

UNIVERSITE MOHAMMED V - SOUSSI
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE -RABAT-

ANNEE: 2014

THESE N°: 21

**APPORT DU SCANNER SPIRALE DANS L'EXPLORATION
DES MALFORMATIONS CARDIO-VASCULAIRES CHEZ L'ENFANT**

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mme. Hajar BARAHIOUI

Née le 02 Août 1985 à Rabat

Médecin Interne du CHU Ibn Sina Rabat

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES: Scanner spiralé – Malformations cardio-vasculaires – Enfant.

JURY

Mme. R. DAFIRI

Professeur de Radiologie

PRESIDENT

Mme. L. CHAT

Professeur de Radiologie

RAPPORTEUR

Mme. R. AMRI

Professeur de Cardiologie

Mr. S. MOUGHIL

Professeur de Chirurgie Cardio-vasculaire

Mr. A. BENTAHILA

Professeur de Pédiatrie

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إنك أنت العليم الحكيم

اللهم
صلى الله
عليه وسلم

سورة البقرة: الآية: 32

اللهم إنا نسألك علما نافعا وقلبا خاشعا وشفاء

من كل داء وسقم





UNIVERSITE MOHAMMED V- SOUISSI

17 JUIN 2013

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 ADNIAOUI
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Mohammed AHALLAT
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Jamal TAOUFIK
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Jamal TAOUFIK
Secrétaire Général : Mr. El Hassane AHALLAT

PROFESSEURS :

Mai et Octobre 1981

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. TAOBANE Hamid*	Chirurgie Thoracique

Mai et Novembre 1982

Pr. ABROUQ Ali*	Oto-Rhino-Laryngologie
Pr. BENSOUHA Mohamed	Anatomie
Pr. BENOSMAN Abdellatif	Chirurgie Thoracique
Pr. LAHBABI Naïma	Physiologie

Novembre 1983

Pr. BELLAKHDAR Fouad	Neurochirurgie
Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI	Rhumatologie

Décembre 1984

Pr. EL GUEDDARI Brahim El Khalil	Radiothérapie
Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie - Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	Chirurgie

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENJELLOUN Halima
Pr. BENSALD Younes
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa
Pr. IRAQI Ghali

Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Neurologie
Pneumo-phtisiologie

Janvier, Février et Décembre 1987

Pr. AJANA Ali
Pr. CHAHED OUZZANI Houria
Pr. EL YAACOUBI Moradh
Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
Pr. LACHKAR Hassan
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie
Gastro-Entérologie
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib
Pr. DAFIRI Rachida
Pr. HERMAS Mohamed
Pr. TOLOUNE Farida*

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie
Traumatologie Orthopédie
Médecine Interne

Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990

Pr. ADNIAOUI Mohamed
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali*
Pr. CHAD Bouziane
Pr. CHKOFF Rachid
Pr. HACHIM Mohammed*
Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. MANSOURI Fatima
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda
Pr. TAZI Saoud Anas

Médecine Interne
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Pathologie Chirurgicale
Médecine-Interne
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Neurologie
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia
Pr. AZZOUI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENABDELLAH Chahrazad
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZZAD Rachid
Pr. CHABRAOUI Layachi
Pr. CHERRAH Yahia

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Hématologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie

Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. JANATI Idrissi Mohamed*
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. DAOUDI Rajae
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. OUZZANI TAIBI Med Charaf Eddine
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Mars 1994

Pr. AGNAOU Lahcen
Pr. BENCHERIFA Fatiha
Pr. BENJAAFAR Nouredine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. EL AOUAD Rajae
Pr. EL BARDOUNI Ahmed
Pr. EL HASSANI My Rachid
Pr. EL IDRISSE Lamghari Abdennaceur
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. HADRI Larbi*
Pr. HASSAM Badredine
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. JELTHI Ahmed
Pr. MAHFOUD Mustapha
Pr. MOUDENE Ahmed*
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Histologie Embryologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Pharmacologie
Chimie thérapeutique

Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Médecine Interne
Anatomie
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale
Microbiologie

Ophtalmologie
Ophtalmologie
Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Gynécologie Obstétrique
Immunologie
Traumato-Orthopédie
Radiologie
Médecine Interne
Chirurgie Générale
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Traumatologie- Orthopédie
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. ABDELHAK M'barek
Pr. BELAIDI Halima
Pr. BRAHMI Rida Slimane
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHAMI Ilham
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. EL ABBADI Najia
Pr. HANINE Ahmed*
Pr. JALIL Abdelouahed
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie
Chirurgie – Pédiatrique
Neurologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Gynécologie – Obstétrique
Traumatologie – Orthopédie
Radiologie
Ophtalmologie
Neurochirurgie
Radiologie
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. BEDDOUCHE Amocrane*
Pr. CHAARI Jilali*
Pr. DIMOU M'barek*
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine*
Pr. EL MESNAOUI Abbes
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. FERHATI Driss
Pr. HASSOUNI Fadil
Pr. HDA Abdelhamid*
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. IBRAHIMY Wafaa
Pr. MANSOURI Aziz
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Urologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Gynécologie Obstétrique
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
Cardiologie
Urologie
Ophtalmologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya*
Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOVAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. MAHFOUDI M'barek*
Pr. MOHAMMADINE EL Hamid
Pr. MOHAMMADI Mohamed
Pr. MOULINE Soumaya
Pr. OUADGHIRI Mohamed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Générale
Médecine Interne
Pneumo-phtisiologie
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie
Cardiologie

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN AMAR Abdesselem
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha
Pr. CHAOUIR Souad*
Pr. DERRAZ Said
Pr. ERREIMI Naima
Pr. FELLAT Nadia
Pr. GUEDDARI Fatima Zohra
Pr. HAIMEUR Charki*
Pr. KADDOURI Noureddine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. NAZI M'barek*
Pr. OUAHABI Hamid*
Pr. TAOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Chirurgie Générale
Urologie
Neurologie
Radiologie
Neurochirurgie
Pédiatrie
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Cardiologie
Neurologie
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA
Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. EZZAITOUNI Fatima
Pr. LAZRAK Khalid *

Gastro-Entérologie
Neurologie
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Néphrologie
Traumatologie Orthopédie

Pr. BENKIRANE Majid*
Pr. KHATOURI ALI*
Pr. LABRAIMI Ahmed*

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUMAR Hassan
Pr. BENCHERIF My Zahid
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHAOUI Zineb
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. EL OTMANY Azzedine
Pr. HAMMANI Lahcen
Pr. ISMAILI Mohamed Hatim
Pr. ISMAILI Hassane*
Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AIT OURHROUI Mohamed
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. BENCHEKROUN Nabih
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL IDGHIRI Hassan
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. HSSAIDA Rachid*
Pr. LAHLOU Abdou
Pr. MAFTAH Mohamed*
Pr. MAHASSINI Najat
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
Pr. NASSIH Mohamed*
Pr. ROUIMI Abdelhadi

Hématologie
Cardiologie
Anatomie Pathologique

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Chirurgie Générale
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Neurologie
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Neurochirurgie
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale
Neurologie

