



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE
RABAT



Année: 2021

Thèse N°: 98

COROSCANNER EN PRATIQUE COURANTE

EXPERIENCE DE L'HOPITAL MILITAIRE D'INSTRUCTION MOHAMMED V DE RABAT

THESE

Présentée et soutenue publiquement le : 10/03/2021

PAR

Madame Manal JIDAL

Née le 10 Juin 1993 à Kénitra

Médecin Interne du CHU Ibn Sina de Rabat

Pour l'Obtention du Diplôme de

Docteur en Médecine

Mots Clés : Coroscanner; Indications; Techniques

Membres du Jury :

Monsieur Hassan BOUMEDIN

Professeur de Radiologie

Madame Rachida SAOUAB

Professeur de Radiologie

Madame Ittimade NASSAR

Professeur de Radiologie

Monsieur Zouhair LAKHAL

Professeur de Cardiologie

Monsieur Issam EN-NAFAA

Professeur de Radiologie

Président

Rapporteur

Juge

Juge

Juge

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إنك أنت العليم الحكيم



سورة البقرة: الآية: 31

صَلَّى
الْعَظِيمِ



**UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
RABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969: Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981: Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989: Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003: Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 - 2013: Professeur Najia HAJJAJ – HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen	Professeur Mohamed ADNAOUI
Vice-Doyen chargé des Affaires Académiques et Etudiantines	Professeur Brahim LEKEHAL
Vice-Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération	Professeur Toufiq DAKKA
Vice-Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie	Professeur Younes RAHALI
Secrétaire Général	Mr. Mohamed KARRA

*** Enseignants Militaires**

1 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS ET PHARMACIENS

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne – [Clinique Royale](#)
Anesthésie -Réanimation
Pathologie Chirurgicale

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – [Doyen de la FMPR](#)
Neurologie

Janvier et Novembre 1990

Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. TAZI Saoud Anas

Gynécologie -Obstétrique
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZAD Rachid

Anesthésie Réanimation- [Doyen de FMPO](#)
Néphrologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique [Méd. Chef Maternité des Orangers](#)

Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie- [Dir. du Centre National PV Rabat](#)
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale [Doyen de FMPT](#)
Anesthésie Réanimation
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Anatomie
Chirurgie Générale
Microbiologie

** Enseignants Militaires*

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Noureddine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques [Doyen de la FMPA](#)
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale – [Directeur du CHIS](#)
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Chirurgie Générale
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie [Inspecteur du SSM](#)
Pédiatrie
Traumatologie – Orthopédie
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. EL MESNAOUI Abbes
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Décembre 1996

Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Néphrologie
Cardiologie [Directeur HMI Mohammed V](#)

*** Enseignants Militaires**

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BIROUK Nazha
Pr. FELLAT Nadia
Pr. KADDOURI Noureddine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. TOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Neurologie
Cardiologie
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie [Directeur Hôp.Ar-razi Salé](#)
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. BENKIRANE Majid*

Neurologie [Doyen de la FMP Abulcassis](#)
Abdesslam Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Hématologie

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUAMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumo-phtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie [Directeur Hôp. My Youssef](#)
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Neurologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie - [Directeur Hôp.Cheikh Zaid](#)
Urologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Pédiatrie

*** Enseignants Militaires**

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOUECHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. DAALI Mustapha*
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*
Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBAH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie-Pédiatrique
Chirurgie Générale
Pédiatrie - [Directeur Hôp. Univ. Cheikh Khalifa](#)
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale [Directeur Hôpital Ibn Sina](#)
Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique **V-D chargé Aff Acad. Est.**
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique
Chirurgie Générale
Urologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURLAH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia
Pr. BERNOUSSI Zakiya

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie [Dir.-Adj. HMI Mohammed V](#)
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique

*** Enseignants Militaires**

Pr. CHOHO Abdelkrim *
 Pr. CHKIRATE Bouchra
 Pr. EL ALAMI EL Fellous Sidi Zouhair
 Pr. EL HAOURI Mohamed *
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai
 Pr. HAJJI Zakia
 Pr. JAAFAR Abdeloihab*
 Pr. KRIOUILE Yamina
 Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
 Pr. OUJILAL Abdelilah
 Pr. RAISS Mohamed
 Pr. SIAH Samir *
 Pr. THIMOU Amal
 Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
 Pr. AMRANI Mariam
 Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
 Pr. BENKIRANE Ahmed*
 Pr. BOULAADAS Malik
 Pr. BOURAZZA Ahmed*
 Pr. CHAGAR Belkacem*
 Pr. CHERRADI Nadia
 Pr. EL FENNI Jamal*
 Pr. EL HANCHI ZAKI
 Pr. EL KHORASSANI Mohamed
 Pr. HACHI Hafid
 Pr. JABOUIRIK Fatima
 Pr. KHARMAZ Mohamed
 Pr. MOUGHIL Said
 Pr. OUBAAZ Abdelbarre *
 Pr. TARIB Abdelilah*
 Pr. TIJAMI Fouad
 Pr. ZARZUR Jamila

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
 Pr. ALLALI Fadoua
 Pr. AMAZOUZI Abdellah
 Pr. BAHIRI Rachid
 Pr. BARKAT Amina

Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Chirurgie Pédiatrique
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Ophtalmologie
 Traumatologie Orthopédie
 Pédiatrie
 Gynécologie Obstétrique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Chirurgie Générale
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Ophtalmologie
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique
 Rhumatologie
 Ophtalmologie
 Rhumatologie
 Pédiatrie

Directeur Hôp. Al Ayachi Salé

*** Enseignants Militaires**

Pr. BENYASS Aatif
Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

AVRIL 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BIYI Abdelhamid*
Pr. BOUHAFFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal
Pr. FELLAT Ibtiham
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. ACHOUR Abdessamad*

Cardiologie
Biophysique
Cardiologie *(mise en disponibilité)*
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Rhumatologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire. Directeur Hôpital Ibn Sina Marr.
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie – Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie

Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Chirurgie générale

*** Enseignants Militaires**

Pr. AIT HOUSSA Mahdi *
 Pr. AMHAJJI Larbi *
 Pr. AOUI Sarra
 Pr. BAITE Abdelouahed *
 Pr. BALOUCH Lhousaine *
 Pr. BENZIANE Hamid *
 Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 Pr. CHERKAOUI Naoual *
 Pr. EHIRCHIOU Abdelkader *
 Pr. EL BEKKALI Youssef *
 Pr. EL ABSI Mohamed
 Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 Pr. EL OMARI Fatima
 Pr. GHARIB Noureddine
 Pr. HADADI Khalid *
 Pr. ICHOU Mohamed *
 Pr. ISMAILI Nadia
 Pr. KEBDANI Tayeb
 Pr. LOUZI Lhoussain *
 Pr. MADANI Naoufel
 Pr. MAHI Mohamed *
 Pr. MARC Karima
 Pr. MASRAR Azlarab
 Pr. MRANI Saad *
 Pr. OUZZIF Ez zohra *
 Pr. RABHI Monsef *
 Pr. RADOUANE Bouchaib*
 Pr. SEFFAR Myriame
 Pr. SEKHSOKH Yessine *
 Pr. SIFAT Hassan *
 Pr. TABERKANET Mustafa *
 Pr. TACHFOUTI Samira
 Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
 Pr. TANANE Mansour *
 Pr. TLIGUI Houssain
 Pr. TOUATI Zakia

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali *
 Pr. AGADR Aomar *
 Pr. AIT ALI Abdelmounaim *
 Pr. AKHADDAR Ali *

Chirurgie cardio vasculaire
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Anesthésie réanimation
 Biochimie-chimie
 Pharmacie clinique
 Ophtalmologie
 Pharmacie galénique
 Chirurgie générale
 Chirurgie cardio-vasculaire
 Chirurgie générale
 Anesthésie réanimation
 Psychiatrie
 Chirurgie plastique et réparatrice
 Radiothérapie
 Oncologie médicale
 Dermatologie
 Radiothérapie
 Microbiologie
 Réanimation médicale
 Radiologie
 Pneumo phtisiologie
 Hématologie biologique
 Virologie
 Biochimie-chimie
 Médecine interne
 Radiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Radiothérapie
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Ophtalmologie
 Chirurgie générale
 Traumatologie-orthopédie
 Parasitologie
 Cardiologie

Médecine interne
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale
 Neuro-chirurgie

*** Enseignants Militaires**

Pr. ALLALI Nazik
 Pr. AMINE Bouchra
 Pr. ARKHA Yassir
 Pr. BELYAMANI Lahcen *
 Pr. BJIJOU Younes
 Pr. BOUHSAIN Sanae *
 Pr. BOUI Mohammed *
 Pr. BOUNAIM Ahmed *
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha *
 Pr. CHTATA Hassan Toufik *
 Pr. DOGHMI Kamal *
 Pr. EL MALKI Hadj Omar
 Pr. EL OUENNASS Mostapha*
 Pr. ENNIBI Khalid *
 Pr. FATHI Khalid
 Pr. HASSIKOU Hasna *
 Pr. KABBAJ Nawal
 Pr. KABIRI Meryem
 Pr. KARBOUBI Lamya
 Pr. LAMSAOURI Jamal *
 Pr. MARMADÉ Lahcen
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. MESSAOUDI Nezha *
 Pr. MSSROURI Rahal
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. OUKERRAJ Latifa
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
 Pr. AMEZIANE Taoufiq*
 Pr. BELAGUID Abdelaziz
 Pr. CHADLI Mariama*
 Pr. CHEMSI Mohamed*
 Pr. DAMI Abdellah*
 Pr. DARBI Abdellatif*
 Pr. DENDANE Mohammed Anouar
 Pr. EL HAFIDI Naima
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
 Pr. EL MAZOUZ Samir

Radiologie
 Rhumatologie
 Neuro-chirurgie *Directeur Hôp.des Spécialités*
 Anesthésie Réanimation
 Anatomie
 Biochimie-chimie
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Traumatologie-orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Hématologie clinique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie
 Médecine interne
 Gynécologie obstétrique
 Rhumatologie
 Gastro-entérologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Pédiatrie
 Hématologie biologique
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Cardiologie
 Pneumo-Phtisiologie

Anesthésie réanimation
 Médecine Interne *Directeur ERSSM*
 Physiologie
 Microbiologie
 Médecine Aéronautique
 Biochimie- Chimie
 Radiologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Plastique et Réparatrice

*** Enseignants Militaires**

Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. LAMALMI Najat
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. NAZIH Mouna*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Decembre 2010

Pr. ZNATI Kaoutar

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil *
Pr. BENCHEBBA Driss *
Pr. DRISSI Mohamed *
Pr. EL ALAOU MHAMDI Mouna
Pr. EL OUAZZANI Hanane *
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed
Pr. RAISSOUNI Maha *

Février 2013

Pr. AHID Samir
Pr. AIT EL CADI Mina
Pr. AMRANI HANCHI Laila
Pr. AMOR Mourad
Pr. AWAB Almahdi
Pr. BELAYACHI Jihane
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
Pr. BENCHEKROUN Laila
Pr. BENKIRANE Souad
Pr. BENNANA Ahmed*
Pr. BENSghir Mustapha *
Pr. BENYAHIA Mohammed *
Pr. BOUATIA Mustapha
Pr. BOUABID Ahmed Salim*
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba
Pr. CHAIB Ali *
Pr. DENDANE Tarek

Urologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Hématologie
Anatomie Pathologique

Anatomie Pathologique

Chirurgie pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Traumatologie-orthopédie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique
Cardiologie

Pharmacologie
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie Réanimation
Biochimie-Chimie
Hématologie
Informatique Pharmaceutique
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chimie Analytique et Bromatologie
Traumatologie orthopédie
Anatomie
Cardiologie
Réanimation Médicale

*** Enseignants Militaires**

Pr. DINI Nouzha *	Pédiatrie
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali	Anesthésie Réanimation
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa	Radiologie
Pr. ELFATEMI Nizare	Neuro-chirurgie
Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JAOUDI Rachid *	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologique
Pr. EL KHLOUFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane *	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryem	Radiologie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed *	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed *	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique <i>Vice-Doyen à la Pharmacie</i>
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim *	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua *	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan *	Gastro-Entérologie
Pr. ZERHOUNI Hicham	Chirurgie Pédiatrique
Pr. ZINE Ali *	Traumatologie Orthopédie

* Enseignants Militaires

AVRIL 2013

Pr. EL KHATIB MOHAMED KARIM *

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

MARS 2014

Pr. ACHIR Abdellah
Pr. BENCHAKROUN Mohammed *
Pr. BOUCHIKH Mohammed
Pr. EL KABBAJ Driss *
Pr. EL MACHTANI IDRISSE Samira *
Pr. HARDIZI Houyam
Pr. HASSANI Amale *
Pr. HERRAK Laila
Pr. JANANE Abdellah *
Pr. JEAIDI Anass *
Pr. KOUACH Jaouad*
Pr. LEMNOUER Abdelhay*
Pr. MAKRAM Sanaa *
Pr. OULAHYANE Rachid*
Pr. RHISSASSI Mohamed Jaafar
Pr. SEKKACH Youssef*
Pr. TAZI MOUKHA Zakia

Chirurgie Thoracique
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Thoracique
Néphrologie
Biochimie-Chimie
Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pédiatrie
Pneumologie
Urologie
Hématologie Biologique
Gynécologie-Obstétrique
Microbiologie
Pharmacologie
Chirurgie Pédiatrique
CCV
Médecine Interne
Généologie-Obstétrique

DECEMBRE 2014

Pr. ABILKACEM Rachid*
Pr. AIT BOUGHIMA Fadila
Pr. BEKKALI Hicham *
Pr. BENAZZOU Salma
Pr. BOUABDELLAH Mounya
Pr. BOUCHRIK Mourad*
Pr. DERRAJI Soufiane*
Pr. DOBLALI Taoufik
Pr. EL AYOUBI EL IDRISSE Ali
Pr. EL GHADBANE Abdedaim Hatim*
Pr. EL MARJANY Mohammed*
Pr. FEJJAL Nawfal
Pr. JAHIDI Mohamed*
Pr. LAKHAL Zouhair*
Pr. OUDGHIRI NEZHA
Pr. RAMI Mohamed
Pr. SABIR Maria
Pr. SBAI IDRISSE Karim*

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Microbiologie
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

*** Enseignants Militaires**

AOUT 2015

Pr. MEZIANE Meryem

Pr. TAHIRI Latifa

Dermatologie

Rhumatologie

PROFESSEURS AGREGES :**JANVIER 2016**

Pr. BENKABBOU Amine

Pr. EL ASRI Fouad*

Pr. ERRAMI Nouredine*

Pr. NITASSI Sophia

Chirurgie Générale

Ophtalmologie

O.R.L

O.R.L

JUIN 2017

Pr. ABBI Rachid*

Pr. ASFALOU Ilyasse*

Pr. BOUAYTI El Arbi*

Pr. BOUTAYEB Saber

Pr. EL GHISSASSI Ibrahim

Pr. HAFIDI Jawad

Pr. OURAINI Saloua*

Pr. RAZINE Rachid

Pr. ZRARA Abdelhamid*

Microbiologie

Cardiologie

Médecine préventive, santé publique et Hyg.

Oncologie Médicale

Oncologie Médicale

Anatomie

O.R.L

Médecine préventive, santé publique et Hyg.

Immunologie

NOVEMBRE 2018

Pr. AMELLAL Mina

Pr. SOULY Karim

Pr. TAHRI Rajae

Anatomie

Microbiologie

Histologie-Embryologie-Cytogénétique

NOVEMBRE 2019

Pr. AATIF Taoufiq *

Pr. ACHBOUK Abdelhafid *

Pr. ANDALOUSSI SAGHIR Khalid *

Pr. BABA HABIB Moulay Abdellah *

Pr. BASSIR RIDA ALLAH

Pr. BOUATTAR TARIK

Pr. BOUFETTAL MONSEF

Pr. BOUCHENTOUF Sidi Mohammed *

Pr. BOUZELMAT Hicham *

Pr. BOUKHRIS Jalal *

Néphrologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique

Radiothérapie

Gynécologie-obstétrique

Anatomie

Néphrologie

Anatomie

Chirurgie Générale

Cardiologie

Traumatologie-orthopédie

*** Enseignants Militaires**

Pr. CHAFRY Bouchaib *
Pr. CHAHDI Hafsa *
Pr. CHERIF EL ASRI Abad *
Pr. DAMIRI Amal *
Pr. DOGHMI Nawfal *
Pr. ELALAOUI Sidi-Yassir
Pr. EL ANNAZ Hicham *
Pr. EL HASSANI Moulay EL Mehdi *
Pr. EL HJOUJI Aabderrahman *
Pr. EL KAOUI Hakim *
Pr. EL WALI Abderrahman *
Pr. EN-NAFAA Issam *
Pr. HAMAMA Jalal *
Pr. HEMMAOUI Bouchaib *
Pr. HJIRA Naoufal *
Pr. JIRA Mohamed *
Pr. JNIE NE Asmaa
Pr. LARAQUI Hicham *
Pr. MAHFOUD Tarik *
Pr. MEZIANE Mohammed *
Pr. MOUTAKI ALLAH Younes *
Pr. MOUZARI Yassine *
Pr. NAOUI Hafida *
Pr. OBTEL Majdouline
Pr. OURRAI Abdelhakim *
Pr. SAOUAB Rachida *
Pr. SBITTI Yassir *
Pr. ZADDOUG Omar *
Pr. ZIDOUH Saad *

Traumatologie-orthopédie
Anatomie Pathologique
Neurochirurgie
Anatomie Pathologique
Anesthésie-réanimation
Pharmacie Galénique
Virologie
Gynécologie-obstétrique
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Anesthésie-réanimation
Radiologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
O.R.L
Dermatologie
Médecine Interne
Physiologie
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Anesthésie-réanimation
Chirurgie Cardio-vasculaire
Ophtalmologie
Parasitologie-Mycologie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pédiatrie
Radiologie
Oncologie Médicale
Traumatologie Orthopédie
Anesthésie-réanimation

*** Enseignants Militaires**

2 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS/Prs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie-chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BARKIYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia	Biochimie-chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes	Pharmacologie
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire/Biotechnologie
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. YAGOUBI Maamar	Environnement, Eau et Hygiène
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie

Mise à jour le 11/06/2020

KHALED Abdellah

***Chef du Service des Ressources Humaines
FMPR***

*** Enseignants Militaires**



Dédicaces



A ma très chère mère, NIDER Zahra :

Source inépuisable de tendresse, de patience, de bonté, d'encouragements et de sacrifices. C'est en grandissant aux côtés de la mère, de la femme, et du médecin remarquable que tu es, que je suis inspirée tous les jours à continuer à donner le meilleur de moi-même pour espérer te ressembler. Ta présence, tes prières et ta bénédiction m'ont été du plus grand secours durant ma vie. Les mots ne suffiront jamais pour exprimer tout l'amour et la reconnaissance que je te dois. Je prie dieu pour ne jamais te décevoir ou trahir ta confiance. Puisse-t-il te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon très cher père, JIDAL Mostapha

Derrière ta carrure imposante se cache un homme sensible, bienveillant, empathique et dont l'amour pour ses enfants et sa famille est intarissable et inconditionnel. Tu es et tu seras toujours un exemple de dévouement, de persévérance et de sacrifices. Je n'aurais pas pu en être là sans ton soutien et tes encouragements. Merci de croire en nous, mon frère et moi. Merci pour toutes ces années de sacrifices et de dure labeur. Aucune dédicace ne saurait exprimer toute ma gratitude, mon respect, et mon amour.

J'espère cependant que tu trouveras dans ce travail le fruit de tous tes efforts et toutes tes peines. En ce jour, rien ne m'importe plus que de voir la fierté dans tes yeux.

Puisse Dieu te préserver et te procurer santé et bonheur.

A mon cher frère, JIDAL Marouane :

Tu es mon complice, mon ami, mon confident... Mon amour pour toi est inépuisable, petit frère. Je chéris les souvenirs que nous gardons de notre tendre enfance. Je t'ai regardé grandir et je ne peux être plus fière de la personne que tu es aujourd'hui. Je te remercie de me donner le petit coup de pouce qui me manque quand je n'ai plus le courage d'avancer, d'être la personne sur laquelle je peux compter, de m'encourager et de m'aimer inconditionnellement. Que dieu le tout puissant te préserve et te comble de bonheur et de bonne santé.

A mon cher oncle, mon deuxième père et mon maître, JIDAL Mohammed :

C'est un immense honneur que d'être ta nièce ainsi que ton élève. Je te serai à jamais reconnaissante pour ton soutien, tes encouragements, tes précieux conseils. J'ai choisi ta spécialité, et j'espère être à la hauteur de tes attentes et ne pas te décevoir. Que ce travail soit l'expression de toute ma gratitude et mon respect.

A mon cher oncle, JIDAL Bouchaib :

Merci de porter le lourd fardeau de doyen de la famille Jidal, d'être toujours prêt à partager ton expérience, de nous guider à chacun de nos pas... En témoignage de toute l'affection et du respect que je te porte, je te dédie ce travail.

A toute ma famille :

J'ai la chance d'avoir une famille présente, soudée et aimante. Je vous remercie pour votre générosité, votre humour, et pour tous les moments passés en votre compagnie. Les expressions me trahissent, et je ne peux exprimer toute ma gratitude et mon amour pour vous. Qu 'il me soit alors permis de vous exprimer à travers ce travail, mon respect et ma vive reconnaissance.

A la mémoire de mes grand parents :

J'aurais aimé que vous soyez parmi nous ce jour.

Que vous reposiez dans le paradis du seigneur.

A mes très chères amies et futures collègues radiologues, Ola, Kenza et Hajar,

Nous avons choisi cette spécialité par amour et dévouement. Je vous remercie de toujours répondre présentes lorsque j'ai besoin de vous, je vous remercie de faire régner entre nous une ambiance d'entraide et de partage. Vous êtes des personnes et des médecins formidables, et je ne peux qu'être fière de vous compter parmi mes amis.

A Jihane B. :

Tu es l'une de mes plus belles rencontres et les expériences que nous avons vécues ensemble resteront à jamais gravées dans mon esprit. Tu lis en moi comme dans un livre ouvert et je te remercie d'être ma confidente, mon amie, ma complice, mon âme sœur. Je te souhaite tout ce que cette vie a de meilleur à t'offrir. Puisse ce travail être le témoignage de ma reconnaissance et de l'amour que je te porte.

A tous mes amis :

Grâce à vous, j'ai la chance d'être une personne toujours bien entourée. Merci de m'accompagner à chacun de mes pas et de me porter conseil. Merci pour toutes les expériences que nous avons partagées ensemble et pour tous les moments vécus à vos côtés.

Que ce travail soit pour vous un modeste témoignage de tout mon amour et ma considération.

Aux internes de la promotion 2017 « Alf niba w 3niba »

Vous avez fait de mes deux ans d'internat une expérience mémorable. Nos deux premiers mois de bizutage, toutes les heures de travail qui s'enchainent à ne plus en finir, nos journées scientifiques, nos repas chaleureux au sein de notre foyer ont fait de nous plus que des collègues, nous sommes une famille. Rien n'aurait été pareil sans vous. Vive l'internat, vive l'AMIR.



Remerciements



Notre maitre et président de thèse

Professeur Boumedine Hassane

Professeur de radiologie

Vous nous faites un très grand honneur en ayant accepté de présider ce jury de thèse. Nous vous remercions de votre confiance et de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail. Nous vous prions d'accepter l'expression de notre plus profond respect et le témoignage de notre sincère reconnaissance.

Notre maitre et rapporteur de thèse

Professeur SAOUAB RACHIDA

Professeur de radiologie

Je vous remercie d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse. J' ai été touchée par la bienveillance et la sympathie avec laquelle vous m 'avez accueillie. Je vous serai à jamais reconnaissante pour l'aide considérable que vous m'avez apportée, pour vos conseils, votre patience, votre dévouement et vos corrections pertinentes.

Veillez trouver ici, cher Maître, l'expression de ma haute considération et de ma profonde reconnaissance.

Notre maitre et juge de thèse

Professeur NASSAR Ittimade

Professeur de radiologie

Je suis très sensible à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail.

Au cours de mon passage dans votre service, j'ai pu apprécier vos qualités de pédagogue, votre humanisme, votre amabilité, votre bienveillance et votre indulgence.

Puissiez-vous trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude.

Notre maitre et juge de thèse

Professeur LAKHAL Zouhair

Professeur de cardiologie

*Je tiens à vous remercier d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse.
Aussi, je vous remercie pour votre accueil chaleureux et vos encouragements.
Qu'il me soit permis à travers ce travail de vous témoigner mon estime et ma
redevance.*

Notre maitre et juge de thèse

Professeur ENAFAA Issam

Professeur de radiologie

*Je vous remercie de l'attention que vous portez à ce travail et d'avoir accepté de
le juger et d'y accorder une partie de votre temps*

Veuillez accepter l'expression de mon profond respect et ma reconnaissance.



Liste des abréviations



Abréviations

ACCF	: American College of Cardiology Foundation
ACR	: American College of Radiology
AHA	: American Heart Association
BPM	: Battements par minute
CACS	: Coronary artery calcium score
CMO	: Cardiomyopathie obstructive
CT	: Computed Tomography
DAVD	: Dysplasie arythmogène du ventricule droit
ECG	: Électrocardiogramme
EE	: Épreuve d'effort
ESC	: Société Européenne de Cardiologie
ETO	: Échographie transoesophagienne
ETT	: Échocardiographie transthoracique
FE	: Fraction d'éjection
FMT	: Fréquence maximale théorique
FOV	: Field of view (champ de vue)
HLA	: Horizontal long axe (plan)
IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
IVUS	: Intravascular ultrasound
KeV	: Kilovolt
MDCT	: Multi Detectors Computed tomography
mGy	: Milligray
MIP	: Maximum intensity projection
MPR	: Multiplanar reconstruction
MPVR	: Multiplanar volume reconstruction
NRD	: Niveau de référence diagnostique
PA	: Petit axe (plan)
PACS	: Picturing archiving and communication system
PDC	: Produit de contraste iodé
PET	: Positrons emission tomography
RM	: Rétrécissement mitral
SFICV	: Société Française d'Imagerie Cardio-Vasculaire
SIV	: Septum inter-ventriculaire
SPECT	: Single photon emission computed tomography
TR	: Temps de répétition
UH	: Unité Hounsfield
VG	: Ventricule gauche
VLA	: Vertical long axe (plan)
VRT	: Volume rendering technique



Liste des illustrations



Liste des figures

Figure 1: Dual source CT (DSCR) Somatom Definition, Siemens medical solutions Forchheim, Allemagne.	5
Figure 2: acquisition sans injection du produit de contraste, centrée sur le massif cardiaque, en synchronisation prospective (a) pour le calcul du Calcium scoring (b).....	7
Figure 3: Acquisition au temps artériel avec synchronisation cardiaque rétrospective.....	8
Figure 4: Console de reconstruction.....	10
Figure 5: Acquisition sans injection du produit de contraste montrant importantes calcifications de l'IVA et de ses branches avec un calcium scoring à 1200UA : L'injection du produit de contraste est inutile.....	14
Figure 6: Patient âgé de 67ans, sans FDRCVx, angor atypique	15
Figure 7: Patient âgé de 72ans, diabétique et hypertendu, angor stable.....	15
Figure 8: Reconstructions MPR et VRT objectivant un anévrisme du VG séquellaire, post-ischémique, avec infiltration athéromateuse diffuse des artères coronaires.....	16
Figure 9: Reconstructions VRT et curvilinéaires d'un pontage artériel monté en Y AMIG-IVA, AMIG-Cx projection des clips chirurgicaux.....	17
Figure 10 Reconstructions VRT et MIP montrant le trajet du pontage par rapport au sternum dans le cadre d'une chirurgie «Redux».....	17
Figure 11: Reconstructions MIP, curvilignes et VRT d'un stent perméable de l'IVA.....	18
Figure 12: reconstructions VRT et coupe axiale native montrant un tronc commun long avec trajet aberrant de la circonflexe au niveau de la face antérieure du VG (au lieu du sillon auriculo-ventriculaire) et intra myocardique. (flèche)	20
Figure 13: Reconstruction VRT et coupe axiale illustrant une naissance aberrante de la coronaire droite, à la face antérieure du sinus avec aspect hypoplasique et sténoses athéromateuses.	20
Figure 14: Patiente suivie pour maladie de Takayasu.....	21
Figure 15: Jeune âgé de 19ans, vascularite associée à une importante charge virale type Ebstein barr virus.....	22
Figure 16: TDM sans (a) et avec injection (b) de PC sans gating cardiaque : TDM montre une masse tissulaire rétro cardiaque, réhaussé de façon intense par le PDC, au contact de L'OG	23
Figure 17: MDCT avec gating cardiaque permet une meilleure visualisation des rapports de la masse avec le réseau artériel ce qui permet d'évaluer ainsi le risque opératoire.....	24
Figure 18: Reconstructions en 3D VRT : rendu de volume de la masse et ses rapports avec l'atrium gauche et les veines pulmonaires. Diagnostic retenu : sclérodémie, tumeur cardiaque asymptomatique (fortuitome).....	24
Figure 19: IRM cardiaque sans gating ECG étude multi planaire sagittal coronal axial contraste T1,T2,diffusion +/- gado.....	25
Figure 20: Coupes axiale et oblique dans l'axe de la racine de l'aorte montrant une valve aortique tricuspide avec calcifications minimales (type 2) et thrombus valvulaire.....	25
Figure 21: Bilan de RAC (rétrécissement aortique calcifié) coupes MIP sagittale (a), axiale (b) et MPR sagittale (c) montrant une valve aortique tricuspide avec calcifications modérées (type 3) et calcifications mitrales (c).	26

Figure 22: Angioscanner en coupes axiales avec reconstruction curviligne montrant une dissection aortique de type A de Stanford compliquée d'une thrombose du faux chenal au niveau de l'aorte ascendante (a). Elle arrive à ce niveau à ras de la coronaire gauche et s'étend à la carotide gauche (c).....	28
Figure 23: reconstructions sagittale et axiale montrant une ectasie (46mm) du segment I de l'aorte (a) avec bicuspidie aortique. Les artères sont libres et perméables (c).	29
Figure 24: Coroscanner (MIP et VRT) réalisé pour bilan pré-ablation revenu sans anomalies.	30
Figure 25: Schéma illustrant l'anatomie externe du cœur.....	33
Figure 26: Schéma illustrant l'anatomie interne du cœur.....	34
Figure 27: Schémas illustrant la circulation sanguine intracardiaque.	35
Figure 28: Schéma du tissu modal.	38
Figure 29: Schéma des artères coronaires et leurs branches	40
Figure 30: Schéma de distribution de la vascularisation du cœur	42
Figure 31: Classification de l'AHA	44
Figure 32: Topogramme avec synchronisation cardiaque.....	50
Figure 33: Déclenchement de l'acquisition sous contrôle fluoroscopique.....	50
Figure 34: Prise en compte prospective des arythmies	51
Figure 35: Schéma illustrant l'acquisition en mode séquentiel.	53
Figure 36: Description schématique de la modulation de dose selon l'ECG. La largeur de la fenêtre temporelle pour laquelle le milli-ampérage est maximal est choisie avant l'acquisition. Plus cette fenêtre est étroite et plus la réduction de dose est efficace ; on dispose par contre de moins de phases du cycle cardiaque pour l'analyse du réseau coronaire.	54
Figure 37: Reconstruction des données en plusieurs phases du cycle cardiaque de l'artère coronaire droite. Phase optimale = 75 % du cycle RR ;	58
Figure 38: Anatomie des artères coronaires sur coupes axiales	60
Figure 39: Analyse en mode MPR	62
Figure 40: Reconstruction VRT isolant juste les artères coronaires (a) et cœur (b).....	63
Figure 41: Reconstructions MIP dans le plan axial (a) et coronales (b) montrant l'artère coronaire droite (RCA).....	65
Figure 42: Reconstructions MIP global du réseau veineux pulmonaires dans le cadre d'un bilan préthérapeutique d'une thermo-ablation	65
Figure 43: Reconstructions en MIP fin montrant le trajet d'un pontage artériel dans le cadre d'une chirurgie «Redux»	66
Figure 44: Reconstructions curvilignes des artère coronaires droite (a) et du tronc commun et ses branches (b).	68
Figure 45: Édition de la trace près d'une calcification. a. Lumen view. b. Au niveau de la calcification, il est nécessaire de corriger le tracé pour le placer au centre du vaisseau. c. Résultat après correction.	68
Figure 46: Interventriculaire antérieure : 2D curviligne. a. Rotation autour de l'axe du <i>tracking</i> pour étudier la bifurcation interventriculaire antérieure/diagonale 1. b. <i>Cross section</i> : étude de la lumière et de la plaque molle.	69
Figure 47 : Navigator. 1. Stent de l'ostium du tronc commun débordant dans l'aorte. 2. Ostium propre de l'IVA et de la Cx .3. Anévrisme de la bifurcation LAD/LCx.	70

Figure 48: Mesures des diamètres maximaux, minimaux et moyens en cross section (orthogonal).....	72
Figure 49: Ratio entre la taille de la lumière et la taille du vaisseau en <i>cross section</i>	72
Figure 50: Analyse de plaque en IVUSCT. a. 2D cross section. b. IVUS CT.....	73
Figure 51: Sur une coupe quatre cavités : en rouge, le grand axe du cœur et en jaune, le petit axe du cœur	75
Figure 52: Plan de référence de la coupe quatre cavités.....	75
Figure 53: Plan de référence de la coupe deux cavités.	76
Figure 54: Plan de référence de la coupe trois cavités	76
Figure 55: Plan de référence de la coupe petit axe.	76
Figure 56: Perfusion myocardique. Rouge : normal; bleu : hypoperfusion.	77
Figure 57: évaluation de la cinétique des différents territoires du VG.	78
Figure 58: schéma montrant la segmentation et les territoires vasculaires du VG.	78
Figure 59: l'analyse du VG se fait par le téléchargement de toutes les phases, on commence d'abord par l'ajustement des contours endocardiques et épicaudiques (a) ce qui permettra de déterminer l'épaisseur et la cinétique pariétales ainsi que les volumes et la fraction d'éjection.....	79
Figure 60: Mode MPR : mesures des différents diamètres de la racine aortique (anneau, valsalva, jonction sino-tubulaire et portion tubulaire) mesure de la distance ostium LCA-anneau aortique	80
Figure 61: Illustrations montrant les différents types de scanners double énergie. a : deux tubes délivrant des rayonnements d'énergie différente. b : Un seul tube à rayons X oscillant de façon rapide à deux énergies différentes. c : deux acquisitions à différentes énergies. d : une seule source de rayons X, mais deux couches de détecteurs. La couche supérieure est sensible aux bas kVp et la couche la plus profonde aux hauts kVp. [35]	83
Figure 62: Étude de la plaque avec contourage en 3D et 2D. Quantification de la composition de la plaque	84
Figure 63: Intégration du scanner cardiaque en salle de coronarographie. (a).....	86
Figure 64: Tableau Illustrant la classification CAD-RADS	91
Figure 65: Schéma montrant un pontage veineux saphène aorto- marginal gauche.	94
Figure 66: Schéma illustrant différents types de pontage artériels	95
Figure 67: Topogramme en fenêtre large arrivant jusqu'au niveau des creux axillaires pour mieux visualiser la distalité du pontage.....	97
Figure 68: Reconstructions VRT et curvilinéaire d'un pontage artériel AMIG-IVA	98
Figure 69: Triple pontage avec stigmatisme de thrombose du 2e pontage veineux aorto-coronaire	98
Figure 70: Contrôle de stent IVA.....	99
Figure 71 : Rendu VR montrant une coronaire droite qui naît de l'aorte ascendante au-dessus de la jonction sinotubulaire en supra sinusien droit.	101
Figure 72: a : Rendu VR 3D montrant l'artère coronaire gauche et l'artère circonflexe qui naissent séparément du sinus coronaire gauche. b : image de l'arbre coronaire montrant l'artère coronaire droite et l'artère du conus qui naissent séparément du sinus de Valsalva droit.....	101

Figure 73: a: coupe axiale montrant l'artère coronaire gauche naissant du sinus coronaire postérieur. b : Rendu VR objectivant la naissance de l'artère coronaire gauche du sinus de Valsalva postérieur, sans anomalie de trajet.	102
Figure 74: a: reconstructions MIP mettant en évidence la naissance de l'artère coronaire droite à partir du sinus de Valsalva gauche, et cheminant entre la racine de l'aorte et l'artère pulmonaire. b : Rendu VR objectivant les origines des artères coronaires.	103
Figure 75: a : Coupe axiale d'un coroscanner montrant la naissance aberrante de la coronaire gauche à partir du tronc artériel pulmonaire. b : Rendu VR 3D objectivant la naissance de la coronaire gauche à partir du tronc artériel pulmonaire. A noter l'aspect dilaté des artères coronaire avec la présence de collatérales reliant les systèmes droits et gauches.	104
Figure 76: Schéma résumant les principales anomalies de trajet : inter-aortico-pulmonaire (a), antérieur (b), rétro-aortique (c) ou intra septal (d)	106
Figure 77: Homme de 58 ans présentant une douleur thoracique atypique et un bloc de branche gauche.a. La vue 3D retrouve un réseau coronaire globalement sain avec un aspect rectiligne du deuxième segment de l'IVA. b. Ce segment rectiligne correspond à un passage intramyocardique à la face superficielle du ventricule gauche. c. Le muscle myocardique engaine toute la circonférence de l'artère sur les coupes petit axe	107
Figure 78: a: Rendu VR 3D objectivant une duplication de l'artère coronaire droite. b : Rendu VR 3D montrant une courte artère coronaire gauche (LAD1) cheminant dans le sillon interventriculaire antérieur et se terminant avant d'arriver à l'apex, et une longue artère coronaire gauche (LAD2° qui, elle, trouve sa terminaison au niveau de l'apex. [48] .	108
Figure 79: Femme de 76 ans présentant une douleur thoracique atypique.....	109
Figure 80: Homme de 72 ans (post-tuberculeux) présentant une douleur thoracique d'aggravation progressive a,. Le rendu MPR du coroscanner met en évidence un fin vaisseau tortueux naissant depuis la CX proximale puis cheminant derrière le tronc de l'artère pulmonaire vers le hile pulmonaire droit. c. Il existe un important foyer de bronchectasie lobaire moyen d'aspect séquellaire chronique.	110
Figure 81: Vascularite. Coroscanner en VRT (A, B) sur le segment III de l'artère coronaire droite (CD III) avec reconstruction MPR (C, D). Dilatations anévrysmales de CD III et de l'artère interventriculaire postérieure avec épaississement de la paroi coronaire.	111
Figure 82: schéma illustrant le principe du geste d'ablation endocavitaire.....	112
Figure 83: a) Angioscanner de l'axe aorto-iliaque avant TAVI : Vue curviligne. b) Mesure de la distance anneau coronaire droite sur une vue 3 cavités.	116
Figure 84: Exemples de mesure du segment 0 ;	117
Figure 85: Exemples de mesure des différents diamètres aortiques.....	117
Figure 86: Shéma représentant le score calcique au niveau de la valve aortique	117
Figure 87: Image TDM montrant un anévrisme de l'aorte ascendante de la racine aortique et de la partie initiale du segment 1. Noter l'absence d'artéfacts de mouvements du fait de l'utilisation d'une synchronisation ECG pendant l'acquisition des images.	121
Figure 88: Suivi évolutif par tomodensitométrie d'un lâchage de suture.....	121
Figure 89: 62 ans, hypertendu et tabagique, présentant une dissection de type A de Stanford s'étendant à l'aorte abdominale associé à un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale. Il a bénéficié d'un remplacement de l'aorte sus-coronaire et de l'hémicrosse par une endoprothèse.	124

Liste des tableaux

Tableau I: Tableau résumant les paramètres et modalités d'acquisition.....	6
Tableau II: Tableau résumant la distribution coronaire.....	41
Tableau III: Tableau résumant les indications et les contre-indications du coroscanner.	46
Tableau IV: Mesures suggérées des prothèses	118



Sommaire



INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	3
1. TYPE D'ETUDE	4
2. CRITERES D'INCLUSION	4
3. METHODE D'ETUDE	4
4. RESULTATS	12
a- Caractéristiques de la population	12
b- Indications et résultats du coroscanner	12
RESULTATS	13
1. STENOSES CORONARIENNES	14
2. CONTRÔLE DE PONTAGES	16
3. CONTRÔLE DE STENTS	18
4. ANOMALIES CONGENITALES	19
5. ANEVRIsmES CORONARIENS	21
6. MASSES CARDIAQUES	23
7. PRE-OPERATOIRE DE VALVULOPATHIES	25
8. CARDIOMYOPATHIES DILATÉES	27
9. AUTRES INDICATIONS	27
10. BILAN PRE-THERMOABLATION	30
DISCUSSION	31
1. RAPPELS ANATOMIQUES	32
a. L'ANATOMIE EXTERNE	33
b. L'ANATOMIE INTERNE	34
c. CIRCULATION SANGUINE INTRACARDIAQUE	35
d. APPAREIL VALVULAIRE	36
e. STRUCTURE DE LA PAROI CARDIAQUE	36
f. LE TISSU NODAL ET DE CONDUCTION	37
g. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE ET ANATOMIQUE DES ARTERES CORONAIRES	38
→ Rappel Embryologique	38
→ Rappel Anatomique	39

a- RESEAU ARTERIEL	41
b- DOMINANCE	42
c- RETOUR VEINEUX.....	42
d- NOMENCLATURE.....	43
2. INDICATIONS DU COROSCANNER	45
a. L'exploration de la pathologie coronarienne	45
b. Dans la cardiologie interventionnelle structurale	45
c. Bilan préopératoire	46
3. TECHNIQUE DU COROSCANNER.....	47
A) Protocole d'acquisition	47
1) Préparation du patient	47
2) Installation du patient	48
3) Le centrage des coupes	48
4) Protocole d'injection	49
5) Mode d'acquisition	50
B) Dosimétrie	52
1) Mode d'acquisition	53
2) Modulation du courant	54
3) Tension appliquée au tube	54
4) Volume d'acquisition	55
5) Epaisseur de la coupe	55
C) Outils de Post traitement	56
1. Sélection de la phase optimale	57
2) Types de reconstruction des images	58
a) MPR (Multiplanar Reformation)	61
b) VRT (Volume Rendering Technic)	62
c) MIP (Maximum intensity projection)	64
d) Reconstructions curvilignes	66
e) Les reconstructions orthogonales	68
f) Endoscopie virtuelle	69
3) Analyse des sténoses des artères coronaires	70
4) Étude morphologique et fonctionnelle du VG	74

a) Étude morphologique en mode 2D mono ou multiphasique	74
b) Etude cinétique et fonctionnelle du ventricule gauche	77
c) Mesure de la fraction d'éjection ventriculaire gauche	79
5) Paramètres de mesure de la racine de l'aorte	80
D) Les artéfacts	80
- Artéfact de mouvement	80
- Artéfacts de volume partiel	81
E) Nouvelles technologies et autres traitements d'images	81
1. Scanner double énergie et imagerie spectrale	81
2. Étude de la plaque	83
3. Fusion d'images	84
4. Mesure de la réserve de flux coronaire (FFR CT)	84
5. Intégration du scanner en salle de coronarographie.....	85
4. APPLICATIONS DU COROSCANNER.....	87
A. LA PATHOLOGIE CORONARIENNE	87
1. LA MALADIE CORONAIRE	87
a- Syndrome coronarien aigu (SCA).....	87
b- Coronaropathie stable	88
c- Apport du coroscanner	89
⇒ Réalisation du score calcique	90
⇒ Injection du produit de contraste	90
2. LES PONTAGES CORONAIRES	93
a. Pontage veineux	94
b. Pontages artériels	95
c. Intérêt du scanner dans l'analyse des pontages	96
3. ANALYSE DES STENTS	98
4. LES ANOMALIES CONGÉNITALES DES ARTERES CORONAIRES	100
a- Anomalies d'implantation des artères coronaires	100
• Atrésie ou sténose de l'origine de l'artère coronaire	100
• High Takeoff	100
• Ostiums multiples et absence du tronc commun	101
• Artère coronaire unique	102

• Origine des artères coronaires à partir du sinus postérieur de Valsalva	102
• Origine d'une artère coronaire à partir de l'artère coronaire controlatérale ou du sinus de Valsalva controlatéral	103
• Origine des artères coronaires à partir du tronc pulmonaire	104
b- Anomalies de trajet des artères coronaires	105
• Trajets aberrants	105
• Ponts myocardiques	106
• Duplication des artères coronaires	107
c- Anomalies de terminaison	108
• Fistules	108
• Terminaison extracardiaque	109
5. AUTRES ATTEINTES DES ARTERES CORONAIRES	110
a- Anévrismes	110
b- Sténoses non athéromateuses	111
B. SCANNER CARDIAQUE ET TRAITEMENT DE LA FIBRILLATION AURICULAIRE	112
C. LA PATHOLOGIE VALVULAIRE	115
1. VALVULOPATHIE AORTIQUE	115
2. VALVULOPATHIE MITRALE	119
3. CONTRÔLE POST-OPÉATOIRE VALVULAIRE.....	119
D. LA PATHOLOGIE AORTIQUE	119
E. AUTRES APPLICATIONS.....	124
1. CARDIOMYOPATHIE DILATÉE.....	124
2. LA PATHOLOGIE PÉRICARDIQUE.....	125
3. CARDIOPATHIES COMPLEXES	125
4. EVALUATION DES MASSES CARDIAQUES	125
5. TRANSPLANTATION CARDIAQUE	126
CONCLUSION	127
RESUMES	129
ANNEXES	133
BIBLIOGRAPHIE	149



INTRODUCTION



Le coroscanner ou scanner cardiaque est la méthode d'imagerie en coupes qui connaît le plus fort développement depuis l'année 2000 en terme de résolution spatiale et temporelle et des progrès des logiciels de post-traitement.

