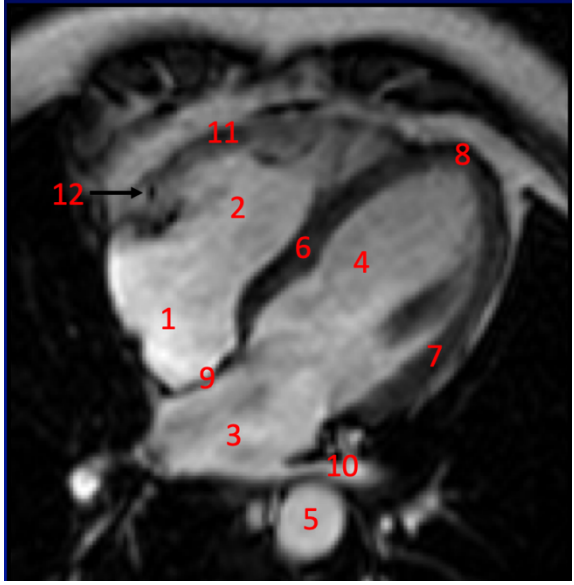
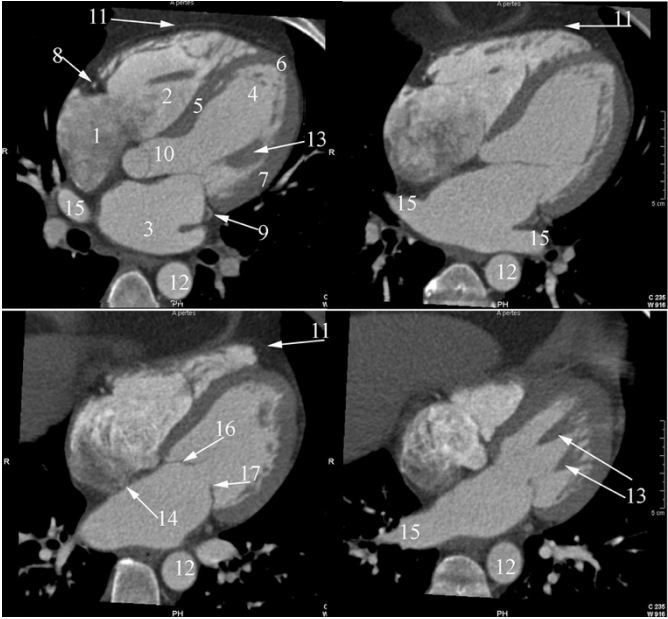
Septum interatrial : grasseux (hypodense) sur sa partie antérieure avec une partie centrale fine = fosse ovale

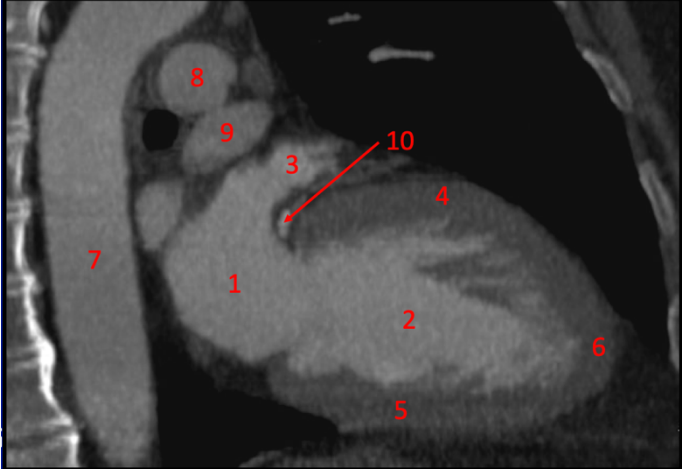
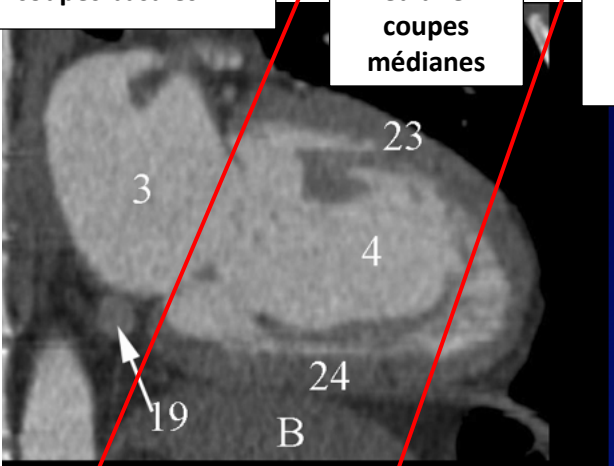
Sillon interventriculaire antérieur (SIA) grasseux (entre les deux ventricules au niveau de l'apex sur coupe 4 cavités)