Décembre 2001

Pr. ABABOU Adil	Anesthésie-Réanimation
Pr. BALKHI Hicham*	Anesthésie-Réanimation
Pr. BELMEKKI Mohammed	Ophtalmologie
Pr. BENABDELJLIL Maria	Neurologie
Pr. BENAMAR Loubna	Néphrologie
Pr. BENAMOR Jouda	Pneumo-phtisiologie
Pr. BENELBARHDADI Imane	Gastro-Entérologie
Pr. BENNANI Rajae	Cardiologie
Pr. BENOUACHANE Thami	Pédiatrie
Pr. BENYOUSSEF Khalil	Dermatologie
Pr. BERRADA Rachid	Gynécologie Obstétrique
Pr. BEZZA Ahmed*	Rhumatologie
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi	Anatomie
Pr. BOUHOUCHE Rachida	Cardiologie
Pr. BOUMDIN El Hassane*	Radiologie
Pr. CHAT Latifa	Radiologie
Pr. CHELLAOUI Mounia	Radiologie
Pr. DAALI Mustapha*	Chirurgie Générale
Pr. DRISSI Sidi Mourad*	Radiologie
Pr. EL HIJRI Ahmed	Anesthésie-Réanimation
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid	Neuro-Chirurgie
Pr. EL MADHI Tarik	Chirurgie-Pédiatrique
Pr. EL MOUSSAIF Hamid	Ophtalmologie
Pr. EL OUNANI Mohamed	Chirurgie Générale
Pr. ETTAIR Said	Pédiatrie
Pr. GAZZAZ Miloudi*	Neuro-Chirurgie
Pr. GOURINDA Hassan	Chirurgie-Pédiatrique
Pr. HRORA Abdelmalek	Chirurgie Générale
Pr. KABBAJ Saad	Anesthésie-Réanimation
Pr. KABIRI EL Hassane*	Chirurgie Thoracique
Pr. LAMRANI Moulay Omar	Traumatologie Orthopédie
Pr. LEKEHAL Brahim	Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pr. MAHASSIN Fattouma*	Médecine Interne
Pr. MEDARHRI Jalil	Chirurgie Générale
Pr. MIKDAME Mohammed*	Hématologie Clinique
Pr. MOHSINE Raouf	Chirurgie Générale
Pr. NOUINI Yassine	Urologie
Pr. SABBAH Farid	Chirurgie Générale
Pr. SEFIANI Yasser	Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia	Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia*
Pr. BERNOUSSI Zakiya
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya
Pr. CHOHO Abdelkrim *
Pr. CHKIRATE Bouchra
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
Pr. EL BARNOUSSI Leila
Pr. EL HAOURI Mohamed *
Pr. EL MANSARI Omar*
Pr. ES-SADEL Abdelhamid
Pr. FILALI ADIB Abdelhai
Pr. HADDOUR Leila
Pr. HAJJI Zakia
Pr. IKEN Ali
Pr. ISMAEL Farid
Pr. JAAFAR Abdeloihab*
Pr. KRIOUILE Yamina
Pr. LAGHMARI Mina
Pr. MABROUK Hfid*
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*
Pr. NAITLHO Abdelhamid*
Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RACHID Khalid *
Pr. RAISS Mohamed
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
Pr. RHOU Hakima
Pr. SIAH Samir *
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Chirurgie Pédiatrique
Gynécologie Obstétrique
Dermatologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Ophtalmologie
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Traumatologie Orthopédie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Traumatologie Orthopédie
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Médecine Interne
Oto-Rhino-Laryngologie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Néphrologie
Anesthésie Réanimation
Pédiatrie
Chirurgie Générale

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOUGHALEM Mohamed*
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. EL YOUNASSI Badreddine*
Pr. HACHI Hafid
Pr. JABOUIRIK Fatima
Pr. KARMANE Abdelouahed
Pr. KHABOUZE Samira
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. LEZREK Mohammed*
Pr. MOUGHIL Said
Pr. SASSENOU ISMAIL*
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

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

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. AZIZ Nouredine*
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENHALIMA Hanane
Pr. BENHARBIT Mohamed
Pr. BENYASS Aatif
Pr. BERNOUSSI Abdelghani
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed
Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. EL HAMZAOUI Sakina

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Rhumatologie
Ophtalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
Ophtalmologie
Cardiologie
Ophtalmologie
Ophtalmologie
Biophysique
Microbiologie

Pr. HAJJI Leila
 Pr. HESSISSEN Leila
 Pr. JIDAL Mohamed*
 Pr. KARIM Abdelouahed
 Pr. KENDOSSI Mohamed*
 Pr. LAAROUSSI Mohamed
 Pr. LYAGOUBI Mohammed
 Pr. NIAMANE Radouane*
 Pr. RAGALA Abdelhak
 Pr. SBIHI Souad
 Pr. TNACHERI OUZZANI Btissam
 Pr. ZERAIDI Najia

Cardiologie
 Pédiatrie
 Radiologie
 Ophtalmologie
 Cardiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Parasitologie
 Rhumatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Histo-Embryologie Cytogénétique
 Ophtalmologie
 Gynécologie Obstétrique

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Anesthésie Réanimation

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
 Pr. AKJOUJ Said*
 Pr. BELMEKKI Abdelkader*
 Pr. BENCHEIKH Razika
 Pr. BIYI Abdelhamid*
 Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
 Pr. BOULAHYA Abdellatif*
 Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
 Pr. DOGHMI Nawal
 Pr. ESSAMRI Wafaa
 Pr. FELLAT Ibtiham
 Pr. FAROUDY Mamoun
 Pr. GHADOUANE Mohammed*
 Pr. HARMOUCHE Hicham
 Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
 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

Rhumatologie
 Radiologie
 Hématologie
 O.R.L
 Biophysique
 Chirurgie - Pédiatrique
 Chirurgie Cardio – Vasculaire
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Gastro-entérologie
 Cardiologie
 Anesthésie Réanimation
 Urologie
 Médecine Interne
 Anesthésie Réanimation
 Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Pharmacie Galénique
 Parasitologie
 Radiothérapie
 Psychiatrie

Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SEKKAT Fatima Zahra
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saïda*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Endocrinologie
Psychiatrie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. ACHOUR Abdessamad*
Pr. AIT HOUSSA Mahdi*
Pr. AMHAJJI Larbi*
Pr. AMMAR Haddou
Pr. AOUI Sarra
Pr. BAITE Abdelouahed*
Pr. BALOUCH Lhoussaine*
Pr. BENZIANE Hamid*
Pr. BOUTIMZIANE Nourdine
Pr. CHARKAOUI Naoual*
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*
Pr. ELABSI Mohamed
Pr. EL BEKKALI Youssef*
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
Pr. EL OMARI Fatima
Pr. GANA Rachid
Pr. GHARIB Nouredine
Pr. HADADI Khalid*
Pr. ICHOU Mohamed*
Pr. ISMAILI Nadia
Pr. KEBDANI Tayeb
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*
Pr. LOUZI Lhoussain*
Pr. MADANI Naoufel
Pr. MAHI Mohamed*
Pr. MARC Karima
Pr. MASRAR Azlarab
Pr. MOUSSAOUI Abdelmajid
Pr. MOUTAJ Redouane *
Pr. MRABET Mustapha*
Pr. MRANI Saad*
Pr. OUZZIF Ez zohra*
Pr. RABHI Moncef*
Pr. RADOUANE Bouchaib*

Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Traumatologie orthopédie
ORL
Parasitologie
Anesthésie réanimation
Biochimie-chimie
Pharmacie clinique
Ophtalmologie
Pharmacie galénique
Chirurgie générale
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Anesthésie réanimation
Psychiatrie
Neuro chirurgie
Chirurgie plastique et réparatrice
Radiothérapie
Oncologie médicale
Dermatologie
Radiothérapie
Anesthésie réanimation
Microbiologie
Réanimation médicale
Radiologie
Pneumo phtisiologie
Hématologie
Anesthésier réanimation
Parasitologie
Médecine préventive santé publique et hygiène
Virologie
Biochimie-chimie
Médecine interne
Radiologie