Il prend une place croissante en réponse aux besoins d'exploration des pathologies frustes, du diagnostic précoce et du suivi des patients coronariens en rendant envisageable dans ces cas l'évaluation des plaques athéromateuses non sténosantes, des stents coronaires, ou des pontages, ainsi que l'évaluation de la fonction ventriculaire, valvulaire, et de la morphologie générale du cœur et des gros vaisseaux.

Notre travail rapporte l'expérience de l'Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V de Rabat, sur une période de dix ans, allant de 2009 à 2019 en vue d'optimiser notre pratique à la lumière des données actuelles.



MATERIELS ET METHODES



1. TYPE D'ETUDE :

- Etude descriptive rétrospective des coroscanners réalisés au service d'imagerie de l'hôpital militaire d'instruction de Rabat, sur une période de 10 ans, allant d'Avril 2010 à Aout 2019.

2. CRITERES D'INCLUSION :

- Coroscanners réalisés au service durant cette période et dont les images ont été retrouvées sur le PACS.

3. METHODE D'ETUDE :

Les données étudiées ont été relevées sur une fiche d'exploitation précisant:

- **Données cliniques des patients :** Age, sexe, ATCD notamment les facteurs de risque cardio-vasculaires : HTA, Diabète, Dyslipidémie

- **Indications du coroscanner**

- **Résultats du coroscanner**

Pour tous nos patients, nous avons adopté le protocole suivant :

***MACHINE :**

- Dual source CT (DSCT) Somatom Definition AS+, Siemens medical solutions, Forchheim, Allemagne.

o Résolution temporelle de 150 msec

o 1 tube de rayons X

o 64 barrettes / 128 coupes



Figure 1: Dual source CT (DSCR) Somatom Definition, Siemens medical solutions
Forcheim, Allemagne.

***PREPARATION**

- Une consultation cardiologique préalable au coroscanner a été réalisée chez tous nos patients, avec prescription de **béta bloquants** chez les patients tachycardes (n=25): aténolol 100 mg per os 1 heure avant l'examen ou 5 mg en intraveineuse lente sur la table d'examen

- **Voie veineuse de 18G** placée au pli du coude droit.

- Interrogatoire et une vérification du **bilan rénal** pour confirmer l'absence de contre-indications à l'injection de PC :

- Allergie prouvée à l'iode.
- Grossesse et allaitement.
- Insuffisance rénale sévère.

***INSTALLATION :**

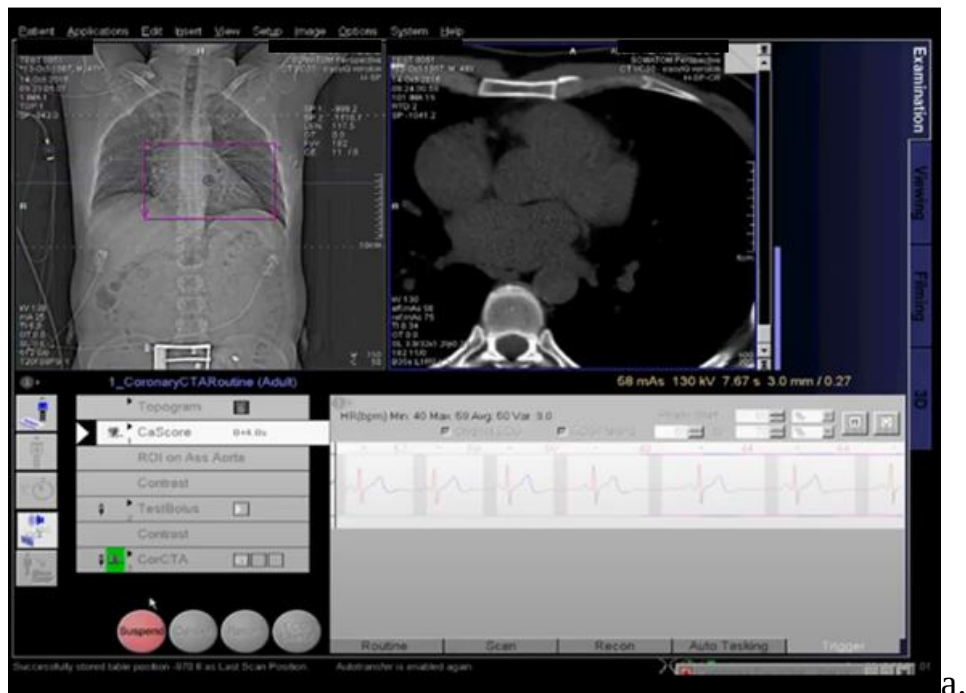
- Le patient est installé en décubitus dorsal, **les pieds en premiers**
- Mise en place d'un **monitorage tensionnel et de fréquence cardiaque**
- Mise en place des électrodes d'ECG sur le thorax et branchement des électrodes au scanner afin de **coupler l'acquisition scannographique au rythme cardiaque.**

***TECHNIQUE:**

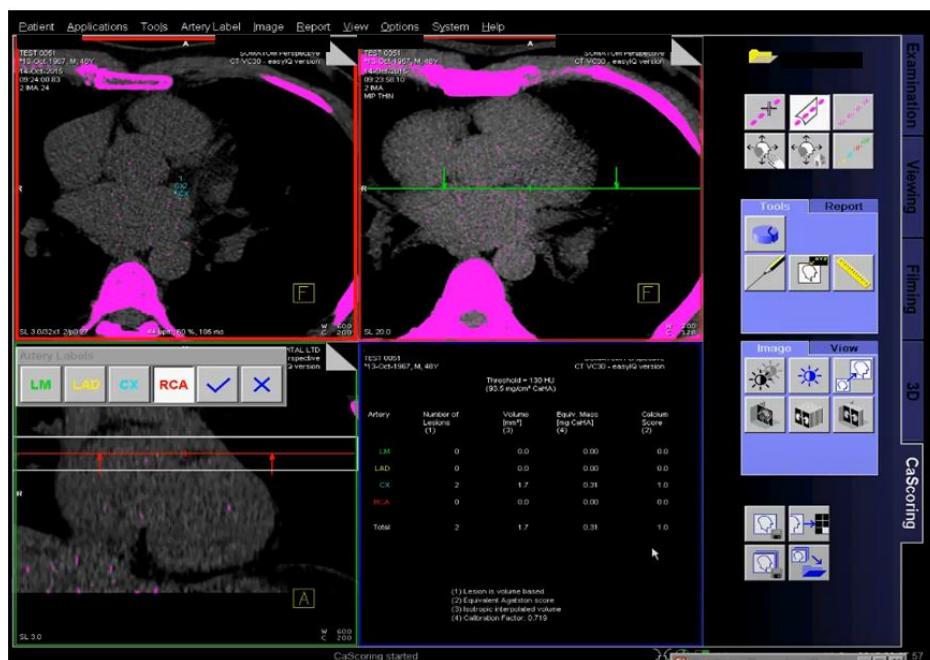
- Réalisation en premier temps d'une **acquisition sans injection** du produit de contraste pour le calcul du **calcium scoring** puis après **injection du PCI si ce score est < 400.**
- Les paramètres et les modalités d'acquisitions sont résumés ci-dessous

	Calcium scoring (acquisition sans injection)	Acquisition avec injection de produit de contraste
Champ d'acquisition :	• Massif cardiaque	• Massif cardiaque • Thorax si exploration des gros vaisseaux
Paramètres d'acquisition	• 120 KV et 49 mAs • Temps d'acquisition : 7s	• 120 KV et 160 mAs • Temps d'acquisition : 9,52s • Retard d'acquisition : 8s
	• Pitch automatiquement adapté au rythme cardiaque • Temps de rotation : 0,3s	
Épaisseur des coupes	• 3mm	• 0,6mm
	• synchronisation cardiaque prospective	• synchronisation cardiaque rétrospective

Tableau I: Tableau résumant les paramètres et modalités d'acquisition



a.



b.

Figure 2: acquisition sans injection du produit de contraste, centrée sur le massif cardiaque, en synchronisation prospective (a) pour le calcul du Calcium scoring (b)

- Injection du produit de contraste :
- à l'aide d'un injecteur automatique: **80cc (PDCI** à une concentration de **370mg/ml)** pulsé par **60cc de sérum physiologique** à un **débit de 5 ml/sec.** (Photo)
- Dose modulation placée entre 30 et 80% de l'intervalle RR.
- **ROI placé au niveau de l'aorte ascendante avec déclenchement automatique de la série à 100UH avec un retard de 7sec**
- Acquisition au temps artériel en synchronisation cardiaque rétrospective.

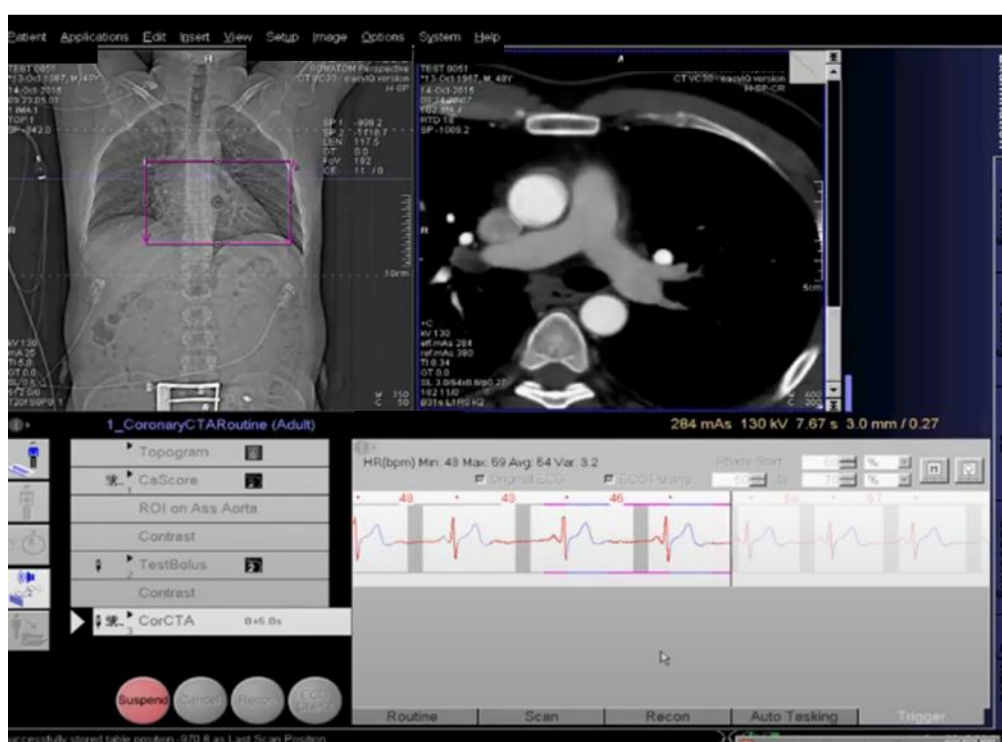


Figure 3: Acquisition au temps artériel avec synchronisation cardiaque rétrospective

***POST-TRAITEMENT :**

- Sur une console dédiée utilisant la **plateforme Syngo**
- Reconstruction des coupes natives à une épaisseur de 0.6mm avec un intervalle de 0.4mm d'épaisseur.
- Reconstructions multiphases de 0 – 90% avec un incrément de 10% en fenêtre médiastinale avec un filtre mou et un petit FOV. Cette reconstruction nous permet :
 - l'analyse morphologique des coronaires
 - l'analyse segmentaire du VG et du VD
 - l'analyse s'est faite grâce à des reconstructions en mode MPR, 3D (MIP,VRT), curviligne et orthogonal.
- Reconstructions en fenêtre médiastinale avec un filtre mou et un FOV large pour :
 - Une étude des vaisseaux pulmonaires et médiastinaux.
- Reconstructions en fenêtre pulmonaire avec un filtre dur et un FOV large pour :
 - Une étude du parenchyme pulmonaire et la plèvre.
- Temps de reconstruction : 50 – 70 min



Figure 4: Console de reconstruction

COMPTE RENDU :

L'analyse des images a été résumée dans le compte rendu type ci-dessous.

ROYAUME DU MAROC

HMIMV- RABAT

SERVICE D'IMAGERIE MEDICALE

LE :

NOM :

TYPE D'EXAMEN :

INDICATION :

- Clinique : DT, FDR
- Examens antérieurs : Echocardiographie, EE, Scintigraphie, IRM
- Probabilité pretest de maladie athéromateuse

TECHNIQUE :

- Acquisition sans injection en synchronisation cardiaque prospective
- Injection de 80cc de PDCI a une cc de 370mg/ml a un débit de 5ml/sec pulse par du sérum physiologique
- Acquisition au temps artériel en synchronisation cardiaque rétrospective.
- β -bloquants

RESULTATS :

- Qualité technique de l'examen
- Rythme cardiaque : FC, régularité, survenue d'ESV
- Etude
- Recherche de calcifications sur le trajet des artères coronaires
- Recherche d'anomalies pleuro-parenchymateuse
- Exploration médiastinale
 1. **Mesures :**
 - VG= diamètres, volumes (en TS et TD) ,FEVG
 - Epaisseur du myocarde: septum= mm, antérieur= mm, latérale= mm et inférieure= mm
 - Racine aorte thoracique : Anneau= mm , Sinus de valsalva= mm, Jonction sino-tubaire= mm
 - Segment I= mm
 2. **Cavités cardiaques :**
 - Etat des cavités cardiaques : (VG, atrium gauche et auricule gauche)
 - Contenu des cavités cardiaques
 - Etude de la valve aortique
 3. **Etude du réseau coronaire :**
 - Anomalie de naissance, de trajet ou de terminaison des artères coronaires.
 - Dominance coronaire.
 - Description des artères coronaires : RCA, tronc commun, IVA, Cx
 - Description des plaques athéromateuses et apprécier leur sévérité.
 - Description des sténoses (significative >50%)
 - Segments non analysables
 - ❖ **En cas de pontages coronaires :**
 - Nombre, type de pontage, type du substitut coronaire utilisé et type de montage.
 - Apprécier la perméabilité du pontage.
 - Etudier la topographie en cas de chirurgie redex planifiée.
 - ❖ **En cas de STENT :**
 - Etudier la perméabilité
 - Opacification du lit d'aval
 4. **Etude des structures extra-cardiaques :**
 - Péricarde : rechercher un épanchement, un épaissement, des calcifications et un éventuel syndrome de masse

CONCLUSION :

- VG : dilatation, hypertrophie, fonction
- Rappeler les limites techniques de l'examen
- Segments non analysables
- Interprétation intégrée des résultats en fonction du contexte clinique

4. RESULTATS :

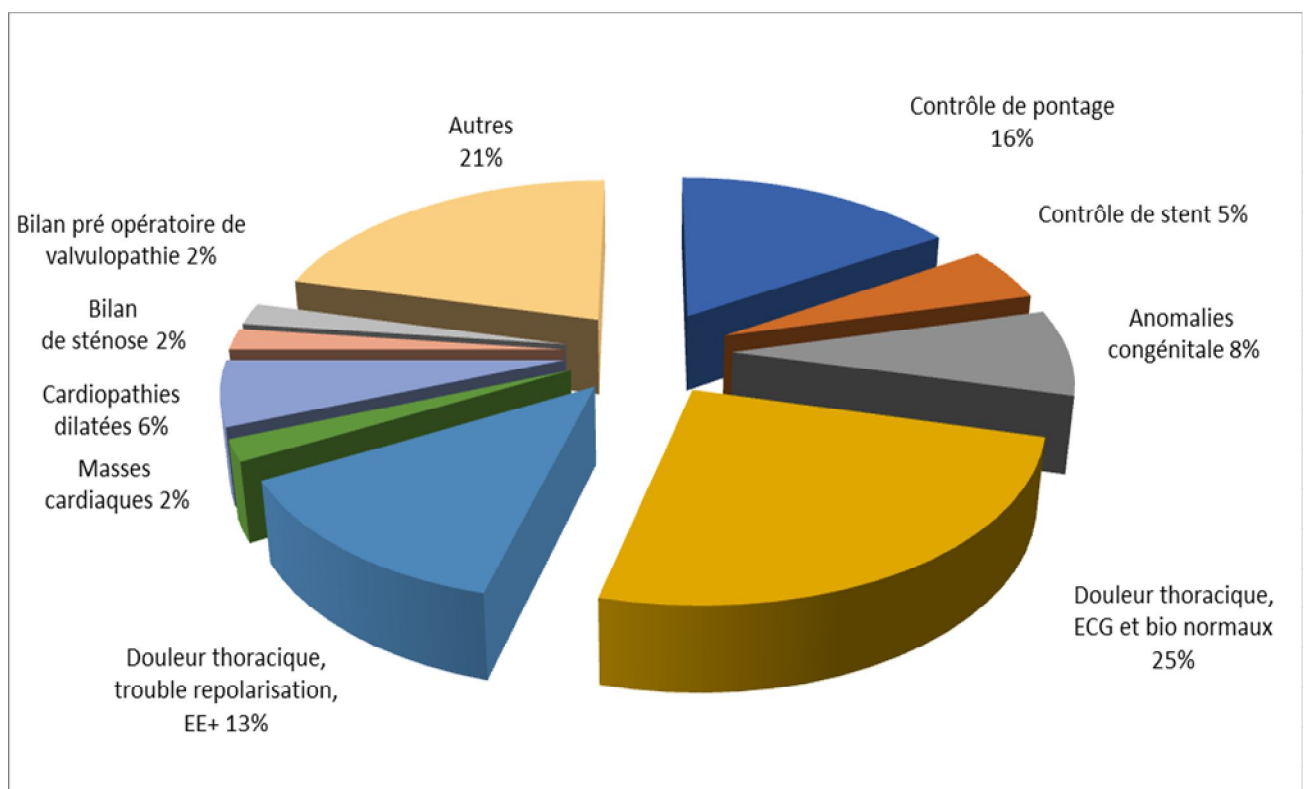
a- Caractéristiques de la population :

- **106 coroscanners** ont été réalisés dans le service d'imagerie de l'hôpital Militaire d'Instructions Mohammed V.

- L'âge moyen de nos patients est de **54 ans**.
- Le sexe ratio est de **2.1 H /1F**.
- Facteurs de risque : 24%HTA, 12% Tabac, 9%diabète, 3% dyslipidémie.

b- Indications et résultats du coroscanner :

Les indications sont réparties comme suit :





RESULTATS



1. STENOSES CORONARIENNES :

L'angor ou la douleur thoracique était l'indication principale du coroscanner (38% des cas) :

- 26 patients étaient de haut risque ou de risque intermédiaire et présentaient des douleurs thoraciques avec ECG et troponine normaux → Le coroscanner a détecté des sténoses modérées des artères coronaires dans 46% des cas.
- 14 patients avaient un angor stable avec une épreuve d'effort non concluante → le coroscanner a objectivé une athérosclérose avec des sténoses expliquant la symptomatologie dans deux tiers des cas.



Figure 5:Acquisition sans injection du produit de contraste montrant importantes calcifications de l'IVA et de ses branches avec un calcium scoring à 1200UA : L'injection du produit de contraste est inutile.

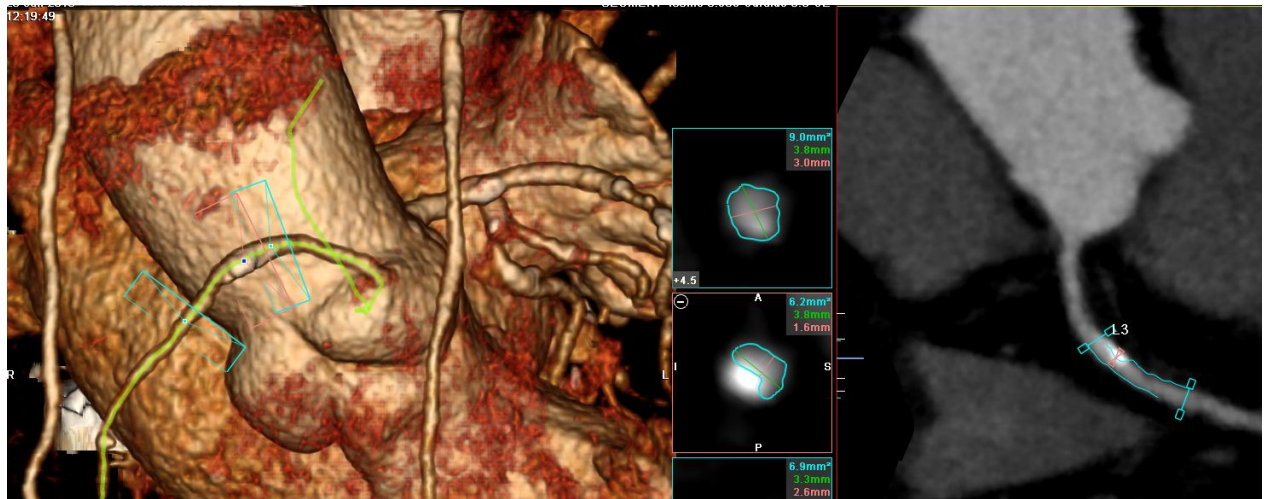


Figure 6: Patient âgé de 67ans, sans FDRCVx, angor atypique

VRT et Reconstruction curviligne montrant une plaque calcifiée de la RCA avec sténose modérée (50-70%) : CAD RADS3

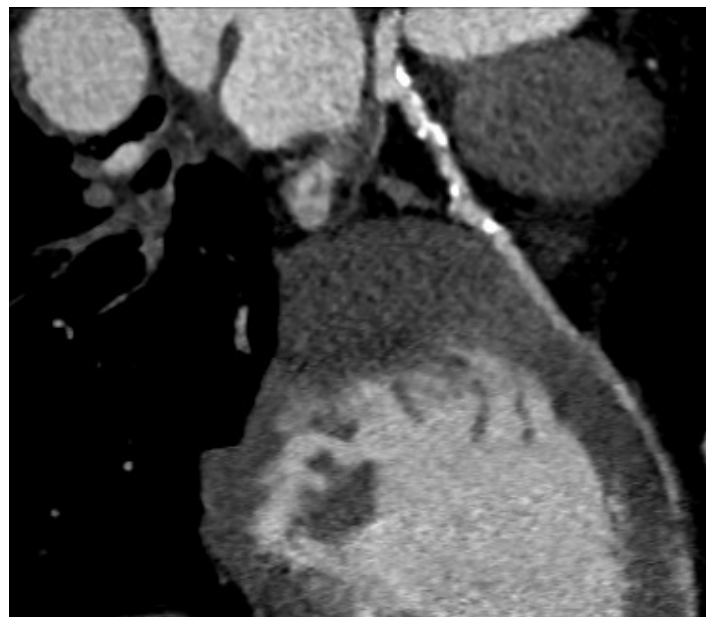


Figure 7: Patient âgé de 72ans, diabétique et hypertendu, angor stable

Reconstruction curviligne montrant une infiltration athéromateuse calcifiée de l'IVA proximale avec sténoses significatives : CAD RADS 4



Figure 8: Reconstructions MPR et VRT objectivant un anévrisme du VG séquellaire, post-ischémique, avec infiltration athéromateuse diffuse des artères coronaires.

2. CONTRÔLE DE PONTAGES :

Il représente **16%** de la totalité des examens. Les pontages sont **artériels dans 41%** des cas, **veineux dans 41%** des cas et **mixtes dans 18%** des cas.

Le coroscanner a été réalisé : en post opératoire devant une symptomatologie clinique telle une dyspnée ou une douleur thoracique OU avant une reprise pour un nouveau pontage

- **18% des pontages étaient thrombosés.**

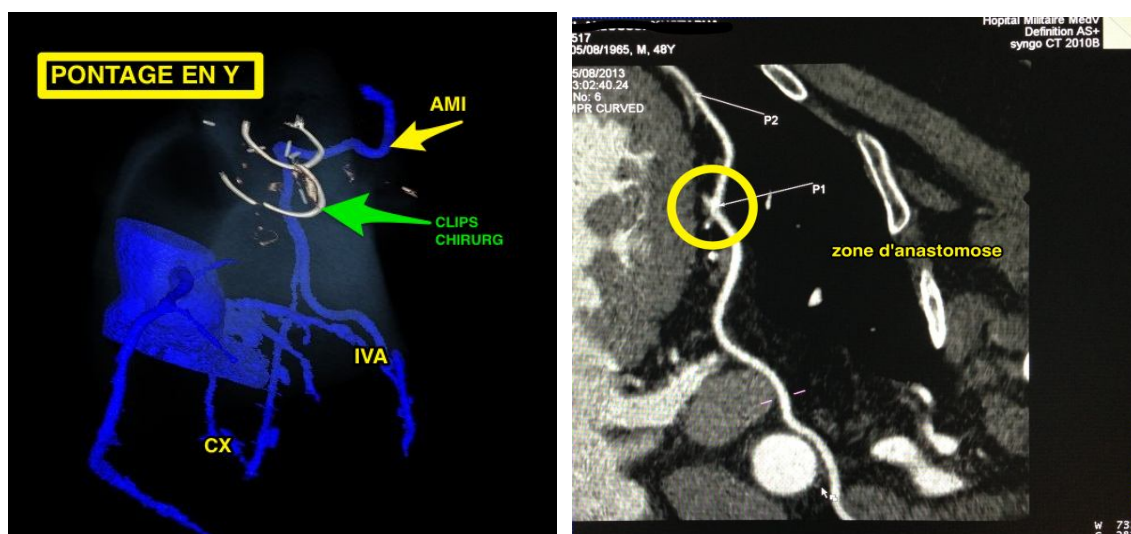


Figure 9: Reconstructions VRT et curvilinéaires d'un pontage artériel monté en Y AMIG–IVA, AMIG-Cx projection des clips chirurgicaux

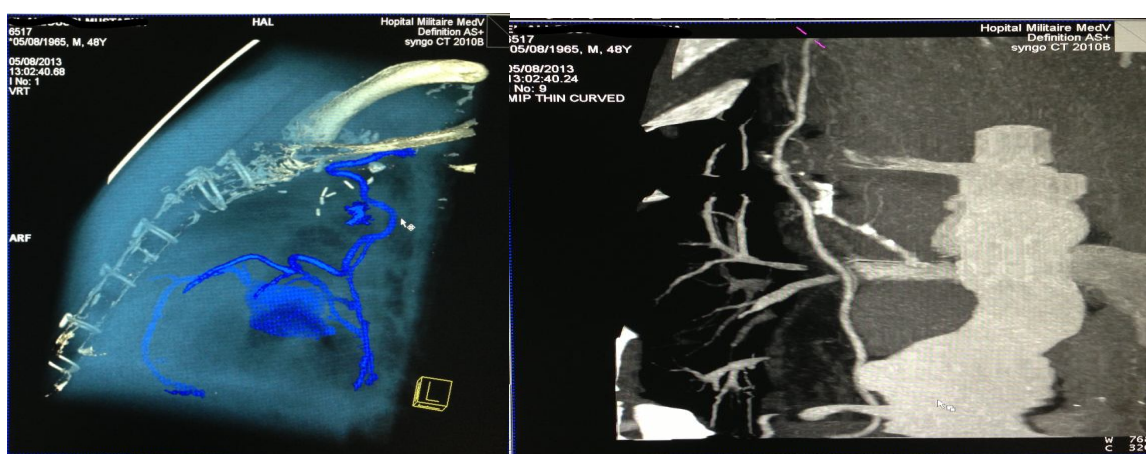


Figure 10 Reconstructions VRT et MIP montrant le trajet du pontage par rapport au sternum dans le cadre d'une chirurgie «Redux».

3. CONTRÔLE DE STENTS :

Nos patients qui ont bénéficié d'un coroscaner pour contrôle de stent avaient tous une sténose **de l'IVA** traitée par mise en place de Stent. L'examen a été réalisé devant une suspicion de resténose.

Le coroscaner a objectivé une **sténose courte et non significative de la jonction Stent-IVA** dans 40% de ces. Les stents étaient tous perméables.

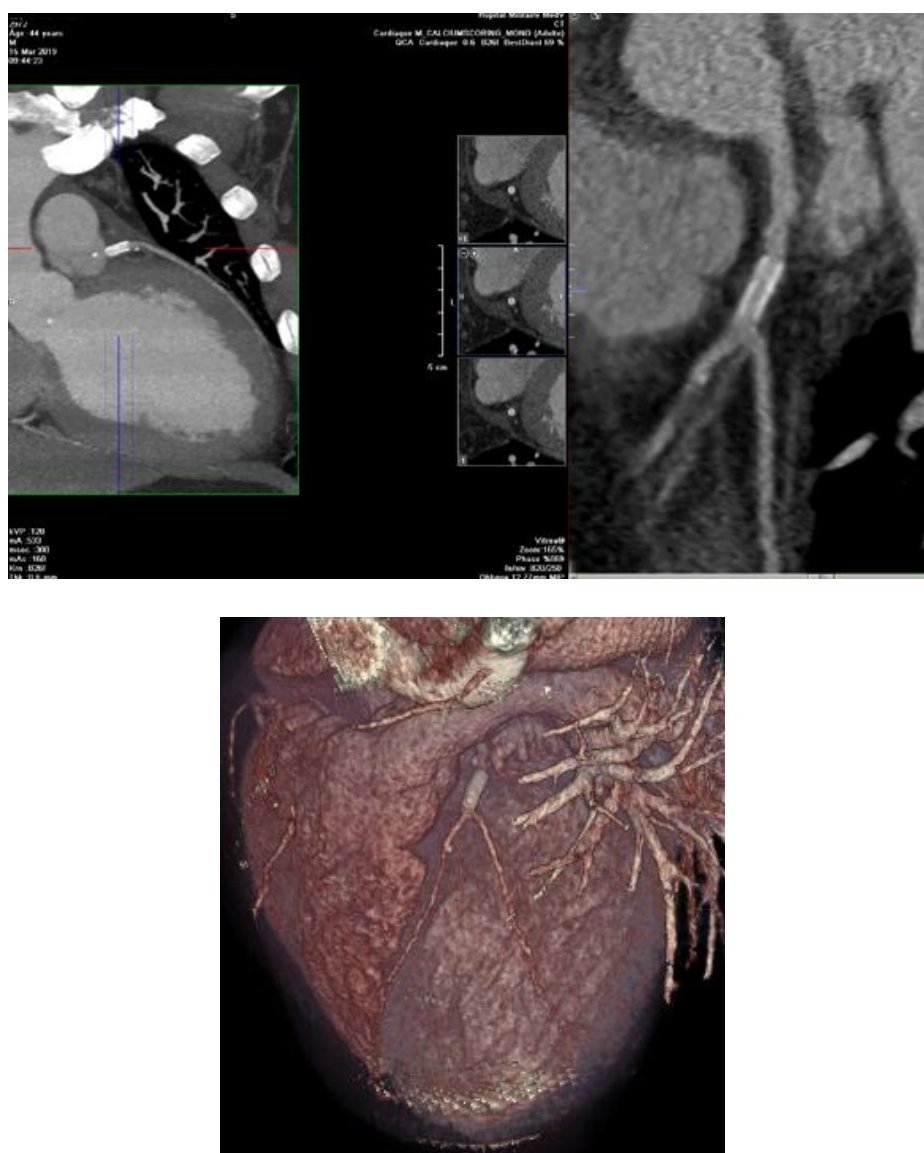


Figure 11: Reconstructions MIP, curvilignes et VRT d'un stent perméable de l'IVA.

4. ANOMALIES CONGENITALES :

Nous avons effectué **9 coroscanners** à la recherche d'une anomalie congénitale des artères coronaires, suspectée lors d'une échocardiographie trans-thoracique ou d'une coronarographie. On en a retrouvé **5 cas dans notre série** (soit **8% de la totalité des patients**). Il s'agit d'anomalies de trajet mineures :

- ✓ Naissance de la coronaire droite du sinus antéro gauche
- ✓ Naissance de la Coronaire Gauche du TABC avec Sténose valvaire et supra-valvaire
- ✓ Anomalie de naissance mineure de la RCA de la face antérieure réalisant une coudure rendant son cathétérisme délicat
- ✓ Anomalie de naissance et de trajet de la Cx sans anomalie pariétale ou de calibre
- ✓ Persistance de la VCSG qui reçoit les artères coronaires

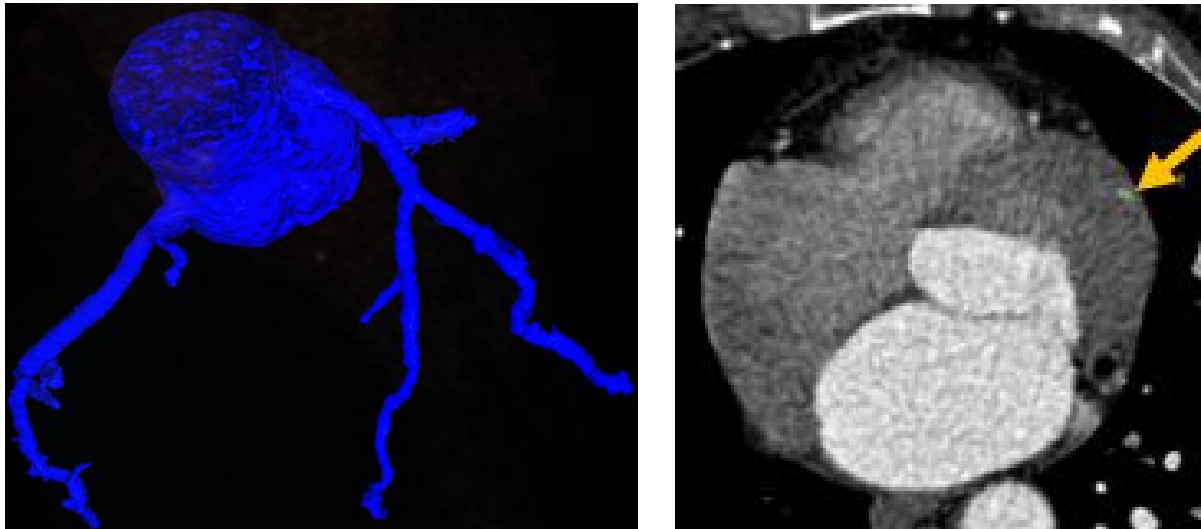


Figure 12: reconstructions VRT et coupe axiale native montrant un tronc commun long avec trajet aberrant de la circonflexe au niveau de la face antérieure du VG (au lieu du sillon auriculo-ventriculaire) et intra myocardique. (flèche)

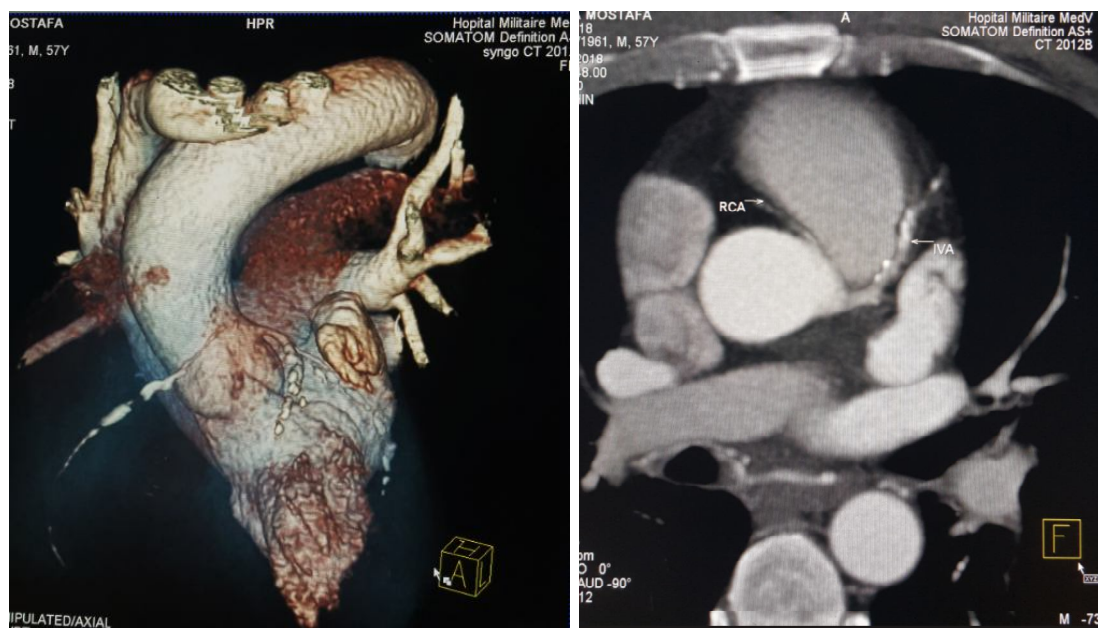


Figure 13: Reconstruction VRT et coupe axiale illustrant une naissance aberrante de la coronaire droite, à la face antérieure du sinus avec aspect hypoplasique et sténoses athéromateuses.

5. ANEVRISMES CORONARIENS :

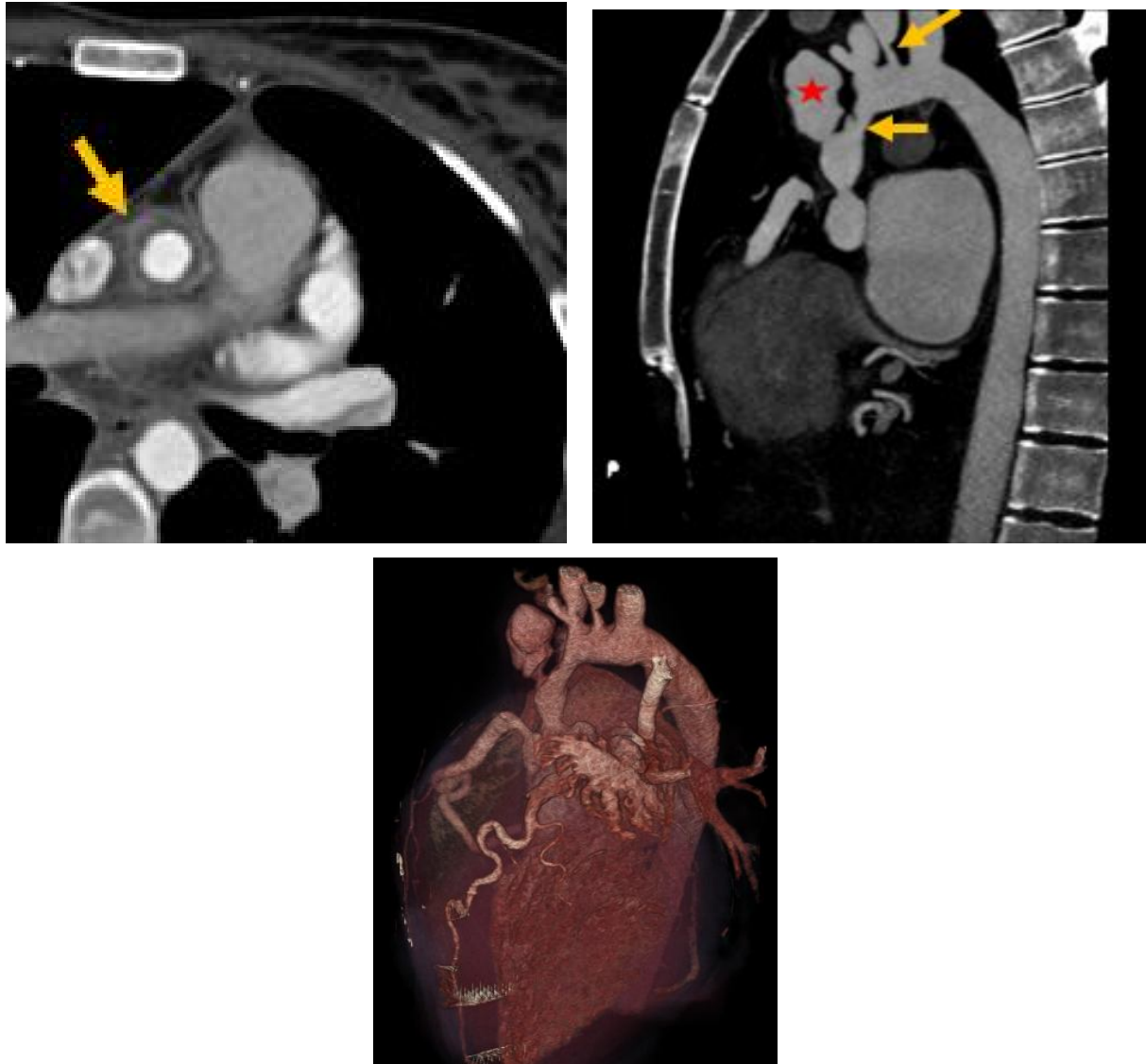


Figure 14: Patiente suivie pour maladie de Takayasu

- a. coupe axiale montrant un épaississement pariétal régulier et circonférentiel de l'aorte ascendante avec prise de contraste périphérique (flèche) témoignant de son caractère inflammatoire.
- b. reconstruction MIP sagittale montrant des sténoses (flèches) de l'origine de la carotide gauche, TABC et de l'aorte ascendante avec faux anévrisme (étoile) de cette dernière.
- c. reconstruction VRT montrant une dilatation anévrysmale des artères coronaires.