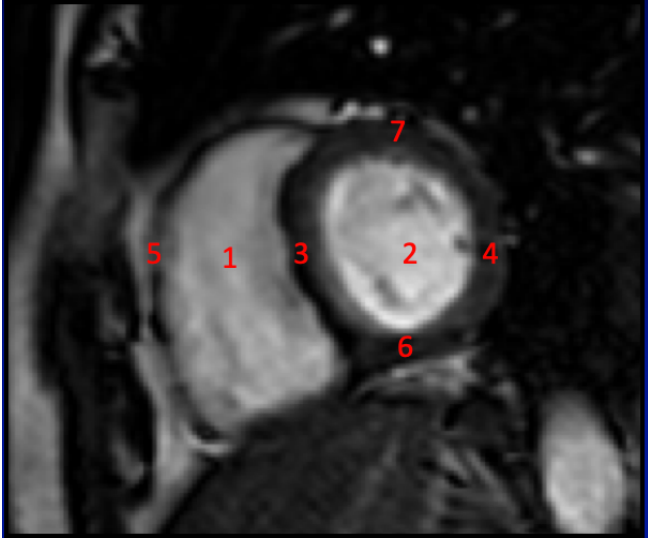
Sillon interventriculaire postérieur (SIP) grasseux

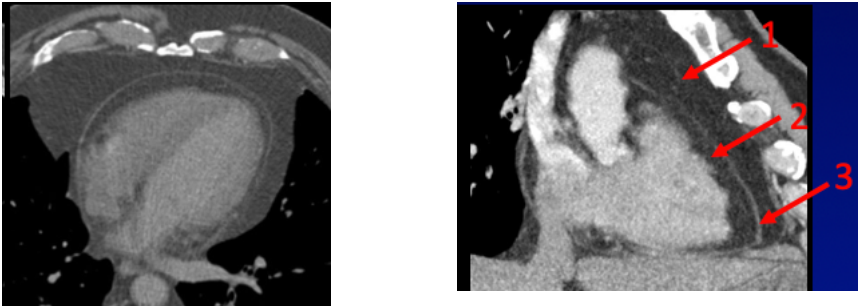
Sillons atrio-ventriculaires (SAV) (à droite et à gauche)

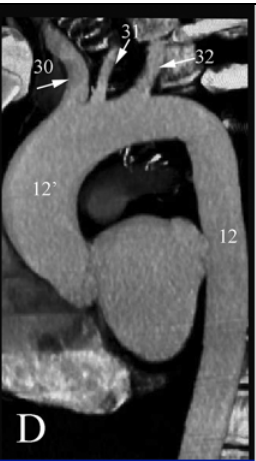
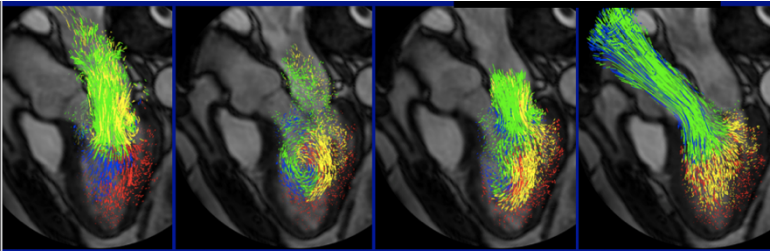
Cœur = 2 septa + 4 sillons

Coupe 3 cavités = coupe grand axe en IRM	Coupe inclinée à 60° pour dégager l'origine de l'Aorte. Comprend l'ensemble des cavités gauches du cœur.  OG VG Origine de l'Aorte Valve mitrale
Coupe 4 cavités = coupe grand axe en IRM	1 Atrium droit 2 Ventricule droit 3 Atrium gauche 4 Ventricule gauche 5 Aorte thoracique descendante 6 Septum interventriculaire 7 Paroi libre du VG 8 Pointe du VG ou apex cardiaque 9 Septum atrial 10 Veine pulmonaire gauche 11 Paroi libre du VD 12 Artère coronaire droite 
Péricarde et piliers musculaires sous valvulaires	Le péricarde est constitué de 2 tuniques (fibreuse, séreuse) dont 3 feuillets (fibreuse, pariétale visérale). Elle est visible sur IRM sous la forme d'un liseré (11)  Les muscles papillaires antéro-latéral et postéro-médial, rattachent les cordages de la valve mitrale (13) Visualisation de choses fines