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

Microbiologie
 Microbiologie
 Radiothérapie
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Ophtalmologie
 Chirurgie générale
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Cardiologie

Décembre 2008

Pr ZOUBIR Mohamed*
 Pr TAHIRI My El Hassan*

Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale

PROFESSEURS AGREGES :

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
 Pr. AGDR Aomar*
 Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
 Pr. AIT BENHADDOU El hachmia
 Pr. AKHADDAR Ali*
 Pr. ALLALI Nazik
 Pr. AMAHZOUNE Brahim*
 Pr. AMINE Bouchra
 Pr. AZENDOUR Hicham*
 Pr. BELYAMANI Lahcen*
 Pr. BJIJOU Younes
 Pr. BOUHSAIN Sanae*
 Pr. BOUI Mohammed*
 Pr. BOUNAIM Ahmed*
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha*
 Pr. CHAKOUR Mohammed *
 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. KADI Said *

Médecine interne
 Pédiatre
 Chirurgie Générale
 Neurologie
 Neuro-chirurgie
 Radiologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Rhumatologie
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie Réanimation
 Anatomie
 Biochimie-chimie
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Traumatologie orthopédique
 Hématologie biologique
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Hématologie clinique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie
 Médecine interne
 Gynécologie obstétrique
 Rhumatologie
 Gastro-entérologie
 Pédiatrie
 Traumatologie orthopédique

Pr. KARBOUBI Lamya
 Pr. L'KASSIMI Hachemi*
 Pr. LAMSAOURI Jamal*
 Pr. MARMADE Lahcen
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. MESSAOUDI Nezha *
 Pr. MSSROURI Rahal
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. OUKERRAJ Latifa
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *
 Pr. ZOUHAIR Said*

Pédiatrie
 Microbiologie
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Pédiatrie
 Hématologie biologique
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Cardiologie
 Pneumo-phtisiologie
 Microbiologie

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
 Pr. AMEZIANE Taoufiq*
 Pr. BELAGUID Abdelaziz
 Pr. BOUAITY Brahim*
 Pr. CHADLI Mariama*
 Pr. CHEMSI Mohamed*
 Pr. CHERRADI Ghizlan
 Pr. DAMI Abdellah*
 Pr. DARBI Abdellatif*
 Pr. DENDANE Mohammed Anouar
 Pr. EL HAFIDI Naima
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
 Pr. EL MAZOUZ Samir
 Pr. EL SAYEGH Hachem
 Pr. ERRABIH Ikram
 Pr. LAMALMI Najat
 Pr. LEZREK Mounir
 Pr. MALIH Mohamed*
 Pr. MOSADIK Ahlam
 Pr. MOUJAHID Mountassir*
 Pr. NAZIH Mouna*
 Pr. RAISSOUNI Zakaria*
 Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anesthésie réanimation
 Médecine interne
 Physiologie
 ORL
 Microbiologie
 Médecine aéronautique
 Cardiologie
 Biochimie chimie
 Radiologie
 Chirurgie pédiatrique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie plastique et réparatrice
 Urologie
 Gastro entérologie
 Anatomie pathologique
 Ophtalmologie
 Pédiatrie
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie générale
 Hématologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. Abdelouahed AMRANI
 Pr. ABOUELALAA Khalil*
 Pr. Ahmed JAHID
 Pr. BELAIZI Mohamed*
 Pr. BENCHEBBA Drissi*
 Pr. DRISSI Mohamed*

Chirurgie Pédiatrique
 Anesthésie Réanimation
 Anatomie Pathologique
 Psychiatrie
 Traumatologie Orthopédique
 Anesthésie Réanimation

Pr. EL KHATTABI Abdessadek*
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. MEHSSANI Jamal*
Pr. Mouna EL ALAOUI MHAMDI
Pr. Mounir ER-RAJI
Pr. RAISSOUNI Maha*

Médecine Interne
Pneumophtisiologie
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Chirurgie Pédiatrique
Cardiologie

ENSEIGNANTS SCIENTIFIQUES
PROFESSEURS

Pr. ABOUDRAR Saadia
Pr. ALAMI OUHABI Naima
Pr. ALAOUI KATIM
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma
Pr. ANSAR M'hammed
Pr. BOUHOUCHE Ahmed
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz
Pr. BOURJOUANE Mohamed
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia
Pr. DAKKA Taoufiq
Pr. DRAOUI Mustapha
Pr. EL GUESSABI Lahcen
Pr. ETTAIB Abdelkader
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes
Pr. HAMZAOUI Laila
Pr. HMAMOUCI Mohamed
Pr. IBRAHIMI Azeddine
Pr. KHANFRI Jamal Eddine
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRIS Med
Pr. REDHA Ahlam
Pr. TOUATI Driss
Pr. ZAHIDI Ahmed
Pr. ZELLOU Amina

Physiologie
Biochimie
Pharmacologie
Histologie-Embryologie
Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Génétique Humaine
Applications Pharmaceutiques
Microbiologie
Biochimie
Physiologie
Chimie Analytique
Pharmacognosie
Zootechnie
Pharmacologie
Biophysique
Chimie Organique
Biotechnologie
Biologie
Chimie Organique
Biochimie
Pharmacognosie
Pharmacologie
Chimie Organique

**Enseignants Militaires*

Mise à jour le 02/05/2013

Dédicaces



Je dédie cette thèse à ...

Mes très chers Parents :

Malika Touria LAKHDAR et Mohammed BARAHIOUI

Aux deux personnes qui m'ont tout donné sans compter.

*Vous représentez pour moi le pilier
de notre famille et l'exemple à suivre.*

*Aucune phrase ne saurait exprimer tout l'amour,
le respect, et la reconnaissance que je vous porte.*

*Vos prières ont été pour moi un grand soutien
tout au long de ma vie et de mes études.*

*Je vous dédie ce travail qui n'est que le fruit
de vos encouragements et de vos conseils,
et j'espère que vous y trouverez le témoignage de ma gratitude,
mon affection et mon profond respect.*

*Puisse Dieu vous protéger et vous procurer santé,
longue vie et bonheur.*

Je vous aime énormément...



Mon très cher Mari :

Kamal OUBEDDA

*Je remercie Dieu d'avoir uni mon destin à celui
d'une âme sœur, douce, amoureuse et compréhensive.*

*Je te remercie pour le bonheur que tu me procures,
pour l'amour que tu me portes et pour ton soutien
et tes encouragements durant les moments pénibles.*

*Je suis fière d'être la femme que tu as choisie pour emprunter
avec toi le long chemin de la vie.*

*Que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance
et de mon amour sincère et fidèle.*

*Que Dieu nous unisse à tout jamais et nous aide
à vivre sereinement au sein de nos deux agréables familles.*



Mon enfant que j'attends avec impatience

*Tu as été à mes côtés à chaque minute de l'élaboration de
ce travail et ta compagnie m'a inspiré la sérénité
et la tranquillité de l'âme.*

*Chaque jour je t'aime davantage,
aujourd'hui plus qu'hier et bien moins que demain.*

Que Dieu t'offre à nous en bonne santé.



Ma très chère sœur

Mouna BARAHIOUI et son mari Abdelkrim

Ma très chère sœur

Imane BARAHIOUI et son mari Hicham

Mon très cher frère

Mehdi BARAHIOUI et sa femme Rajaa

J'espère que notre complicité durera toute la vie.