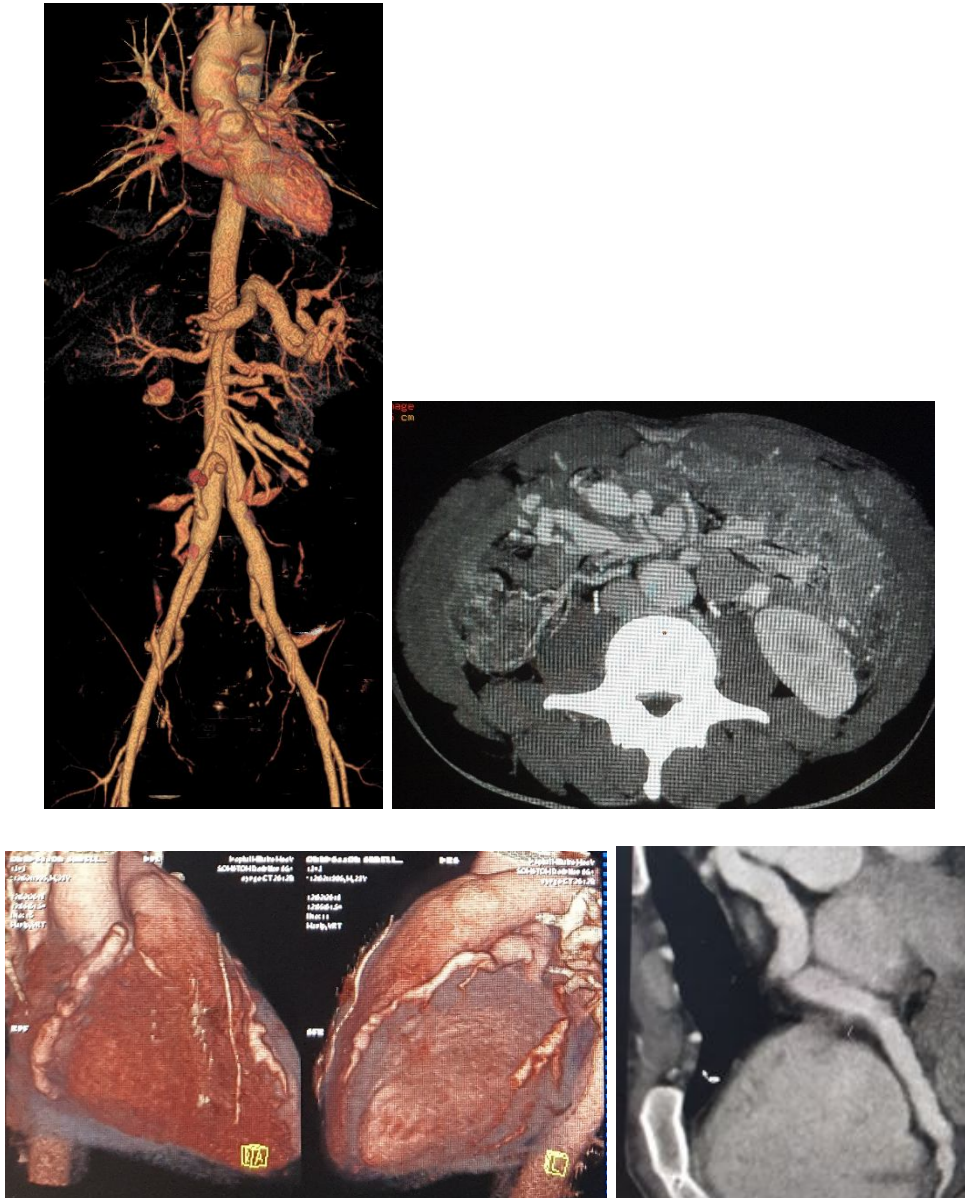


Figure 15: Jeune âgé de 19ans, vascularite associée à une importante charge virale type
Ebstein barr virus

Reconstructions VRT (a) et MIP axiale (b) montrant de multiples anévrismes coelio-mésentériques dont certains sont partiellement thrombosés.

Reconstructions VRT (c) et curvilignes montrant une dilatation anévrismale des artères coronaires.

6. MASSES CARDIAQUES :

Deux examens de notre série ont mis en évidence des masses cardiaques.

Le premier était effectué dans le cadre d'exploration d'une sclérodermie. La TDM thoracique a objectivé une masse hypervasculaire et un complément coroscanner a été réalisé pour étudier les rapports vasculaires. La patiente était asymptomatique sur le plan cardio-respiratoire et refusait toute intervention.

Le second examen était effectué après la suspicion d'une masse de l'oreillette droite à l'échographie.

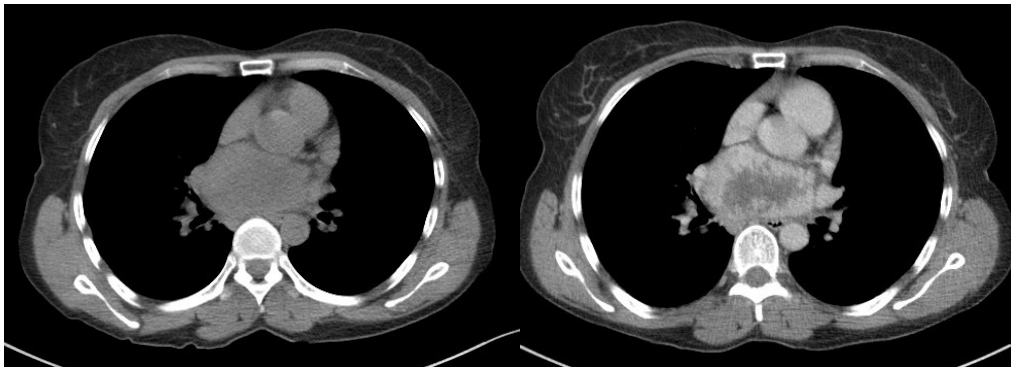


Figure 16:

TDM sans (a) et avec injection (b) de PC sans gating cardiaque :

TDM montre une masse tissulaire rétro cardiaque, réhaussé de façon intense par le PDC, au contact de L'OG



Figure 17: MDCT avec gating cardiaque permet une meilleure visualisation des rapports de la masse avec le réseau artériel ce qui permet d'évaluer ainsi le risque opératoire.

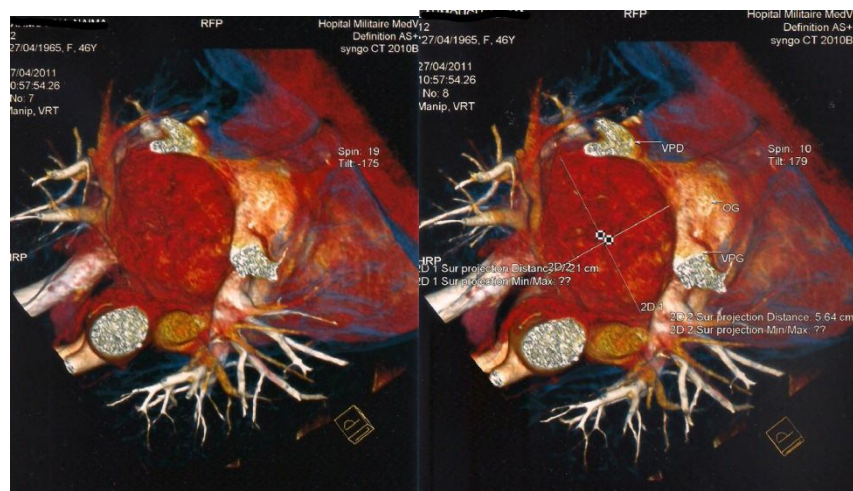


Figure 18: Reconstructions en 3D VRT : rendu de volume de la masse et ses rapports avec l'atrium gauche et les veines pulmonaires. Diagnostic retenu : sclérodémie, tumeur cardiaque asymptomatique (fortuitome)

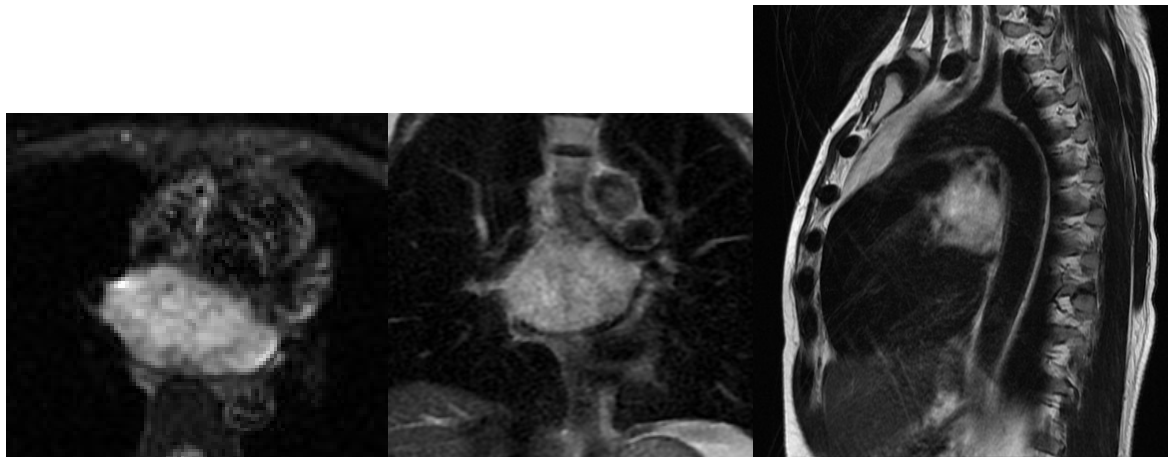


Figure 19: IRM cardiaque sans gating ECG étude multi planaire sagittal coronal axial contraste T1,T2,diffusion +/- gado

7. PRE-OPERATOIRE DE VALVULOPATHIES :

Chez **deux patients**, le coroscanner a été prescrit dans le cadre du bilan préopératoire pour des remplacements valvulaires : le premier pour bilan de **maladie mitrale** et le second chez un patient porteur d'un **thrombus** au niveau de la **valve aortique** et candidat à la chirurgie cardiaque.



Figure 20: Coupes axiale et oblique dans l'axe de la racine de l'aorte montrant une valve aortique tricuspide avec calcifications minimales (type 2) et thrombus valvulaire.

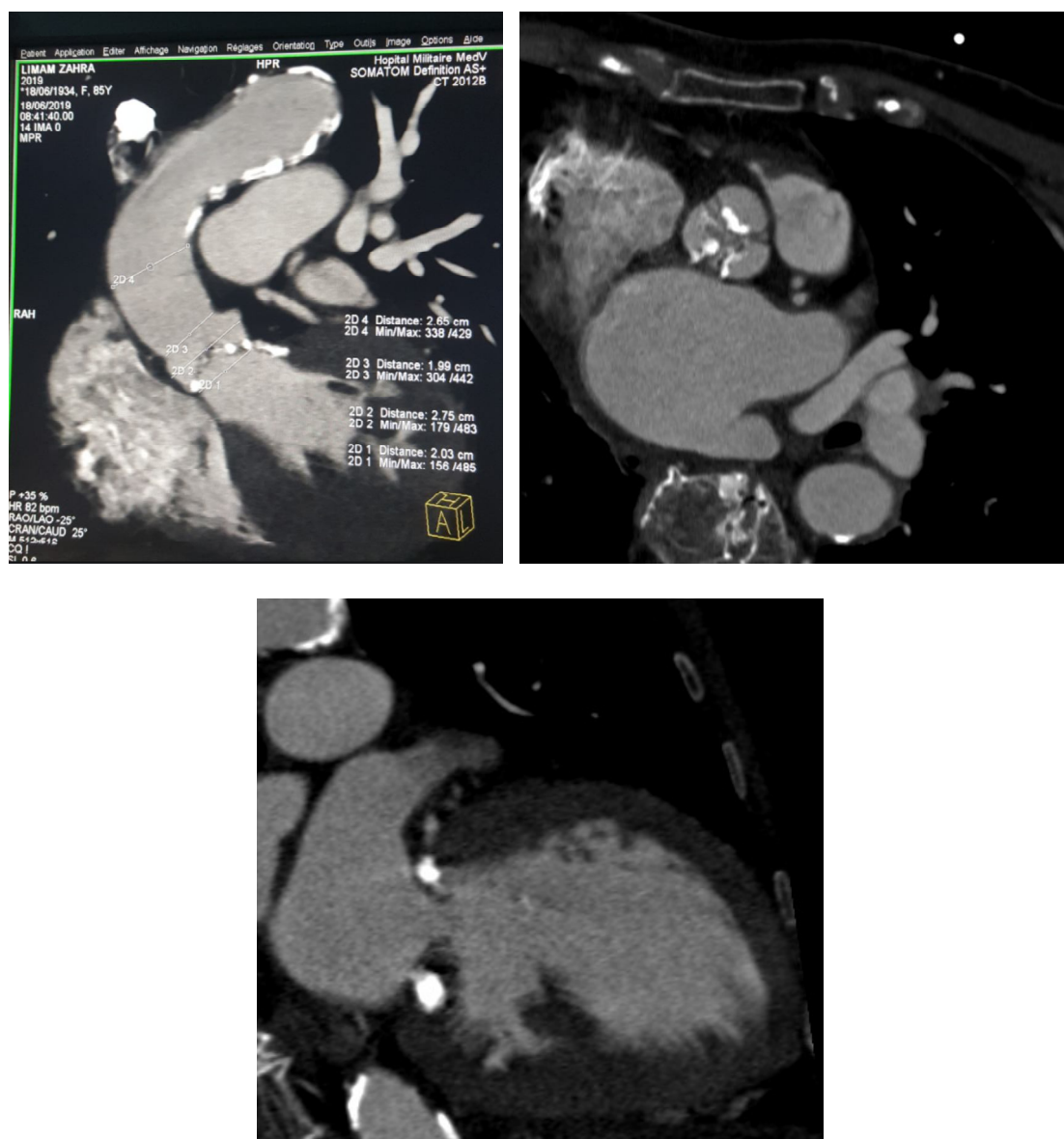


Figure 21: Bilan de RAC (rétrécissement aortique calcifié) coupes MIP sagittale (a), axiale (b) et MPR sagittale (c) montrant une valve aortique tricuspide avec calcifications modérées (type 3) et calcifications mitrales (c).

8. CARDIOMYOPATHIES DILATÉES :

6% des cas lors de l'exploration des cardiopathies dilatées. Le coroscanner était sans anomalies.

9. AUTRES INDICATIONS :

Les **21% des coroscanners** restants réunissent les examens réalisés afin d'explorer **la pathologie aortique**. Ces derniers sont répartis comme suit :

- Les anévrismes de l'aorte ascendante dans 19% des cas
- Contrôle de prothèse de l'Aorte ascendante : 5%
- Les ectasies de l'aorte ascendante : 19%
- Les dissections aortiques : 10%
- Les coarctations de l'aorte 5%
- La recherche d'atteinte coronaire ou valvulaires dans le cadre de certaines maladies 12% (Maladie de takayasu, maladie de Kawasaki, Polyangéite microscopique, Syndrome de williamsBeuren, vascularite à Ebstein bar virus)
- Endocardite (5%),
- Hématome péricardique (5%)

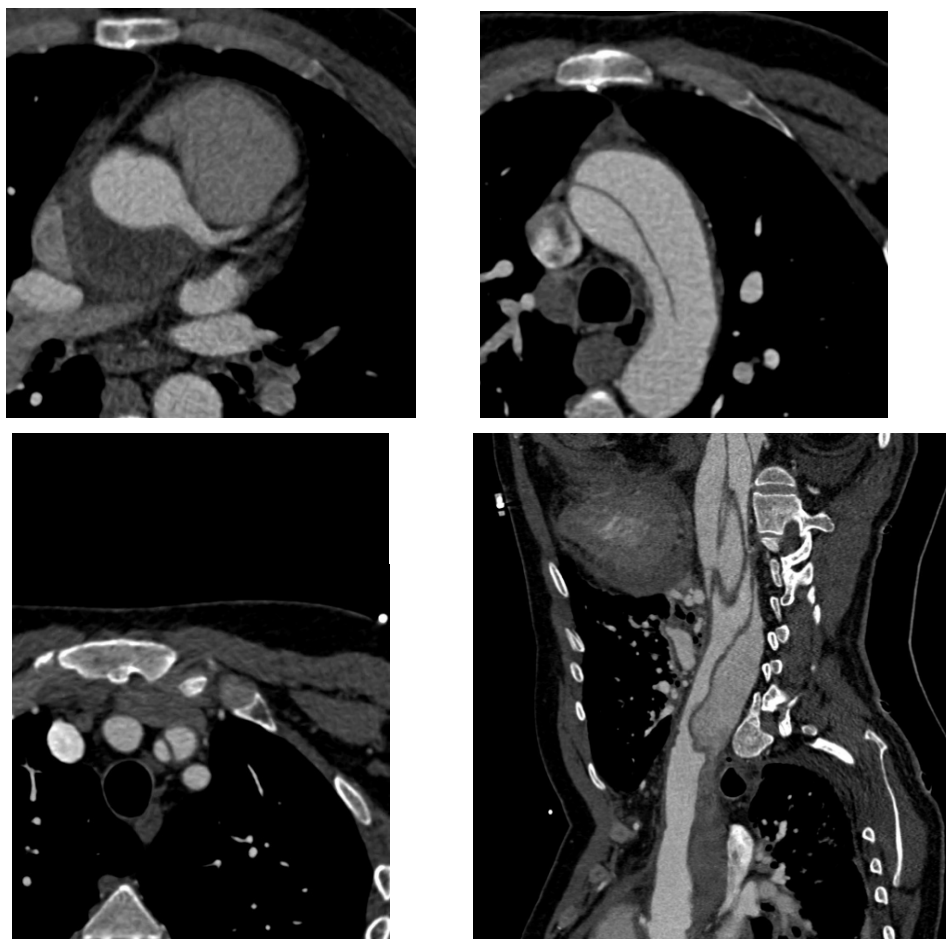
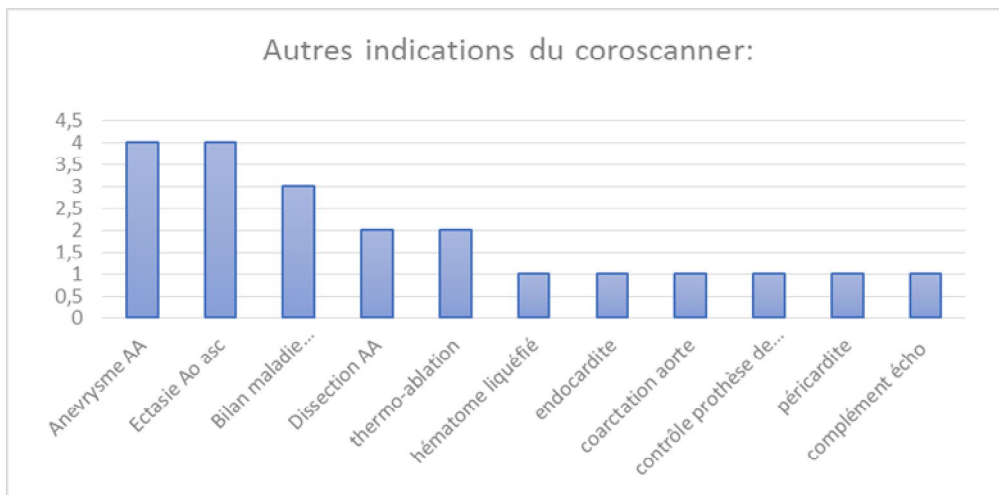


Figure 22: Angioscanner en coupes axiales avec reconstruction curviligne montrant une dissection aortique de type A de Stanford compliquée d'une thrombose du faux chenal au niveau de l'aorte ascendante (a). Elle arrive à ce niveau à ras de la coronaire gauche et s'étend à la carotide gauche (c)

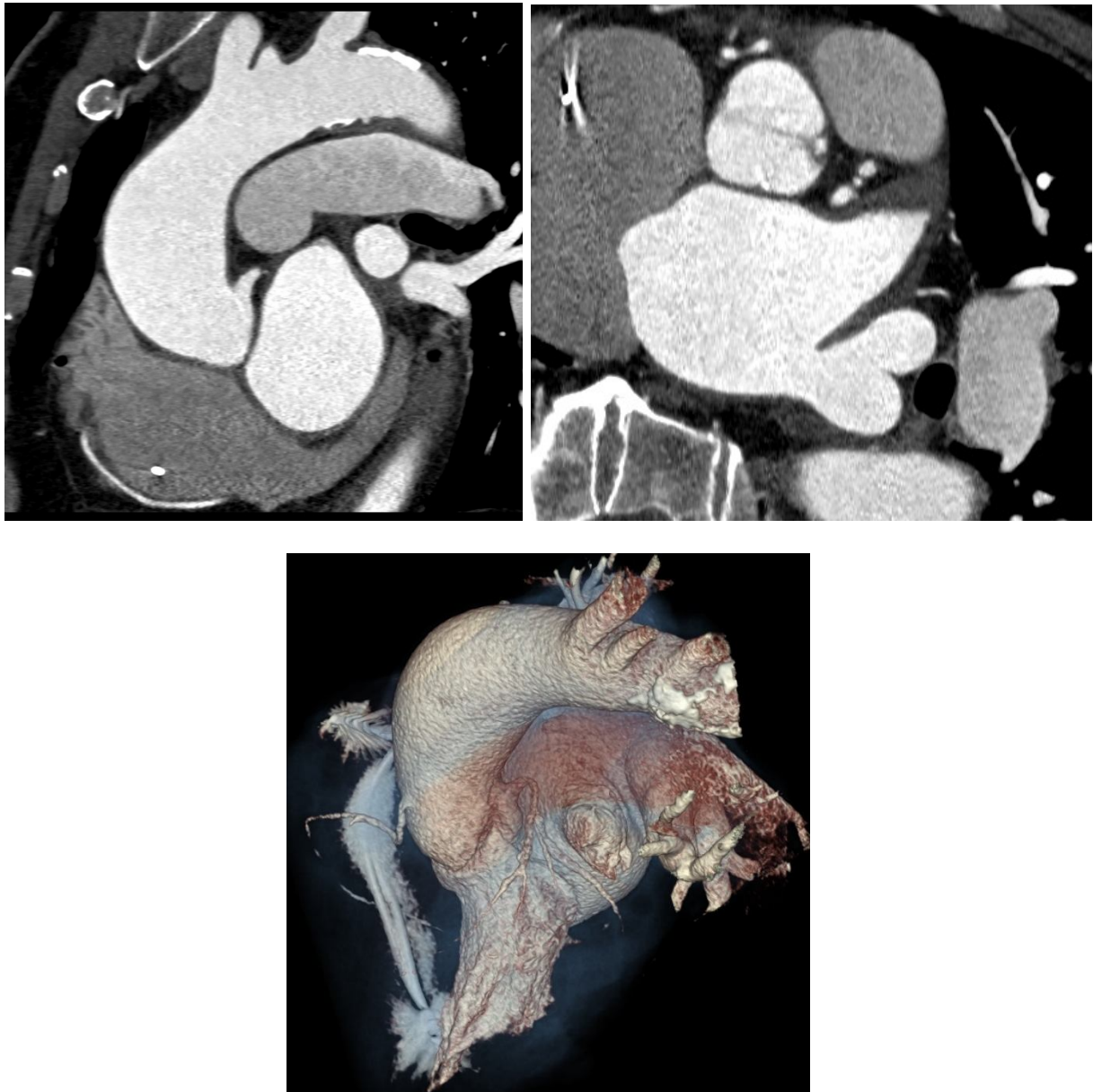


Figure 23: reconstructions sagittale et axiale montrant une ectasie (46mm) du segment I de l'aorte (a) avec bicuspidie aortique. Les artères sont libres et perméables (c).

10. BILAN PRE-THERMOABLATION

Dans notre série, le coroscanner a été réalisé chez **deux patients** avant le traitement de la fibrillation auriculaire par thermo-ablation à la recherche d'une variante anatomique pouvant compliquer le geste d'ablation. Ces examens sont revenus sans anomalie.

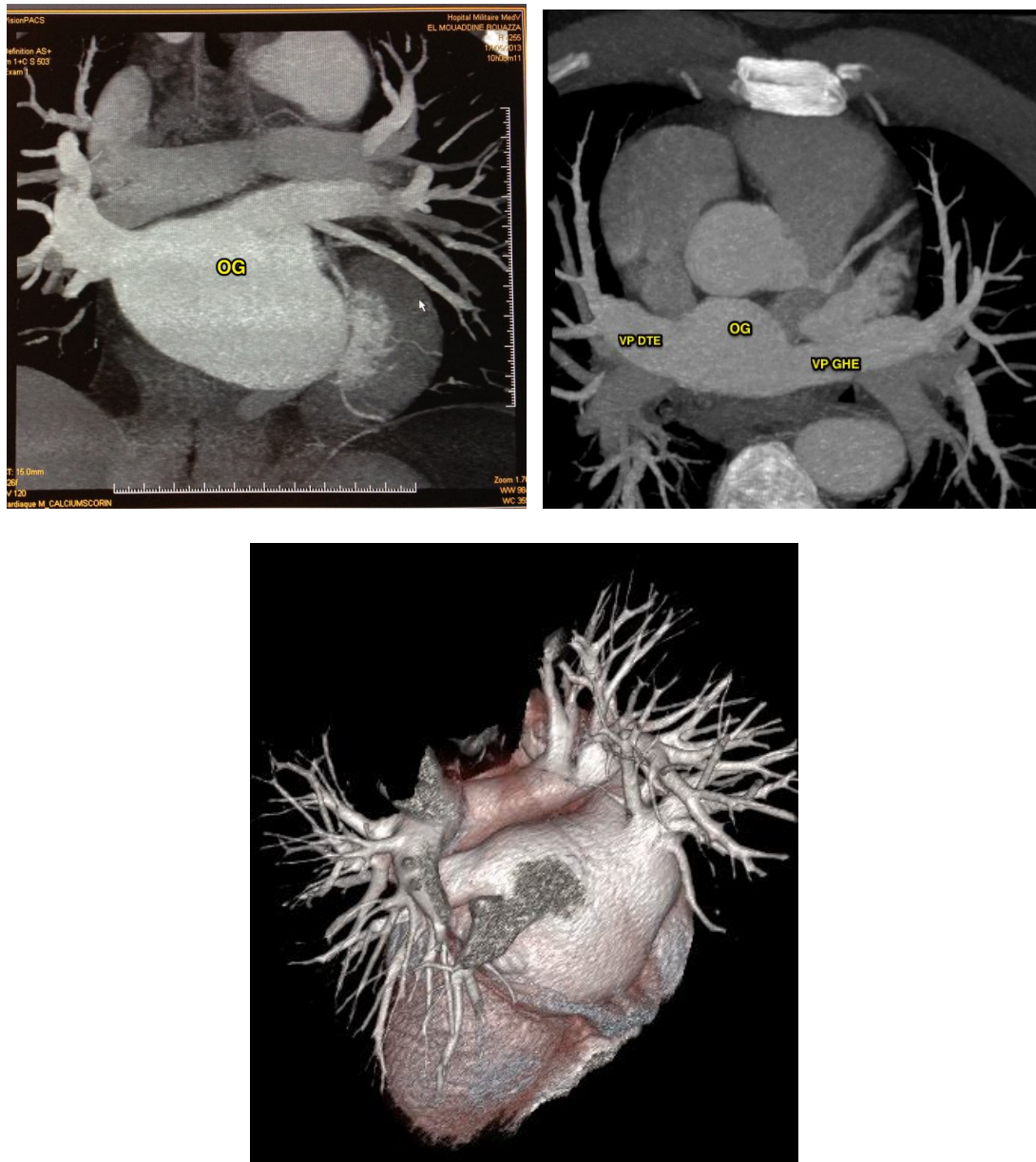


Figure 24: Coroscanner (MIP et VRT) réalisé pour bilan pré-ablation revenu sans anomalies.



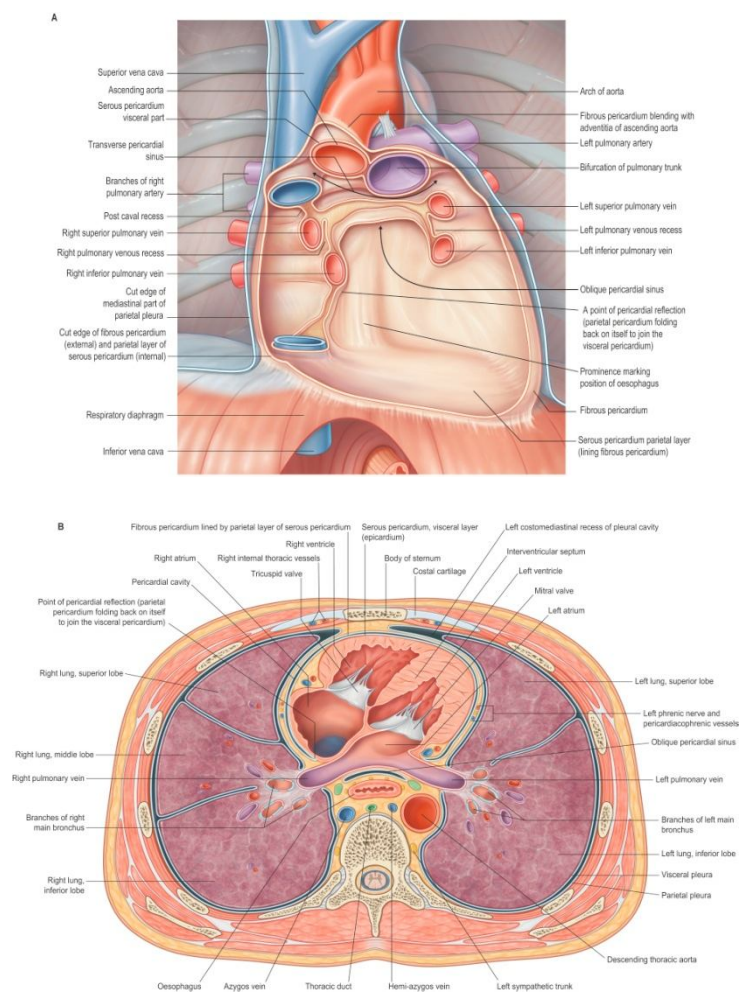
DISCUSSION



1. RAPPELS ANATOMIQUES :

Le cœur est situé au niveau du médiastin antérieur, entre les deux plèvres ; partiellement recouvert par les poumons, il repose sur le diaphragme. Il est délimité en avant par le sternum et le grill costal, en haut par la trachée et les gros vaisseaux et en arrière par le médiastin postérieur.

Le cœur a la forme d'une pyramide triangulaire à grand axe oblique en avant, à gauche et en bas. Ainsi, l'apex est en avant et à gauche, et la base regarde en haut, en arrière et à droite.



a. L'ANATOMIE EXTERNE

On décrit au cœur **3 faces**, un sommet et une base. Ses faces sont antéro-droite, inférieure et latérale gauche. Chacune d'entre elles est divisée par le sillon atrioventriculaire en un segment antérieur ou ventriculaire, et un segment postérieur ou atrial. Les limites entre les oreillettes et les ventricles sont marqués à la surface du cœur par des **sillons** au fond desquels cheminent les paquets vasculo-nerveux :

- le sillon auriculo-ventriculaire, dans le plan perpendiculaire au grand axe du cœur, sépare le massif auriculaire en arrière, des ventricles plus antéro-inférieurs,
- le sillon inter-ventriculaire, puis inter-auriculaire perpendiculaire au précédent. Il correspond au plan de séparation entre cœur droit et cœur gauche. [1]

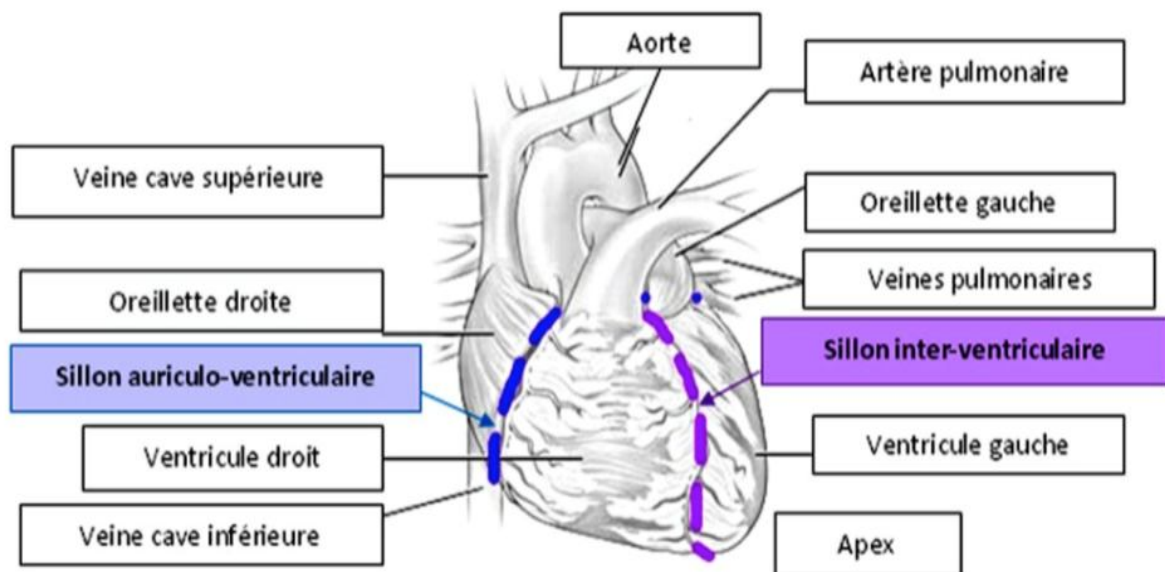


Figure 25: Schéma illustrant l'anatomie externe du cœur.[1]

b. L'ANATOMIE INTERNE

Le cœur est composé de 4 cavités. Celles-ci sont séparées par une cloison verticale et une cloison horizontale. On distingue les oreillettes séparées par le septum inter auriculaire, et les ventricles séparés par le septum interventriculaire. Les oreillettes communiquent avec les ventricles par les orifices auriculo-ventriculaires (tricuspide et mitral). Enfin, l'oreillette et le ventricule gauches communiquant par l'orifice mitral constituent le cœur gauche, et l'oreillette et le ventricule droits communiquant par l'orifice tricuspide forment le cœur droit.[1,2]

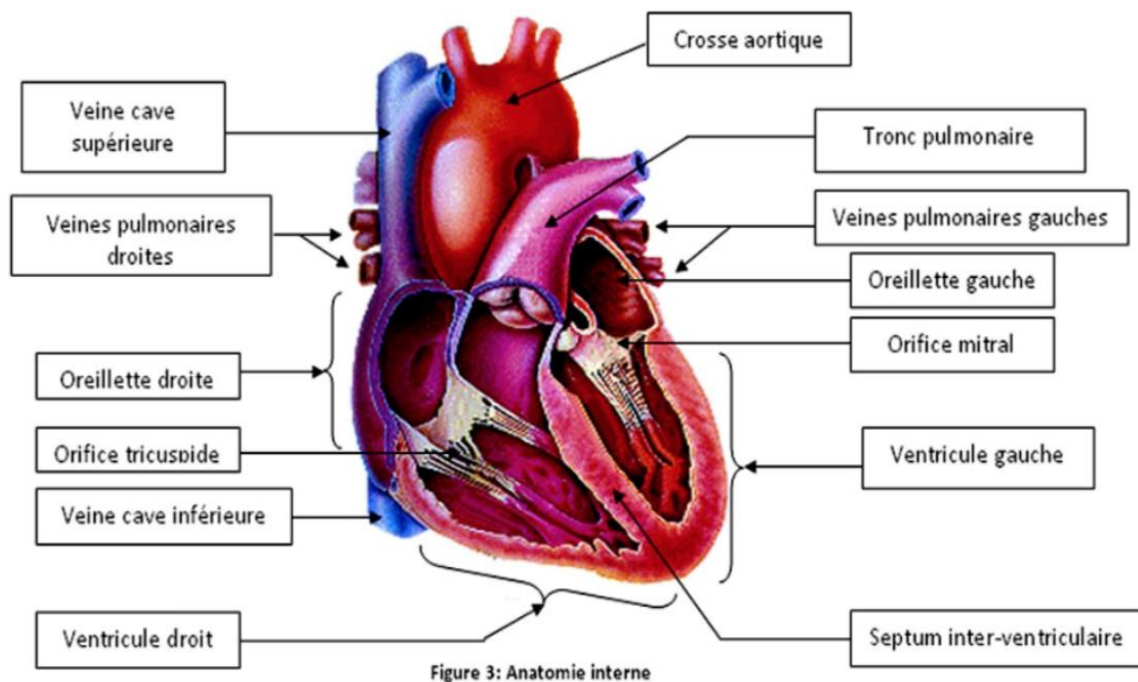


Figure 26: Schéma illustrant l'anatomie interne du cœur. .[1]

c. CIRCULATION SANGUINE INTRACARDIAQUE

Les veines caves supérieure et inférieure ramènent le sang veineux vers l'oreillette droite, à partir de laquelle ce dernier se jette dans le ventricule droit. De là, il emprunte l'orifice pulmonaire puis l'artère pulmonaire pour rejoindre le lit capillaire pulmonaire, lieu des échanges gazeux.

L'oreillette gauche reçoit les quatre veines pulmonaires qui drainent le sang oxygéné des poumons vers l'oreillette gauche.

Enfin, le ventricule gauche se vide via l'orifice aortique dans l'aorte.[1,3]

Figure 4 : Arrivée du sang veineux



Ejection du sang veineux vers les poumons



: Retour du sang oxygéné dans l'oreillette gauche



Ejection du sang ventriculaire gauche vers l'aorte



Figure 27: Schémas illustrant la circulation sanguine intracardiaque. [1]

d. APPAREIL VALVULAIRE

Les orifices auriculo-ventriculaires sont constitués d'un appareil valvulaire formé par un anneau fibreux, des valvules et des cordages rattachant les valvules aux piliers musculaires s'insérant eux-mêmes sur l'endocarde. L'orifice tricuspide possède 3 valvules, et l'orifice mitral n'en possède que deux appelées grande et petite valve. Les orifices aortiques et pulmonaire sont constitués d'un anneau fibreux et de 3 valves dites valves sigmoïdes.

Les abouchements veineux n'ont pas de système valvulaire. [1,3]

e. STRUCTURE DE LA PAROI CARDIAQUE

La paroi cardiaque est constituée de trois couches, de l'intérieur vers l'extérieur, on retrouve:

- l'endocarde: membrane endothéliale qui tapisse la face interne du myocarde et se prolonge par l'intima des gros vaisseaux
- Le myocarde, muscle strié autonome régulé par les systèmes sympathique et parasympathique. L'épaisseur de la paroi ventriculaire est plus importante que celle de la paroi auriculaire car le myocarde y est plus important. Et pour la même raison, la paroi ventriculaire gauche est plus épaisse que la paroi ventriculaire droite.
- Le péricarde, étant un sac composé d'une double paroi, enveloppe le cœur. Plusieurs feuillets le constituent : le péricarde fibreux (aussi appelé péricarde épais) et le péricarde séreux, lui même composé de deux feuillets : le feuillet viscéral ou épicarde qui enveloppe le cœur, et le feuillet pariétal qui le recouvre et tapisse la face interne du péricarde fibreux. Ces deux feuillets délimitent une cavité virtuelle, la cavité péricardique. [1,3]

f. LE TISSU NODAL ET DE CONDUCTION

Le tissu nodal est un tissu cardiaque intra pariétal qui donne naissance et conduit les impulsions électriques pour coordonner les contractions des différentes cavités cardiaques.

Il est constitué du nœud sino-auriculaire (nœud de Keith et Flack) qui siège près de l'abouchement de la veine cave supérieure au niveau de l'oreillette droite. Il est relié par 3 faisceaux de fibres au nœud auriculo-ventriculaire (nœud d'Aschoff et Tawara) qui se trouve à la jonction entre l'oreillette et le ventricule droit. A partir de ce nœud naît le tronc du faisceau de His qui se subdivise ensuite en deux branches qui se terminent en se ramifiant sous l'endocarde :

- La branche droite : destinée au ventricule droit. Elle s'engage dans la trabécule septomarginale puis se termine à proximité du muscle papillaire antérieur de la valve atrio-ventriculaire droite dans la paroi du ventricule droit.
- La branche gauche : destinée au ventricule gauche. Ses fibres les plus antérieures se terminent au niveau du muscle papillaire antérieur, et ses fibres les plus postérieures finissent dans le muscle papillaire postérieur de la mitrale.[1,3]

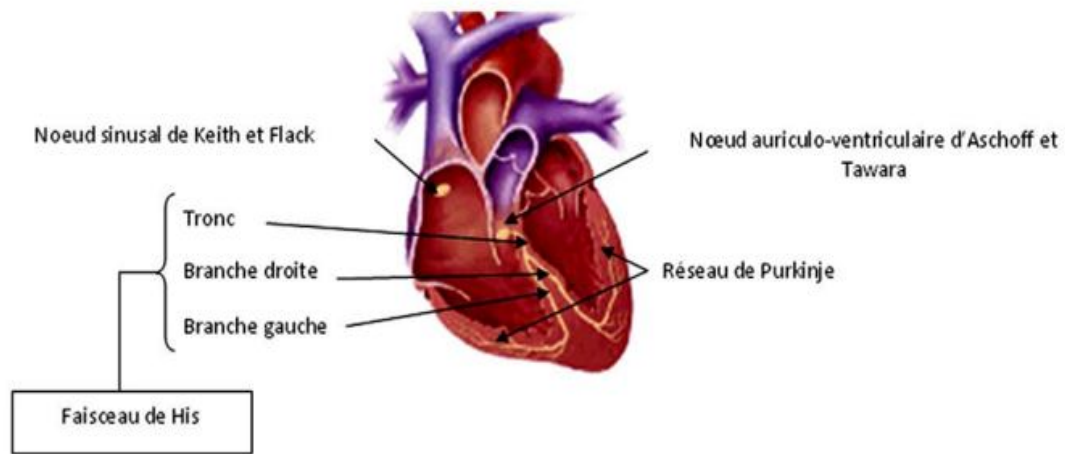


Figure 28: Schéma du tissu modal. [1].

g. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE ET ANATOMIQUE DES ARTERES CORONAIRES:

→ Rappel Embryologique :

Initialement, avant la compaction définitive du myocarde, les sinusoïdes vasculaires se développent en son sein. Simultanément, des ilots sanguins épocardique fusionnent et forment alors un plexus rudimentaire. Ceux-là rejoignent l'aorte de façon centripète vers les sinus de Valsalva qui leur correspondent. Enfin, le réseau définitif est formé après la régression des sinusoïdes et la connexion du plexus épocardique avec le sinus coronaire. [46] Ainsi, une anomalie lors d'une de ces étapes aboutira à une implantation anormale des artères coronaires. C'est de là que découle l'expression « anomalie de connexion », aussi communément appelée « anomalie de naissance ».

→ Rappel Anatomique :

Les artères coronaires cheminent sur la face épocardique du cœur, décrivant une **couronne** autour du cœur : Une couronne **postérieure** constituée par les artères qui longent le sillon atrio-ventriculaire et une anse **antérieure** constituée essentiellement de l'artère inter ventriculaire antérieure (**IVA**) dans le sillon interventriculaire.