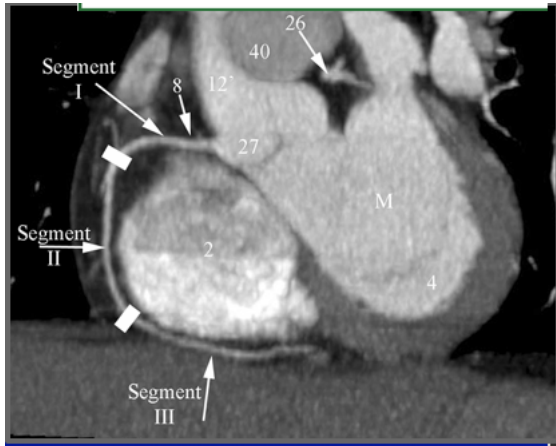
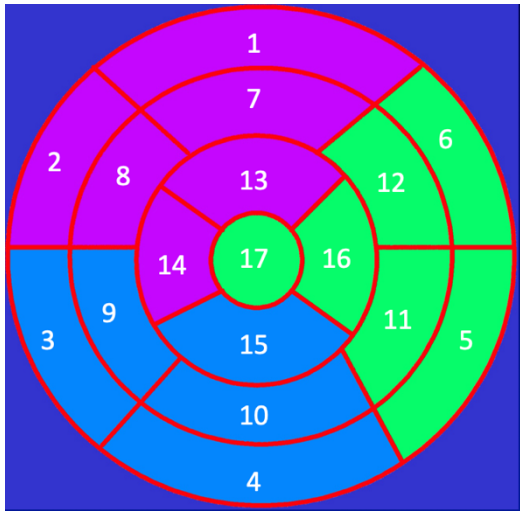
Coupes grand axe TDM	1. Atrium gauche 2. Ventricule gauche 3. Auricule gauche 4. Paroi antérieure VG 5. Paroi inférieure VG 6. Pointe du VG ou apex cardiaque 7. Aorte thoracique descendante 8. Artère pulmonaire G 9. Veine pulmonaire supérieure G 10. Artère circonflexe 
Nomenclature	Il a été convenu par tous que le ventricule GAUCHE doit être coupé en 17 secteurs (dans le sens anti-horaire : 6 secteurs à la base, 6 secteurs médians, 4 secteurs apicales et 1 secteur : la pointe) = œil de bœuf ou « bull's eye » quelque soit les modalités (scanner, IRM, échographie, chirurgie ...) Pour simplifier l'imagerie du cœur il a été convenu de couper transversalement (en rondelles) le ventricule gauche en délimitant 3 zones : Zone basale → coupes basales Zone médiane → coupes médianes Zone apicale → coupes apicales En dessous des piliers  Ligne passant par la valve mitrale Ligne passant par les piliers

Coupes petit axe	1. Ventricule droit 2. Ventricule gauche 3. Septum inter-ventriculaire 4. Paroi libre ou latérale du VG 5. Paroi libre du VD 6. Paroi inférieure du VG 7. Paroi antérieure du VG	
------------------	--	--

Connaître la radio anatomie normale des cavités cardiaque, des valves cardiaques, du péricarde, de l'aorte thoracique et ces branches, de l'aorte abdominale et ses branches et les principaux axes artériels des membres inférieurs et supérieurs.		
Péricarde	Remonte très haut sur l'aorte ascendante jusqu'au tronc artériel brachio-céphalique , une dissection aortique → tamponnade du cœur = urgence vitale En rapport avec l'artère pulmonaire Effectue un certain nombre de replis, au niveau de la face postérieure du cœur OG+++ Épaisseur ≤ 2mm, sécrétion de 7-8mL de liquide péricardique Densité normale (sans calcification) Feuillet pariétal : en contact avec tunique fibreuse Feuillet viscéral : en contact du myocarde	 Péricarde vue sup Péricarde vue sagittale 1- Graisse médiastinale / 2- Graisse épicaordique / 3- péricarde
Valves cardiaques	Il en existe 2 types : - Valves ventricule-artérielle : valves de sorties de sortie du cœur (valve sigmoïde aortique entre VG et Ao) et valve sigmoïde pulmonaire entre VD et artère pulmonaire= valves de sortie semi-lunaires, tricuspides - Valves atrio-ventriculaires : tricuspide et mitrale Pathologies : prolapsus mitral = épaissement des feuillets, → extrémité de la valve dépasse le plan de l'anneau → fuites importantes	