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect
et mon profond amour.*

*Que Dieu vous garde vous et vos petites familles
et vous procure santé, longue vie et bonheur éternel.*



Mes Beaux Parents

Aicha ASSOUANE et Mimoun OUBEDDA

*Vous êtes pour moi ma deuxième famille,
je ne peux exprimer avec des mots tout le respect
et l'affection que j'ai pour vous.*

J'ai beaucoup de chance de vous avoir à mes côtés.

Puisse Dieu vous procurer santé, bonheur et longue vie.

*Veillez retrouver en ce travail l'expression
de mon amour et mon grand attachement.*

Ma Belle sœur Latifa OUBEDDA et son mari Lahcen

Mon beau frère Mohamed OUBEDDA et sa femme Ilham

Mon beau frère Rachid OUBEDDA

*Je vous souhaite tout le bonheur que vous méritez et vous dédie ce
modeste travail en guise de remerciement pour vos encouragements qui
m'ont toujours poussée à donner le meilleur de moi-même.*



Mes neveux et nièces

Vous êtes le rayon de soleil qui illumine nos vies.

*Puisse Dieu vous garder, éclairer votre route
et vous guider pour réaliser vos vœux les plus chers.*

La mémoire de mes grands-parents

*Aucun mot ne pourrait exprimer l'estime et le respect
que je vous porte.*

*J'aurais tellement aimé que vous soyez là,
le jour de ma soutenance.*

*Que Dieu, le miséricordieux,
vous accueille dans son paradis éternel.*

Mes tantes et oncles maternels et paternels

Mes cousins et cousines

*Veillez trouver dans ce travail l'expression
de mon affection et de mon profond respect.*



Mes jumelles préférées

Manal et Nada BENSOUUD

*Merci d'avoir été les meilleures amies durant toutes ces années,
les moments que nous avons passés ensemble sont inoubliables.*

*Je vous dédie ce travail et vous souhaite bonheur,
santé et prospérité.*

Mes chères amies

Asma, Fatima-azzahrae, Sarah, Yasmin,

Khadija et Meryem.

*Je vous dédie ce travail en vous souhaitant tout le bonheur
et la réussite que vous méritez.*



Tous mes confrères résidents et résidentes en cardiologie

Tous les internes de la promotion 2010

Tous les membres de l'AMIR

*Vous avez toujours donné l'exemple des amis attentifs et fidèles,
et des camarades serviables.*

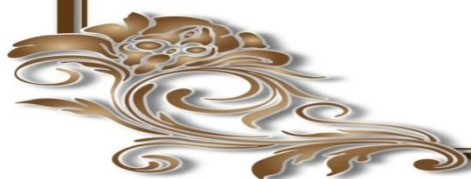
Je vous souhaite santé, bonheur et prospérité.

Tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur.

*Tous ceux qui ont contribué de près
ou de loin à l'élaboration de ce travail.*



Remerciements



*A mon maître et Président de thèse
Madame le professeur Rachida DAFIRI
Professeur de Radiologie*

Chef de service de radiologie à l'hôpital d'enfant de Rabat

*Je suis particulièrement touchée par la gentillesse avec laquelle vous
avez bien voulu présider et juger ce travail.*

*Votre parcours professionnel, votre compétence incontestable et vos
qualités humaines font de vous un grand professeur et m'inspire une
grande admiration et un profond respect.*

*Veillez trouver ici, Madame, l'expression
de mes sincères remerciements.*



*A mon maître et Rapporteur de thèse
Madame le professeur Latifa CHAT
Professeur de radiologie*

*Vous avez bien voulu me confier ce travail riche
d'intérêt et me guider à chaque étape de sa réalisation.*

*Vous m'avez toujours réservé le meilleur accueil,
malgré vos obligations professionnelles.*

*J'ai trouvé beaucoup de plaisir à travailler avec vous,
grâce à la liberté et la confiance que vous m'avez accordé.*

*Je saisis cette occasion pour vous exprimer ma profonde gratitude
et vous témoigner mon profond respect.*



*A mon maître et Juge de thèse
Madame le professeur Rachida AMRI
Professeur de cardiologie*

*Je suis très honorée de vous avoir parmi ce jury de thèse.
Votre dynamisme et votre sens de la responsabilité m'ont toujours
impressionnée et sont pour moi un idéal à atteindre.
J'espère être digne de votre confiance, et je vous prie, Madame,
d'accepter ma profonde reconnaissance et ma haute considération.*



A mon maître et Juge de thèse
Monsieur le professeur Said MOUGHIL
Professeur de chirurgie cardio-vasculaire
Chef de service de chirurgie cardio-vasculaire B

C'est pour moi un grand honneur de vous voir siéger
parmi le jury de cette thèse.

Puisse ce travail témoigner de ma reconnaissance
et de l'estime que je porte à votre personne.

Veillez croire à mes sincères remerciements
et à mon profond respect.



A mon maître et Juge de thèse
Monsieur le professeur Abdelali BENTAHILÀ
Professeur de pédiatrie
Chef de service de Pédiatrie 4

Je vous remercie pour l'honneur que vous
me faites en acceptant de juger cette thèse
Veillez trouver en ce travail l'expression
de ma vive reconnaissance.

Soyez assuré, Monsieur, de ma grande admiration
et de mon profond respect.



SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATERIEL ET METHODE	4
1. SELECTION DES PATIENTS.....	5
2. MOYENS D'EXPLORATION.....	5
3. TECHNIQUE	5
4. GRILLE D'INTERPRETATION	6
RESULTATS	7
A.ANALYSE EPIDEMIOLOGIQUE	8
1-Age	8
2-Sexe	8
3-Clinique	9
4-Principales anomalies	9
B.ANALYSE PAR ANOMALIE	10
1. Anomalies de la voie pulmonaire	10
1-1 Tetralogie de fallot.....	11
1-2 Atrésie pulmonaire à septum ouvert	18
1-3 Atrésie Pulmonaire à septum intact et sténose pulmonaire	23
2. Anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte	30
2-1. Coarctation de l'aorte	33
2-2.Interruption et hypoplasie de l'arche aortique.....	37
2-3 : Anomalies des arcs aortiques	43
3. Anomalies du retour veineux	48
3.1 Anomalies du retour veineux systémique	50

a. Veine cave supérieure gauche	50
b. Interruption de la veine cave inférieure avec continuation azygos ...	52
3.2 Anomalies du retour veineux pulmonaire	55
a. Retour veineux pulmonaire anormal total.....	55
a-1 RVPAT supra-cardiaque	56
a-2 RVPAT cardiaque	59
a-3 RVPAT Infra-cardiaque	60
b. Retour veineux pulmonaire anormal partiel	61
4. Anomalies de connexion	64
DISCUSSION	68
1. APPORT DE L'IMAGERIE EN COUPE	71
2. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SCANNER	72
3. EXPLORATION DES DIFFERENTES MALFORMATIONS	74
3.1 Anomalies de la voie pulmonaire	74
a- Tétralogie de Fallot	74
b- Atrésie pulmonaire à septum ouvert	76
c- Atrésie pulmonaire à septum intact et sténose pulmonaire	79
3-2 Anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte	81
a- Coarctation de l'aorte	81
b- Interruption et hypoplasie de l'arche aortique :	82
c- Anomalies des arcs aortiques	84
3-3 Anomalies du retour veineux	87
a- Anomalies du retour veineux systémique	87
b- Anomalies du retour veineux pulmonaire.....	90