Leur **origine** (ou ostium) se situe au niveau de l'aorte thoracique ascendante, à la hauteur des **sinus de Valsalva**. Le réseau gauche assure la vascularisation des parois antérieure et latérale du cœur tandis que la coronaire droite irrigue la paroi inférieure et latérale basse. Il s'agit d'une **vascularisation terminale** ce qui signifie que toute obstruction aura une répercussion immédiate sur la fonction de l'organe. **Le calibre des coronaires varie de 2 à 4 mm.**
[1,3,5]

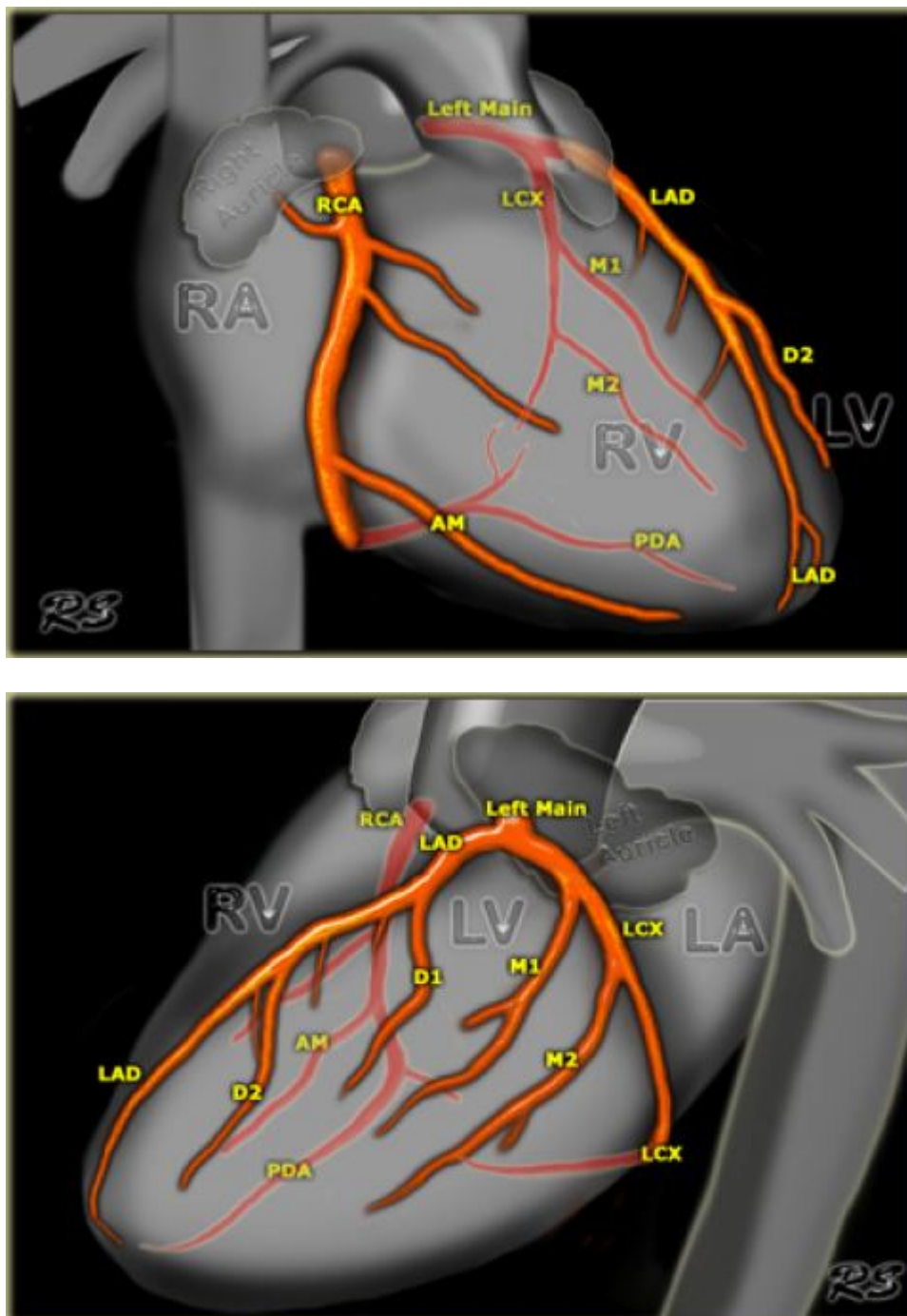


Figure 29: Schéma des artères coronaires et leurs branches [6]

a- RESEAU ARTERIEL :

Le tableau ci-dessous résume la distribution coronaire :[2,3,5]

	Trajet	Segments	Branches
Réseau gauche			
<u>Le tronc commun gauche</u>	☐ naît du sinus de Valsalva antéro-gauche ☐ contourne AP et auricule droit ☐ se divise immédiatement en deux branches	diamètre (3 et 6 mm) longueur (0 à 10 mm).	☐ Interventriculaire antérieure IVA ☐ Circonflexe Cx ☐ Le TC dans 37 % des cas, se «trifurque» en IVA, circonflexe et bissectrice
IVA	☐ chemine le long du sillon interventriculaire antérieur jusqu'à l'apex ☐ emprunte un trajet intramyocardique pour son tiers moyen	Proximal : origine à D1 S1 (3.5mm). Moyen : de D1S1 à D2S2 (3mm). Distal : après D2S2 (2.5mm)	☐ Septales : naissent à angle de 90° (S1, S2) diamètre et nombre variable s'anastomosent avec branches septales de IVP →recrutables en cas d'occlusion (collatéralité) ☐ Diagonales (D1,D2)
Cx	☐ sillon AV, contourne la base du VG. ☐ se termine au niveau de l'extrémité postérieure du sillon IV inférieur	Proximal : origine aux marginales principales. Distal : dans sillon AV Ghe	☐ Auriculaires G et D, nœud sinusal ☐ Marginales : 1, 2 ou 3 ☐ Diaphragmatiques ☐ IVP si dominance gauche
☐ Réseau droit			
Artère coronaire droite	☐ naît du sinus de Valsalva antéro-droit en dessous du TC ☐ sillon AV droit en décrivant un C vers la croix du cœur Diamètre (3-4mm) ☐ Sillon IVI pour l'IVP ☐ Diamètre (2.5 mm)	Segment 1 : origine→ coude 1=genus superius segment 2 : Genus superius→Genus inferius Segment 3 et distalité :	artère du conus ou infundibulaire : - ostium ou qlq mm après. - directement de AA d'un ostium séparé (50 %). artère du nœud sinoauriculaire (ou de la Cx 38%)
			Marginales = Destinées au VD → collatéralité ++ en cas d'occlusion de l'IVA
			IVP (si dominance droite) → donne : branches septales, rétroventriculaire postérieure (RVP)

Tableau II: Tableau résumant la distribution coronaire

b- DOMINANCE

La notion de dominance correspond à une **prépondérance anatomique et fonctionnelle** et est en rapport avec la vascularisation de la paroi **inférolatérale** du cœur. **L'artère dite dominante est celle qui donne l'IVP et la RVP.** Statistiquement, la dominance est **droite** (ces branches sont alimentées par l'artère coronaire droite), dans **85% des cas**, et gauche (ces branches sont alimentées par l'artère circonflexe) dans environ 10% des cas. Elle est dite équilibrée lorsque l'IVP est issue de la coronaire droite et la RVP de la circonflexe (5%).[3,4]

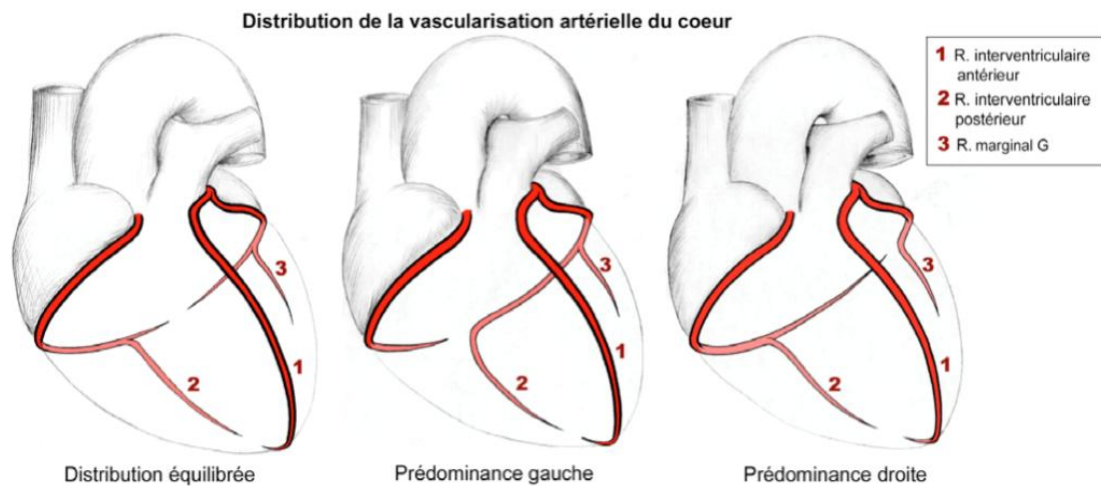


Figure 30:Schéma de distribution de la vascularisation du cœur [7].

c- RETOUR VEINEUX

Le retour veineux est propre à chaque ventricule. Les veines du **ventricule droit** se drainent dans les veines cardiaques **antérieures** qui se vident dans **l'oreillette droite** juste au-dessus des valves auriculoventriculaires. Le système veineux du ventricule **gauche** se draine dans le **sinus coronaire** qui chemine dans le sinus auriculoventriculaire antérieur avant de rejoindre le mur postérieur de l'oreillette droite. [2]

d- NOMENCLATURE

L'anatomie radiologique des artères coronaires est définie par deux nomenclatures : celle de l'étude CASS (Coronary Artery Surgery Study), et celle de l'AHA (American Heart Association) [3,5].

Dans la **nomenclature du CASS** :

La **coronaire droite** est divisée en trois segments : proximal (de l'ostium jusqu'à la naissance de la première marginale droite), moyen (entre les deux marginales) et distal (de la deuxième marginale à l'IVP).

Les branches suivantes sont l'**IVP** et les branches diaphragmatiques (ou **rétroventriculaires** gauches).

Le **tronc commun** de la coronaire gauche va de l'ostium à la bifurcation interventriculaire antérieure et la circonflexe.

L'**IVA** est divisée en trois segments : IVA proximale jusqu'à la première septale, IVA moyenne de la première septale jusqu'à la deuxième diagonale et IVA distale au-delà de la deuxième diagonale.

La **circonflexe proximale** va jusqu'à l'origine de la première marginale. La **circonflexe distale** est la branche située dans le sillon auriculoventriculaire gauche. Les branches de la circonflexe sont appelées marginales ou latérales. En cas de trifurcation du tronc commun, la première marginale est appelée **bissectrice**.

Dans la **classification de l'AHA** :

Le segment **1 de la coronaire droite** va de l'**ostium au premier tiers du segment vertical** et comprend le départ de l'artère du conus et de l'artère du nœud sinusal.

Le segment 2 va jusqu'au **deuxième genou** et comprend l'origine de la marginale du bord droit.

Le segment 3 va du deuxième genou à la **croix**.

Le segment 4 est **l'IVP**.

Le segment 5 est le **tronc commun** de la coronaire gauche.

L'IVA proximale (jusqu'à la première septale) est le segment 6, l'IVA **moyenne** le 7 et l'IVA **distale** le 8.

Les segments 9 et 10 correspondent à la première et à la deuxième **diagonale**.

Le segment 11 correspond à la **circonflexe proximale** jusqu'à la première **marginale** (segment 12).

Le segment 13 est la **circonflexe moyenne** dans le sillon auriculoventriculaire gauche et donne naissance aux **postérolatérales** (segment 14) et à **l'IVP** dans les dominances gauches (segment 15)

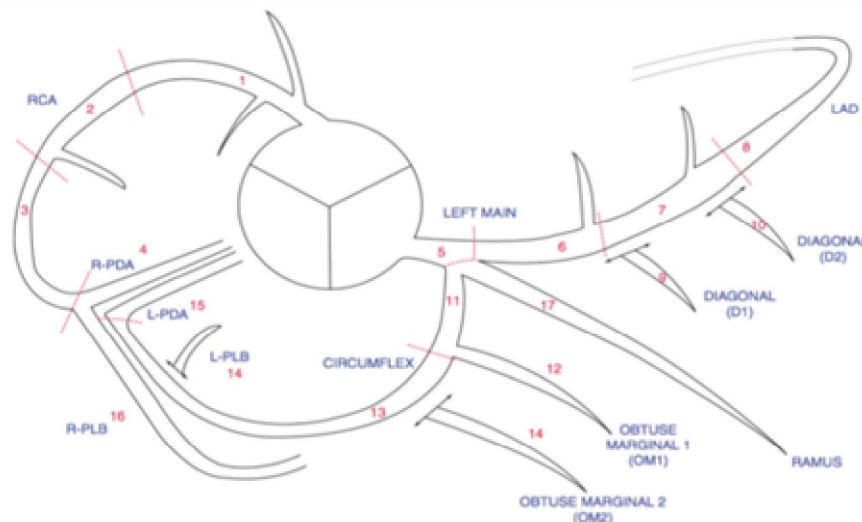


Figure 31:Classification de l'AHA [5].

2. INDICATIONS DU COROSCANNER

Le coroscanner permet d'explorer de manière non invasive le réseau coronaire artériel et veineux ainsi que les structures cardiaques et péricardiques. Ainsi, les indications reconnues actuellement sont : [8]

a. L'exploration de la pathologie coronarienne :

➤ Le **dépistage des lésions athéromateuses** : selon les recommandations ESC 2019, Le coroscanner ou le test d'ischémie sont recommandés devant un patient symptomatique avec un risque faible ou intermédiaire de maladie coronaire (niveau I), ou devant un syndrome coronarien aigu non ST+ à faible risque.

➤ Eliminer une cause ischémique de certaines cardiopathies notamment **la myocardiopathie dilatée**

➤ Le **suivi des stents et des pontages coronariens** : si suspicion de resténose

➤ **La recherche d'anomalie congénitale** de naissance, de trajet ou de terminaison des artères coronaires.

➤ Recherche de lésions coronariennes (anévrismes) dans certaines pathologies **inflammatoires ou vascularites** (kawasaki, Takayasu...)

b. Dans la cardiologie interventionnelle structurale :

➤ La planification ou le contrôle **d'une TAVI** (Transcatheter Aortic Valve Implantation)

➤ Bilan **pré-ablation de fibrillation atriale**

c. Bilan préopératoire :

des pathologies de l'aorte ascendante, notamment la dissection de les anévrismes, des valvulopathies et des tumeurs cardiaques.

– le coroscanner doit être évité en cas de calcifications coronaires massives, d'arythmie, d'obésité sévère ou de défaut de coopération pour tenir l'apnée (niveau III) [8]

Tableau 2. Coroscanner : quelles indications et quels patients à éviter ?		
Coroscanner non injecté		
Indication	Pour qui ?	À éviter ou inutile
Score calcique coronaire	Patient diabétique ou non, asymptomatique et risque CV faible ou intermédiaire	Risque CV élevé Prévention secondaire
Score calcique (autres)	Rétrécissement aortique calcifié Calcifications anneau mitral Calcifications péricardiques	
Coroscanner injecté (en l'absence d'allergie aux produits de contraste iodé et d'insuffisance rénale sévère)		
Indication	Pour qui ?	À éviter ou inutile
Analyse des coronaires	Patient à risque faible ou intermédiaire de coronaropathie et SCC Patient avec test ischémique non concluant SCA non ST+ à faible risque Bilan de CMD Bilan préopératoire de tumeur cardiaque ou de valvulopathie Bilan de pontages coronaires Bilan d'anomalie de naissance des coronaires	Cardiopathie ischémique documentée Suivi évolutif de plaque coronaire Suivi de stent coronaire < 3 mm de diamètre SCA non ST+ à risque intermédiaire ou élevé. SCA ST+ IMC > 40 kg/m ² Rythme cardiaque rapide et irrégulier Femme jeune
Cardiologie structurale	Bilan avant : • TAVI • Occlusion de l'auricule gauche • Prothèse mitrale per cutanée Surveillance post-procédure au cas par cas	
Rythmologie	Avant ablation de FA Recherche de thrombus dans l'auricule gauche Cartographie des veines coronaires avant resynchronisation	

Tableau III: Tableau résumant les indications et les contre-indications du coroscanner. [8]

3. TECHNIQUE DU COROSCANNER

Techniques d'acquisition :

A) Protocole d'acquisition :

La réussite de l'examen dépend de plusieurs paramètres : le patient, la machine, l'acquisition des images, l'irradiation et la reconstruction des images.

1) Préparation du patient :

Le patient devra **éviter** toute consommation **d'excitants** dans les 12 heures précédant la réalisation de l'examen (café, tabac..), et se présenter avec un dosage récent de sa **fonction rénale** (avec une clairance supérieure à 30ml/min). Un interrogatoire relèvera les informations concernant **l'indication** de l'examen, la présence de facteurs de risques cardiovasculaires et la notion **d'allergie à l'iode**. Il est aussi important d'expliquer proprement le déroulement de l'examen au patient pour une bonne coopération : la nécessité de **l'apnée** (en fin d'inspiration en évitant le valsalva), le prévenir de la sensation de chaleur à l'injection. Une **voie veineuse** de bon calibre sera nécessaire (aiguille téflonnée **18 G** à droite idéalement).

A noter qu'en cas de rythme cardiaque supérieur à 65 bpm, il est conseillé d'administrer un **bêtabloquant** (100mg par voie orale une heure avant l'examen, ou 50mg par voie IV juste avant l'examen) en absence de contre-indications (à savoir une bradycardie, une insuffisance cardiaque sévère, un bloc atrio-ventriculaire, BPCO). [9]

Certaines études recommandent aussi la **trinitrine** pour son effet dilatateur des artères coronaires (une pulvérisation en sublingual avant l'acquisition). [10]

2) Installation du patient :

Le patient sera installé en **décubitus dorsal, pieds en premier**, sur la table d'examen. Nous positionnerons ensuite les **électrodes**, de façon à obtenir un tracé adéquat avec une amplitude de l'onde R > onde T.

3) Le centrage des coupes :

Certaines équipes réalisent une **acquisition sans injection** de produit de contraste pour le **calcium scoring**. Il permet une première évaluation de la calcification des coronaires. Son calcul est simple et pour sa plus grande partie automatisé, le résultat étant exprimé selon le **score d'Agatston**. La quantité de calcium au niveau coronaire est définie par les unités Agaston en se basant sur les pixels dont la densité est supérieure à 130 UH, avec au moins 3 pixels adjacents afin de définir 1mm² soit 1 UA et ainsi, on parle de [11, 12, 13, 14, 15]:

- Absence de calcium coronaire pour un score à 0 UA.
- Calcifications coronaires minimales pour un score entre 1 et 10 UA.
- Calcifications modérées entre 11 et 100 UA.
- Calcifications moyennes pour un score entre 101 et 400 UA.
- Calcifications sévères pour un score >400 UA

L'examen peut être interrompu si ce score est supérieur à un certain seuil variant d'une équipe à l'autre (entre 400 et 600 UH), et l'injection du produit de contraste ne sera pas effectuée pour éviter d'exposer le patient à une irradiation inutile vu que l'interprétation des images pourra s'avérer particulièrement difficile voire impossible due aux artéfacts.

Selon l'indication du coroscanner, le champ d'exploration sera différente[16, 17]:

- Sur le massif cardiaque : **boite cœur**
- Couvrant le cœur et les vaisseaux médiastinaux : **boite thorax** qui servira pour l'exploration des douleurs thoraciques en urgence pour rechercher une lésion coronarienne, une embolie pulmonaire ou une dissection aortique.

L'épaisseur des coupes doit être la plus fine possible, elle dépendra de l'appareil tomодensitométrique, sachant que l'exploration du volume cardiaque nécessite 400 à 500 coupes depuis la partie inférieure de la crosse de l'aorte à la face inférieure du cœur.

4) Protocole d'injection :

L'administration du produit de contraste iodé à forte concentration (**350-400 mol d'iode/ml**) sera réalisée en fonction de la corpulence du patient, et ce, grâce un **injecteur automatique** pour obtenir un débit d'injection élevé (**entre 4 et 6 ml/s**). Et pour éviter les artéfacts de scintillement provoqués par une concentration trop importante du produit de contraste au niveau des cavités droites, le produit de contraste sera pulsé par du **sérum physiologique**. Plusieurs protocoles ont été décrits, certaines équipes préfèrent l'injection triphasique avec une injection intermédiaire d'iode diluée à 50% pour visualiser les éventuelles lésions endocavitaires (thrombus, myxome).[16, 18]

Le **déclenchement de l'acquisition** se fera sous contrôle fluoroscopique, dès que le rehaussement atteindra **100 UH** au niveau de **l'aorte ascendante** ou de l'aorte isthmique.



Figure 32:Topogramme avec synchronisation cardiaque

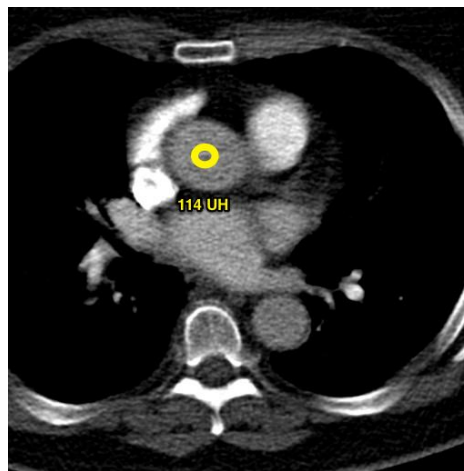


Figure 33:Déclenchement de l'acquisition sous contrôle fluoroscopique

5) Mode d'acquisition

La particularité de cet examen réside en le fait que le cœur est un organe qui est en perpétuel mouvement. Ainsi, pour pouvoir reconstruire les images au moment où le cœur est le plus immobile, et donc où les artères présentent le meilleur remplissage, c'est à dire en télédiastole, l'acquisition doit toujours être synchrone à l'ECG. Il est à noter que plus le rythme cardiaque du patient est rapide, plus la phase diastolique est courte et la fenêtre de reconstruction est étroite. [11]

Deux modes sont possibles pour l'acquisition, en fonction du rythme du patient [11, 16]:

- Pour un rythme cardiaque lent et régulier (≤ 70 bpm), nous préférons une acquisition **séquentielle** en mode **prospectif** à l'ECG (technique step-and-shoot) qui reste une technique **peu irradiante**.
- Pour un rythme cardiaque plus rapide ($>70/\text{min}$) ou lorsqu'il est nécessaire d'étudier la fonction cardiaque, nous choisirons plutôt une acquisition **spiralée** en mode **rétrospectif** à l'ECG. Cette technique couvre l'ensemble du rythme cardiaque, elle est plus **irradiante**.

En cas d'arythmie, la prise en compte de celle-ci peut se faire [10, 16]:

- de manière prospective : les battements cardiaques erratiques sont éliminés en temps réel lors de l'acquisition
- de manière rétrospective: les fenêtres de reconstruction seront modifiées à posteriori pour éliminer une extrasystole grâce aux logiciels d'édition d'ECG.



Figure 34: Prise en compte prospective des arythmies [11].

D'autre part, les nouvelles technologies en matière d'appareillage permettent une amélioration de la qualité des images tout en limitant l'exposition aux rayons X d'autant plus qu'il est possible d'obtenir des informations complémentaires à la seule représentation anatomique de l'arbre coronaire.

Ainsi, il est maintenant possible d'obtenir des acquisitions sur un seul battement cardiaque soit par une couverture très large, soit par une acquisition spiralée bitube permettant un pitch large et une vitesse de rotation élevée pour une acquisition en 250ms sur une diastole.[17]

Dans notre service, la technique utilisée est la suivante:

Nous centrons les coupes sur le massif cardiaque et en cas de pontage, nous préférons une acquisition plus haute afin de mieux visualiser la distalité.

L'acquisition est prospective à l'ECG, pour le calcium scoring

Déclenchement automatique de la série avec un ROI placé au niveau de l'aorte ascendante

Acquisition eu temps artériel en synchronisation cardiaque rétrospective.

B) Dosimétrie :

Il est à présent important de maîtriser la dose d'irradiation délivrée, ce qui est devenu possible grâce aux progrès technologiques dont a bénéficié le scanner multicoupe. Celle-ci est exprimée en milligrays par centimètres correspondant au produit dose longueur.

La notion de « dose efficace de rayonnement », permet la comparaison avec la coronarographie qui reste l'examen de référence. Elle est de l'ordre de 2,5 à 5mSv pour une **coronarographie diagnostique** et de **10 à 15 mSv** pour un **coroscanner**. Cela dit, elle peut significativement être modifiée en modulant différents paramètres, tout en conservant une qualité d'image satisfaisante. [11, 19]

1) Mode d'acquisition :

L'acquisition en mode séquentiel prospectif à l'ECG permet de réduire d'environ 70% l'irradiation délivrée au patient. Effectivement, les rayons X ne sont émis qu'au cours d'une seule phase du cycle cardiaque, en général la phase diastolique et l'exposition aux rayons X est très limitée.

Par contre, il n'y aura qu'une seule phase de reconstruction et donc l'étude de la fonction cardiaque est impossible. De plus, ceci ne peut être réalisé que si le rythme cardiaque est lent et régulier. Ce type d'acquisition est à privilégier et il ne faut pas hésiter à utiliser les bêtabloquants pour ralentir le rythme cardiaque du patient.

L'acquisition en mode spiralé rétrospective à l'ECG est plus irradiante vu que les rayons X sont émis durant la totalité du cycle cardiaque, délivrant une dose plus importante au patient. [20]

Les scanners de nouvelle génération proposent une large couverture ou la technique bitube en mode flash permettant de réduire considérablement la dosimétrie. [13, 16, 21]

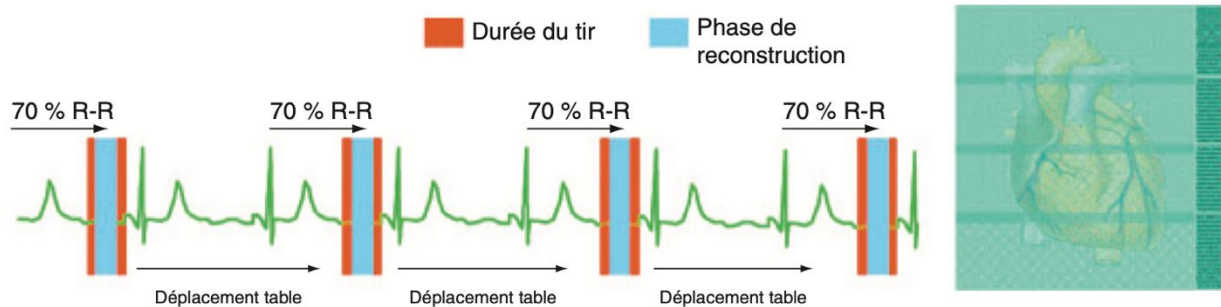


Figure 35:Schéma illustrant l'acquisition en mode séquentiel. [11]

2) Modulation du courant :

Ceci consiste à adapter les milliampères en fonction de l'ECG. Le courant sera maximal en diastole et abaissé pendant les autres phases du cycle cardiaque, ce qui va permettre de réduire l'irradiation d'environ 40%. Sachant que la modulation est d'autant plus efficace que le rythme cardiaque est lent. Sur les appareils les plus récents, la modulation de dose selon l'ECG est désactivée automatiquement, en cas de détection d'une extrasystole ou d'irrégularités importantes sur les quelques cycles précédant l'acquisition ou durant celle-ci. [11]

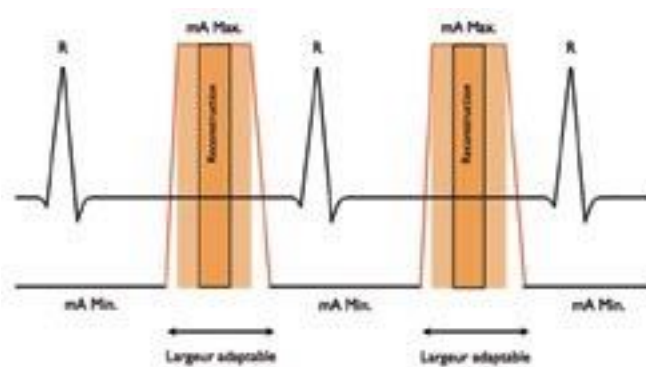


Figure 36: Description schématique de la modulation de dose selon l'ECG. La largeur de la fenêtre temporelle pour laquelle le milli-ampérage est maximal est choisie avant l'acquisition. Plus cette fenêtre est étroite et plus la réduction de dose est efficace ; on dispose par contre de moins de phases du cycle cardiaque pour l'analyse du réseau coronaire. [11]

3) Tension appliquée au tube :

Le kilovoltage affecte le pic d'énergie des photons et ainsi le contraste de l'image. L'optimisation de ce paramètre est importante car le kilovoltage a un effet sur la dose qui varie approximativement en fonction du carré des kV. Il faut toutefois garder à l'esprit qu'une baisse trop importante du kilovoltage conduit à une augmentation du bruit de l'image.

Le kilovoltage standard pour une exploration cardiovasculaire est de **120 kV** mais une valeur de **100 kV** peut être appropriée pour de nombreux patients (index de masse corporelle inférieur à 28 et poids inférieur à 85 kg). Une étude récente a montré que 100 kV pouvaient être utilisés pour obtenir des images de qualité diagnostique pour des patients de poids normal, avec une baisse de 25 % de la dose efficace par comparaison à 120 kV. La dose efficace moyenne était diminuée de 50 % et les images de qualité maintenue quand le milli-ampérage était également optimisé. Les patients les plus minces (poids inférieur à 60 kg) peuvent être explorés à 80 kV.

Ainsi, il est recommandé d'adapter les kilovolts à la morphologie du patient. [22-25]

4) Volume d'acquisition :

Il est important de bien adapter son champ d'exploration à l'indication de l'examen (boîte cœur ou boîte thorax), et chez la femme, de retirer la poitrine du champ d'exploration lorsque celle-ci est volumineuse, la glande mammaire étant très radiosensible.[26]

Pour les machines qui en disposent, les filtres 'papillons' permettent d'obtenir la plus forte dose au centre du champ de vue et la plus faible à sa périphérie. Il est donc recommandé, lors de l'installation du patient, de positionner le cœur à l'isocentre du tunnel. [11]

5) Epaisseur de la coupe :

La collimation des détecteurs doit être adaptée à l'indication de l'examen.

Le choix d'une coupe fine est nécessaire afin d'avoir une résolution spatiale optimale permettant l'exploration des petites structures anatomiques

telles que les structures coronaires (entre 0.5 et 0.7 mm). Par contre, pour étudier le myocarde (dans le cadre de la recherche d'un infarctus récent, arguments en faveur d'une myocardite), nous pouvons choisir des coupes plus épaisses (3mm), ce qui permet une bonne interprétation de l'examen tout en diminuant la dose délivrée au patient. [11]

C) Outils de Post traitement :

Le traitement de l'image après l'acquisition est une étape essentielle pour l'examen du cœur au scanner. Effectivement, les coupes axiales sont insuffisantes pour analyser toutes les structures cardiaques, en particulier les artères coronaires vu que certains segments sont mal visibles dans le plan axial ou en MPR (*multiprojection reformat*).[27]

Des logiciels ont été développés à cette fin, permettant une étude complète du cœur selon un protocole systématique, rigoureux et utilisant plusieurs outils de traitement de l'image.

Après avoir chargé la totalité des phases reconstruites sur une console de traitement d'images, la première étape consiste en l'étude du myocarde, des cavités cardiaques et des valves. Celle-ci est d'abord morphologique sur les coupes 2D, mais aussi cinétique pour évaluer la contraction du ventricule gauche et les mouvements des valves. L'étude fonctionnelle utilisera quant à elle des logiciels spécifiques en 3D. [27]

Pour l'étude des artères coronaires, la première étape consiste en la sélection de la phase optimale durant laquelle ces artères sont le mieux visualisées sans artéfacts cinétique. Ensuite, l'imagerie 3D telle que le VR (Volume rendering) ou le maximum intensité projection (MIP), permettent de

visualiser les artères coronaires droites et gauches, et de repérer d'éventuelles anomalies d'implantation. On étudiera la lumière et la paroi en 2D curviligne. [27]

1. Sélection de la phase optimale :

Si l'acquisition a été rétrospective, une phase du cycle cardiaque est automatiquement reconstruite par défaut pendant la diastole en général à 75% du cycle RR. [18, 28]

Une seule phase du RR est suffisante pour obtenir des images correctes de l'ensemble du réseau lorsque le rythme cardiaque est lent [19, 26] . Dans le cas contraire, lorsque le rythme cardiaque est élevé pendant l'acquisition, il sera nécessaire de rechercher la meilleure phase avec une qualité d'image optimale, et ce, grâce à des reconstructions à plusieurs phases du RR. [26]

Dans notre service, nous reconstruisons 10 phases de 0 à 90% avec un incrément de 10%. La totalité des images composant les 10 phases varie entre 1500 et 2500 en général utiles pour l'analyse morphologique des artères coronaires et fonctionnelle du VG. Les reconstructions se font avec un FOV de plus petite taille (matrice 256), centrées sur le cœur avec un filtre standard. Pour les stents on reconstruit avec un filtre dur pour améliorer la qualité des images. La sélection de la phase optimale s'effectue sur une console dédiée. Chaque phase est examinée afin de repérer la ou les phases où les coronaires deviennent nettes. On se sert de la racine aortique comme repère pour détecter rapidement la meilleure phase.

Habituellement la RCA est nette à 40% alors que la LCA est nette à 80%.

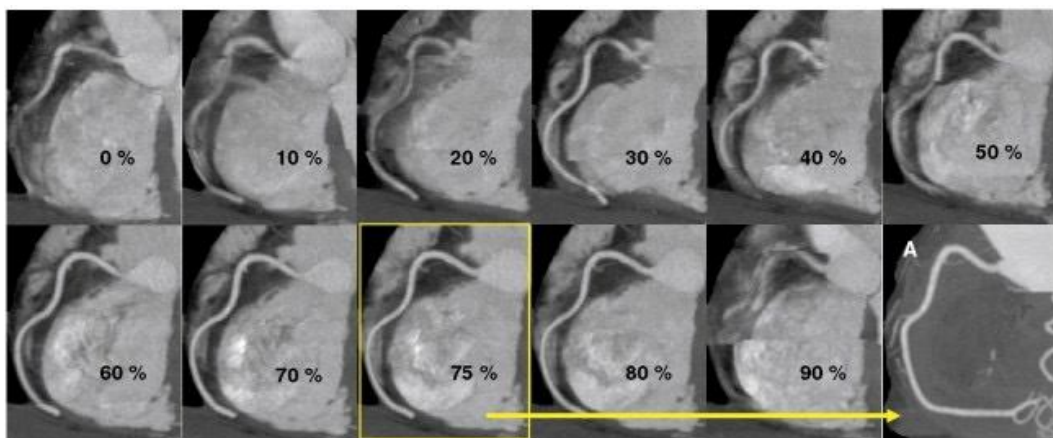
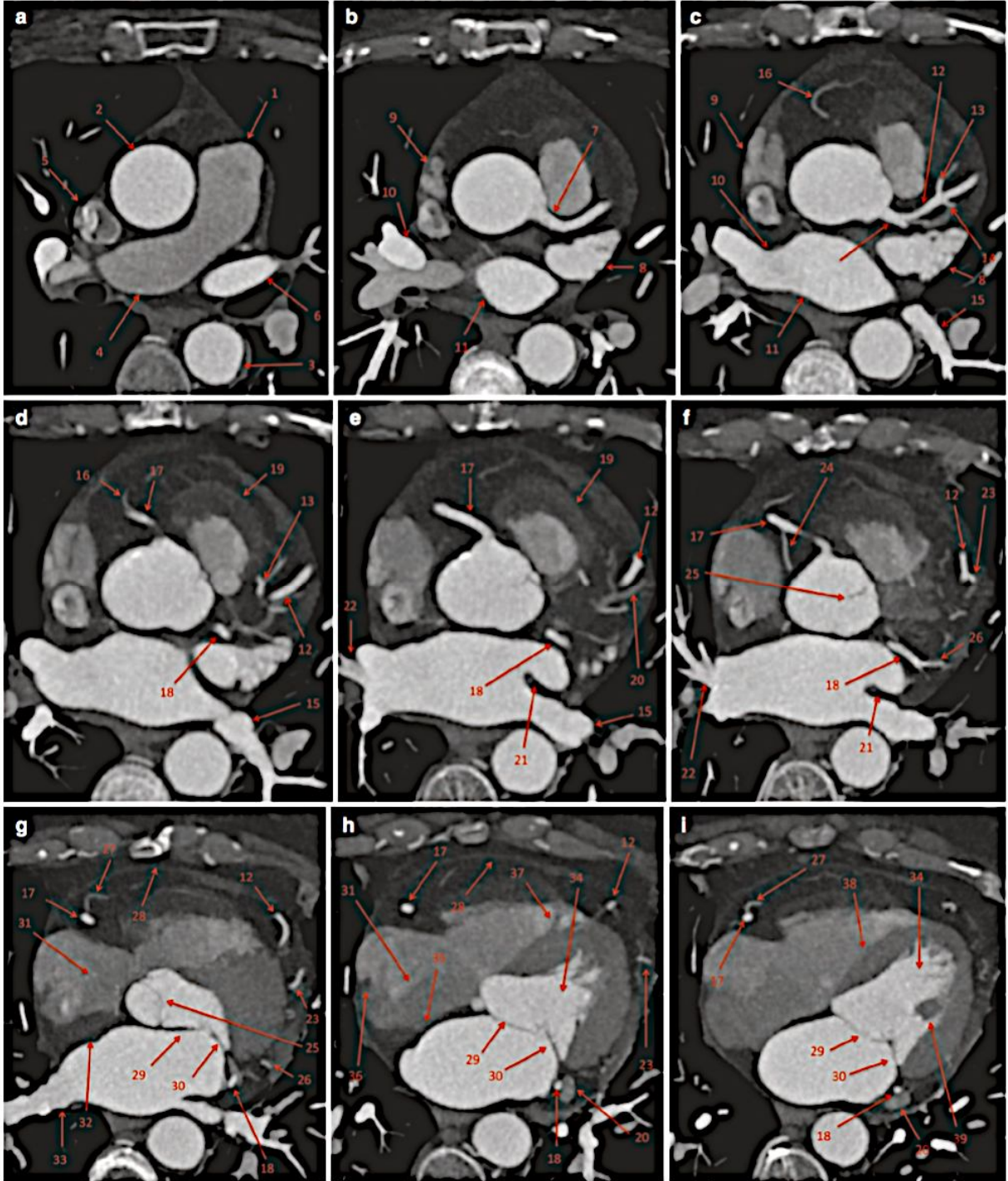


Figure 37:Reconstruction des données en plusieurs phases du cycle cardiaque de l'artère coronaire droite. Phase optimale = 75 % du cycle RR ; [11]

2) Types de reconstruction des images :

Ils correspondent à une application de techniques d'analyse aux images natives dans le but d'obtenir des informations. [14]



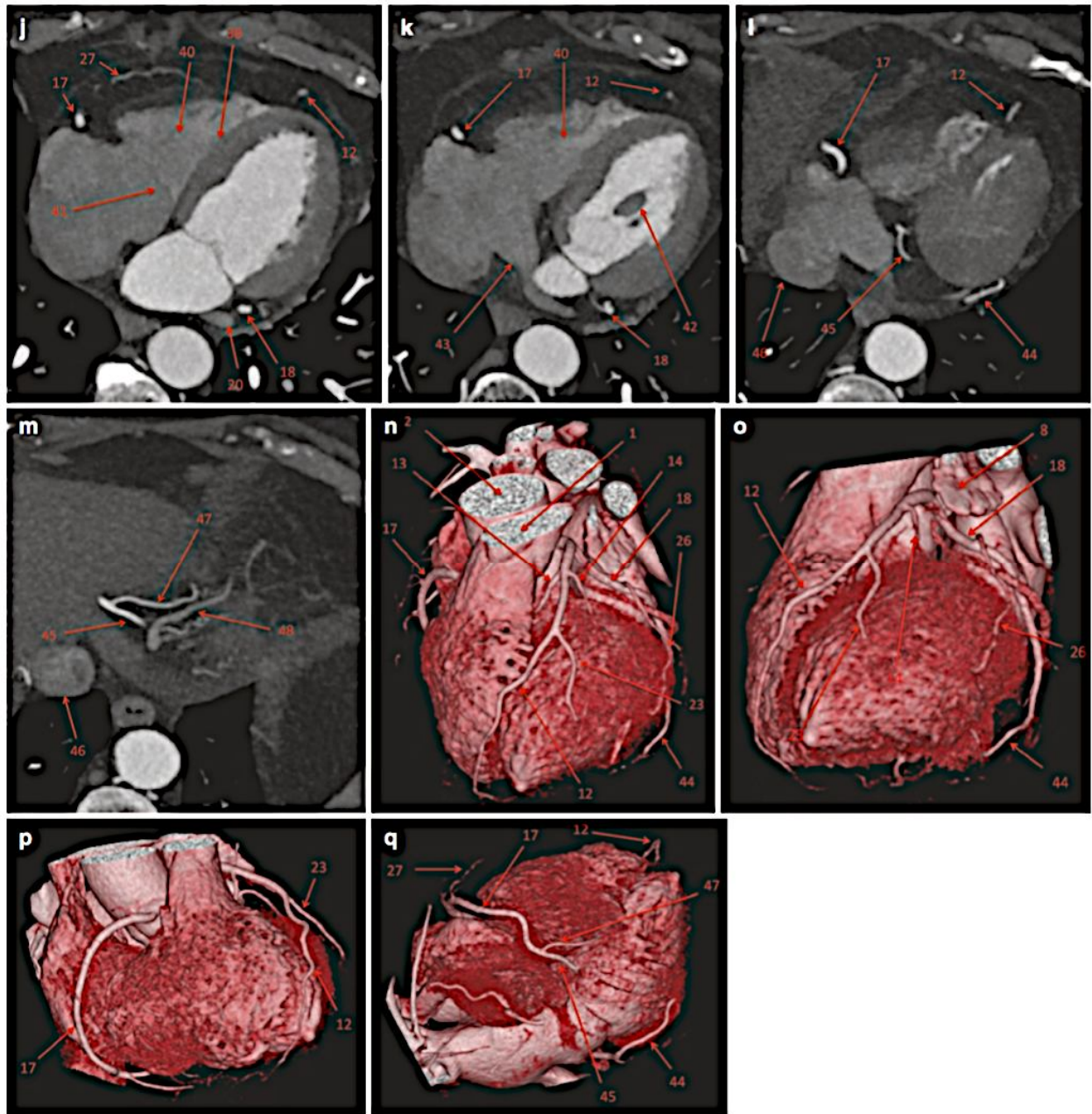


Figure 38:Anatomie des artères coronaires sur coupes axiales [5]

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 : tronc de l'artère pulmonaire | 2: Aorte ascendante |
| 3: Aorte descendante | 4: artère pulmonaire droite |
| 5: Veine cave supérieure | 6: Veine pulmonaire supérieure gauche |
| 7: Tronc commun gauche | 8: Auricule droite |
| 9: Auricule gauche | 10: Veine pulmonaire supérieure gauche |
| 11: Oreillette gauche | 12: IVA |