Valve aortique	Contient les sinus de Valsalva (28 et 29) juste après l'anneau Aortique = structure complexe dans l'espace Aorte ascendante tubulaire (12) en forme de cylindre recourbé Pathologie : Bicuspidie aortique = 2 cuspides qui s'ouvrent en forme de bouche de poisson → 2% de la population (relativement fréquent) → rétrécissement aortique précoce + fuite de sang + anévrisme.	
Aorte	Segment 0 : Racine aortique qui contient l'anneau aortique jusqu'à jonction sino-tubulaire (à la fin du sinus 27-28) Segment 1 (Aorte ascendante) : de la jonction sino-tubulaire jusqu'au haut du tronc artériel brachio-céphalique (TABC; 30) Segment 2 (Aorte horizontale ou crosse de l'Aorte): du TABC jusqu'à la sous-clavière gauche Segment 3 (Aorte descendante) : de la sous-clavière gauche au diaphragme Segment 4 et 5 (Aorte thoracoque + abdominale) = ∃ 6 segments aortiques validés par tous les spécialistes !	
IRM 4D l'innovation	Vitesse de déplacement des globules rouges reconstruits en 3D au cours du temps = 4D. Avec le cloud possibilité de réaliser ces images en qqes min  Possibilité de détecter et quantifier des fosses ovales perforées (FOP) → communication au niveau du septum interatrial.	
Les artères coronaires	2 artères coronaires: • Artère coronaire droite • Artère coronaire gauche Origine: • Aorte au niveau sinus de Valsava • Au-dessus des valvules sigmoïdes aortiques semi lunaires • Coronaire G naît plus haut • La perfusion cardiaque s'effectue uniquement lors de la diastole Observation au scanner avantages : visualisation de l'ensemble des Vx coronaires en même tps ≠ coronarographie (visualisation selective des coronaires) On voit de plus en scanner la lumière + paroi des Vx coronaires (≠ angiographie → que la lumière du Vx) Reconstruction transversale afin de voir le Vx et sa paroi	

Artères coronaires : dominance	Dans 80% des cas, l'a. coronaire droite est dominante = elle va aller au-delà de la croix des sillons (trépied) créés par les sillons interventriculaires et les sillons atrio-ventriculaires
Anatomie coronaire : TC, IVA,Cx	Branches septales Branches diagonales IVA qui s'anastomose avec l'a. interventriculaire post a. b. Rendu volumique Il existe des branches qui naissent parfois entre l'IVA et la circonflexe et on ne sait pas si c'est des branches marginales ou branches circonflexes c'est pourquoi on l'a appelé : les a. bissectrices
Artère coronaire droite	Origine: Sinus coronaire droit 3 segments (en forme de C) et 2 genu (supérieur et inférieur) - 1: dans le sillon coronaire sur la face antérieure atrium droit, elle rejoint le sillon atrio-ventriculaire antérieur entre la VCS et le tronc pulmonaire, donne artère infandibulaire qui alimente a. pulmonaire + artère sinusale du nœud sinusal → obstruction = trouble de conduction + bradycardie → infarctus du myocarde antérieur - 2: parcourt verticalement sillon AV antérieur jusqu'au bord inf. elle passe en arrière et à gauche VCI, donne des artères marginales droites pour alimenter le bord droit