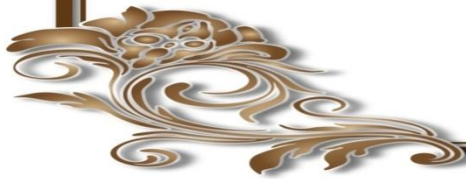
3-4	Anomalies de connexion	93
a-	Transposition des gros vaisseaux	93
b-	Persistance du canal artériel	95
c-	Fenêtre aorto-pulmonaire	95
d-	Artère pulmonaire droite naissant de l'aorte	96
e-	Tronc artériel commun	97
f-	Communications interauriculaires et interventriculaires	98
g-	Canal atrio-ventriculaire	98
h-	Ventricule droit à double issue	99
i-	Ventricule gauche à double issue	99
j-	Oreillette unique	99
k-	Ventricule unique	99
4-	SCANNER ET EVALUATION POST-THERAPEUTIQUE	100
5.	QU'EN EST-IL DU DIAGNOSTIC ANTENATAL DES MALFORMATIONS CARDIO-VASCULAIRES CHEZ L'ENFANT ? .	101
	CONCLUSION	102
	RESUMES	104
	BIBLIOGRAPHIE	108

LISTE DES ABREVIATIONS :

AP	: Artère pulmonaire
APD	: Artère pulmonaire droite
APG	: Artère pulmonaire gauche
APSI	: Atrésie pulmonaire à septum intact
APSO	: Atrésie pulmonaire à septum ouvert
CIA	: Communication interauriculaire
CIV	: Communication interventriculaire
Dc	: Diagnostic
D-transposition	:Dextro-transposition
ETT	: Echocardiographie transthoracique
ECG	: Electrocardiogramme
H	: Hile
HTAP	: Hypertension artérielle pulmonaire
IRM	: Imagerie par résonnance magnétique
IVA	: Interventriculaire antérieure
L-transposition	: Levo-transposition
MAPCAs	: Major aorto-pulmonary collateral arteries
MIP	: Maximal intensity projection
O	: Origine
RVP	: Retour veineux pulmonaire
RVPA	: Retour veineux pulmonaire anormal
RVPAP	: Retour veineux pulmonaire anormal partiel
RVPAT	: Retour veineux pulmonaire anormal total
TAC	: Tronc artériel commun

TAP	: Tronc de l'artère pulmonaire
TDM	: Tomodensitométrie
TGV	: Transposition des gros vaisseaux
TVI	: Tronc veineux innominé
Valv	: Valve
VCI	: Veine cave inférieure
VCS	: Veine cave supérieure
VCSD	: Veine cave supérieure droite
VCSG	: Veine cave supérieure gauche
VD	: Ventricule droit
VDDI	: Ventricule droit à double issue
VG	: Ventricule gauche
VJEG	: Veine jugulaire externe gauche
VR	: Rendu volumique
Vx	: Vaisseaux
3D	: Trois dimensions

Introduction



Les cardiopathies congénitales correspondent à un groupe de pathologies dû à un développement anormal des structures cardiaques pendant la vie intra-utérine, responsable de malformations plus ou moins complexes du cœur et des gros vaisseaux.

De nombreux progrès ont été effectués dans le diagnostic, en particulier prénatal, et dans la prise en charge globale de ces malformations.

La plupart des patients peuvent actuellement bénéficier d'une intervention chirurgicale ou d'une procédure de cardiologie ou de radiologie interventionnelle percutanée pour corriger de façon partielle ou totale les anomalies anatomiques. Le devenir de ces patients a été transformé tant par l'allongement de leur durée de vie que par l'amélioration significative de leur qualité de vie[1].

Habituellement l'échocardiographie et l'angiographie sont utilisées pour le diagnostic ainsi que pour le suivi des patients. L'échocardiographie est l'imagerie de choix pour les structures intracardiaques mais elle a ses limites notamment dans la détection des anomalies extracardiaques. L'angiographie est la technique complémentaire usuelle. Mais cette technique, irradiante et invasive, ne permet pas une visualisation tridimensionnelle des anomalies vasculaires[1,2,3].

Plus récemment, le scanner multibarrettes a été proposé dans le bilan des cardiopathies congénitales[4], que ce soit dans la démarche diagnostique initiale, dans l'évaluation pré et postopératoire ou dans le suivi à long terme.

L'imagerie en coupe permet une visualisation tridimensionnelle dans l'espace de l'anatomie complexe de ces patients par une procédure peu ou non invasive[5].

Les derniers équipements autorisent désormais une évaluation non seulement des gros vaisseaux mais également de l'anatomie cardiaque et des artères coronaires, ainsi qu'une étude de la morphologie extracardiaque qui reste déterminante pour le choix du type d'intervention.

Ceci est permis grâce à une acquisition extrêmement rapide et une réduction de façon très importante des artefacts liés aux mouvements respiratoires et cardiaques[1,2,5].

L'exposition aux rayons X reste la seule limitation relative de cette technique, en particulier chez les nouveau-nés ou chez les enfants, mais une imagerie de qualité est possible avec une exposition minimale[1].

A la lumière des données de la littérature et de notre modeste expérience basée sur une étude rétrospective de 84 cas, les objectifs de notre travail sont :

- Détailler les modalités techniques qui permettent de réaliser des examens TDM informatifs.
- Illustrer les principales anomalies cardio-vasculaires rencontrées dans les cardiopathies congénitales.
- Evaluer les performances du scanner spiralé dans les pathologies cardiaques où l'échocardiographie a une valeur de référence, et ensuite dans l'analyse des vaisseaux extra-cardiaques où l'échocardiographie est moins performante.

Matériel et méthode



Il s'agit d'une étude retrospective, étalée sur une période de 5 ans, portant sur 84 patients, colligés aux services de radiologie de l'hôpital d'enfant de Rabat et de l'hôpital Cheikh Zayed, depuis 2008 jusqu'à 2013.

1. SELECTION DES PATIENTS :

❖ Critères d'inclusion :

- Age : inférieur ou égal à 16 ans
- Patients présentant une cardiopathie congénitale explorée par une échocardiographie transthoracique et un angioscanner multibarrettes.

❖ Critères d'exclusion :

Patients n'ayant pas été explorés par TDM.

2. MOYENS D'EXPLORATION:

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie pulmonaire et d'une échocardiographie transthoracique avant la réalisation de l'angioscanner thoracique.

3. TECHNIQUE :

Les examens ont été réalisés par deux appareils de scanner : 16 détecteurs et 32 détecteurs (64 coupes).

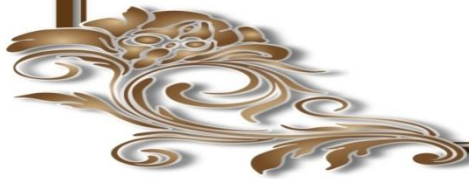
Une acquisition hélicoïdale a été réalisée depuis les troncs supra-aortiques jusqu'à l'étage rénal puis des reconstructions 2D multiplanaires (MPR) et 3D Maximum Intensity Projection (MIP) et en rendu de volume.

4. GRILLE D'INTERPRETATION :

Au cours de notre étude nous avons analysé les éléments suivants:

- Sur le plan clinique : Age, sexe et symptomatologie.
- Sur le plan radiologique :
 - Morphologie cardiaque : Situs, connexions physiologiques, CIA, CIV, péricarde, valves.
 - Morphologie extracardiaque:
 - Aorte
 - Troncs supra aortiques
 - Artères pulmonaires
 - Veines pulmonaires et systémiques
 - Artères coronaires.
 - Analyse des voies aériennes, du parenchyme pulmonaire, de la plèvre et de l'étage abdominal.
 - Analyse du squelette thoracique.