13: Première branche perforante septale	14: Première branche diagonale
15: Veine pulmonaire inférieure gauche	16: Artère du conus ou infundibulaire
17: Artère coronaire droite	18: Artère circonflexe
19: Conus	20: Grande veine cardiaque
21: Ligament de Marshall	22: Veine pulmonaire moyenne droite
23: deuxième branche diagonale	24: Artère sinoatriale
25: valve aortique	26: Première branche marginale
27: Branche marginale	28: Péricarde
29: Valvule antérieure de la valve mitrale	30: Valvule postérieure de la valve mitrale
31: Oreillette droite	32: Septum interauriculaire
33: Veine pulmonaire inférieure droite	34: Ventricule gauche
35: Fosse ovale	36: Crista terminalis
37: Bandelette modératrice	38: septum interventriculaire
39: muscle papillaire antérieure du ventricule gauche	40: Ventricule droit
41: Valvule tricuspide	42: Muscle papillaire postérieur du ventricule gauche
43: Sinus coronaire	44: Deuxième branche marginale
45: Artère rétroventriculaire postérieure	46: Veine cave inférieure
47: Artère interventriculaire postérieure	48: Veine cardiaque moyenne

a) MPR (Multiplanar Reformation)

Ce mode de reconstruction permet une première **analyse 2D** sous plusieurs plans de coupe avec une double ou triple obliquité. Il se révèle très utile pour **l'analyse initiale** des **cavités cardiaques**, des **parois myocardiques**, et une première analyse des artères coronaires. Ceci étant dit, les rapports 3D des structures, et la quantification des sténoses restent difficiles à appréhender en MPR.[14]

D'autre part, ce mode permet aussi l'analyse cinétique globale et segmentaire du VG, mais il est limité par la résolution spatiale qui reste modeste (toutefois améliorée par les scanners bitube : 80-90 ms). [10, 14]

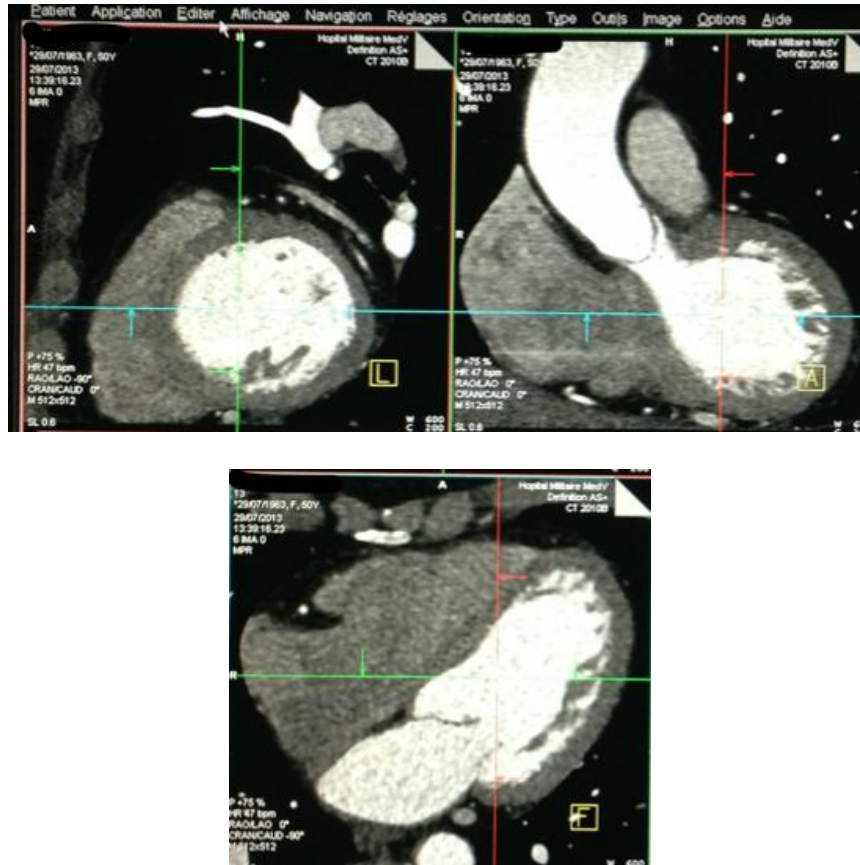


Figure 39: Analyse en mode MPR .

b) VRT (Volume Rendering Technic)

Pour obtenir cette imagerie **3D**, les structures osseuses et toutes les structures médiastinales entourant le cœur sont effacées par un logiciel. Il est possible d'effacer le tronc de l'artère pulmonaire et l'auricule gauche qui masquent l'origine des deux artères coronaires. Cette imagerie est possible avec ou sans les autres structures cardiaques.[28]

C'est le type de traitement utilisé dans le bilan des **malformations vasculaires** (anomalies de naissance), afin de préciser le **trajet des pontages coronaires**, mais aussi pour préciser la distribution spatiale des **veines pulmonaires** avant les traitements rythmologiques d'ablation. [14]

Cependant, ce type de reconstruction ne permet pas de quantifier les sténoses avec précision. D'autres limites : il est possible d'avoir une superposition des artères et des veines lorsque l'acquisition est tardive, la reconstruction est longue à réaliser (jusqu'à 50 à 70 min pour un seul malade dans notre service). Parfois il est possible de fusionner deux VR différents ou de fusionner un VR avec des coupes 2D. [10, 14, 28]

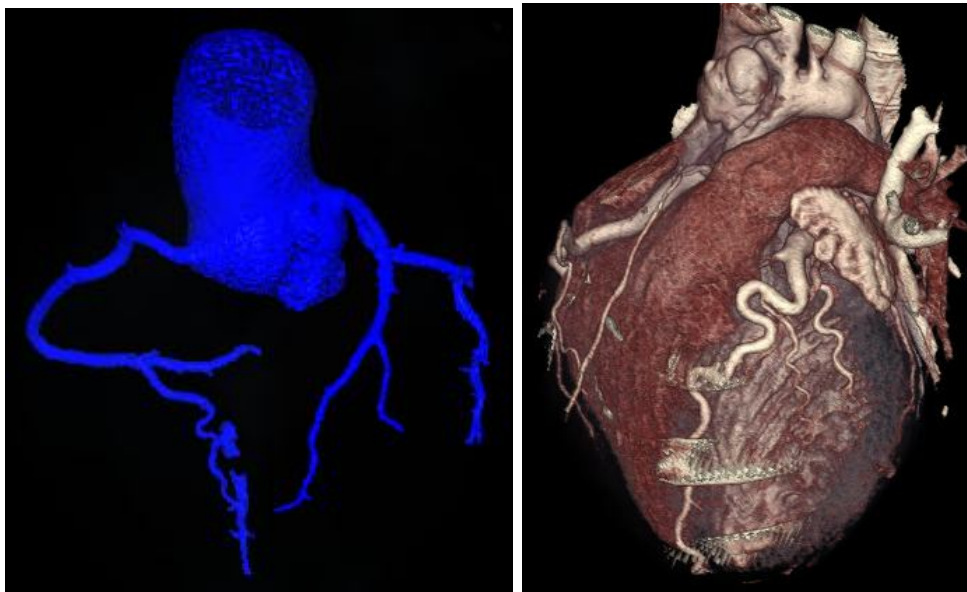


Figure 40: Reconstruction VRT isolant juste les artères coronaires (a) et cœur (b).

c) MIP (Maximum intensity projection) :

Ce type d'imagerie 3D sélectionne les pixels de haute densité au niveau de plusieurs coupes afin de créer une image d'épaisseur variable contenant les vaisseaux ainsi que d'autres structures hyperdenses (calcifications, stents..). [14, 18]

Le MIP étudiera les différentes branches des artères coronaires dans toutes les projections, et permettra de dégager telle ou telle artère afin de déterminer les zones potentielles de lésion. [10]

Le diagnostic de ces lésions est facile lorsque ces dernières sont dues à des plaques molles, ce qui n'est pas le cas lorsque les plaques athéromateuses sont calcifiées ou pour le diagnostic de resténose intra-stent. Dans ce cas il est nécessaire d'avoir recours à une imagerie 2D pour dissocier la lumière des calcifications ou des stents.[10, 29]

A la suite du MIP, il est possible d'améliorer la qualité de l'image par le MPVR qui est un MIP de faible volume (5mm). Ainsi, les différents segments des artères peuvent être dissociés et chaque collatérale est étudiée en totalité ou segment par segment en utilisant un mode MPVR.

C'est une technique particulièrement intéressante quand il est question d'étudier les bifurcations, lieux préférentiels de lésions vasculaires.[10, 27, 29]

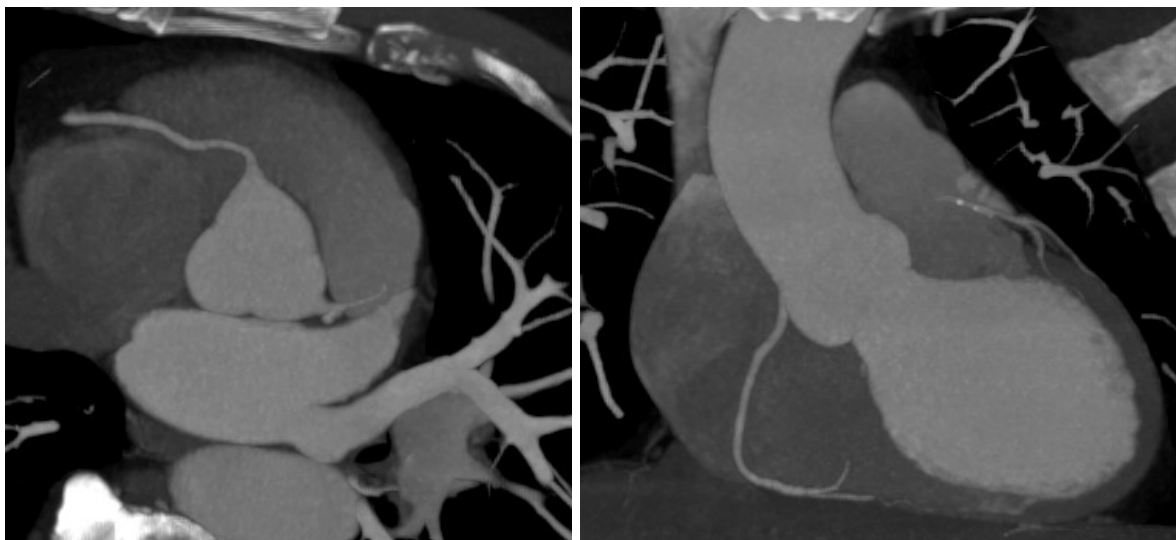


Figure 41: Reconstructions MIP dans le plan axial (a) et coronales (b) montrant l'artère coronaire droite (RCA)

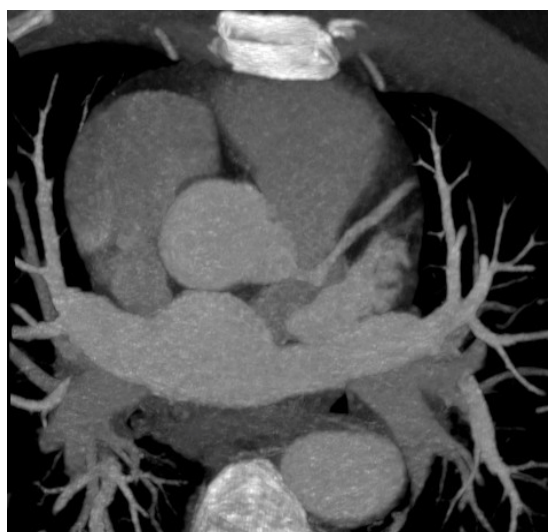


Figure 42: Reconstructions MIP global du réseau veineux pulmonaires dans le cadre d'un bilan préthérapeutique d'une thermo-ablation



Figure 43: Reconstitutions en MIP fin montrant le trajet d'un pontage artériel dans le cadre d'une chirurgie «Redux»

d) Reconstitutions curvilignes :

Ce mode de post-traitement permet de définir un plan virtuel curviligne le long du grand axe des artères coronaires et d'obtenir un plan axial orthogonal du plan précédent. [27]

Les images 3D permettent de localiser les lésions coronaires, mais elles restent insuffisantes pour l'étude précise de ces dernières. Ainsi, pour étudier et quantifier les sténoses, les plaques athéromateuses et de la lumière intra-stent.

Une segmentation automatique ou semi-automatique sera effectuée à partir des images 3D (tree VR ou MIP), le but étant de déterminer le centre de la lumière artérielle (suivi ou tracking) et de pouvoir analyser chacune des artères coronaires et ses branches sur 360°. [14, 28]

En ce qui concerne la segmentation automatique, la machine se charge de trouver l'aorte et chaque branche des artères coronaires droite et gauche ainsi que leurs collatérales. D'autres fois, la segmentation est semi-automatique, en mettant un point sur l'aorte ascendante et un point à la dispartité de chacune des coronaires.[27]

Pour des cas un peu plus difficiles, il est possible de mettre de manière manuelle plusieurs points sur une artère ou un pontage coronaire et de passer des sténoses très serrées ou des thromboses par la création d'un pont. Le logiciel se chargera de trouver automatiquement la lumière du lit d'aval opacifié^{5,6}. Ainsi, une fois la lumière retrouvée par le logiciel, la première étape consiste en le contrôle de la qualité de la reconnaissance de l'axe du vaisseau. Ainsi, il faut vérifier que la trace passe bien par le milieu de la lumière et la corriger si ce n'est pas le cas⁷. Ces corrections se révèlent souvent nécessaires dans le tracking sur des artères calcifiées, sténoses ou au niveau de bifurcations.[27]

La vue lumen est un bon outil pour cette vérification. Si l'axe est rectiligne, c'est qu'il passe bien par le milieu du vaisseau.

Le mode 2D curviligne réalisé grâce à la segmentation préserve les caractéristiques des coupes axiales de base, et nous pouvons dissocier la lumière de la paroi, la plaque molle, la calcification, le stent.

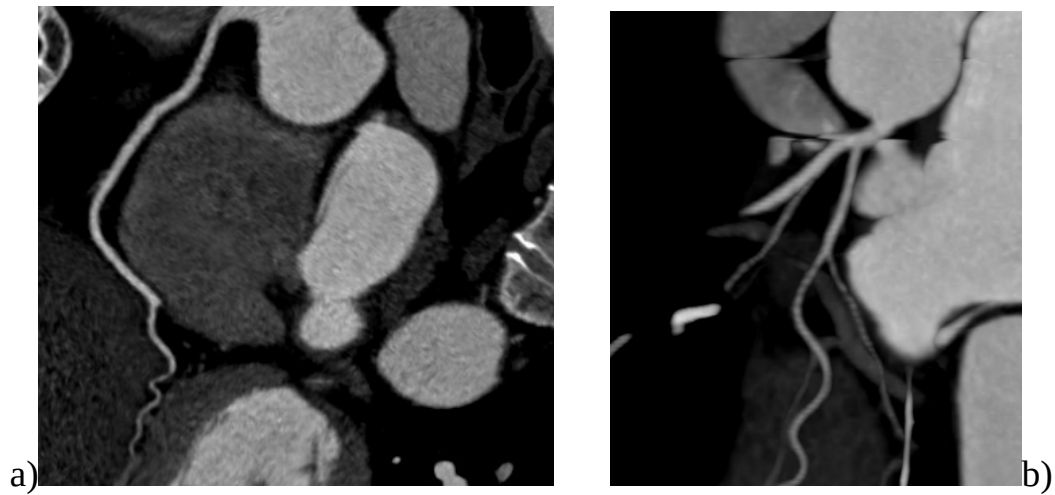


Figure 44:Reconstructions curvilignes des artère coronaires droite (a) et du tronc commun et ses branches (b).

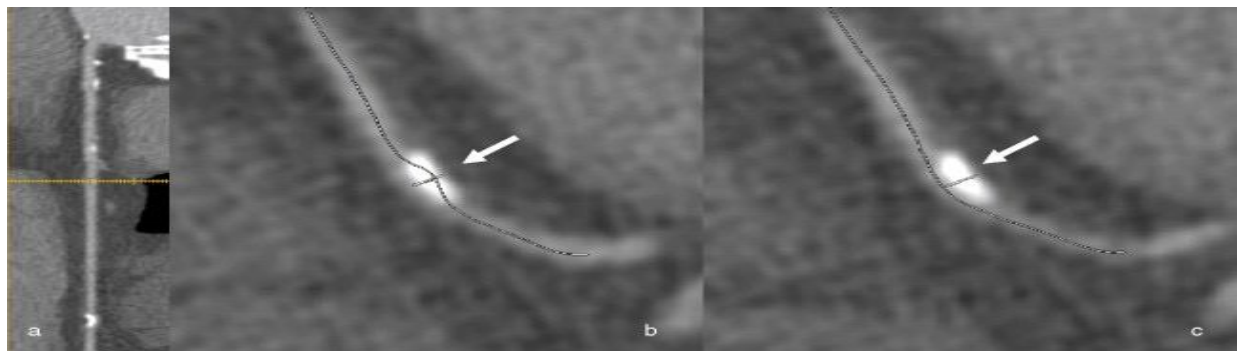


Figure 45: Édition de la trace près d'une calcification. a. Lumen view. b. Au niveau de la calcification, il est nécessaire de corriger le tracé pour le placer au centre du vaisseau. c. Résultat après correction. [27]

e) Les reconstructions orthogonales :

Les **cross sections** permettent d'étudier la lumière et la paroi vasculaire. Nous pouvons mesurer les surfaces et les diamètres nous permettant ainsi de quantifier une sténose coronaire.

C'est sur le **plan axial transverse** que les mesures du **diamètre minimal** et de la **surface** de la lumière sont effectuées.

Les calcifications posent souvent problème, et la sténose est surestimée due au blooming.[18, 28, 29]

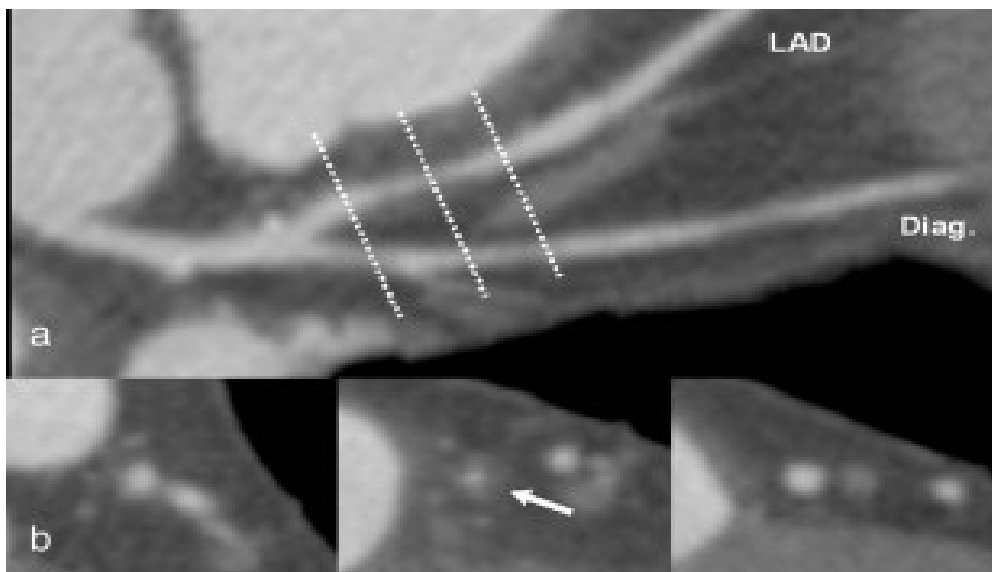


Figure 46: Interventriculaire antérieure : 2D curviligne. a. Rotation autour de l'axe du *tracking* pour étudier la bifurcation interventriculaire antérieure/diagonale 1. b. *Cross section* : étude de la lumière et de la plaque molle. [10]

f) Endoscopie virtuelle :

L'exploration endoluminale des segments artériels est possible grâce à l'endoscopie virtuelle (navigator). C'est une technique qui est d'autant plus intéressante lorsqu'il s'agit d'une **anomalie de naissance des artères coronaire** ou pour l'étude des **bifurcations**. Aussi, elle peut être utilisée dans l'étude des **valves cardiaques**, des **formations intra cavitaires** (tumeur, thrombus). [14, 27, 28]

Cette technique est utilisée par certaines équipes dans les explorations **des dissections** de l'aorte ascendante afin de mieux visualiser les portes d'entrée.

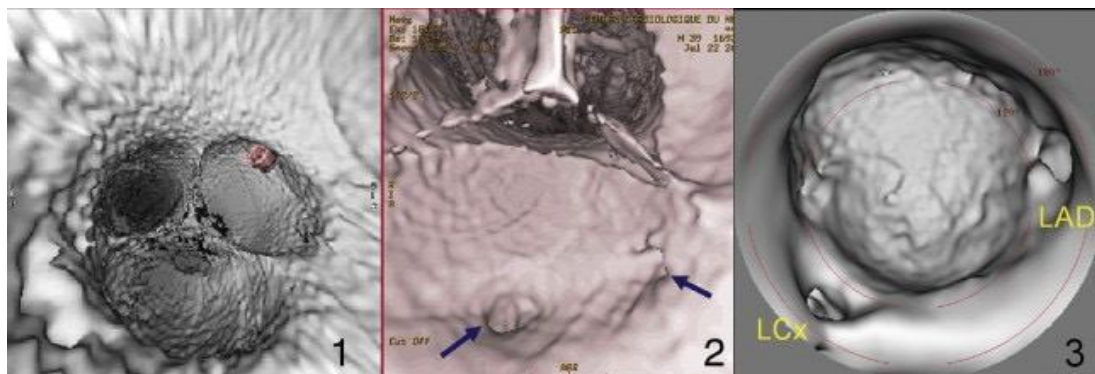


Figure 47 : Navigator. **1.** Stent de l'ostium du tronc commun débordant dans l'aorte. **2.** Ostium propre de l'IVA et de la Cx. **3.** Anévrisme de la bifurcation LAD/LCx. [27]

3) Analyse des sténoses des artères coronaires :

La quantification du degré de sténose est nécessaire dans la poursuite des explorations et dans le choix thérapeutique. [14]

Si en imagerie 3D, le MIP a tendance à surestimer les lésions, le réglage des paramètres dans le VR peut modifier la taille de la lumière. Les plaques calcifiées en 3D masquent la lumière sténosée. Toutefois, les **sténoses distales** sont plus difficiles à détecter en 2D curviligne compte tenu de la taille des vaisseaux et de l'effet du volume partiel, et nous privilégions ainsi le **MIP et le VR**. [27]

Essentiellement nous utilisons les coupes 2D curvilignes dans le plan longitudinal et surtout le petit axe. Le degré de sténose peut être objectivement estimé. La précision de ces mesures dépend de la qualité de l'acquisition, en particulier de la résolution spatiale et de l'opacification de la lumière.[27]

Ce **degré de sténose** peut être apprécié par plusieurs méthodes : **visuelle**, mesure des **diamètres**, mesure **surfactive**, **ratio** entre la paroi et la lumière, quantification **automatique** en diamètre et surface, variation de la densité de la lumière.

La méthode la plus rapide étant la méthode visuelle, mais c'est aussi la méthode la plus subjective. Intéressante pour la détection topographique des sténoses, elle est relativement efficace pour les sténoses modérées ou très sévères et pour les occlusions.

Les mesures des diamètres maximaux, minimaux et moyens peuvent être automatiques ou manuelles. Elle est souvent associée à d'autres méthodes vu qu'elle est souvent insuffisante surtout pour les sténoses excentrées.

La mesure des surfaces manuelle ou automatique donne des mesures comparables à celles de l'IVUS. Il est nécessaire de contrôler la qualité de la détection automatique des contours lorsque la mesure est automatique.

Le ratio entre la taille de la lumière et la taille du vaisseau est très utilisée en échographie. Mais les mesures sont faussées par le remodelage positif ou négatif de la plaque athéromateuse. [27]

La quantification automatique des diamètres et des surfaces fournies par la machine reste la technique la plus séduisante. Des algorithmes de détection permettent le contourage de la lumière automatiquement et différencient la plaque athéromateuse. Le degré de sténose est calculé par rapport à une portion saine de l'artère en amont ou en aval de la lésion. L'ordinateur nous fournit automatiquement les mesures de diamètre et de surface, et la quantification de la sténose. Cette détection est fiable pour les sténoses sur plaques mixtes ou molles. En revanche, pour les plaques calcifiées, compte tenu de l'hyperdensité et de l'effet blooming, elle est plus aléatoire. Et dans ce cas, il est plus judicieux de se servir des mesures manuelles de diamètre ou de surface en intégrant l'effet blooming. [27]

La mesure de la densité de la lumière au niveau de la sténose est une nouvelle technique de quantification. On se sert du profil de densité de la ligne de tracking qui est au centre de la lumière. Sur une artère saine, cette densité en UH est sensiblement la même tout le long de l'artère. Par contre lorsque la sténose est significative, il existe une diminution importante de la densité de la lumière au niveau de la sténose, comparativement à la portion normale. [27]

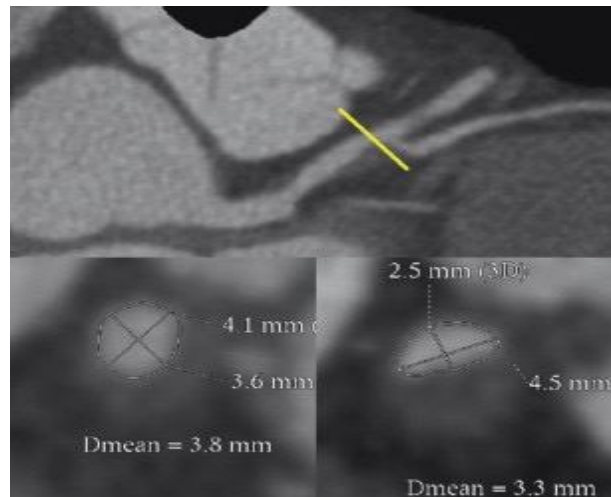


Figure 48: Mesures des diamètres maximaux, minimaux et moyens en cross section (orthogonal). [27]

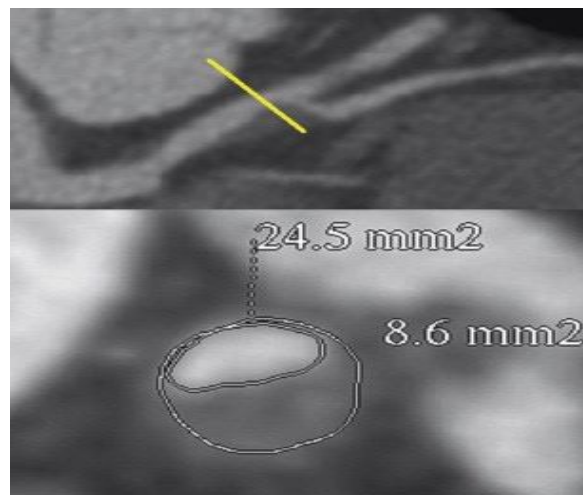


Figure 49: Ratio entre la taille de la lumière et la taille du vaisseau en *cross section*. [27]

L'étude des sténoses des artères coronaires comprend **aussi l'analyse des plaques athéromateuses**. Des logiciels en cours de développement permettent la quantification du **volume** de la plaque et l'analyse de sa **composition** en dissociant les composantes calciques, fibreuses et lipidiques. Ceci étant dit, leur utilisation est limitée par l'existence d'un chevauchement des valeurs de densités. [14,27]

Le **codage des couleurs** est un autre moyen pour préciser les caractéristiques de la plaque en attribuant une couleur à chaque structure intraplaque de densité différente définie par les unités Hounsfield (UH). Ainsi, l'IVUS CT, comparable aux images de l'échographie intramusculaire, est une visualisation des plaques en couleur sur les coupes orthogonales. [30]

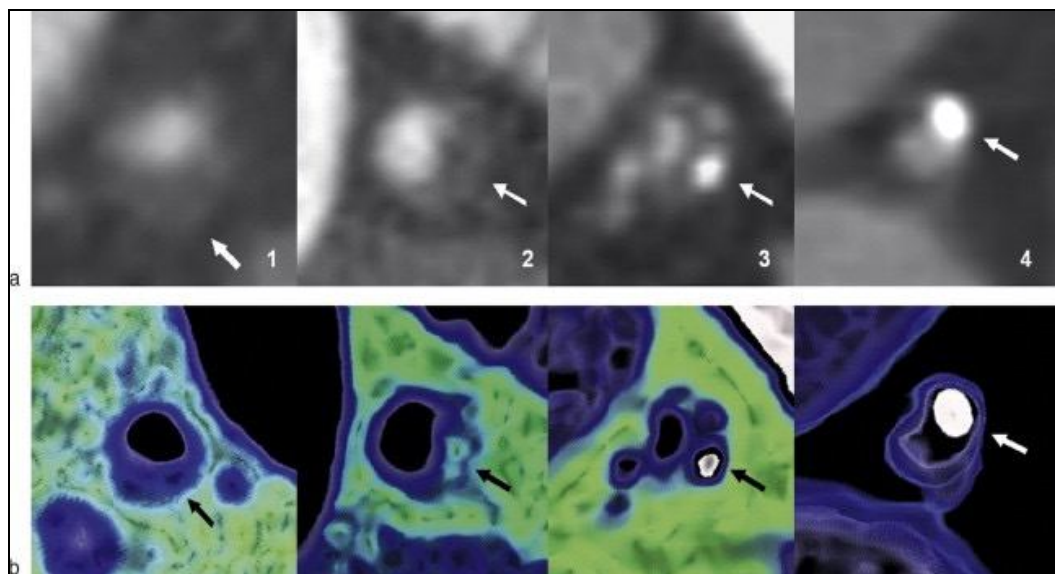


Figure 50: Analyse de plaque en IVUSCT. a. 2D cross section. b. IVUS CT.

1. Plaque molle 2. Plaque molle et noyau lipidique. 3. Plaque mixte. 4. Plaque calcifiée[27].

Le **compte rendu** du coroscanner doit mentionner : le **siège de la plaque** (au niveau d'un osmium ou d'une bifurcation), sa **longueur**, son **excentricité**, sa **régularité**, la présence ou non de **calcifications**, **l'angulation**, la **tortuosité du vaisseau porteur** de la lésion, la présence de **collatéralités** à proximité ou en longueur de la plaque, la présence d'une zone **d'occlusion**. [14, 30]

4) Étude morphologique et fonctionnelle du VG :

a) Étude morphologique en mode 2D mono ou multiphasique :

Afin d'étudier les parois du ventricule gauche, les coupes sont traitées dans les mêmes plans que les autres techniques non invasives, en l'occurrence l'échographie et l'IRM.[10, 14]

Ces plans étant :

- Le grand axe ou coupe quatre cavités ;
- Le grand axe vertical ou coupe deux cavités ;
- La coupe trois cavités ;
- La coupe petit axe.

Ce sont des plans obliques définis en fonction des axes du cœur. A partir de ces plans, il est possible de pratiquer des **mesures de longueur**, de **diamètre**, **d'épaisseur**, et d'analyser la **structure du myocarde**. [28]

Nous pouvons conclure à la présence ou l'absence d'une **hypertrophie ventriculaire** par les mesures du septum et des parois (**septum >12mm et/ou autre paroi >10mm**)

Un **amincissement du myocarde (paroi <6mm)** au niveau d'un territoire où la **cinétique segmentaire est altérée**, et son association à d'éventuelles

calcifications pariétales ou à un **infiltrat lipidique** fera évoquer une **séquelle de nécrose myocardique**. [14, 27, 30]

Concernant l'étude de la **perfusion myocardique**, de nouveaux logiciels sont en cours d'élaboration. Dans ce domaine, l'irradiation du patient reste une limite importante à l'utilisation du scanner.

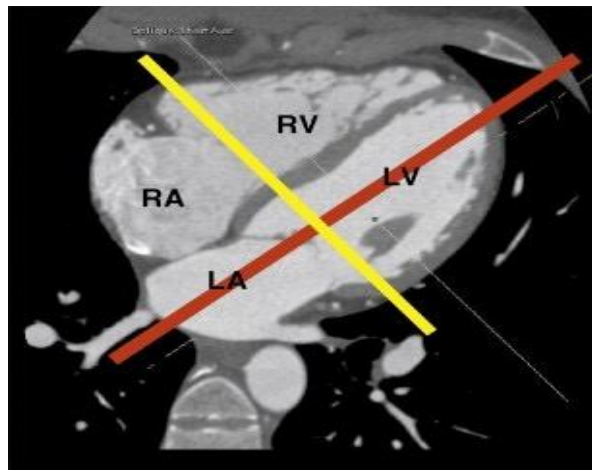


Figure 51: Sur une coupe quatre cavités : en rouge, le grand axe du cœur et en jaune, le petit axe du cœur [27]

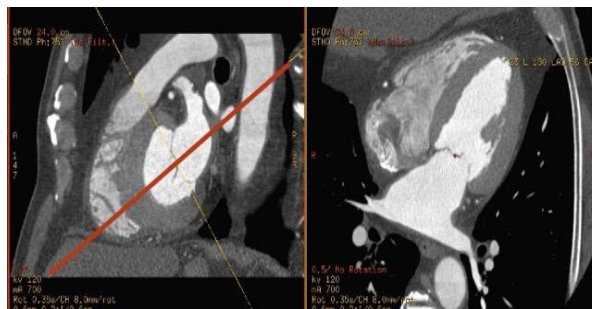


Figure 52: Plan de référence de la coupe quatre cavités. [27]

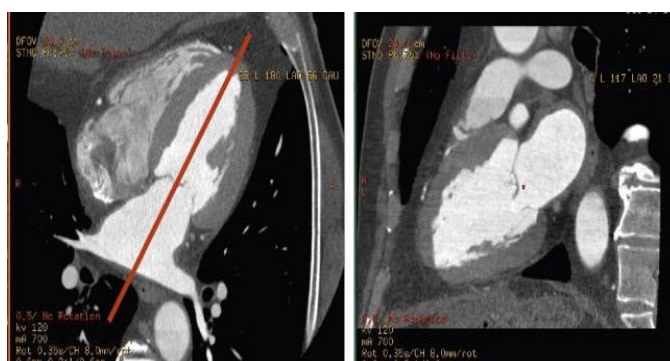


Figure 53:Plan de référence de la coupe deux cavités. [27]

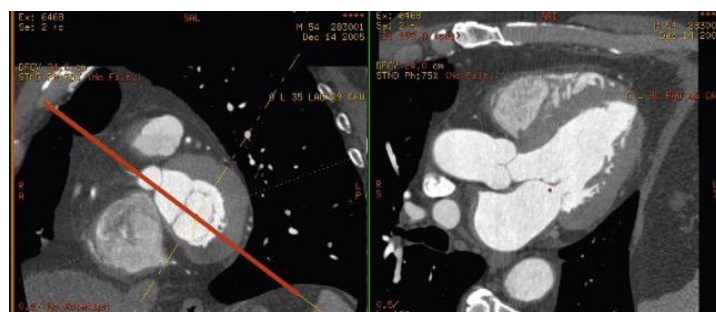


Figure 54:Plan de référence de la coupe trois cavités [27]



Figure 55:Plan de référence de la coupe petit axe. [27]

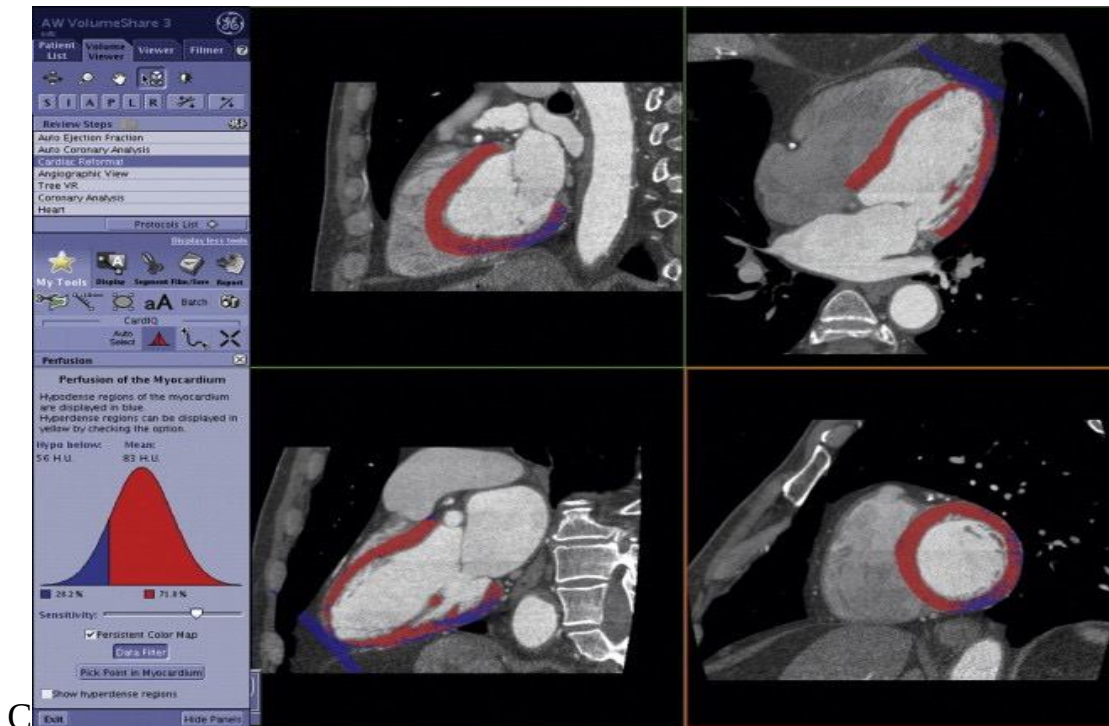


Figure 56:Perfusion myocardique. Rouge : normal; bleu : hypoperfusion. [27]

b) Etude cinétique et fonctionnelle du ventricule gauche:

Une visualisation cinétique des **coupes MPR en mode 4D** est possible, permettant ainsi l'évaluation qualitative de la fonction VG [27]. Les logiciels actuellement disponibles génèrent automatiquement les plans petit axe et grand axe. Les autres plans peuvent être manuellement générés.

La **fonction systolique globale** peut alors être **normale, réduite** (réduction minime, modérée ou sévère), ou **hyperdynamique**.

L'étude cinétique segmentaire sera évaluée en utilisant les plans MPR, à savoir le petit axe, 2 cavités, 3 cavités et 4 cavités. Ainsi, les anomalies de cinétique segmentaire peuvent être mises en évidence, à savoir les hypokinésies, les akinésies ou les dyskinésies. Une anomalie doit être visible **sur deux plans**

différents pour être prise en compte. Certaines sont systématisées à un territoire vasculaire (amincissement myocardique akinétique correspondant à une séquelle d'infarctus, ou hypokinésie voir akinésie d'un territoire ischémique sidéré ou hibernant ; d'où l'intérêt de corréler cela à l'interprétation de l'arbre coronaire. [27, 31]

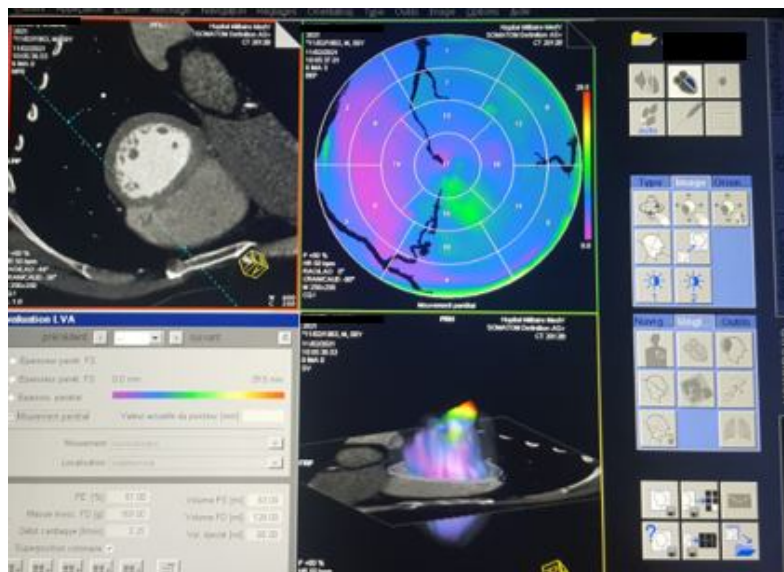


Figure 57:évaluation de la cinétique des différents territoires du VG.

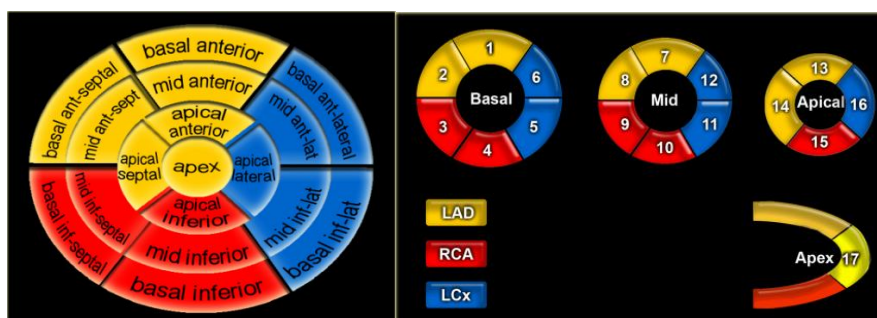


Figure 58: schéma montrant la segmentation et les territoires vasculaires du VG. [32]

c) Mesure de la fraction d'éjection ventriculaire gauche :

Grâce à des logiciels spécifiques, il est possible de quantifier les **volumes diastoliques** et **systoliques** ainsi que la **fraction d'éjection** selon une technique **3D**. Cela se fait en plusieurs étapes [27]:

- La détection automatique des contours endocardiques et épicaudiques du ventricule gauche en coupes petit axe (cela peut être modifié manuellement si nécessaire). Si la détection des contours endocardiques est facilitée par la différence de densité entre le myocarde et les cavités opacifiées, celle des contours épicaudiques l'est moins, et peut ainsi nécessiter des modifications manuelles.
- Les volumes systolique et diastolique ainsi que la fraction d'éjection sont déduits à partir des **volumes mesurés de la cavité VG en diastole, soit à la phase 30% ou 40% et en télédiastole (phase 0%)**.