	- 3: sur la face postérieure; sillon atrio-ventriculaire postérieur jusqu'à la croix des sillons. Elle se termine en: interventriculaire postérieure et rétroventriculaire gauche 																		
Artère coronaire Gauche	Branche vasculaire : -Artère graisseuse de Vieussens (A. infundibulaire gauche) pour paroi Ao et AP Branches ventriculaires: -4 à 5 branches ventriculaires droites -4 à 5 branches ventriculaires gauches dont artère diagonale -Artère apexienne antérieure Branches septales : -12 à 15 artères septales antérieures -Artères en dents de peigne -2^{ème} artère pour bandelette arsiiforme et branche droite Fx de His -2/3 ant septum IV																		
Segmentation cardiaque	Simplification en écrasant tous les segments cardiaques = représentation en œil de boeuf A. inter-ventriculaire antérieure (IVA) A. coronaire droite A. circonflexe  <table><tr><td>1. Antéro-basal</td><td>7. Antéro-médian</td><td>13. Antéro-apical</td></tr><tr><td>2. Antéro-septo-basal</td><td>8. Antéro-septo-médian</td><td>14. Septo-apical</td></tr><tr><td>3. Inféro-septo-basal</td><td>9. Inféro-septo-médian</td><td>15. Inféro-apical</td></tr><tr><td>4. Inféro-basal</td><td>10. Inféro-médian</td><td>16. Latéro-apical</td></tr><tr><td>5. Inféro-latéro-basal</td><td>11. Inféro-latéro-médian</td><td>17. Apex</td></tr><tr><td>6. Antéro-latéro-basal</td><td>12. Antéro-latéro-médian</td><td></td></tr></table>	1. Antéro-basal	7. Antéro-médian	13. Antéro-apical	2. Antéro-septo-basal	8. Antéro-septo-médian	14. Septo-apical	3. Inféro-septo-basal	9. Inféro-septo-médian	15. Inféro-apical	4. Inféro-basal	10. Inféro-médian	16. Latéro-apical	5. Inféro-latéro-basal	11. Inféro-latéro-médian	17. Apex	6. Antéro-latéro-basal	12. Antéro-latéro-médian	
1. Antéro-basal	7. Antéro-médian	13. Antéro-apical																	
2. Antéro-septo-basal	8. Antéro-septo-médian	14. Septo-apical																	
3. Inféro-septo-basal	9. Inféro-septo-médian	15. Inféro-apical																	
4. Inféro-basal	10. Inféro-médian	16. Latéro-apical																	
5. Inféro-latéro-basal	11. Inféro-latéro-médian	17. Apex																	
6. Antéro-latéro-basal	12. Antéro-latéro-médian																		

Artères pulmonaires	Bien visible en scanner, Le Tronc pulmonaire donnant 2 branches de bifurcations : les a. pulmonaires droites et gauches,. IRM ou scanner : analyse possible de toute la circulation fonctionnelle → detection possible d'embolie pulmonaire (thrombus)
Aorte thoracique	Parois calcifiées → patient athéromateux car aorte beaucoup trop visible
Angio - IRM	Permet de voir la vascularisation artérielle et veineuse
Morphologie de l'Aorte	L'Aorte au cours de la vie va s'allonger considérablement, devenir tortueuse, va s'élargir, modifications considérables de l'anatomie liée au vieillessement de l'Aorte (en forme de point d'interrogation vers 80 ans) Garçon 16 ans Homme 40 ans Homme 81 ans
Aorte thoracique et ses branches	Les artères coronaires (segment 0) Les troncs supra-aortiques (TABC, a. carotide commune gauche et a.sous clavière gauche) Artères bronchiques naissant au niveau de la crosse de l'Ao Artères thoraciques qui partent en arrière intercostales

	Artère oesophagienne antérieure Artère d'Adamkiewicz ou a. spinale antérieure → cause gros pb lorsqu'il y a des pathologies de l'Ao thoracique descendante Artère carotides primitives vont donner les artères carotides externes et internes, les a. carotides internes vascularisant les polygones de Willis (a. cérébrale ant, a. cérébrale moyenne = cercle antérieur qui est connecté par l'a. communicante postérieure avec le réseau postérieur (tronc basillaire issue des a. vertébrales) = cercle postérieur Le segment 5 est constitué du Tronc Coeliaque (donne l'a. hépatique à droite et l'a. splénique à gauche + a. gastrique gauche) puis les a. mésentériques supérieures et a. mésentériques inférieures et a. rénales
Analyse des troncs supra-aortiques en écho-Doppler	Les Vx du cou sont faciles à analyser car ils sont situés sous la peau avec des flux artériels ou veineux. Pic systolique + pic diastolique observé en Doppler tout à fait caractéristique