Résultats



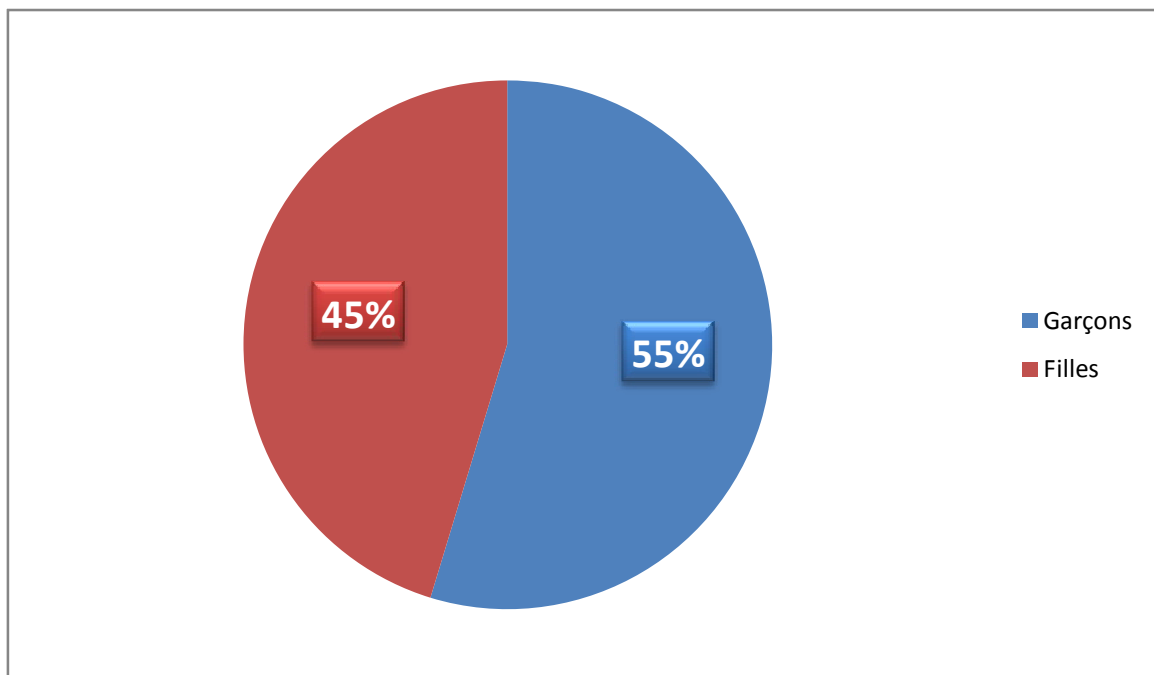
A.ANALYSE EPIDEMIOLOGIQUE :

1- Age :

- L'âge moyen est de 2 ans et 2 mois avec des extrêmes d'âge allant de 2 jours à 14 ans.
- Dans 61% des cas, le diagnostic est posé au cours des 2 premières années de vie.

2- Sexe :

- On note une légère prédominance masculine avec 46 garçons et 38 filles soit un sexe ratio M/F=1,2.



Graphique 1 : Répartition par sexe

3- Clinique :

- Les signes cliniques rencontrés sont variables selon le type de cardiopathie. Les principaux signes rencontrés sont : la cyanose (39%), la détresse respiratoire ou cardiorespiratoire (23%) et la dyspnée (16%).

4- Principales anomalies :

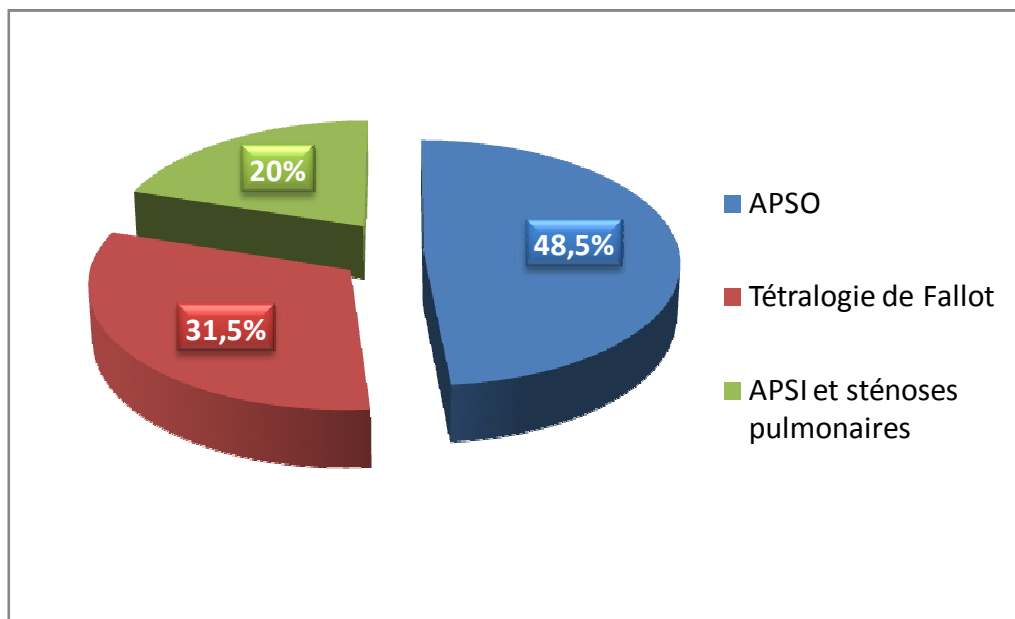
- Les principales anomalies rencontrées sont :
- Les anomalies de la voie pulmonaire : 35 cas.
- Les anomalies des arcs aortiques et de l'arche aortique : 42 cas.
- Les anomalies du retour veineux : 21 cas.
- Les anomalies de connexion : 6 cas.

Certaines de ces anomalies sont souvent associées.

B.ANALYSE PAR ANOMALIE:

1. Anomalies de la voie pulmonaire :

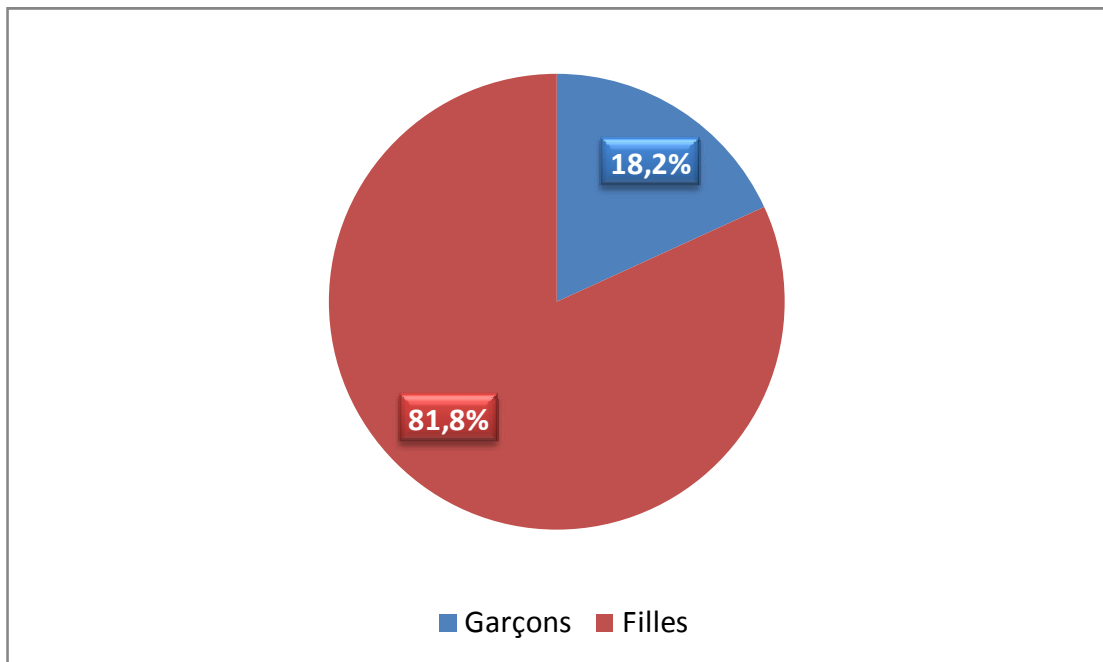
- On y enregistre 35 cas.
- Elles regroupent 3 entités :
 - L'atrésie pulmonaire à septum ouvert (APSO) qui représente 48,5%.
 - La tétralogie de Fallot qui représente 31,5%.
 - L'atrésie pulmonaire à septum intact et les sténoses pulmonaires qui représentent 20%.