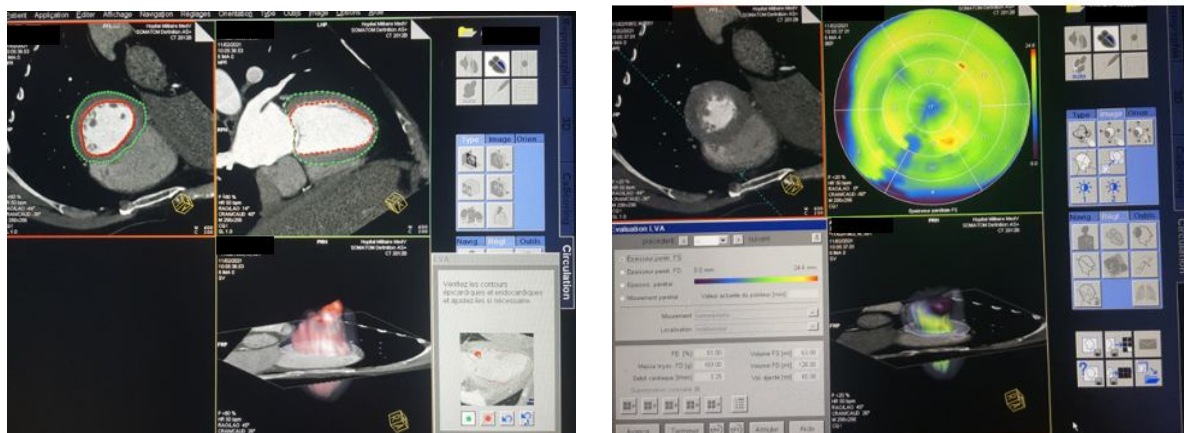


Figure 59: l'analyse du VG se fait par le téléchargement de toutes les phases, on commence d'abord par l'ajustement des contours endocardiques et épicaudiques (a) ce qui permettra de déterminer l'épaisseur et la cinétique pariétales ainsi que les volumes et la fraction d'éjection

5) Paramètres de mesure de la racine de l'aorte:

Ces mesures sont réalisées sur un plan de **coupe passant par la chambre de chasse du VG**. Elles doivent être réalisées sur les différents segments habituels de la racine aortique : anneau valvulaire aortique, sinus de valsalva, jonction sino-tubulaire, et portion tubulaire.

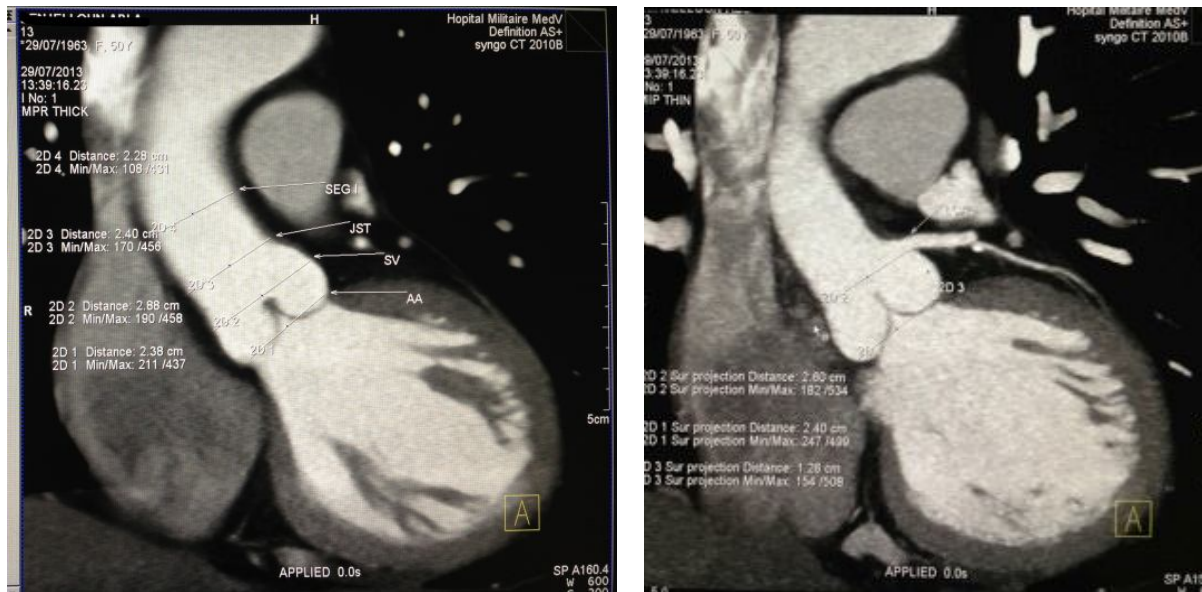


Figure 60: Mode MPR : mesures des différents diamètres de la racine aortique (anneau, valsalva, jonction sino-tubulaire et portion tubulaire) mesure de la distance ostium LCA-anneau aortique

D) Les artefacts :

Plusieurs types d'artefact peuvent être générés. Les principaux sont :

- **Artéfact de mouvement :**

Flou cinétique, dû à la respiration ou encore les battements cardiaques, le bord de la structure anatomique paraîtra alors dédoublé

- **Artéfacts de volume partiel :**

Rencontré lorsque deux tissus de densité très différente se trouvent dans le même voxel. Le processus vectoriel calcule la moyenne des densités de ces deux structures, la limite entre elles devient alors floue, et la densitométrie fausse. Pour s'en affranchir, il faudra baisser l'épaisseur des coupes et la taille des pixels.

E) Nouvelles technologies et autres traitements d'images :

L'évolution permanente que connaît le scanner cardiaque permet une analyse de plus en plus rapide et précise et donc d'augmenter la pertinence du diagnostic. Jusqu'à présent, le développement d'image est axé sur la rapidité et la précision des outils décrits précédemment, mais de plus en plus, de nouveaux développements apparaissent dans plusieurs domaines, tels que :

- L'imagerie spectrale
- L'étude de la plaque athéromateuse
- La fusion d'images
- L'intégration de l'angioscanner à la salle de coronarographie en tant qu'aide à l'angioplastie.

1. Scanner double énergie et imagerie spectrale :

La TDM double énergie fait référence à la TDM qui utilise deux spectres d'énergies, recueillant ainsi des données brutes à deux niveaux d'énergie distincts dans la même acquisition. En pratique clinique, ces deux spectres sont générés soit par :

- deux tubes délivrant des rayons X d'énergie différente (kVp)
- Un seul tube à rayons X oscillant de façon rapide à deux énergies différentes

Cela permet alors de recueillir des données brutes à deux niveaux d'énergie distincts dans la même acquisition, et de les décomposer ensuite en matériaux élémentaires (iode, eau, graisse, calcium, ect...). Cette décomposition est particulièrement intéressante pour **visualiser les différents composants dans la plaque d'athérome**, et également, en isolant la composante en iode de l'image d'augmenter significativement la sensibilité du scanner pour l'étude de la **perfusion du myocarde**. [33, 34]

La nouvelle technologie dans le domaine de la TDM à double énergie est le scanner spectral. Ce dernier est équipé d'un seul tube à rayons X avec une double couche de détecteurs. La couche supérieure est sensible aux bas kVp et la couche la plus profonde aux hauts kVp. L'un des plus grands avantages de cette technique est qu'elle permet d'approcher la composition des différents éléments. Chaque matériau possède un coefficient d'absorption différent, et donc une réponse spectrale qui lui est propre en fonction de l'énergie. De cette manière, deux matériaux avec un coefficient d'absorption linéaire proche dans une bande d'énergie du spectre RX et donc non différenciables en scanner conventionnel, peuvent être complètement différenciés l'un de l'autre en effectuant les mesures dans deux bandes d'énergie. [13, 33, 34, 35]

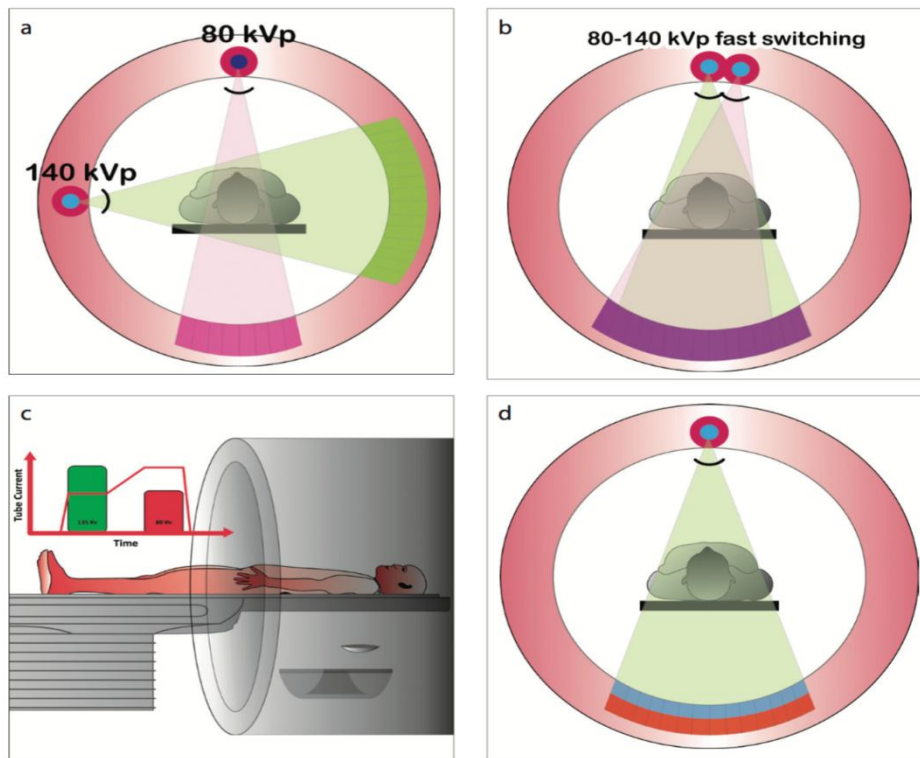


Figure 61: Illustrations montrant les différents types de scanners double énergie. a : deux tubes délivrant des rayonnements d'énergie différente. b : Un seul tube à rayons X oscillant de façon rapide à deux énergies différentes. c : deux acquisitions à différentes énergies. d : une seule source de rayons X, mais deux couches de détecteurs. La couche supérieure est sensible aux bas kVp et la couche la plus profonde aux hauts kVp. [35]

2. Étude de la plaque :

De nouveaux logiciels en cours de développement permettent de quantifier le volume de la plaque et de préciser sa composition (tissus fibreux, thrombus, calcifications et dépôts lipidiques). Ce sont des données toujours en cours de développement qui restent encore à valider et à confronter aux données de l'IVUS.[27]

Le but étant de trouver des critères permettant de définir la plaque vulnérable et de **surveiller son évolution sous traitement médical** (statine)

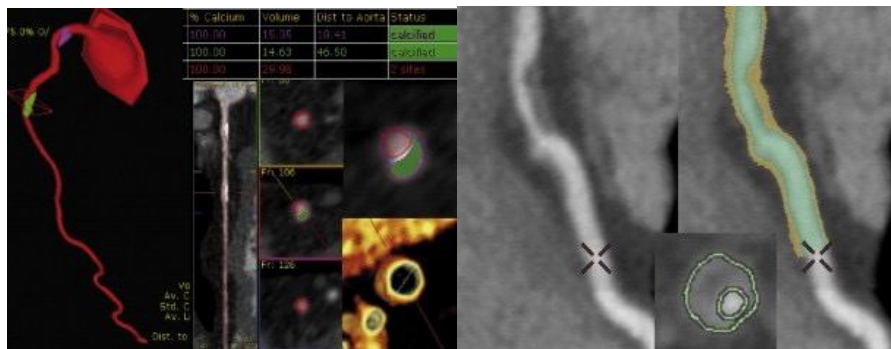


Figure 62: Étude de la plaque avec contourage en 3D et 2D.

Quantification de la composition de la plaque [27]

3. Fusion d'images :

L'idéal est de pouvoir fusionner des informations fournies par des techniques différentes, et de plus en plus, des logiciels sont développés dans ce sens : regrouper en une seule image des données morphologiques et fonctionnelles regroupées à l'aide de plusieurs techniques. Par exemple, la fusion des données du scanner, qui fournit une étude des artères coronaires et les données du SPECT (single photon emission computed tomography) ou du PET qui donnent des informations sur une éventuelle souffrance myocardique (nécrose ou ischémie) secondaire à la lésion coronaire.[27]

4. Mesure de la réserve de flux coronaire (FFR CT)

Afin de **quantifier** le **caractère hémodynamiquement significatif d'une sténose**, la mesure de la réserve de flux coronaire est devenue la technique de référence. Elle est effectuée lors d'une coronarographie, et nécessite une injection intra-coronaire d'adénosine. Actuellement, il est envisageable de

calculer la FFR à partir d'images du coroscanner (dite FFR CT) et sans injection d'agent vasodilatateur. Ainsi, tout en prenant en compte les variations relatives d'atténuation du sang et du tissu myocardique le long de l'artère coronaire, et en utilisant des équations qui décrivent l'écoulement théorique des fluides dans un milieu continu, la technique repose sur la modélisation de l'écoulement sanguin dans le réseau coronaire à partir des images obtenues au coroscanner. Les images qui doivent être de très bonne qualité sont adressées ensuite dans un centre de traitement et les calculs sont effectués par un superordinateur dédié. Une valeur de FFR CT est alors fournie pour chaque sténose étudiée. Les études multicentriques de validation, ont mis en évidence une amélioration de la spécificité du coroscanner en termes de performances diagnostique, due à la diminution des faux positifs de l'imagerie seule. Beaucoup d'études sont actuellement en cours, en vue d'apprécier l'intérêt diagnostique pour guider la prise en charge des patients. [13]

5. Intégration du scanner en salle de coronarographie

L'angioscanner visualise moins bien la lumière que la coronarographie, mais il est de meilleure résolution spatiale, et est la seule technique non invasive permettant de visualiser et d'apporter des informations concernant la plaque responsable de la sténose. Il est de grande aide au traitement endovasculaire, surtout lors de réalisation d'angioplasties complexes (tronc commun, bifurcation) lors desquelles il est important de connaître l'étendue et la topographie exacte de la plaque, ainsi que ses rapports avec les branches collatérales. L'intérêt résidant dans la planification de la procédure et l'évitement de complications telles que « l'effet chasse-neige » de la plaque, qui peuvent alourdir l'intervention, et donc d'envisager un meilleur résultat à court

et à long terme. C'est pourquoi, l'intégration des données du scanner dans la salle de coronarographie, et la création d'un lien entre les images de la coronarographie et de l'imagerie en coupe est de plus en plus importante pour les cardiologues interventionnels.[27]

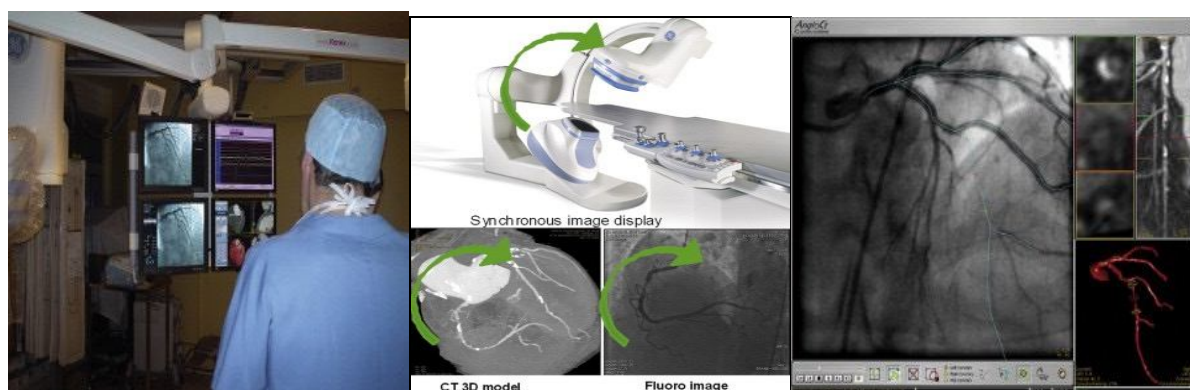


Figure 63: Intégration du scanner cardiaque en salle de coronarographie. (a)

Orientation automatique du statif de la coronarographie avec le 3D CTA.
 (b) Synchronisation CAG et 2D curved coronary CT (c) [27]

4. APPLICATIONS DU COROSCANNER

A. LA PATHOLOGIE CORONARIENNE :

1. LA MALADIE CORONAIRE :

a- Syndrome coronarien aigu (SCA):

Le coroscanner peut être intéressant pour évaluer les lésions coronaires uniquement au cas où **l'ECG n'est pas contributif**, et quand les dosages itératifs de **troponine** restent **négatifs** chez des patients **à faible risque**. **Il n'a ainsi aucune place en urgence dans le cadre de SCA ST+[36]**.

Selon les **recommandations ESC 2019**, la première indication du coroscanner est le bilan de douleurs thoraciques chez les patients tout venant avec une classe I et un niveau de preuve B, au même plan que les tests d'ischémie fonctionnels, mais toute fois préféré chez les patients **dont le diagnostic de maladie coronaire** est relativement **peu probable**. [37]

De nouvelles données récentes démontrent l'intérêt du coroscanner chez les patients **à haut risque** de coronaropathie et notamment dans le contexte de syndrome coronarien aigu sans sus-décalage (SCA ST-), et posent la question d'une utilisation large du coroscanner dans un service de type service d'accueil des urgences pour trier les douleurs thoraciques potentiellement cardiaques. Celles-ci découlent de l'étude VERDICT publiée au JACC en 2020, concernant 1023 patients étiquetés SCA ST-, et chez qui un coroscanner a systématiquement été réalisé avant la coronarographie, en comparant les résultats de ces deux examens à l'aveugle. Le but étant d'analyser les performances diagnostiques afin d'éliminer une sténose coronaire d'au moins 50% en prenant pour référence la coronarographie. Au décours de cette étude, il

a été démontré que seuls 67% des patients classés SCA ST- avaient effectivement des sténoses coronaires nécessitant une revascularisation à la coronarographie. Donc un tiers des patients recevaient inutilement un geste invasif, ainsi que des traitement antiagrégants et anticoagulants. [37]

D'autre part, cette étude nous rappelle **l'excellente valeur prédictive négative** que nous connaissons déjà au coroscanner à **90,9%**, permettant d'éliminer avec haut degré de certitude une coronaropathie significative devant une douleur thoracique suspecte. Autre score obtenu par le coroscanner est à retenir : une haute **sensibilité à 96,5%** suggérant que cet examen est un bon outil de dépistage de sténoses coronaires.

En pratique : l'utilité du coroscanner dans la prise en charge des patients avec suspicion de SCA ST- en tant qu'outil diagnostique permettant d'éviter aux patients des coronarographies inutiles, mais aussi d'identifier et d'étudier la plaque athéromateuse.

Et c'est ainsi, qu'en se basant sur les résultats de l'étude VERDICT que les recommandations ESC 2020 font la belle part au coroscanner dans la prise en charge des SCA ST-. [37]

b- Coronaropathie stable :

L'indication d'effectuer un coroscanner dans ces cas doit se baser sur la stratification du risque des patients. Une exploration par coroscanner est justifiée pour les patients à **faible risque ou risque intermédiaire** dont les tests fonctionnels sont non contributifs ou impossibles ou dont l'ECG est ininterprétable.[36]

L'étude SCOT-HEART en 2018 a démontré qu'en cas de douleurs thoraciques d'effort de type angor instable, il existait une amélioration du pronostic des patients explorés par scanner par rapport à ceux qui avaient bénéficié d'une prise en charge classique avec les tests d'ischémie. En effet, elle a pu démontrer une réduction significative du taux de mortalité cardiovasculaire ou d'infarctus du myocarde non mortel à 5 ans. [37]

Ceci est expliqué par la mise en place plus précoce des thérapies préventives et de la réalisation de coronarographies si nécessaire, avec ou sans geste de revascularisation.

Le corollaire, est que la prise en charge conventionnelle par ECG d'effort, constitue une perte de chances au patient. Naturellement, les recommandations européennes de 2019, ont disqualifié l'ECG d'effort dans le bilan des douleurs thoraciques. [37]

c- Apport du coroscanner:

Le coroscanner est une excellente **technique non invasive** pour réaliser une **étude anatomique des artères coronaires** et en **ambulatoire**. Les deux points forts du coroscanner sont, d'une part, **l'évaluation du risque cardiovasculaire** à partir du **coroscanner non injecté** par la mesure du score calcique coronaire et, d'autre part, l'efficacité pour exclure une atteinte coronaire obstructive à partir du coroscanner injecté. Un de ses **avantages par rapport à la coronarographie** est l'appréciation possible des **plaques** à l'origine des sténoses coronaires.

⇒ **Réalisation du score calcique**

Ce score, introduit pour la première fois par Agaston dans les années 1990, est un marqueur de la présence de lésions athéromateuses dans les artères coronaires, sans pour autant impliquer nécessairement la présence d'une sténose coronaire significative. Cependant, bien que ce score soit corrélé à la survenue d'évènements coronaires, l'absence de calcifications coronaires n'implique pas l'absence de lésions athéromateuses, en l'occurrence plaques non calcifiées ou présence de thrombus intra coronaire. [36, 38].

Ainsi, **ce score est indiqué en cas de risque coronaire faible à modéré chez des patients asymptomatiques sur le plan angineux** (recommandation de classe IIB niveau B) et chez **les patients diabétiques asymptomatiques à risque modéré**. Il permet de guider la stratégie préventive, ou surveiller la progression naturelle de la maladie coronaire, ou enfin évaluer la réponse à une intervention thérapeutique.[36]

La même technique est utilisée pour mesurer le score calcique de la valve aortique en cas de rétrécissement aortique et quantifier les calcifications péricardiques.

⇒ **Injection du produit de contraste :**

C'est un **examen fiable** pour s'assurer de l'absence de lésion coronaire vu sa valeur prédictive négative qui est supérieure à 95%. Il est actuellement habituel de recourir à la **classification CAD RADS** pour **stratifier** l'atteinte coronaire et évaluer le **pronostic** à partir de **la localisation** et de **l'aspect des plaques coronaires** associés à leur **degré de sténose**, et orienter sa prise en charge **thérapeutique**. [39]

Le scanner peut aussi identifier les complications d'infarctus du myocarde, comme un anévrisme ventriculaire ou des thrombus intracardiaques.

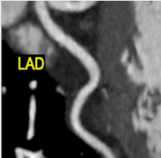
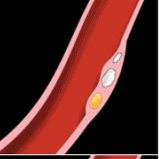
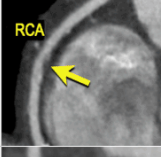
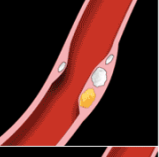
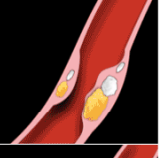
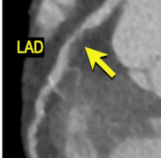
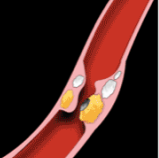
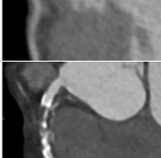
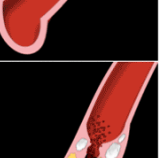
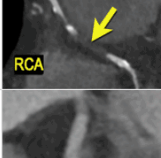
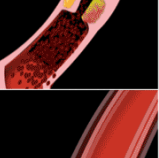
Cad-Rads	Stenosis	CT imaging	Illustration	Additional Tests
Cad-Rads 0	0% No stenosis			None
Cad-Rads 1	1-24% Minimal stenosis			None
Cad-Rads 2	25-49% Mild stenosis			None
Cad-Rads 3	50-70% Moderate stenosis			Consider functional assessment
Cad-Rads 4	A: 70-99% stenosis in 1 or 2 vessels B: >50% stenosis in the left main or >70% stenosis in 3-vessels			A: Consider functional assessment or ICA B: ICA is recommended
Cad-Rads 5	100% total occlusion			ICA and/or viability assessment
Cad-Rads N	Non-diagnostic study			Additional evaluation

Figure 64:Tableau Illustrant la classification CAD-RADS [40]

Scanner des coronaires (SFICV)

Indication : Recherche de sténose coronaire, préciser symptômes

Technique : Score calcique ? Acquisition en mode synchronisé prospectif / retrospectif à l'ECG, Prémédication par 5 mg de Ténormine IV bien tolérée et Natispray (une bouffée). Injection bi ou triphasique de cc de produit de contraste iodé mg/ml. Produit utilisé / quantité injecté en ml. Dose de rayonnement délivrée PDL (mGy.cm)

Résultats :

L'examen est de bonne qualité.

Le score calcique : est à ce qui correspond au -ème percentile pour la classe d'âge.

Artères coronaires :

Pas d'anomalie / anomalie de naissance ou de trajet des artères coronaires.

Dominance coronaire droite.

Tronc commun: normal

IVA: normale / Plaque calcifiée / non calcifié/ mixte, sténosante non sténosante de l'IVA proximale / moyenne / distale évalué à % en diamètre CAD RADS. longueur de la sténose, rapport avec les collatérales, la lésion intéresse une bifurcation, la plaque est à risque / ne présente pas de facteur de risque

1ère diagonale: normale / Plaque calcifiée / non calcifié/ mixte, sténosante no sténosante de évalué à % en diamètre CAD RADS. longueur de la sténose, rapport avec les collatérales, la lésion intéresse une bifurcation, la plaque est à risque / ne présente pas de facteur de risque

Circonflexe: normale / Plaque calcifiée / non calcifié/ mixte, sténosante no sténosante de la circonflexe proximale / distale évalué à % en diamètre CAD RADS. longueur de la sténose, rapport avec les collatérales, la lésion intéresse une bifurcation, la plaque est à risque / ne présente pas de facteur de risque

Marginale: normale / Plaque calcifiée / non calcifié/ mixte, sténosante no sténosante évalué à % en diamètre CAD RADS. longueur de la sténose, rapport avec les collatérales, la lésion intéresse une bifurcation, la plaque est à risque / ne présente pas de facteur de risque

Coronnaire droite: normale / Plaque calcifiée / non calcifié/ mixte, sténosante no sténosante de la coronaire droite au niveau de son segment 1 / 2 / 3 évalué à % en diamètre CAD RADS. longueur de la sténose, rapport avec les collatérales, la lésion intéresse une bifurcation, la plaque est à risque / ne présente pas de facteur de risque

Aorte de calibre normal. Valve aortique tricuspide non calcifiée.

Pas d'anomalie morphologique cardiaque.

Absence d'anomalie du myocarde / présence d'un amincissement myocardique

Pas d'anomalie pleurale ou parenchymateuse pulmonaire dans la limite du champ d'exploration.

Conclusion :

Le score calcique est mesuré à, CAD RADS 0

Coronaropathie mono/ bi / tri tronculaire; CAD RADS de (préciser vaisseau)

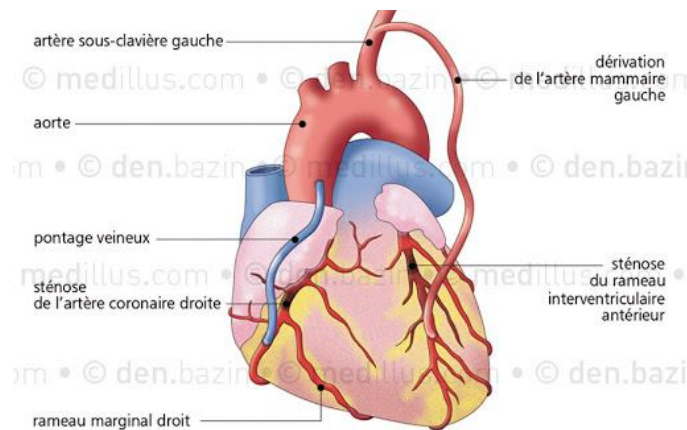
2. LES PONTAGES CORONAIRES :

Dans le cadre de **détection des complications** des pontages coronaires, le **coroscanner** a prouvé son intérêt en termes de **sensibilité et de spécificité**, celles-ci étant **supérieures** à celles de **l'échocardiographie et de l'IRM cardiaque**.

Quant à l'angiographie conventionnelle, elle a de moins en moins sa place devant la difficulté du cathétérisme des pontages, et la nécessité de plusieurs incidences et l'injection d'un plus gros volume de contraste.[41]

Deux sortes de pontages sont possibles :

- Les pontages veineux qui ont tendance à s'occlure avec le temps
- Les pontages artériels qui sont relativement résistants à la formation de plaques et à la sténose. Cependant, les pontages veineux, sont plus faciles d'accès, d'où l'utilisation de la veine saphène la plupart du temps.



a. Pontage veineux :

Ils représentent la **majorité** des pontages aorte-coronaires. Les greffons veineux ont en général un diamètre supérieur à celui des artères coronaires (approximativement 4-10 mm par rapport à 2-5mm) et ne présentent ainsi pas de difficultés de visualisation au coroscanner. C'est la **grande veine saphène** qui est le plus souvent utilisée à cette fin vu son accessibilité. Les greffons veineux restent cependant sujets aux **occlusions**. Les lésions surviennent aussi bien au niveau des **anastomoses** qu'au niveau du **corps** du pontage. [41, 42, 43]

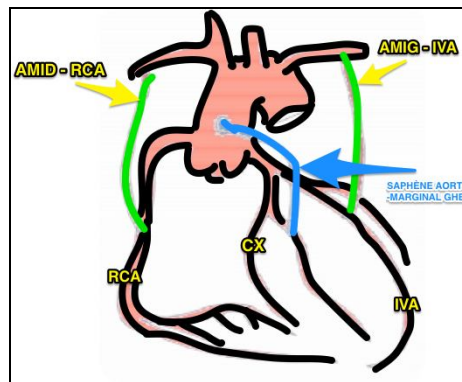


Figure 65: Schéma montrant un pontage veineux saphène aorto- marginal gauche.

Taux d'occlusion des greffons veineux :

- ☐ 7% première semaine en post-opératoire
- ☐ 15-20 % la première année
- ☐ 1-2% / an les 5 premières années
 - ☐ 3-5% / entre 6-10ans
- ☐ A 10 ans plus de la moitié des greffons sont occlus

b. Pontages artériels :

Les greffons artériels sont en règle de calibre inférieur aux greffons veineux. L'artère la plus utilisée est **l'artère mammaire interne gauche**. Une artère mammaire peut revasculariser plusieurs branches coronaires en employant des anastomoses latérales puis terminales dites « séquentielles ». Les parois des greffons artériels sont en effet plus adaptées à la pression artérielle systémique que les parois des greffons veineux, ce qui assure un meilleur résultat à long terme, les **resténoses** étant moins fréquentes, mais surviennent majoritairement sur les **anastomoses** et sont difficiles à analyser au scanner lorsque le segment d'aval est de petit calibre. [41, 43]

Différents types de montages chirurgicaux :

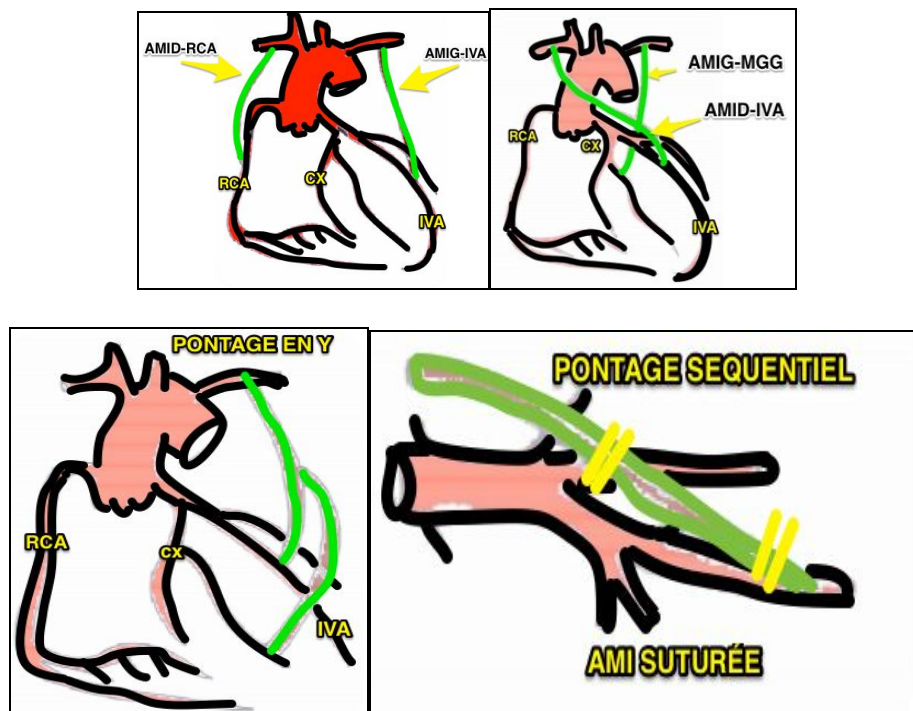


Figure 66: Schéma illustrant différents types de pontage artériels :

Pontage artériel AMIG-IVA et AMID-RCA

Pontage artériel AMIG- MARGINALE GHE et AMIG-IVA

Pontage en Y

Pontage séquentiel

c. Intérêt du scanner dans l'analyse des pontages :

Le scanner trouve toute sa place dans le **suivi** des patients ayant bénéficié de pontage et qui présentent des **symptômes** tels une dyspnée ou une douleur thoracique en post opératoire. Ainsi, devant la suspicion d'échec de pontage, la récurrence des symptômes en post opératoire peut être due à la progression de la maladie athéromateuse au niveau des artères coronaires natives, au niveau des greffons veineux, ou moins souvent, au niveau des greffons artériels. [41, 43]

Le coroscanner a également un grand intérêt lors d'une **reprise** pour un remplacement valvulaire ou pour un nouveau pontage (chirurgie redux) vu que le risque de léser les pontages par une nouvelle thoracotomie n'est pas négligeable, ou si les détails de la chirurgie précédente sont imprécis. Il est alors nécessaire de **préciser le nombre**, la **localisation**, les **trajets des pontages**, mais aussi la **position** de ces derniers **par rapport aux fils de stéréotomie** ou **aux côtes** qui serviront de repères au chirurgien. Il est également important de **préciser l'espace entre le sternum et l'artère mammaire interne** parfois accolée à la face postérieure de ce dernier. [41, 43]

Dans notre série on a recensé 17 patients pontés (soit 16% de l'ensemble des malades) : n=7 artériels (41%), n=3 veineux (16%), n= 7 association ponts veineux et artériels (41%). Grâce aux reconstructions VR et curvilignes on a étudié:

- ✓ La position des pontages et leurs trajets par rapport au sternum

- ✓ Les zones d'anastomose
- ✓ La perméabilité des pontages (2 pontages artériels AMI-IVA occlus)
- ✓ L'état du lit d'aval
- ✓ Les complications post-opératoires (un hématome de l'espace prévasculaire rétro-sternal à j+3 d'un pontage coronaire).

Malgré la présence de clips chirurgicaux l'analyse des images est excellente grâce à la résolution spatiale et temporelle du scanner 64 coupes. Cependant L'étude a été gênée dans deux cas par des arythmies survenant au moment de l'examen.



Figure 67: Topogramme en fenêtrage large arrivant jusqu'au niveau des creux axillaires pour mieux visualiser la distalité du pontage.

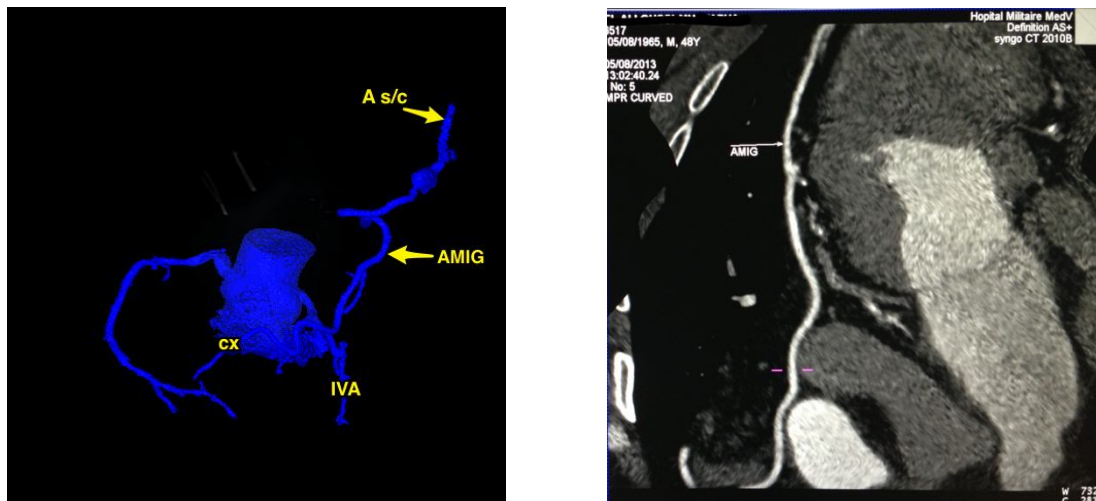


Figure 68: Reconstructions VRT et curvilinéaire d'un pontage artériel AMIG-IVA

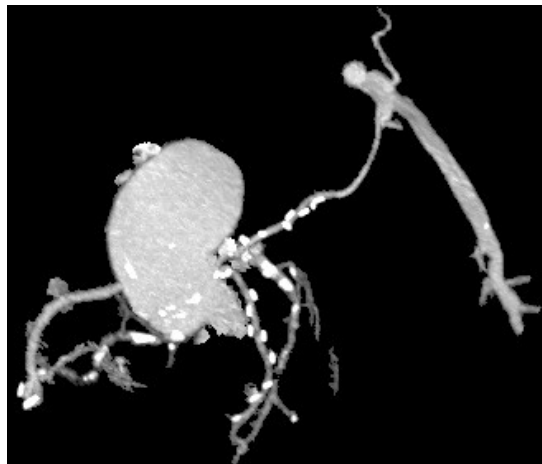


Figure 69: Triple pontage avec stigmatisme de thrombose du 2e pontage veineux aorto-coronaire

3. ANALYSE DES STENTS:

La mise en place de stent coronaire par voie percutanée est devenue le gold standard en matière de revascularisation des artères coronaires. L'une des fréquentes complications est la **resténose du stent**.

Les **Stents proximaux** et de **gros calibre** (supérieur ou égal à 3mm) peuvent être analysés au **coroscanner**. [36, 43, 44] plusieurs études montrent des résultats prometteurs en comparaison à la coronarographie dans ce sens. Ainsi, le coroscanner a une **valeur prédictive négative de plus de 90%** en ce qui concerne l'exclusion de resténoses.

Il est toutefois nécessaire d'optimiser les paramètres d'acquisition afin de pouvoir optimiser l'analyse, le grand challenge de celle-ci étant le **blooming effect** et les **artéfacts de durcissement**. Ces derniers étant d'autant plus importants que le diamètre du stent est faible, que la structure du stent est atténuante, et selon l'abondance des calcifications du réseau natif. En employant le **filtre dur**, il est possible d'atténuer ces artéfacts et de mieux définir les différents niveaux de densité. [45]

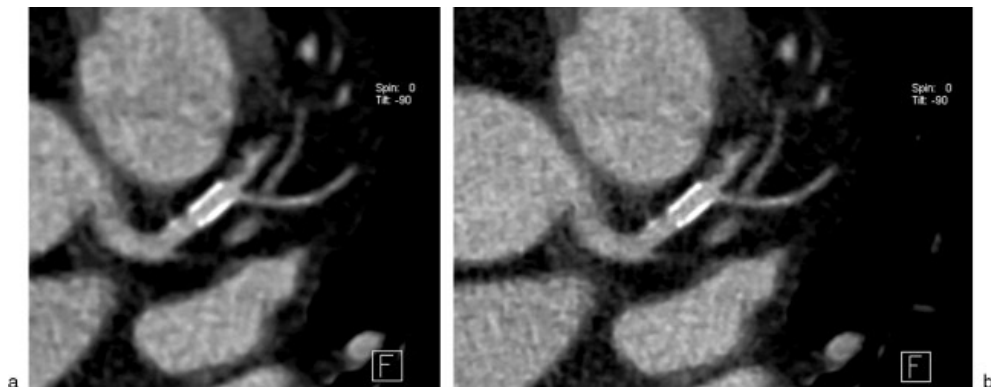


Figure 70:Contrôle de stent IVA.