Graphique 2: Types d'anomalies de la voie pulmonaire

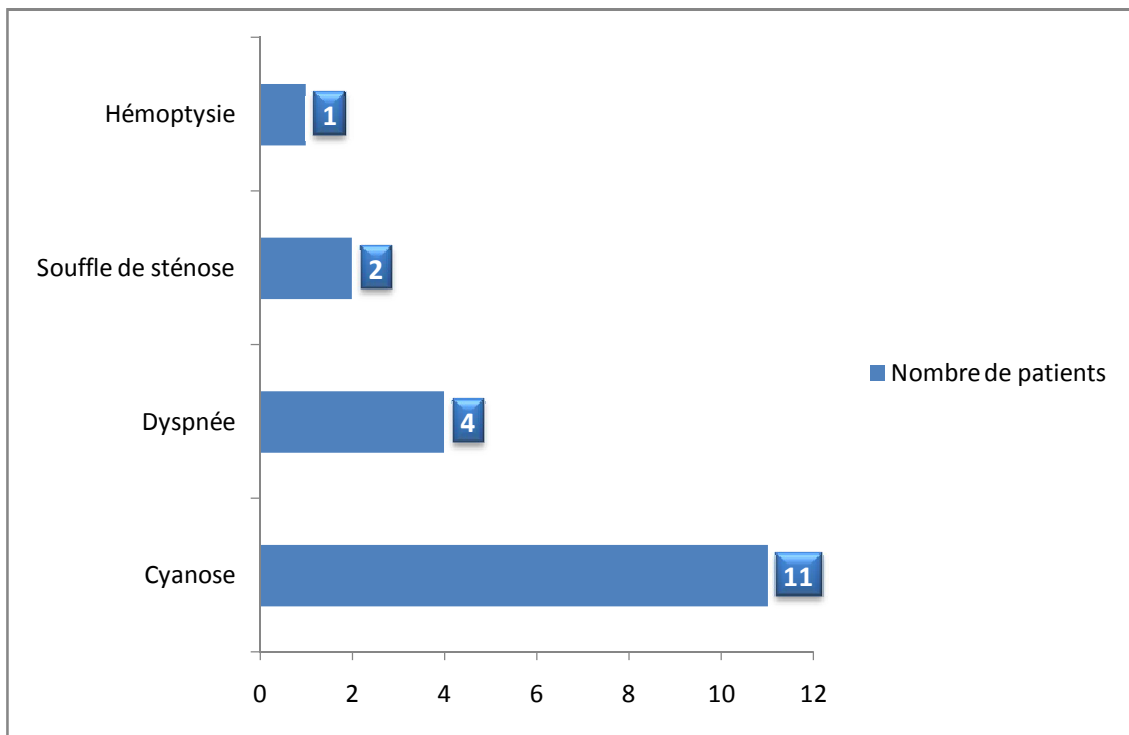
1-1 . Tetralogie de fallot :

- 11 cas dont l'âge moyen est de 4 ans et demi.
- On note une nette prédominance féminine : 9F/2G.



Graphique 3 : Répartition selon le sexe au cours de la tétralogie de Fallot

- La clinique est dominée par la cyanose qu'on retrouve chez tous les patients, puis la dyspnée.



Graphique 4 : Signes cliniques au cours de la tétralogie de Fallot.

- L'échocardiographie pose le diagnostic dans 5 cas, elle apprécie la circulation collatérale dans un seul cas, le canal artériel est non vu chez tous les patients et les branches pulmonaires ne sont pas visualisées chez 3 patients.

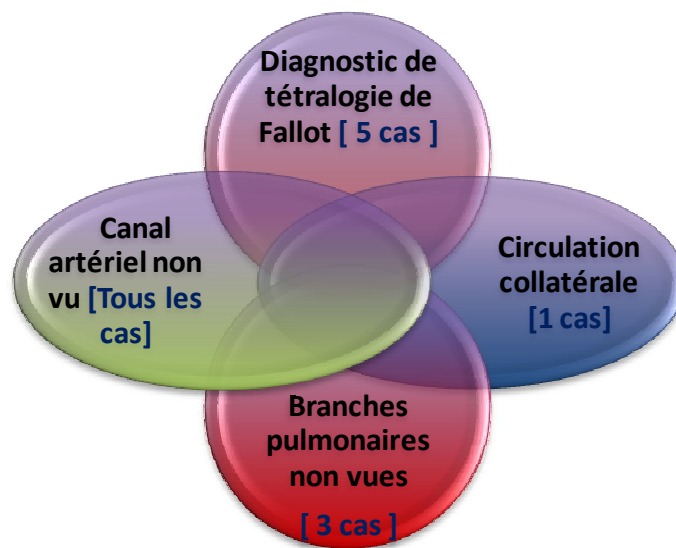


Fig1 : Données échocardiographiques.

- La TDM permet d'établir les mensurations du tronc de l'artère pulmonaire et des artères pulmonaires droites et gauches, de préciser le siège de la sténose et de retrouver les anomalies associées.

❖ **Mensurations:**

Mensurations	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne
Tronc Artère pulmonaire	3 mm	14,5 mm	6,4 mm
AP Droite	Origine: 2,9 mm Hile : 3 mm	O: 9 mm H: 13 mm	O: 4,6 mm H: 6,9 mm
AP gauche	Origine: 0 mm Hile : 0 mm	O: 10 mm H: 13 mm	O: 4,4 mm H: 7,2 mm

Tableau1 : Mensurations du tronc de l'artère pulmonaire et de ses branches droite et gauche.