1) Avec un filtre mou, l'image est légèrement floutée et les transitions de niveau de signal sont moins marquées. b. La même image retraitée avec un filtre plus dur démontre une meilleure analyse des transitions entre métal et produit de contraste, au prix d'un aspect plus bruité du réseau natif. [43]

4. LES ANOMALIES CONGÉNITALES DES ARTERES CORONAIRES

Les anomalies congénitales des artères coronaires touchent **0,3 à 1,5% de la population générale**. L'importance de les identifier est justifiée à deux titres. D'abord, certaines d'entre elles peuvent être responsables de **mort subite**, et chez des sujets jeunes et sportifs. D'autre part, lorsqu'elles sont méconnues, elles peuvent être source de **traumatismes accidentels lors d'une chirurgie cardiaque**. Actuellement, le **coroscanner avec gating cardiaque** est le **meilleur examen** pour apprécier **la morphologie du réseau coronaire** et analyser **l'ostium** coronaire, son **angle de raccordement** par rapport à l'aorte, le **trajet**, la **dominance**, et les **terminaisons**. [46, 47]

Dans notre série 5 cas (soit 4,7%) d'anomalies de trajet mineures ont été dépistées

a- Anomalies d'implantation des artères coronaires :

• Atrésie ou sténose de l'origine de l'artère coronaire :

Isolée ou associée à une autre anomalie cardiaque congénitale. Le degré de sévérité dépend du développement des collatérales à partir du système coronaire fonctionnel.[48]

• High Takeoff :

Défini par une **origine haute** d'une artère coronaire, et plus souvent décrit pour l'artère coronaire droite. Cette variante n'a **aucune conséquence hémodynamique**. [48]

Scanner

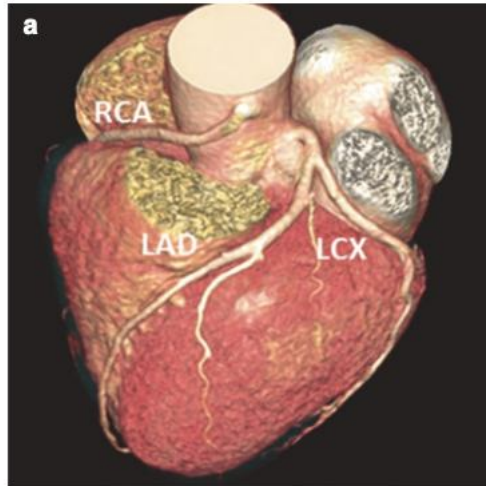


Figure 71 : Rendu VR montrant une coronaire droite qui naît de l'aorte ascendante au-dessus de la jonction sinotubulaire en supra sinusien droit. [48]

- **Ostiums multiples et absence du tronc commun:**

L'IVA et la circonflexe peuvent naître séparément avec deux ostiums au niveau du sinus coronaire gauche. [48]

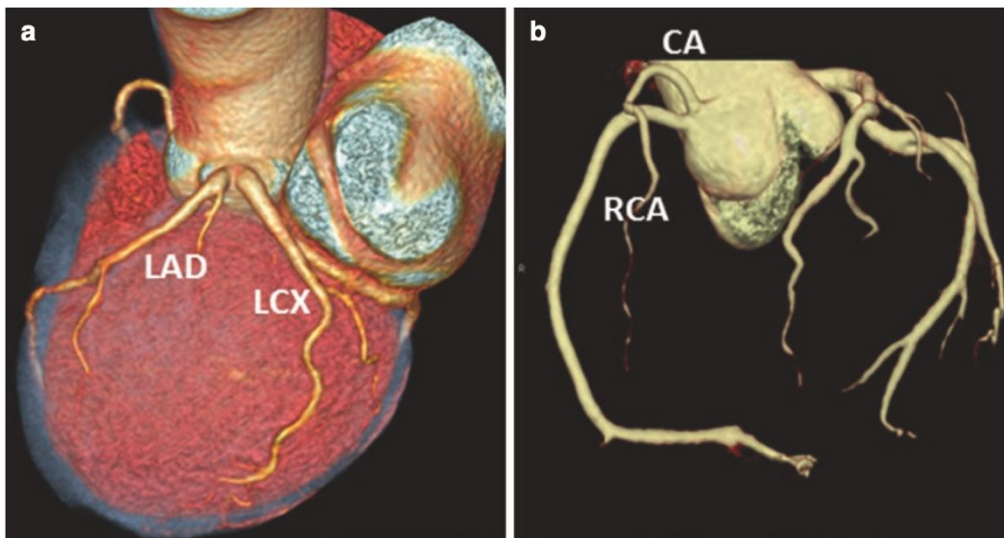


Figure 72:a : Rendu VR 3D montrant l'artère coronaire gauche et l'artère circonflexe qui naissent séparément du sinus coronaire gauche. b : image de l'arbre coronaire montrant l'artère coronaire droite et l'artère du conus qui naissent séparément du sinus de Valsalva droit. [48]

- **Artère coronaire unique :**

C'est une anomalie congénitale très rare. La coronaire unique peut naître du sinus de Valsalva droit ou gauche et vasculariser l'ensemble du cœur. Dans la plupart des cas, elle donne deux branches de division qui possèdent une distribution similaire aux artères coronaires droite et gauche. C'est une variante qui reste bénigne, sauf **si l'artère possède un trajet entre l'aorte et l'artère pulmonaire, et dans ce cas, le risque de mort subite est présent.**[48]

- **Origine des artères coronaires à partir du sinus postérieur de Valsalva:**

Variante assez rare, et sans manifestation clinique, sauf si l'artère possède un trajet intramural ou intra-artériel.[48]

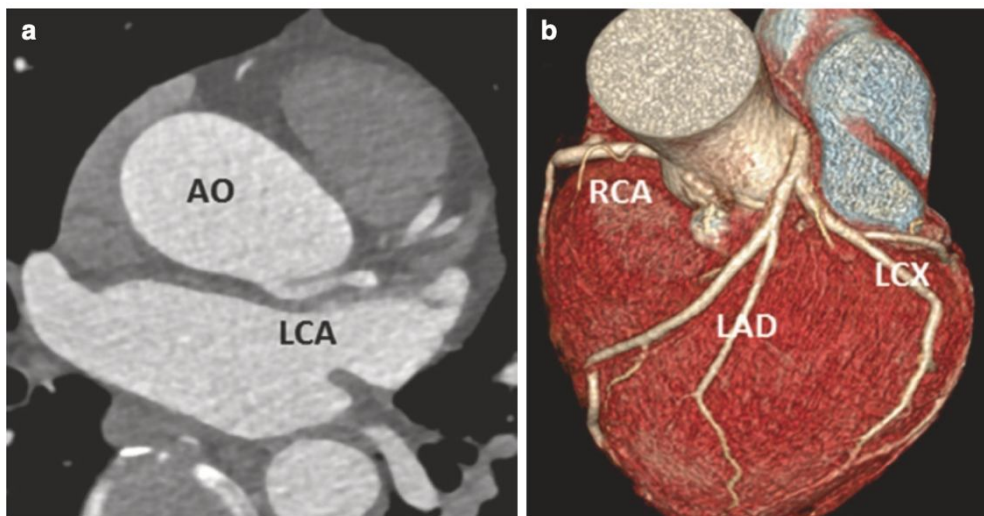


Figure 73: a: coupe axiale montrant l'artère coronaire gauche naissant du sinus coronaire postérieur. b : Rendu VR objectivant la naissance de l'artère coronaire gauche du sinus de Valsalva postérieur, sans anomalie de trajet. [48]

- **Origine d'une artère coronaire à partir de l'artère coronaire controlatérale ou du sinus de valsalva controlatéral :**

L'artère coronaire droite peut naître de la coronaire gauche ou du sinus de Valsalva gauche, et vice versa pour l'artère coronaire gauche. Une artère naissant de cette manière peut avoir plusieurs trajets dépendant des rapports anatomiques qu'elle possède avec l'aorte et le tronc de l'artère pulmonaire. Ainsi, elle peut avoir un trajet inter-artériel (entre l'aorte et l'artère pulmonaire), rétroaortique, antérieur ou intraseptal. Les trajets rétroaortique, antérieur et septal contrairement au trajet inter-artériel n'entraînent pas de mort subite. Le mécanisme résidant derrière la survenue de mort subite est expliqué par la compression de l'artère coronaire entre l'artère pulmonaire et l'aorte durant l'effort. D'autre part, certaines de ces artères ectopiques ont un trajet intramural (dans la paroi aortique), ce qui augmente le risque de mort subite.[48]

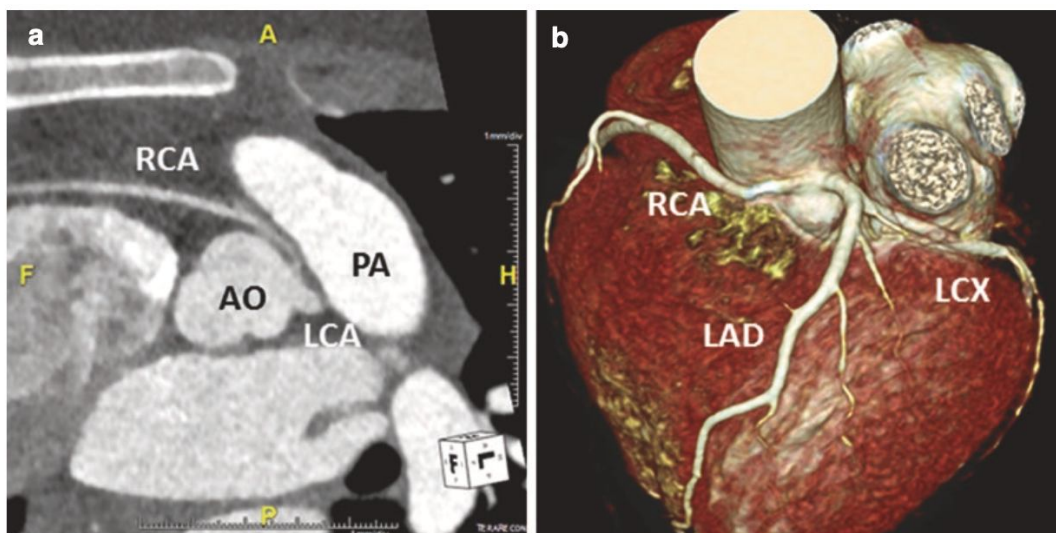


Figure 74: a: reconstructions MIP mettant en évidence la naissance de l'artère coronaire droite à partir du sinus de Valsalva gauche, et cheminant entre la racine de l'aorte et l'artère pulmonaire. b : Rendu VR objectivant les origines des artères coronaires. [48]

- **Origine des artères coronaires à partir du tronc pulmonaire:**

C'est l'anomalie d'implantation qui fait le plus parler d'elle cliniquement. La naissance de l'artère à partir de l'artère pulmonaire, aussi appelé **le syndrome de Bland-White-Garland** représente 0,25-0,5 % de toutes les anomalies cardiaques congénitales. Les manifestations cliniques dépendent du développement des collatérales à partir de l'artère coronaire droite afin d'irriguer le territoire de l'artère coronaire gauche. L'imagerie multicoque permet de visualiser la naissance de l'artère coronaire gauche à partir de l'artère pulmonaire, ainsi que d'autres signes indirects, à savoir une dilatation et un trajet tortueux des artères coronaires, une hypertrophie et dilatation ventriculaire gauche, une dilatation des artères bronchiques. Le traitement est chirurgical. [48]

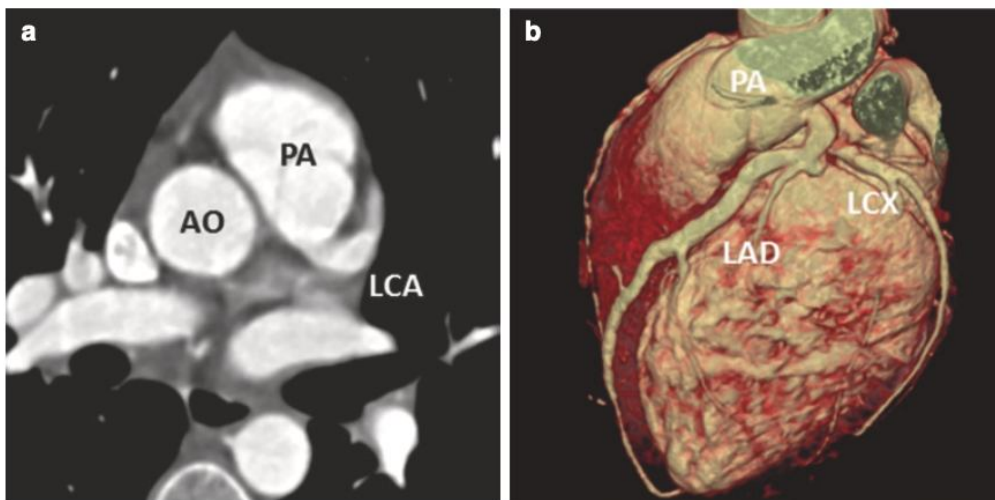


Figure 75: a : Coupe axiale d'un coroscanner montrant la naissance aberrante de la coronaire gauche à partir du tronc artériel pulmonaire. b : Rendu VR 3D objectivant la naissance de la coronaire gauche à partir du tronc artériel pulmonaire. A noter l'aspect dilaté des artères coronaire avec la présence de collatérales reliant les systèmes droits et gauches. [48]

b- Anomalies de trajet des artères coronaires :

• Trajets aberrants :

Plusieurs anomalies de trajet sont décrites dans la littérature : **rétro-aortique**, **inter-aortico-pulmonaire**, sur la **paroi antérieure du ventricule droit** et **infundibulaire** ou **conal** à proximité de l'anneau pulmonaire. La majorité de ces aberrances n'ont pas de traduction clinique, sauf **le trajet inter aortico-pulmonaire qui peut entraîner une mort subite**. Le diagnostic est souvent fait par l'échographie. Cependant le **coroscanner** ou l'IRM peuvent apporter une analyse plus détaillée, souvent nécessaire pour préciser le risque cardiaque et guider la prise en charge thérapeutique. Ainsi, il se doit de préciser :

- **La position intervasculaire de la coronaire aberrante.**
- **Le type de coronaire**
- **Les caractéristiques anatomiques de la partie proximale de l'artère coronaire aberrante.**

Les nouvelles techniques d'imagerie permettent à présent d'étudier la morphologie ostiale des artères coronaires pour identifier les formes à risque important. [46]

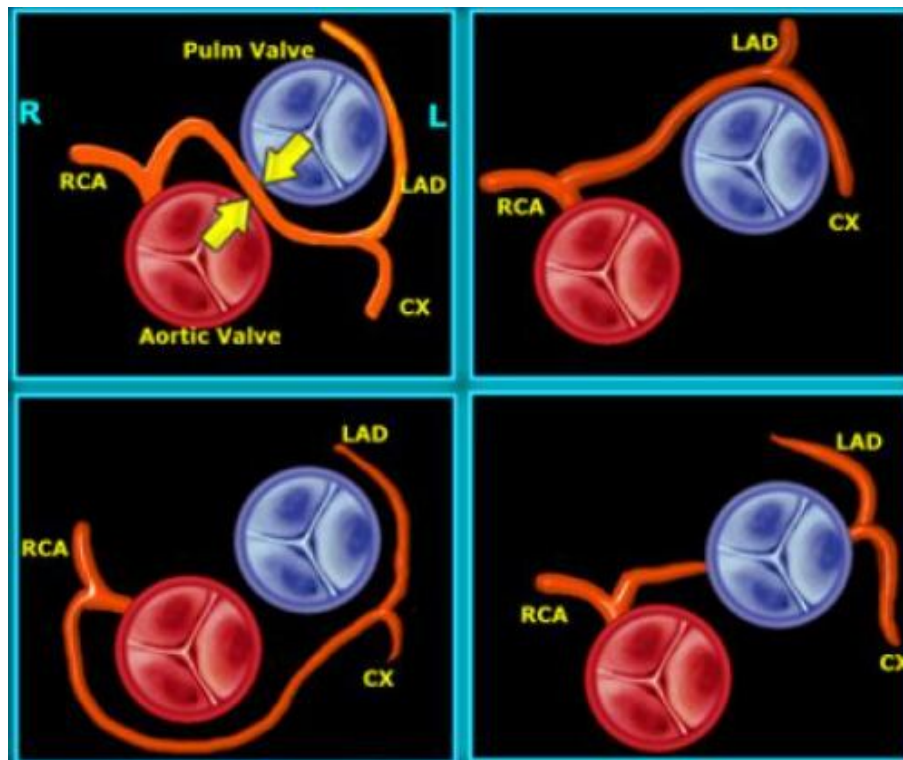


Figure 76: Schéma résumant les principales anomalies de trajet : inter-aortico-pulmonaire (a), antérieur (b), rétro-aortique (c) ou intra septal (d) . [6]

- **Ponts myocardiques :**

Le trajet physiologique des artères coronaires est épicardique. Les ponts myocardiques correspondent à un trajet tunnel intra myocardique d'un gros vaisseau épicardique, en l'occurrence une artère coronaire. Leur prévalence est de **15-85%**. Les ponts myocardiques sont le plus souvent localisés au niveau de la **partie moyenne de l'IVA**. Deux types de ponts existent : les ponts **superficiels** et **profonds**. Ces derniers ont comme conséquence une compression du segment artériel en question complètement incarcéré dans le myocarde, et ce, lors de la phase systolique. Leur retentissement est variable.

Souvent **asymptomatiques**, mais ils peuvent être à l'origine **d'angine de poitrine, infarctus** du myocarde, **troubles de rythme**, ou le décès. L'imagerie en coupe permet d'identifier la présence, le trajet et les caractéristiques anatomiques des portions intra myocardique des artères coronaires. Les reconstructions durant les phases systoliques et diastoliques sont nécessaires pour mettre en évidence la réduction de calibre durant la phase systolique.[43, 49]

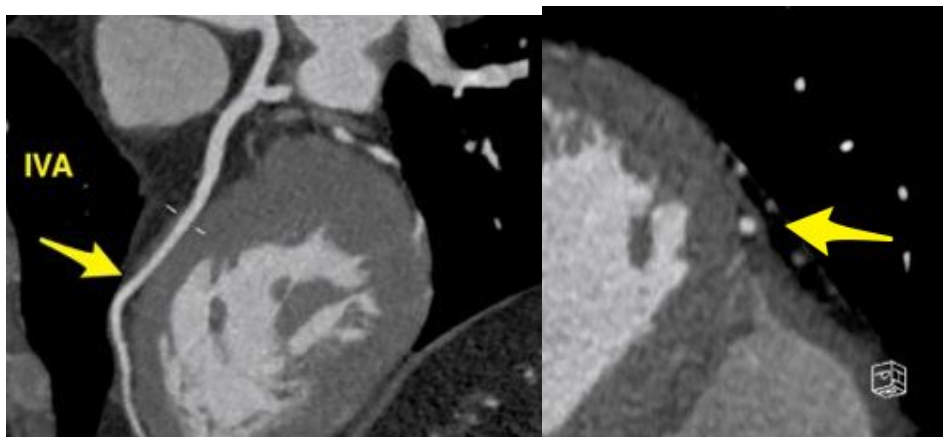


Figure 77: Homme de 58 ans présentant une douleur thoracique atypique et un bloc de branche gauche. a. La vue 3D retrouve un réseau coronaire globalement sain avec un aspect rectiligne du deuxième segment de l'IVA. b. Ce segment rectiligne correspond à un passage intramyocardique à la face superficielle du ventricule gauche. c. Le muscle myocardique engaine toute la circonférence de l'artère sur les coupes petit axe

• Duplication des artères coronaires :

Cela peut concerner les deux artères coronaires, mais la duplication de l'artère coronaire gauche reste plus fréquemment reportée dans la littérature.[48]

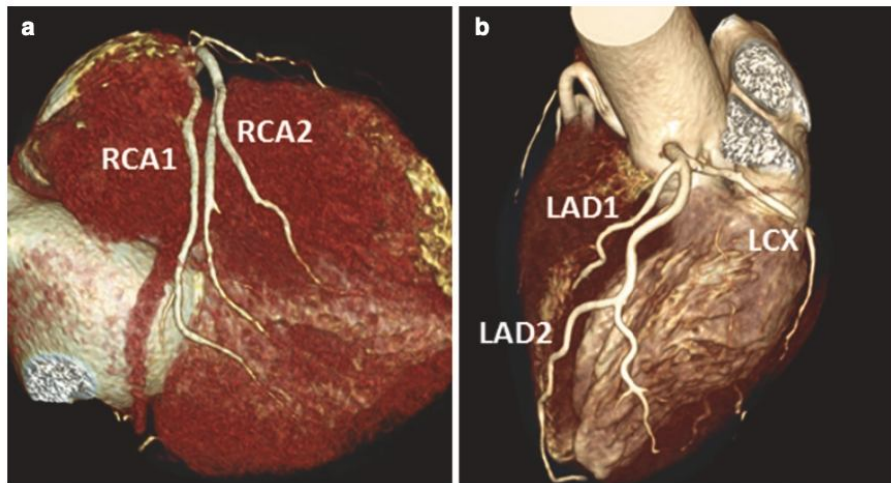


Figure 78: a: Rendu VR 3D objectivant une duplication de l'artère coronaire droite. b : Rendu VR 3D montrant une courte artère coronaire gauche (LAD1) cheminant dans le sillon interventriculaire antérieur et se terminant avant d'arriver à l'apex, et une longue artère coronaire gauche (LAD2° qui, elle, trouve sa terminaison au niveau de l'apex. [48]

c- Anomalies de terminaison :

- **Fistules :**

Ce sont de directes connexions entre une artère coronaire et une cavité cardiaque. Lorsqu'elles se drainent dans les cavités **droites**, elles se comportent comme des **fistules artério-veineuses**. Et elles sont responsables de **Shunt gauche-gauche** quand elles se drainent dans les cavités gauches. C'est la coronaire droite qui est le plus souvent intéressée, et les fistules se drainent dans 90% des cas dans les cavités droites (et par ordre de fréquence, vient ensuite le ventricule droit, l'oreillette droite, le sinus coronarien et enfin l'artère pulmonaire). En amont de la fistule, l'artère coronaire se retrouve dilatée en fonction du volume du shunt. La dilatation peut être tubulaire, ou comporter des dilatations anévrismales, et elle peut faire le lit d'une athérosclérose précoce. Le

coroscanner permet d'identifier la branche à partir de laquelle naît la fistule, son trajet, l'aspect tortueux ou dilaté de l'artère coronaire en amont, et la présence de zone de striction dans la portion terminale de la fistule. [43, 46, 48]



Figure 79: Femme de 76 ans présentant une douleur thoracique atypique.

a. le rendu VR 3D retrouve une fistule entre l'artère coronaire droite et l'oreillette droite. b. dilatation et aspect tortueux de la fistule avec présence d'une volumineuse poche anévrysmale comprimant modérément l'oreillette droite. Des calcifications pariétales confirment l'ancienneté de cette formation. [43]

- **Terminaison extracardiaque :**

Une terminaison systémique d'une artère coronaire est très rare. Ceci dit, des connexions entre les artères coronaires et des vaisseaux extracardiaques (bronchiques, mammaire interne, péricardiques, médiastinal antérieur, diaphragmatique). La différence entre cette entité et la fistule réside en l'absence de dilatation et de tortuosité de l'artère coronaire. Les fistules coronariennes/artères systémiques sont acquises. Ainsi, l'évolution de bronchectasies (séquellaires de tuberculose, par exemple) entraîne une hyper artérialisation systémique pulmonaire et le recrutement d'anastomoses coronariennes/systémiques.[48]



Figure 80: Homme de 72 ans (post-tuberculeux) présentant une douleur thoracique d'aggravation progressive a,. Le rendu MPR du coroscanner met en évidence un fin vaisseau tortueux naissant depuis la CX proximale puis cheminant derrière le tronc de l'artère pulmonaire vers le hile pulmonaire droit. c. Il existe un important foyer de bronchiectasie lobaire moyen d'aspect séquellaire chronique. [43]

5. AUTRES ATTEINTES DES ARTERES CORONAIRES

a- Anévrismes :

En moyenne, le tronc possède un diamètre de 5mm, ensuite les artères diminuent régulièrement de diamètre vers la distalité. Un anévrisme peut survenir comme complication suite à une maladie athéromateuse, mais il peut également être causé par une maladie inflammatoire (Takayashu par exemple), une anomalie du tissu élastique (Ehler-Danhlos ou Marfan), ou encore compliquer une vascularite infectieuse (Kawasaki ou aortite syphilitique). Enfin, il peut révéler un hyperdébit causé par une fistule coronaire. Ils sont le plus souvent **asymptomatiques**, mais ils peuvent aussi être responsables **d'embolisations** distales ou **d'hémopéricarde** par fissuration ou rupture. [43]

Dans notre série, on a noté un cas spectaculaire avec des anévrysmes multiples touchant presque tous les territoires viscéraux dont les artères coronaires et cérébrales dont le cadre d'une angéite à Epstein Barr Virus

b- Sténoses non athéromateuses :

Elles sont beaucoup plus rares que la maladie coronaire et se voient souvent dans le cadre des vascularites (périartérite noueuse, lupus, sclérodermie, Horton, Behçet, Takayasu). Les artères coronaires apparaissent en coroscanner **irrégulières** parfois **dilatées**, associant souvent des **sténoses et des occlusions**. La **coronarite radique** entraîne des **sténoses proximales** des artères coronaires (tronc commun, 1er segment coronaire droite) après irradiation (Hodgkin). [50]



Figure 81: Vascularite. Coroscanner en VRT (A, B) sur le segment III de l'artère coronaire droite (CD III) avec reconstruction MPR (C, D). Dilatations anévrysmales de CD III et de l'artère interventriculaire postérieure avec épaissement de la paroi coronaire. [50]

B. SCANNER CARDIAQUE ET TRAITEMENT DE LA FIBRILLATION AURICULAIRE

La fibrillation auriculaire est la forme d'arythmie la plus **fréquente**, responsable d'une **dysfonction progressive du VG**, et expose aux accidents vasculaires cérébraux ischémiques (**AVCI**). Pour de nombreux patients avec un rythme cardiaque auparavant incurable, **l'ablation endocavitaire** de la FA a considérablement amélioré leurs symptômes par la restauration et le maintien d'un rythme sinusal. [44, 51]

L'application actuelle du **scanner cardiaque** à l'électrophysiologie réside en l'évaluation de patients avec fibrillation auriculaire qui sont candidats ou qui ont été traités par ablation endocavitaire afin de permettre une ablation optimale et de diminuer les complications secondaires au geste d'ablation.

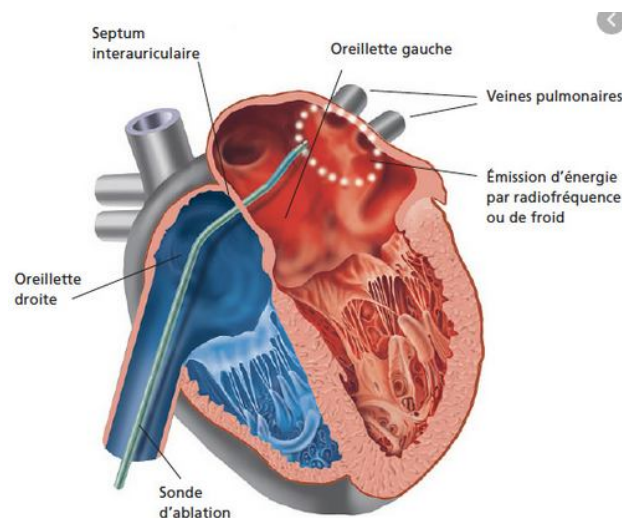


Figure 82: schéma illustrant le principe du geste d'ablation endocavitaire

Ainsi, le scanner avec synchronisation ECG permet [44, 51]:

- De fournir des informations détaillées **anatomiques et fonctionnelles** sur les **valves** et **les cavités cardiaques**
- Evaluation de **l'anatomie des veines pulmonaires**, de **l'oreillette gauche** en raison des multiples variations anatomiques.
- De préciser la **position de l'œsophage** pour éviter une perforation pendant le geste
- De préciser la présence ou non d'un **thrombus auriculaire gauche**.
- La reconstruction 3D du **volume de l'oreillette gauche** pourra être **couplée à la cartographie électrique** « peropératoire » pour localiser avec **précision les tirs de radiofréquence**.

Dans notre série le coroscanner a été indiqué chez 2 patients pour un bilan pré-thérapeutique d'une thermo-ablation

Ci-dessous, le compte rendu proposé par **la société française d'imagerie cardiovasculaire** :

CT Atrial (SFICV) [63]

Indication : Bilan avant ablation de FA

Technique : Acquisition en mode synchronisé prospectif / rétrospectif à l'ECG Au temps artériel et veineux (90s post injection) Injection bi ou triphasique de cc de produit de contraste iodé mg/ml. Produit utilisé / quantité injecté en ml. Dose de rayonnement délivrée PDL (mGy.cm)

Résultat :

Auricule gauche :

- Présence / Absence de thrombus

Atrium gauche :

- Volume de l'atrium gauche mesuré à= ml
- Présence d'un thrombus atrial
- Présence de diverticule atrial

Veines pulmonaires :

- Anatomie modale oui / non (deux veines à droite et deux veines à gauche)
- Diamètres ostial= x mm de la veine supérieur droite
- Diamètres ostial= x mm de la veine inférieur droite
- Diamètres ostial= x mm de la veine supérieur gauche
- Diamètres ostial= x mm de la veine inférieur gauche
- Veines surnuméraires : localisation et diamètres
- Présence d'un collecteur commun

Septum interatrial

Présence de fop (foramen ovale perméable)

Présence d'un anévrisme du foramen ovale

Présence d'un CIA

Présence d'une hypertrophie lipomateuse du septum inter atrial

Rechercher une sténose de la veine cave inférieure ou la présence d'une valve d'Eustachi

Optionnel : Recherche d'une anomalie des coronaires./ Produire des reconstruction VR en vue postérieure de l'oreillette gauche.

Conclusion : Pas de thrombus, anatomie modale,

C. LA PATHOLOGIE VALVULAIRE

1. VALVULOPATHIE AORTIQUE :

Le scanner est particulièrement utile dans le **bilan pré-thérapeutique** de l'atteinte valvulaire [36]. Il permet, par la réalisation de reconstructions multiphasiques :

- ☛ **Une analyse anatomique de la valve aortique : nombre des valves,** l'importance des **calcifications** et leur **distribution**. En effet, Le scanner cardiaque sans injection permet de calculer le **score calcique valvulaire aortique** dont la valeur **pronostique** est actuellement démontrée. : un score calcique supérieur à 1 200 unités Agatston (UA) chez la femme ou supérieur à 2 000 UA chez l'homme est en faveur d'un RAC sévère.
- ☛ **L'évaluation du retentissement** de la dysfonction valvulaire par **l'analyse de la fonction et des volumes cardiaques**.
- ☛ **L'analyse de l'aorte ascendante et des artères coronaires**, évitant ainsi, pour près de la moitié des patients sélectionnés, une coronarographie cardiaque préopératoire.

Les patients récusés pour un remplacement valvulaire aortique chirurgical et orientés vers l'implantation transaortique d'une valve prothétique (TAVI) constituent une des indications les plus fréquentes de scanner.

☛ **Bilan de TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation):**

Le coroscaner est actuellement incontournable pour définir **la stratégie de réalisation** d'un TAVI : **mesure des diamètres et la planimétrie de l'anneau aortique en systole** qui servira à déterminer la taille et le type de la bioprothèse

à utiliser, **évaluer la voie d'abord artérielle** fémorale ou autre (diamètres, tortuosités, plaques ou sténoses), **préciser les distances séparant l'anneau des ostia coronaires** et prévoir les éventuelles complications. **Pendant la procédure**, la technique de **fusion des images** de scanner et de scopie peut être utile pour limiter la quantité de produits de contraste. **En post procédure**, le scanner permettra d'apprécier si nécessaire le **déploiement de la bioprothèse**, la **mobilité des feuillets** de la bioprothèse et la recherche de **thrombus** non ou peu obstructif. [52]

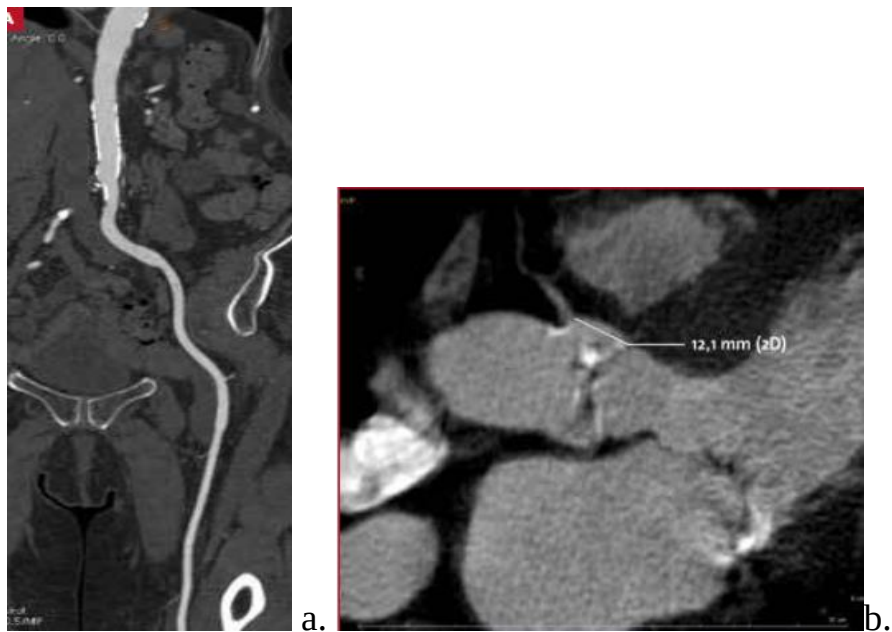


Figure 83: a) Angioscanner de l'axe aorto-iliaque avant TAVI : Vue curviligne. b) Mesure de la distance anneau coronaire droite sur une vue 3 cavités. [52]

Bilan pré TAVI [63]

Indication : RAO serré, bilan avant implantation d'une valve aortique percutanée.

Technique : Score calcique valvulaire, Acquisition en mode synchronisé prospectif / rétrospectif à l'ECG. Injection bi ou triphasique de cc de produit de contraste(.....)iodé mg/ml. Dose de rayonnement délivrée PDL (mGy.cm)

Résultat :

L'examen est de bonne qualité.

Mesure sur la phase systolique

La valve aortique est bicuspide / tricuspide

La planimétrie de l'ouverture aortique est de: mm²

Mesure de l'anneau aortique:

- Diamètre max: mm
- Diamètre min: mm
- diamètre moyen
- Périmètre: mm
- Aire: mm²

Mesure en diastole

- Diamètres aortiques

Sinus de Valsalva de fond de cusp à fond de cusp: x mm

Jonction sino tubulaire: mm

Aorte ascendante à 40mm au-dessus de l'anneau: mm

Hauteur des sinus de Valsalva: mm

Calcification extensive de la paroi aortique oui / non

- Artères coronaires

Anatomie des ostia coronaires modale: oui / non

Distance anneau / coronaire droite: mm

Distance anneau / coronaire gauche: mm

- Racine aortique et ventricule gauche

Présence de calcification valvulaire aortique :
Pas de calcification, calcification minime, calcification intermédiaire, calcification sévère et diffuse (Willmann)

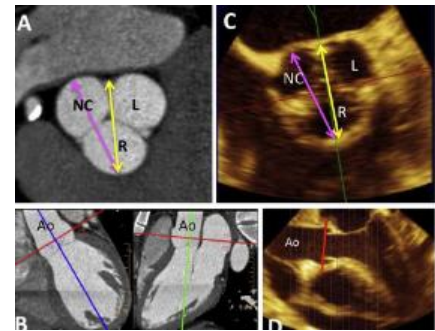


Figure 84: Exemples de mesure du segment 0 ; [63]

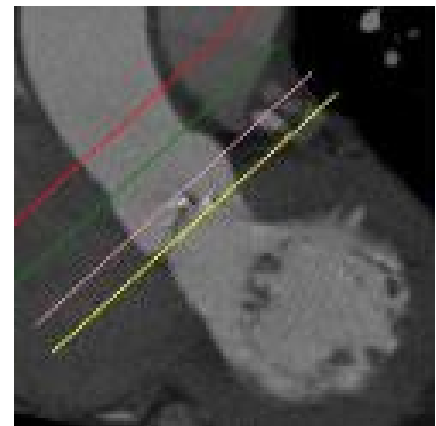


Figure 85: Exemples de mesure des différents diamètres aortiques[63]

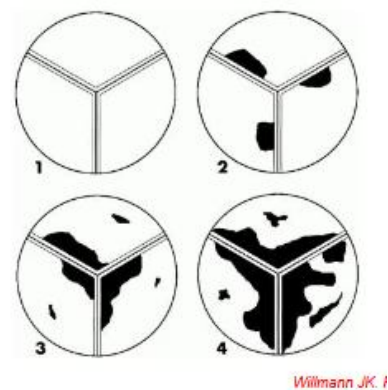


Figure 86: Shéma représentant le score calcique au niveau de la valve aortique [63]

Taille suggérée de prothèse

Edward sapien 3:
Medtronic CoreValve:

Axes iliaques

- Calcifications : faible, modéré, sévère
- Tortuosité : faible, modéré, sévère
- Diamètres minium de la lumière

Artère fémorale

- Diamètre au niveau du point de ponction
- Calcification: punctiforme, <30% de la circonférence, 30-50%; > 50%, circonférentiel, antérieur.

Coté recommandé pour l'accès artériel:= droit /gauche

Existe-t-il une autre anomalie sur le scanner

Conclusion

				
Size	23 mm	26 mm	29 mm	34 mm
Annulus Diameter	18 - 20 mm	20 - 23 mm	23 - 26 mm	26 - 30 mm
Annulus Perimeter $\pi \times$ Diameter	56.5 - 62.5 mm	62.8 - 72.3 mm	72.3 - 81.7 mm	81.7 - 94.2 mm
Sinus of Valsalve (Mean)	≥ 25 mm	≥ 27 mm	≥ 29 mm	≥ 31 mm
SOV Height (Mean)	≥ 15 mm	≥ 15 mm	≥ 15 mm	≥ 16 mm

Native Valve Annulus Size (TEE)	Native Valve Annulus Size (CT)		THV Size
	Area	Area Derived Diameter	
16-19 mm	273 – 345 mm ²	18.6-21 mm	20 mm
18-22 mm	338 – 430 mm ²	20.7-23.4 mm	23 mm
21-25 mm	430 – 546 mm ²	23.4-26.4 mm	26 mm
24-28 mm	540 – 683 mm ²	26.2-29.5 mm	29 mm

THV size recommendations are based on native valve annulus size, as measured by transesophageal echocardiography (TEE) or computed tomography (CT). Patient anatomical factors and multiple imaging modalities should be considered during THV size selection. Note: Risks associated with undersizing and oversizing should be considered.

Tableau IV: Mesures suggérées des prothèses
[63]

2. VALVULOPATHIE MITRALE :

L'analyse en coroscaner des **calcifications** de l'anneau mitral et de la **géométrie** du **ventricule gauche** est très utile avant d'envisager la pose d'une **bioprothèse mitrale percutanée**.

3. CONTRÔLE POST-OPÉRATOIRE VALVULAIRE

Les **hématomes péri aortiques**, les **fuites para valvulaires**, les **faux anévrismes** représentent des lésions parfaitement analysables sur le scanner. Ces anomalies sont peu fréquentes mais leur recherche peut être **orientée par la clinique**. Le scanner peut être proposé devant l'augmentation de gradient transvalvulaire échographique post-implantation de prothèse valvulaire mécanique ou biologique (percutanée ou chirurgicale), notamment lorsque l'on suspecte une endocardite ou un thrombus ou lorsque une réintervention est planifiée.

D. LA PATHOLOGIE AORTIQUE

Le scanner est la modalité, d'imagerie en coupe, de choix pour **l'exploration des pathologies aortiques** permettant le diagnostic positif, topographique et de gravité ainsi que pour le **suivi** et le **bilan pré- et post-opératoire**. En effet, le scanner apporte des éléments clés pour la prise en charge thérapeutique des **anévrismes** et des **dissections de l'aorte ascendante**. La chirurgie reste le traitement de référence et consiste en un remplacement prothétique de l'aorte ascendante par tube sus-coronaire ou, lorsqu'il y a atteinte de la valve et des artères coronaires, par un tube avec remplacement valvulaire et réimplantation des coronaires (intervention de Bentall).

L'acquisition des images est effectuée au **temps artériel** après injection avec détection de bolus. En cas de **dissection** une acquisition plus **tardive** (60 secondes) est effectuée afin de vérifier la perméabilité ou la thrombose du faux chenal 2. Les scanners récents offrent la possibilité de synchroniser l'acquisition des images à l'ECG (« **gating** » **cardiaque**) ce qui réduit les artéfacts de mouvements sur la racine aortique et l'aorte ascendante, et améliore la reproductibilité des mesures. Le « **gating** » cardiaque offre également la possibilité d'étudier dans le même temps les artères coronaires et les valves cardiaques. Enfin, si un « **gating** » dit rétrospectif a été utilisé pour la synchronisation, il est possible d'étudier la cinétique valvulaire aortique et de calculer les volumes et la fonction ventriculaire gauche en post acquisition.

Les diamètres aortiques à donner à partir des images sont ceux de **l'anneau aortique**, des **sinus Valsalva**, de la **jonction sino-tubulaire**, du **segment 1** dans sa largeur maximale, du segment 1 avant le TABC, de la **crosse aortique** et de l'aorte thoracique descendante. **Toutes les mesures aortiques doivent être effectuées orthogonalement au grand axe de l'aorte.** [53]

Après remplacement prothétique de l'aorte ascendante, il faut rechercher un **hématome péri prothétique** et des **complications anastomotiques** (fuite, faux-anévrisme, circulation péri prothétique). [54]

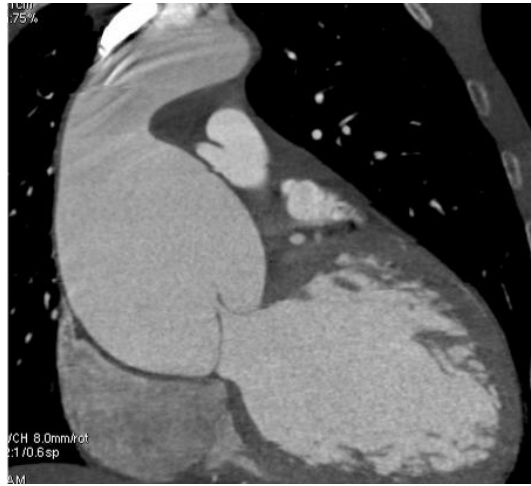


Figure 87: Image TDM montrant un anévrisme de l'aorte ascendante de la racine aortique et de la partie initiale du segment 1. Noter l'absence d'artéfacts de mouvements du fait de l'utilisation d'une synchronisation ECG pendant l'acquisition des images. [54]

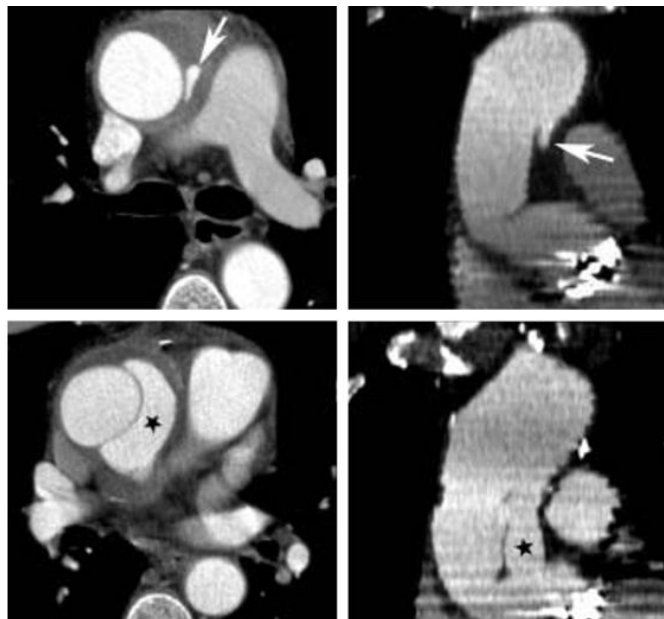


Figure 88: Suivi évolutif par tomodensitométrie d'un lâchage de suture. [54]

- a) Image spiculaire au début de l'évolution. (flèche blanche).
- b) Reconstitutions MIP en sagittal de l'image spiculaire
- c) Evolution vers une collection circulante péri-prothétique (étoile noire).
- d) Reconstitutions MIP en sagittal de la collection circulante.

CT AORTIQUE (SFICV)

Indication : Bilan d'un anévrisme de l'aorte ascendante

Technique : Acquisition en mode synchronisé prospectif / rétrospectif à l'ECG
Prémédication par 5 mg de Ténormine IV. Injection bi ou triphasique de cc de produit de contraste iodé mg/ml. Produit utilisé / quantité injecté en ml
Dose de rayonnement délivrée PDL (mGy.cm)

Résultat :

Analyse en systole

Caractérisation de la valve aortique

- La valve aortique est tricuspide
- La valve aortique est bicuspidie avec une bicuspidie de type . (note: la recherche d'une bicuspidie ce fait en systole)

Analyse en diastole

Analyse du réseau coronaires

Caractérisation des diamètres aortiques

Le segment 0 mesure mmx mm entre la cupide et la cuspidie

(Note la mesure du segment 0 nécessite de se positionner strictement perpendiculaire à son axe. La mesure de référence du segment 0 correspond à la mesure la plus importante en général de fond de sinus à fond de sinus. Les autres mesures doivent être faite perpendiculaire au grand axe du segment)

La jonction sino tubulaire mesure mmx mm

Le segment I mesure mmx mm

La crosse au niveau du tronc artériel brachio céphalique mesure mmx mm

L'aorte thoracique descendante mesure mmx mm

L'évolutivité des diamètres est évalué à= mm/an pour le segment:

Absence / présence d'une anomalie des arches aortique

Absence / présence d'une anomalie de l'ostium des TSAO

Absence / présence d'une coarctation aortique

Absence / présence d'une surcharge athéromateuse au niveau de l'aorte, circonférentielle ou localisé,

Absence présence de calcification de l'aorte ascendante minime / modéré / sévère / circonférentielle

On note la présence / absence de lésions parenchymateuses pulmonaires.

Dans la dissection aortique, le scanner permet une meilleure analyse de la lésion et de de ses complications en précisant [55] :

- Porte d'entrée : déchirure initiale ayant causé la dissection
- Vrai et faux chenal : le vrai est plus petit et se rehausse précocement par rapport au faux qui est large et qui se rehausse tardivement et de façon homogène.
- La porte de sortie : située le plus fréquemment sur l'aorte ascendante pour le type A, et sur le tiers proximal de l'aorte thoracique en aval de l'artère sous Clavière gauche pour le type B.
- Extension de la dissection par rapport à la racine aortique

- Bilan des collatérales aortiques qui sont à risque d'hypoperfusion elle-même à l'origine de la symptomatologie
- Signes de rupture et de prérapture: hémopéricarde, hématome médiastinal péri-aortique, fuite extravasculaire de PDC au temps tardif, hémothorax..

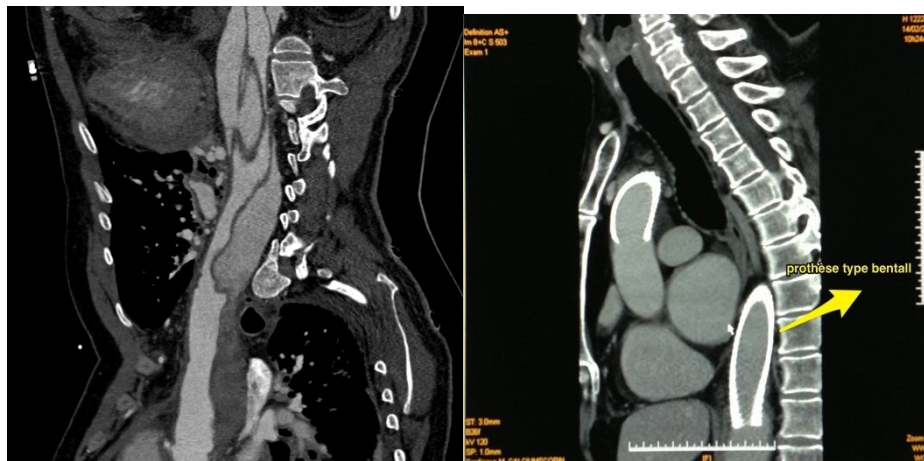


Figure 89: 62 ans, hypertendu et tabagique, présentant une dissection de type A de standford s'étendant à l'aorte abdominale associé à un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale. Il a bénéficié d'un remplacement de l'aorte sus-coronaire et de l'hemicrosse par une endoprothèse.

E. AUTRES APPLICATIONS

1. CARDIOMYOPATHIE DILATÉE

L'intérêt du scanner dans cette indication est surtout **d'éliminer une origine ischémique**. La reconstruction de plusieurs phases permet d'étudier la **cinétique des parois ventriculaires** et la **fraction d'éjection globale** en prenant comme télédiastole la phase 0. On constate une bonne corrélation entre le scanner à l'IRM malgré une résolution temporelle inférieure [36, 56]

Un **bilan anatomique du réseau veineux** peut être également réalisé si une **stimulation multisite** est envisagée, pour déterminer le **nombre de veines latérales**, leurs **diamètres** et **l'angulation** à leurs **terminaisons** dans la grande veine utile.

2. LA PATHOLOGIE PÉRICARDIQUE

Pour explorer la pathologie péricardique, le scanner est rarement utilisé seul ou en 1^{ère} intention. Le scanner et l'IRM sont utiles pour l'exploration des **péricardites subaiguës et chroniques** avec ou sans constriction péricardique afin de préciser **les lésions chirurgicales** (calcifications, épaissements, adhérences).

3. CARDIOPATHIES COMPLEXES

Dans les cardiopathies complexes où les plans de symétrie classiques du cœur ont disparu, les possibilités de **l'imagerie tridimensionnelle et des reconstructions multiplanaires** font du scanner cardiaque un outil plus performant que l'IRM. De plus, l'étude du **thorax dans son ensemble**, dont l'acquisition est faite en même temps que celle du cœur et des gros vaisseaux, donne les informations requises si une **transplantation cœur – poumons** est envisagée. [57]

4. EVALUATION DES MASSES CARDIAQUES :

Les tumeurs cardiaques ont une prévalence variant selon les séries entre **0,002-0,3 %**. Si **l'échocardiographie est l'imagerie de première intention pour le dépistage** des masses cardiaques, **l'IRM** est l'examen de **choix** pour l'évaluation de ces tumeurs ; mais récemment, l'essor qu'a connu le scanner lui permet de détecter de plus en plus ces pathologies. [58]

Les métastases péricardiques sont les plus fréquentes par chez l'adulte. [59, 60, 61] les tumeurs bénignes sont dominées par le rhabdomyome chez le nourrisson et le myxome chez l'adulte. [59, 60, 61]

Le principal diagnostic différentiel est le thrombus intra-cardiaque. Ce dernier ne se rehausse pas après injection du produit de contraste.

Dans notre série, on a retrouvé deux cas de masse cardiaque (soit 2%). Les reconstructions VRT et MIP ont permis une meilleure analyse spatiale et surfacique de ces masses.

5. TRANSPLANTATION CARDIAQUE :

Le principal facteur limitant le succès d'une transplantation cardiaque à long terme est la vasculopathie du greffon. Il est recommandé de réaliser une coronarographie par an pour détecter la coronaropathie et prédire la survenue d'évènements cliniques devant la faible spécificité et sensibilité des méthodes non invasives. Le scanner coronaire, de par sa forte valeur prédictive négative, est une alternative intéressante à la coronarographie invasive. La tachycardie étant une des limites de son utilisation. [36, 62]



CONCLUSION



L'essor qu'a connu le coroscanner durant ces dernières années a permis d'élargir les indications, et de permettre une analyse plus précise du cœur et des vaisseaux, aussi bien sur le plan morphologique que fonctionnel.

L'avantage principal du scanner est lié à l'analyse possible à posteriori de toutes les parties d'un volume d'acquisition et à la possibilité d'exclure virtuellement certaines parties pour mieux en analyser d'autres.

En raison de sa valeur prédictive négative élevée, le scanner coronaire se positionne aujourd'hui comme un examen utile pour exclure la maladie coronaire et éviter le recours à un examen invasif. Néanmoins, si le scanner est non concluant ou devant des sténoses significatives, la coronarographie s'impose pour le bilan et éventuellement le traitement des sténoses.

Outre la maladie coronaire, le scanner est un outil indispensable pour la planification et le contrôle de procédures de cardiologie interventionnelle structurales ou de rythmologie interventionnelle ainsi que des interventions chirurgicale ; d'où l'intérêt de maîtriser cette technique.



RESUMES



RESUME

Titre : Coroscanner en pratique courante, expérience de l'Hôpital Militaire de RABAT.

Auteur : JIDAL Manal

Mots clés : Coroscanner – Indications – Techniques

Objectifs : mettre le point sur les indications actuelles du coroscanner et optimiser les techniques dans la pratique courante à la lumière de l'expérience de notre institution.

Matériels et méthodes : Etude descriptive rétrospective collégiant 106 coroscanners réalisés à l'HMIMV sur une période de 10 ans allant d'avril 2010 à aout 2019. Le coroscanner est réalisé une machine Siemens 128 coupes.

Résultats :

On a recensé 106 examens, avec une moyenne d'âge des patients de 54ans, un sexe ratio de 2.1H/1F. Le coroscanner a été réalisé devant des douleurs thoraciques (38%), contrôle de stents (5%) et de pontage (16%), recherche de variantes anatomiques des artères coronaires (8%), pathologies aortiques (21%), bilan pré-opératoire de valvulopathies (2%).

Discussion :

Le coroscanner est devenu un examen de moins en moins irradiant qui offre de meilleures performances en matière de diagnostic.

Actuellement il est indiqué en premier niveau devant une maladie coronaire aigue même chez les patients à haut risque, et en prévention primaire chez des patients à haut risque et très haut risque. Le coroscanner est également intéressant dans l'exploration des gros vaisseaux (artères et veines) du médiastin dans le cadre des pathologies aortiques (coarctations, dissections...), ou dans le dépistage des variations anatomiques particulièrement lors du bilan pré-thermoablation et pré-opératoire.

Conclusion :

Le scanner cardiaque est un examen qui s'est développé et dont les indications continuent de s'élargir. D'où l'intérêt de maîtriser la technique de réalisation et d'interprétation optimisant ainsi la prise en charge des patients.

SUMMARY

Title: Coronary CT Angiography in current practice, experience of the Military Hospital.

Author: JIDAL Manal

Keywords : Coronary CT Angiography - Indications - Techniques

Objectives: to review the current indications for Coronary CT Angiography and to optimize the techniques in current practice in the light of our institution's experience.

Materials and methods: Retrospective descriptive study involving 106 Coronary CT Angiography carried out at the HMIMV over a period of 10 years from April 2010 to August 2019. The exam was made with a Siemens 128-slice machine.

Results :

There were 106 examinations, with an average age of the patients of 54 years, a sex ratio of 2.1H/1F. The CT was performed in front of thoracic pain (38%), stent control (5%) and bypass grafts (16%), search for anatomical variants of the coronary arteries (8%), aortic pathologies (21%), preoperative assessment of heart valve diseases(2%).

Discussion :

The Coronary CT Angiography has become a less and less irradiating exam which offers better diagnostic performance.

Currently it is indicated as a first-line for acute coronary disease even in high-risk patients, and as a primary prevention in high-risk and very high-risk patients. The Coronary CT Angiography is also interesting in the exploration of the large vessels (arteries and veins) of the mediastinum in the context of aortic pathologies (coarctations, dissections...), or in the screening of anatomical variations, particularly during the pre-thermoablation and pre-operative check-ups.

Conclusion :

Cardiac CT is an examination which has developed and whose indications continue to widen. Hence the interest in mastering the technique of realization and interpretation, thus optimizing the care of patients.

ملخص

العنوان: التصوير المقطعي للشرابين التاجية في الممارسة الحالية ، تجربة مستشفى الرباط العسكري.

المؤلف: جدال منال

الكلمات الأساسية: التصوير المقطعي للشرابين التاجية - المؤشرات - التقنيات

الأهداف: تحديث المؤشرات الحالية لـ التصوير المقطعي للشرابين التاجية وتحسين التقنيات في الممارسة الحالية في ضوء تجربة مؤسستنا.

المواد والطرق: دراسة وصفية بأثر رجعي تضم 106 من التصوير المقطعي للشرابين التاجية الذين تم إجراؤهم في مستشفى الرباط العسكري. على مدى 10 سنوات من أبريل 2010 إلى أغسطس 2019. يتم إجراء المسح الضوئي على آلة سيمنز 128 شريحة.

نتائج:

كان هناك 106 فحصًا ، بمتوسط عمر 54 عامًا ، ونسبة جنس 1F2.1 / H. تم إجراء الفحص بالأشعة المقطعية أمام ألم الصدر (38٪) ، و مراقبة

الدعامة (5٪) لتغيير شرايين القلب (16٪) ، والبحث عن المتغيرات التشريحية للشرابين التاجية (8٪) ، وأمراض الأبهر (21٪) ، قبل - التقييم - أمراض الصمامات الجراحية (2٪).

مناقشة:

أصبح الماسح الضوئي فحصًا أقل إشعاعًا بشكل متزايد مما يوفر أداءً أفضل من حيث التشخيص. حاليًا ، يُشار إليه على أنه المستوى الأول لمرض الشريان التاجي الحاد حتى في المرضى المعرضين لمخاطر عالية ، وكوقاية أولية في المرضى المعرضين لمخاطر عالية وشديدة الخطورة. يعد الفحص بالأشعة المقطعية مثيرًا للاهتمام أيضًا في استكشاف الأوعية الكبيرة (الشرابين والأوردة) في المنصف في سياق أمراض الأبهر (التضيق ، والتسلخ ، وما إلى ذلك) ، أو في الكشف عن الاختلافات التشريحية ، لا سيما أثناء ما قبل الاستئصال الحراري والتقييم قبل الجراحة.

استنتاج:

التصوير المقطعي المحوسب للقلب هو اختبار نما واستمرت المؤشرات في الاتساع. ومن هنا يأتي الاهتمام بإتقان تقنية الإنتاج والتفسير ، وبالتالي تحسين رعاية المرضى.



ANNEXES



❖ Pontages aorto-coronaires :

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>ANTECEDE NTS</u>	<u>INDICATIO N</u>	<u>RESULTATS</u>
<i>EL. Med</i>	M.71ans	(3x)PAC en 99	Contrôle pontage	Pontage AMIG-IVA perméable Infiltration pariétale calcifiée diffuse (RCA,LCA,Cx)
<i>G. Salah</i>	M.64ans	PAC	Dysfonction VG sévère →Contrôle pontage	Pontage veineux AC droit perméable Surcharge athéromateuse calcifiée diffuse IVA et CX
<i>El H. Med</i>	M.63ans	Diabète - HTA Dble PAC AMI IVA /VSI- marginale 2004	Angor d'effort →Contrôle pontage	Ponts perméables artères de calibre moyen siège d'une surcharge athéromateuse
<i>O .omar</i>	M.61ans	HTA Tabac++ PAC (95) non documenté	Contrôle pontage	Pontage AMI perméable et bien opacifie empreinte le trajet de L'IVA dont on n'opacifie que la partie proximale du segment I. RCA : grêle infiltration pariétale calcifiée CX= calibre moyen, terminaison en tire-bouchon
<i>S. Ahmad</i>	M.52ans	(3x) PAC 98 Tabac++ Dyslipidemie	Contrôle pontage	Pontage perméable Surcharge athéromateuse calcifiée des artères coronaires natives

<i>L. Ali</i>	M.67ans	PAC (96) HTA	Angor mixte	Pontage veineux Aorto-RCA perméable Surcharge calcique moyenne AMI thrombosee
<i>A.Abelkader</i>	M.64ans	Double pontage AMI-IVA, VSI-marginale	Angor d'effort →Contrôle pontage	Pontages perméables Examen de qualité médiocre
<i>E. Fatima</i>	M.59ans	(3x) PAC	Contrôle pontage	Pontages AMI-IVA, VSI-marginale perméables 3eme pontage thrombosé
<i>E. bouazza</i>	M.54ans	Cardiopathie ischémique	Bilan pré-pontage	Naissance séparée de la CD et TC Naissance haute des 2 artères à la jonction sino-tubaire Naissance haute de CD au dessus du SV avec un trajet ente AP et AA
<i>Si Ahmed ouali</i>	M.63ans	Double pontage AMI-IVA, VSI-marginale	Contrôle pontage	Pontage veineux perméable avec bonne opacification de la marginale anastomotique AMI gauche thrombosee
<i>El. Mostapha</i>	M.57ans	Quintuple pontage (09)	Contrôle pontage	Pontages perméables
<i>k. Med</i>	M.54ans	(3x) PAC	Contrôle	Pontages artériels perméables
<i>E. Abdrahman</i>	M.58ans	PAC	Elargissement médiastin supérieur à j3 d'un	Hématome de l'espace pré vasculaire retro-sternal latéralisé a droite sans extravasation au tps artériel Bonne opacification du pontage

			pontage	artériel et du montage en Y avec bne opacification de l'IVA en aval. Lame péricardique et pleurale
<i>A. Fatima</i>	F, 65	(3x)PAC	Controle	Importante surcharge calcique pariétale coronaire Pontages perméables
<i>A. Thami</i>	M.57ans	PAC	Angor d'effort	Pontages perméables: AMI-IVA SPI- 1er-2e diagonales de l'IVA SPI-Cx Pas d'opacification du pontage SP-Cx Oblitération athéromateuse : TC, IVA, Cx, CD
<i>E.M. Med</i>	71 ans	Pontage Ao-coron	Angor d'effort →Contrôle pontage	Pontage perméable Infiltration athéromateuse calcifiée et diffuse de la RCA - LCA et Cx
<i>H.O. Fatima</i>	73 ans	triple pontage	Angor	Stigmate de thrombose du 2e pontage veineux aorto-coronaire

❖ Cardiopathies dilatées

NOM	<u>SEXE-</u> <u>AGE</u>	<u>ANTECEDEN</u> <u>T</u>	<u>INDICATION</u>	<u>RESULTATS</u>
S. abdlkader	M.57ans		CMD	Sans anomalies
B. Majda	F. 67ans	Sdmetabolique	CMD d'origine ischémique probable	Sans anomalies
El. mbarek	M. 58ans		Cardiomyopathie dilatée	Sans anomalies
H. Elaziz	M.57ans	CMD	Dysfonction VG Candidat a un stimulateur cardiaque Visualisation du syst veineux	RCA= multiples calcifications Reconstructions veineuses de qualité mediocre
R. Radouane	M.55ans	Tabac+++	IVG sur CMD d'origine - ischémique compiquée d'un anévrisme apical	VG dilaté siège d'un anévrisme partiellement thrombose. Atrophie myocardique apicale et antero- septale Ep péricardique RCA= Infiltration pariétale du seg II IVA = calibre moy avec opacification du segment I sans injection du lit d'aval Cx=Importante infiltration athéromateuse calcifiée
L. Med	M, 56ans	Tabac Diabète	CMD complément pour visualiser la RCA	Anomalie de naissance de la RCA Infiltration pariétale coronaire diffuse

❖ Masses cardiaques

NOM	<u>SEXE-</u> <u>AGE</u>	<u>ANTECEDE</u> <u>NT</u>	<u>INDICATION</u>	<u>RESULTATS</u>
I. Ali mouh	M. 49ans	IR terminale	Masse oreillette droite	Hypertrophie lipomateuse atrial droite
L. naima	F. 47ans		Exploration d'un acrosyndrome	Sclérodermie+fortuitome

❖ Anomalies congénitales

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>ANTÉCÉDEN TS</u>	<u>INDICATION</u>	<u>RESULTATS</u>
K. ghofrane	F.12 ans		Communication AP-Aorte a l'échographie.	Absence de mise en évidence de communication AP-Aorte
A. Fouzia	F.32ans		Suspicion préopératoire d'anomalies des coronaires	Sans anomalies
B. Med	M.53ans	dyslipidémie	IDM antero-septal Suspicion de FAV a la coro	Absence d'anomalie veineuse Surcharge calcique coronarienne droite. Infiltration pariétale athéromateuse molle du segment I de l'IVA sur tronc gauche court.
M. Med	M.24ans	Stenose valvaire et supra-valvaire		Variante de naissance de la coronaire droite du sinus postéro gauche sans anomalie significative
E. Med	M.5ans	Stenose valvaire et supra-valvaire	Angioplastie para-aortique	Naissance de la CCG du TABC Sténose valvaire et supra-valvaire
El. Ali	M.27ans	CMD	Complément coronarographie	Anomalie de naissance mineure de la RCA de la face antérieure réalisant une coudure rendant son cathétérisme délicat
C. Fatima	F, 59 ans		Absence de visualisation de l'ACD à la coronarographie	Sans anomalies
El A. Mostapha	M,37 ans		kyste du spetum A-V gauche	Persistance de la VCSG qui reçoit les A; coronaires
F. Fatna	F.32ans		complément coronarographie pour exploration d'une anomalie de naissance de la Cx	Anomalie de naissance et de trajet de la Cx sans anomalie pariétale ou de calibre

❖ Douleur thoracique ECG/biologie normaux

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>ANTECEDENT S</u>	<u>INDICATION</u>	<u>RESULTATS</u>
B. Saidia	F.60 ans	Diabète	D. thoracique	Sans anomalies
E. Lakbir	M.56ans	sans ATCD	D. thoracique ECG/ biologie -	Sans anomalies
A. Elhabib	M.55ans	Diabète Coro = nle	D. thoracique ECG/ biologie -	Sans anomalies
D. Cherki	M.60ans	HTA	D. thoracique ECG /bio -	Sans anomalies
B. Driss	M. 52ans	Diabète + HTA	D. thoracique	Sans anomalies
B. Fatima	F.60 ans	HTA	D. thoracique	Sans anomalies
F. Ahmed	M.57 ans		D. thoracique	Sans anomalies
L. Med	M.54 ans	Tabac ++	D. thoracique	Sans anomalies
E. Fatima	F.57 ans		D. thoracique	Qualité médiocre
E. Jamaa	F.60 ans	HTA	D. thoracique	Qualité médiocre (patient pléthorique)
B. Ahmed	M.60 ans	Tabac ++	D. thoracique	Sans anomalies
Z. Med	M.57 ans		D. thoracique	Sans anomalies
B. Abla	F.34 ans		D. thoracique	Calcifications millimétriques sur l'ostium de l'IVA et la première diagonale
B.Othmane	M.55ans	Tabac++	D. thoracique ECG /biologie -	RCA :Infiltration pariétale du seg II sans sténose
D.K.Med	H.63ans		D. thoracique	Multiples calcifications sur trajet des art.coro TC ; infiltration athéromateuse+++ IVA ;Sténose courte seg I-II de <5mm a 36mm de l'ostium.
M. Abdelkader	H. 60ans	Tabac ++ HTA Coro = sténose IVA II	D. thoracique	Multiples calcifications sur trajet de RCA LCA :Infiltration pariétale athéromateuse calcifiée + pont intramyocardique jonction II-III de l'IVA.

B. Med	M.70ans	HTA	D. thoracique	Infiltration pariétale athéromateuse calcifiée touchant les segments RCA IVA, CX et la bissectrice sans sténose significative sur dominance coronaire gauche
R. Hayat	F.64ans	HTA	D. thoracique	Trajet intramyocardique court jonction II-III de l'IVA.
A. Fatima	F.55ans	HTA	D. thoracique	RCA : petit calibre siège de sténose Ostiale
El B. Fatima	F.62ans	HTA	D. thoracique	IVA de calibre moyen surcharge athéromateuse hypodense de la jonction seg I-II sans sténose luminale
D. abderrahim	M, 65 ans		dl thoracique	calcification pariétale millimétrique du segment I (RCS et IVA) sans retentissement sur leur calibre
El. A. Hakima	F, 62 ans	HTA dyslipidémie	- dl thoracique ECG normal	- trifurcation du TC, ACD donnant une IVP et RCP, sans surcharge - Présence à l'ostium d'une calcification de 4mm associé à une composante hypodense réduisant le calibre de 50% - Surcharge athéromateuse calcifiée à la jonction segment I et II de l'IVA sans retentissement sur le calibre
El. A. Yamna	F.60 ans		Dl thoracique	Sans anomalies
A.N. Noureddine	M, 65 ans	DT2	Dl thoracique	Plaque avec sténose significative du segment II de la RCA
B. Saadia	F, 56 ans	DT2	Dl thoracique	Sans anomalies
H. Sanaa	F, 56 ans		Dl thoracique	Sans anomalies
O. Mostapha	M,67ans	Porteur stimulation cardiaque	dl thoracique ECG normal	Sans anomalies significatives

❖ Contrôle des stents :

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>ANTECEDEN TS</u>	<u>INDICATIO N</u>	<u>RESULTATS</u>
C . Abdelmo umen	M.60a ns	sténose du segmoy IVA traité par stent bio MATRIX 2.75/18mm	Angor instable → contrôle stent	stent perméable IVA = infiltration athéromateuse de seg II, sténose courte jonction stent -II de l'IVA peu significative.
EL. Fellah Med	M.64a ns	Tabac++ Stent IVA(2005)	DI atypiques Tr ECG	Stent perméable sans image d'épithélialisation visible injectant de manière satisfaisante le lit d'aval
EL. Med	M.48a ns	Thrombose IVA proximale→ dilatation stent	Contrôle stent	RCA= sténose >50% du segment moyen IVA porte un stent à 8mm de son ostium perméable. sténose significative à l'extrémité distale du stent sur plaque mixte avec une lumière irrégulière et grêle en aval.
D. L. Khadija	F, 62	Stent IVA	Angor instable → contrôle stent	Stent perméable Calcification pariétales de la RCA réduisant sa lumière de 50% Calcificatiohn pariétales de la LCA qui reste perméable
C. Abdelmo unaim	M, 68 ans	Stent IVA	Angor instabe	Infiltration athéromateuse du segment II de l'IVA Sténose courte de la jonction stent- segment II de l'IVA peu significative

❖ Douleur thoracique atypique ECG / biologie perturbées

<u>NOM</u>	<u>AGE- SEXE</u>	<u>ANTECE DENTS</u>	<u>INDICATIO NS</u>	<u>RESULTATS</u>
H. Malika	F. 60ans	HTA	Précordialgies avec trouble de la repolarisation	Sans anomalies
T,Sidiah med	M. 55ans	Tabac+++ Obesite	Précordialgies avec EE+	Infiltration athéromateuse des artères coronaires sans individualisation de sténose significative
M. Ahmed	M. 51ans		Précordialgies avec EE+	RCA = petit calibre siège d'une infiltration pariétale du segment II étendue sur 2 cm avec relative bonne injection de la retro ventriculaire
E. lallarkia	F.60 ans	HTA	Précordialgies atypique	Analyse agiographique impossible (VV fine) patientelethorique
R. Said	M.51ans	Diabete Tabac+++	Douleur thoracique atypique	Sans anomalies
K. Halima	F. 57ans	HTA	Angor instable	Infiltration athéromateuse du segment II de l'IVA et la Cx sans sténose significative
G. Zohra	F.64ans	HTA	Douleur thoracique avec troponine 3x normale	Trajet intramyocardique court de la jonction II-III de l'IVA
B.Med	M. 50ans	HTA	troubles de la repolarisation	Sans anomalies

H. Mostapha	M. 64ans	HTA	troubles de la repolarisation	RCA= Stenose non calcifiée seg II < 50%
L. Ouallidri	M. 64ans		EE +	Infiltration pariétale athéromateuse calcifiée touchant les segments II et III de l' RCA IVA Cx et bissectrice Quantification des sténoses difficile.
D. Mostapha	M. 60ans		EE litigieuse ESV	IVA=infiltration pariétale mixte donnant une lumière irrégulière grêle.
O. Mustapha	M. 60ans	Tabac++	EE litigieuse	Sans anomalies
L. Med	M. 62ans		Précordialgies atypiques	Sans anomalie
E.M. Imane	F, 12ans	Hypercholestérolémie héréditaire	troubles de la repolarisation	-Surcharge athéromateuse Aorte et des TSA - Ectasie de l'Aorte ascendante* - Plaque segment initial de la Cx sténosant de 50%

❖ Bilan de sténose

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>ANTECEDEN TS</u>	<u>INDICATIO N</u>	<u>RESULTAT</u>
A. Fatima	F.67 ans	Diabète +HTA	Thrombose RCA moyenne CORO en 2008	RCA= Sténose ostiale serrée et du seg moyen avec injection du lit d'aval par collatéralité
L. Nouredine	M.58 ans	SCA ST+anterosepto apical thrombolyseen 2011	Complicquée d'ICG	Lit d'aval d'IVA perméable au delà de 35mm de thrombose

❖ Bilan préopératoire d'une valvulopathie

<u>NOM</u>	<u>SEXE- AGE</u>	<u>INDICATION</u>	<u>FREQUENCE CARDIAQUE</u>	<u>RESULTATS</u>
Z. Abdellah	M 54ans	Maladie mitrale ACFA	FC=56 – 110 bpm D.Dte	Dilatation des cavités droites et de l'oreillette gauche
L.Ameur	M.50 ans	Bilan pre-op	FC=62 bpm D.Dte	Thrombus au niveau de la valve aortique

❖ Autres

<u>NOM</u>	<u>SEX</u> <u>E-</u> <u>AGE</u>	<u>ANTEC</u> <u>EDENT</u> <u>S</u>	<u>INDICATIO</u> <u>N</u>	<u>FREQUEN</u> <u>CE</u> <u>CARDIAQ</u> <u>UE</u>	<u>RESULTATS</u>
L. claud	F.61 ans	HTA	Palpitation syncope	FC=54 bpm D.Ghe	Discrète ectasie aorte ascendante sans anomalies des artères coronaires.
A. Ahmed	M. 58ans	HTA	Ectasie aorte ascendante	FC= 67 bpm D.Dte	ectasie aorte ascendante sans anomalies des artères coronaires.
R. Youssef	M.53 ans		Endocardite infectieuse compliquée d'IC globale	FC=60bpm s/s B bloquant D.Dte	Sans anomalies
B. Touria	F.483 ns	Anévrisme aorte thoracique	controle anévrisme de l'aorte thoracique	FC=54bpm D.Dte	Ectasie anévrismale de AA= 45mm + infiltration des parois (des artères coronaires, la sous- clavière et l'ostium vertébral gauche) → dans le cadre d'une maladie de TAKAYASHU
A. Abdessalam	M.48 ans		Bilan pre -op Anévrisme aorte thoracique	FC=52bpm D.Dte	Anevrisme AA Artères coronaires sans anomalie
L.Med	M.47 ans	AAA	Bilan pré-op	FC=54bpm D.Dte	Anevrisme du seg 1 de l'AA Artères coronaires sans anomalies
Ammi. Said	M.40 ans		Dissection AA Agenesie RCA	FC=61bpm D.Dte	Dissection crosse aorte Hématomeliquifie sans

					extravasation PDC Implant du TG RCA hypoplasique
M.Med	62ans	Tabac HTA Dissection aorte	Bilan pre-op pour remplacement de l'aorte ascendante	FC=60bpm D.Dte	Dissection de type B avec hematome pariétal de l'aorte ascendante
R. Nadia	F.40ans	takayashu	Bilan maladie	FC=62bpm D.Ghe	Aortite inflammatoire compliquée d'AAA + lésion Sténosante de l'AA , de l'arche aortique et des ostia du TABC et de la CC gauche sans atteinte pariétale des artères pulmonaires et coronaires classant l'affection IIa (P-)(C-)
M. Rachida	F.34ans	AFA	Bilan pre Thermo-ablation		Radioanatomie normale des veines pulmonaires.
B. Oissila	F.38ans		Contrôle hématome pericardique	FC=62bpm	Hématome liquéfié
O. Mustapha	M.53ans	Stimulateur cardiaque	Douleur thoracique		Qualité moyenne due aux artefacts des electrodes du VD Sans anomalie
A. Elmahjoub	M.40ans	HTA	Coarctation de l'aorte		Diaphragme au niveau de la région isthmique
E. Abdellah	M.50ans		Contrôle prothese de l'AA		

I. Aziz. Amri	M. 40ans		Anévrisme Aorte ascendante		Anévrisme de l'aorte sans anomalie coronaire
O.Nour El Houda	F, 49ans	Maladie de Kawasaki	Bilan maladie de kawasaki		Anevrisme ACD et ACG compatible avec une vascularite des artères coronaires
M. Mansouri	M,62 ans	Pacemaker	Ectasie de l'aorte ascendante		- Valve aortique bicuspide - Ectasie fusiforme Ao asc (45mm) - Discrète hypertrophie VG
E. Bouazza	M. 40ans	AFA	Bilan pre Thermo-ablation		Sans anomalies
A. Med	M.47 ans		Péricardite		Epaississement régulier du péricarde de 4mm sans calcifications
B. Laila	F, 60ans	DT2 HTA	Hypokinésie antéroseptale découverte durant bilan pré-op		Sans anomalies
C. Med	M.50 ans		Bilan polyangéite microscopique		Sans anomalies
M. Med	M, 11 ans		Bilan d'un syndrome de WilliamsBeuren		Sténose valvulaire et supra valvulaire



BIBLIOGRAPHIE



- [1] Mervoyer E, Bases de la cardiologie. 2009.
- [2] Garcier J-M, Trogrlic S, Boyer L, Crochet P-D. Anatomie du cœur et des artères coronaires. *J Radiol.* 2004;85(10):1758-1763.
- [3] Gouya H, Huwart L, Salengro E, Vignaux O. Chapitre 1 - Anatomie du cœur et des artères coronaires. In: Vignaux O, ed. *Imagerie Cardiaque : Scanner et IRM (Deuxième Édition)*. Elsevier Masson; 2011:3-13
- [4] Gouya H, Daoud B, Marque N, Clarençon F, Silvera S, Vignaux O. Disposition normale et anomalies des arteres coronaires. *J Radiol.* 2009;90(10):1373-1374.
- [5] Kadoch MA, Becker H-CRF. CT Cardiac Anatomy. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:227-234.
- [6] The Radiology Assistant : Coronary anatomy and anomalies.
- [7] C Vastel-Amzallag. Anomalies congénitales des artères coronaires sur cœur anatomiquement sain et pathologique. *EMC cardiologie*. Août 2013.
- [8] Christiaens L, Coroscanner : pour quels patients le proposer ? Chez quels patients l'éviter ? *Cardiologie Pratique*. Published November 16, 2020.
- [9] Daoud,H. Gouya, A. Fregeville, E. Palangié, S. Silvera, P. Legmann, O. Vignaux. Coroscanner : peut-on s'affranchir des beta-bloquants ? expérience sur un an avec un scanner bi-tube. *Journal de radiologie Vol 90 - N° 10*. P. 1328.

- [10] Schwarz F., Ruzsics B., Schoepf U.J., Bastarrika G., Chiaramida S.A., Abro J.A., et al. Dual-energy CT of the heart : principles and protocols *Eur J Radiol* 2008 ; 68 : 423-433.
- [11] Daoud B, Vignaux O. Chapitre 4 - Scanner cardiaque: principes, protocole d'acquisition et dosimétrie. In: Vignaux O, ed. *Imagerie Cardiaque : Scanner et IRM (Deuxième Édition)*. Elsevier Masson; 2011:31-39.
- [12] Schoepf UJ, Zwerner PL, Savino G, Herzog C, Kerl JM, Costello P. Coronary CT angiography. *Radiology*. 2007;244(1):48-63.
- [13] Gueret P, Deux J-F. Les nouveautés en scanner coronaire : données cliniques et progrès technologiques. *Arch Mal Coeur Vaiss - Prat*. 2016;2016(251):2-9.
- [14] Bruguière, J-F.Deux. Compte rendu et post-traitement en scanner cardiaque. Formation médicale continue 2009 (13) :217-234
- [15] Pasteur-Rousseau A, Sebag F. Scanner cardiaque : intérêt dans le bilan des douleurs thoraciques, dans le dépistage cardiovasculaire et dans le bilan pré-ablation de fibrillation auriculaire. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*. 2020;69(5):276-288.
- [16] Achenbach S, Marwan M, Schepis T, et al. High-pitch spiral acquisition: a new scan mode for coronary CT angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2009;3(2):117-121.
- [17] Pannu HK, Jacobs JE, Lai S, Fishman EK. Coronary CT Angiography with 64-MDCT: Assessment of Vessel Visibility. *Am J Roentgenol*. 2006;187(1):119-126.

- [18] JF. Deux, G.Jourdan, J.Garot, A. Luciani, P. Gueret, A.Rahmouni. Réalisation d'un scanner des coronaires : bonnes pratiques. Formation médicale continue 2007 (52) : 543-553.
- [19] Abada HT, Larchez C, Daoud B, Sigal-Cinqualbre A, Paul J-F. MDCT of the Coronary Arteries: Feasibility of Low-Dose CT with ECG-Pulsed Tube Current Modulation to Reduce Radiation Dose. *Am J Roentgenol*. 2006;186(6_supplement_2):S387-S390.
- [20] Bischoff B, Hein F, Meyer T, et al. Comparison of Sequential and Helical Scanning for Radiation Dose and Image Quality: Results of the Prospective Multicenter Study on Radiation Dose Estimates of Cardiac CT Angiography (PROTECTION) I Study. *Am J Roentgenol*. 2010;194(6):1495-1499.
- [21] Dewey M, Zimmermann E, Deissenrieder F, et al. Noninvasive coronary angiography by 320-row computed tomography with lower radiation exposure and maintained diagnostic accuracy: comparison of results with cardiac catheterization in a head-to-head pilot investigation. *Circulation*. 2009;120(10):867-875.
- [22] Mannil M, Alkadhi H. Evolution of Radiation Dose from Cardiac CT. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:11-18.
- [23] Willoteaux S, Sibileau E, Caroff J, et al. La réduction de dose en coroscanographie. *Journal de Radiologie*. 2010;91(11, Part 2):1220-1224.

- [24] Pflederer T, Rudofsky L, Ropers D, et al. Image Quality in a Low Radiation Exposure Protocol for Retrospectively ECG-Gated Coronary CT Angiography. *Am J Roentgenol*. 2009;192(4):1045-1050.
- [25] Park E-A, Lee W, Kang J-H, Yin YH, Chung JW, Park JH. The Image Quality and Radiation Dose of 100-kVp versus 120-kVp ECG-Gated 16-Slice CT Coronary Angiography. *Korean J Radiol*. 2009;10(3):235-243.
- [26] Paul J-F, Abada HT. Strategies for reduction of radiation dose in cardiac multislice CT. *Eur Radiol*. 2007;17(8):2028-2037.
- [27] Sablayrolles J-L. Chapitre 6 - Traitement d'image en scanner cardiaque. In: Vignaux O, ed. *Imagerie Cardiaque : Scanner et IRM (Deuxième Édition)*. Elsevier Masson; 2011:51-78.
- [28] Sablayrolles J.L., Giat P. Visualization techniques for contrast enhancement CTA of coronary arteries CT of the heart : principles and applications Totowa: Humana Press (2005). 247-258
- [29] Albrecht MH, Eid M, Suranyi PS. Cardiac CT: Contemporary Clinical Image Data Display, Analysis, and Quantification. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:131-147.
- [30] Sablayrolles J.L. Post-traitement au scanner Imagerie cardiaque : scanner et IRM Paris: Masson (2005). 43-56
- [31] Rajiah P, Abbara S. CT of Cardiac Function and Wall Motion. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:407-421.

- [32] The Radiology Assistant : Ischemic and non-ischemic cardiomyopathy.
- [33] E. Coche, E. Danse. *Louvain med* 2017; 136 (2): 130-137
- [34] Henzler T, Carrascosa P, Ko BS, Rubinshtein R. Principles of Cardiac CT Image Acquisition. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:69-85.
- [35] Rajiah P, Abbara S, Halliburton SS. Spectral detector CT for cardiovascular applications. *Diagn Interv Radiol*. 2017;23(3):187-193.
- [36] Pernès J-M, Sirol M, Chabbert V, et al. Les indications actuelles du scanner cardiaque. *Arch Cardiovasc Dis Suppl*. 2009;1(1):13-22.
- [37] Pasteur-Rousseau A, Sebag F. Scanner cardiaque : intérêt dans le bilan des douleurs thoraciques, dans le dépistage cardiovasculaire et dans le bilan pré-ablation de fibrillation auriculaire. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*. 2020;69(5):276-288.
- [38] Morris PB, Shapiro MD. Clinical Application of the Coronary Artery Calcium Score and Implications for Cardiovascular Disease Prevention. *CT of the Heart*. Published online 2019:259-284.
- [39] Cury RC, Abbara S, Achenbach S, et al. Coronary Artery Disease - Reporting and Data System (CAD-RADS): An Expert Consensus Document of SCCT, ACR and NASCI: Endorsed by the ACC. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2016;9(9):1099-1113
- [40] The Radiology Assistant : Coronary Artery Disease-Reporting and Data System

- [41] Frazier AA, Qureshi F, Read KM, Gilkeson RC, Poston RS, White CS. Coronary artery bypass grafts: assessment with multidetector CT in the early and late postoperative settings. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc.* 2005;25(4):881-896.
- [42] Donkol RH, Mahmoud ZS, Elrawy M. Evaluation of Coronary Artery Bypass by CT Coronary Angiography. *Coron Artery Bypass Graft Surg.* Published online December 20, 2017.
- [43] Lapeyre M. Chapitre 8 - Scanner des artères coronaires. In: Vignaux O, ed. *Imagerie Cardiaque : Scanner et IRM (Deuxième Édition)*. Elsevier Masson; 2011:85-10
- [44] Prat-Gonzalez S, Sanz J, Garcia MJ. Cardiac CT: indications and limitations. *J Nucl Med Technol.* 2008;36(1):18-24
- [45] Yang J, Tesche C, Duguay TM, Geyer LL, Chen Y. Stent Assessment. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:375-379.
- [46] Raimondi F, Bonnet D. Anomalies congénitales des artères coronaires. *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle.* 2016;97(2):195-203
- [47] Clarençon F, Vignaux O, Varenne O, et al. Anomalies d'implantation et de trajet des artères coronaires : apport du scanner multicoupe. *Journal de Radiologie.* 2007;88(1, Part 1):39-46.
- [48] Zhang LJ, Chowdhury SM, Lu GM. CT of Coronary Artery Anomalies. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:565-577.

- [49] Levesque S, Cassagnes L, Lusson JR, Boyer L. Intramyocardial bridges: A real indication for cross-sectional cardiac imaging. *Diagn Interv Imaging*. 2012;93(5):406-409.
- [50] Chambenois E, Gouya H, Vignaux O. Chapitre 20 - Imagerie des vaisseaux du cœur. In: Joffre F, ed. *Traité D'imagerie Vasculaire*. Elsevier Masson; 2015:224-236.
- [51] Lacomis JM, Ocak I, Knollmann F, Voigt A, Bazaaz R. Cardiac CT: Electrophysiological Applications. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart*. Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:531-552.
- [52] Dacher JN, Caudron J, Eltchaninoff H. Scanner cardiaque avant cure de rétrécissement aortique.
- [53] Deux J-F. Le point de vue du radiologue, Recommandations cœur, diabète, métabolisme, *Cordiam-n°11-1*, 2016.
- [54] Rodière M, Michoud M, Monnin-Bares V, Thony F, Ferretti G. Comment je contrôle une aorte thoracique après traitement en scanner ou en IRM ? *Journal de Radiologie*. 2010;91(5, Part 2):657-663.
- [55] Maldjian PD, Partyka L. Intimal tears in thoracic aortic dissection: appearance on MDCT with virtual angioscopy. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198(4):955-961.
- [56] Vignaux O, Dacher J-N, Laissy J-P. Chapitre 15 - Cardiomyopathies et myocardites. In: Vignaux O, ed. *Imagerie Cardiaque : Scanner et IRM (Deuxième Édition)*. Elsevier Masson; 2011:183-195
- [57] Didier R., Boschat J., Gilard M, Scanner cardiaque pratique

- [58] Kim EY, Choe YH, Sung K, Park SW, Kim JH, Ko Y-H. Multidetector CT and MR imaging of cardiac tumors. *Korean J Radiol.* 2009;10(2):164-175.
- [59] Araoz PA, Mulvagh SL, Tazelaar HD, Julsrud PR, Breen JF. CT and MR imaging of benign primary cardiac neoplasms with echocardiographic correlation. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc.* 2000;20(5):1303-1319.
- [60] Grebenc ML, Rosado de Christenson ML, Burke AP, Green CE, Galvin JR. Primary Cardiac and Pericardial Neoplasms: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics.* 2000;20(4):1073-1103.
- [61] Moskovitch G, Chabbert V, Escourrou G, et al. Tumeurs cardiaques : aspects en scanner et en IRM. *Journal de Radiologie.* 2010;91(9, Part 1):857-877.
- [62] Bastarrika G, Rábago G. Cardiac CT in the Setting of Heart Transplantation. In: Schoepf UJ, ed. *CT of the Heart.* Contemporary Medical Imaging. Humana Press; 2019:391-404.
- [63] Société Française d'Imagerie Cardiaque et Vasculaire Diagnostique et Interventionnelle

Serment d' Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
- وأن أمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول .
- وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بالله .

والله على ما أقول شهيد .



المملكة المغربية
جامعة محمد الخامس بالرباط
كلية الطب والصيدلة
الرباط



أطروحة رقم: 98

سنة : 2021

التصوير المقطعي للشرابين التاجية في الممارسة الحالية تجربة المستشفى العسكري الجامعي محمد الخامس بالرباط

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : 2021/03/10

من طرف

السيدة منال جيدال

المزودة في 10 يونيو 1993 بالقنيطرة

طبيبة داخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

لنيل شهادة

دكتور في الطب

الكلمات الأساسية : التصوير المقطعي للشرابين التاجية؛ المؤشرات؛ التقنيات

أعضاء لجنة التحكيم:

رئيس	السيد حسن بومدين
مشرف	أستاذ في طب الأشعة
عضو	السيدة رشيدة صواب
عضو	أستاذة في طب الأشعة
عضو	السيدة اعتماد نصار
عضو	أستاذة في طب الأشعة
عضو	السيد زوهير لكحل
عضو	أستاذ في أمراض القلب
عضو	السيد عصام النافع
عضو	أستاذ في طب الأشعة