❖ **Siège de la sténose:**

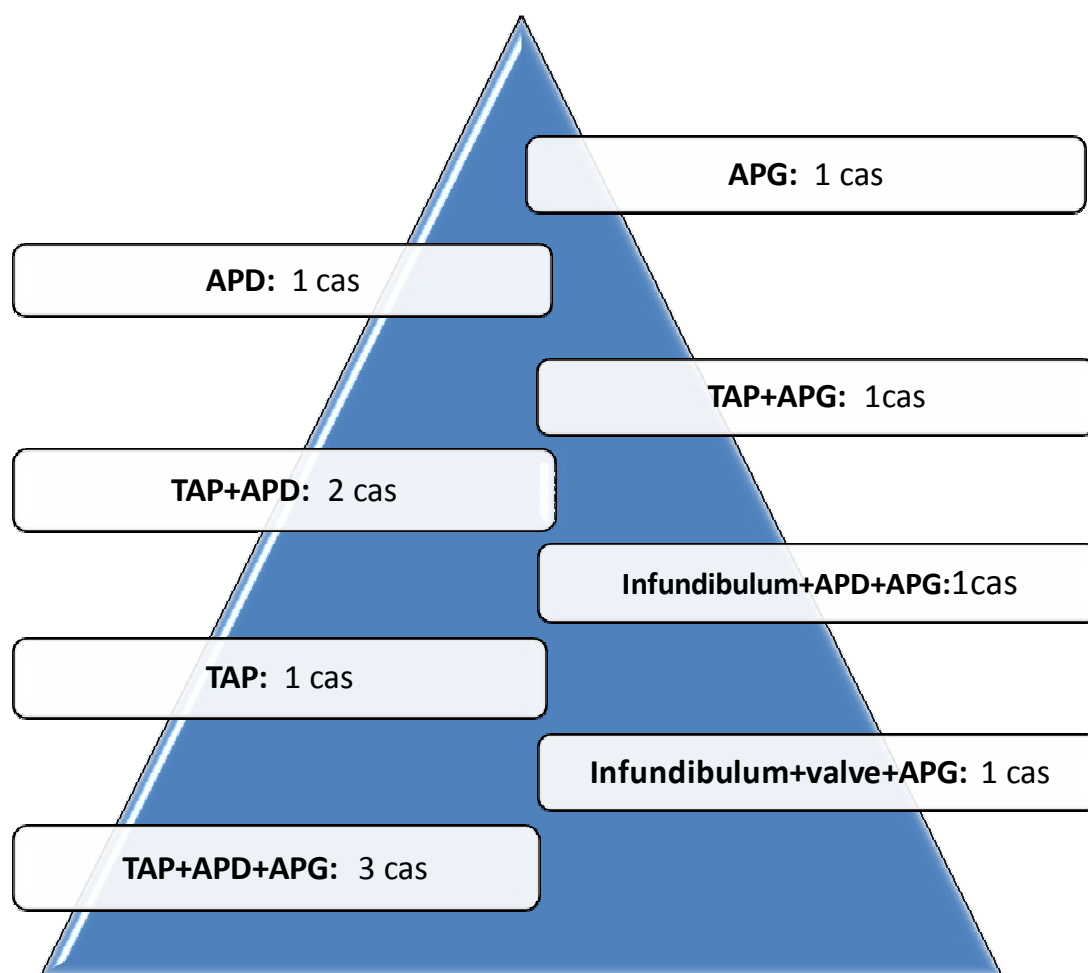
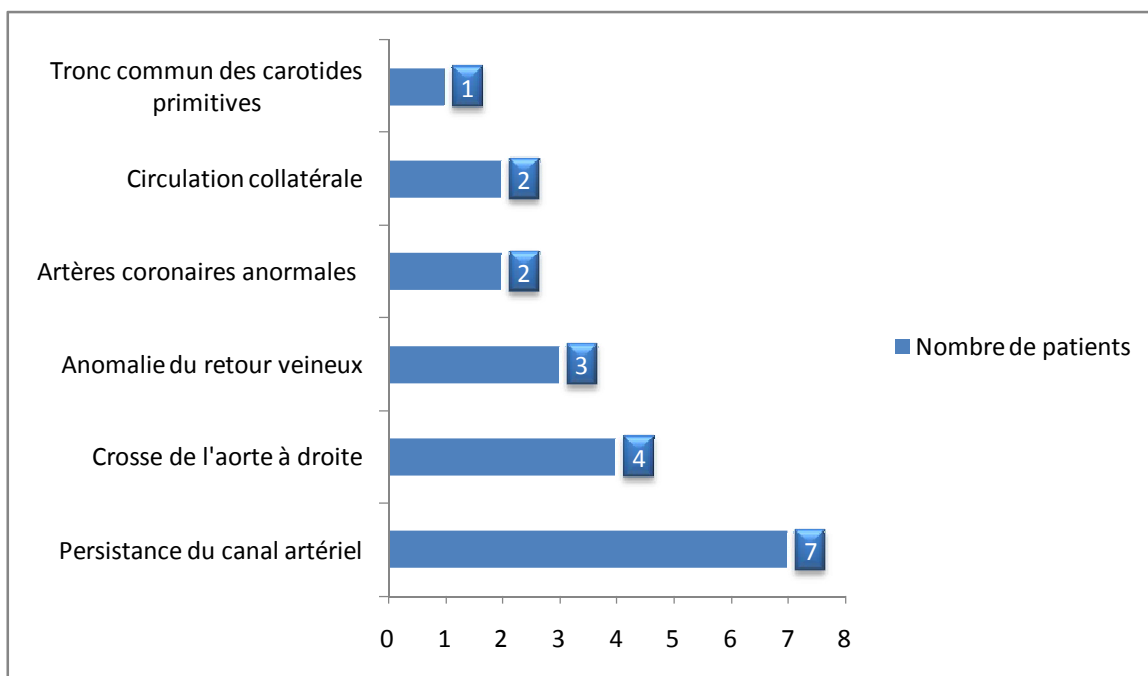


Fig2 : Sièges de la sténose pulmonaire.

❖ **Anomalies associées:**

Dominées par la persistance du canal artériel qu'on retrouve dans 7 cas.



Graphique 5 : Anomalies associées à la tétralogie de Fallot.

- Globalement, les mesures du calibre du tronc et des branches pulmonaires sont superposables aussi bien à l'échocardiographie qu'en TDM. L'artère pulmonaire gauche n'est pas visualisée à l'échocardiographie dans 3 cas et présente une sténose serrée en TDM. Chez un patient, elle n'est visible à l'échocardiographie que dans son segment proximal ce qui correspond sur le scanner à une interruption reprise par une branche de l'aorte.

- Le cathétérisme cardiaque, réalisé chez trois patients atteints de tétralogie de Fallot, permet de confirmer les données obtenues par angioscanner.

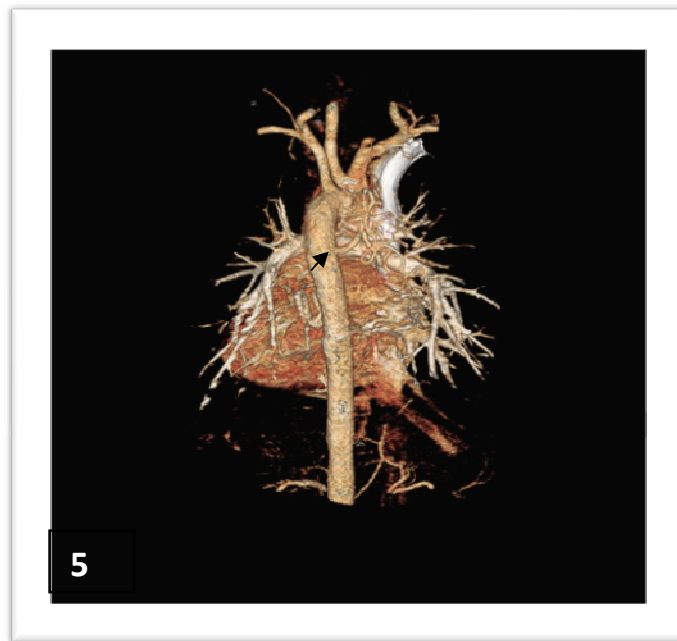
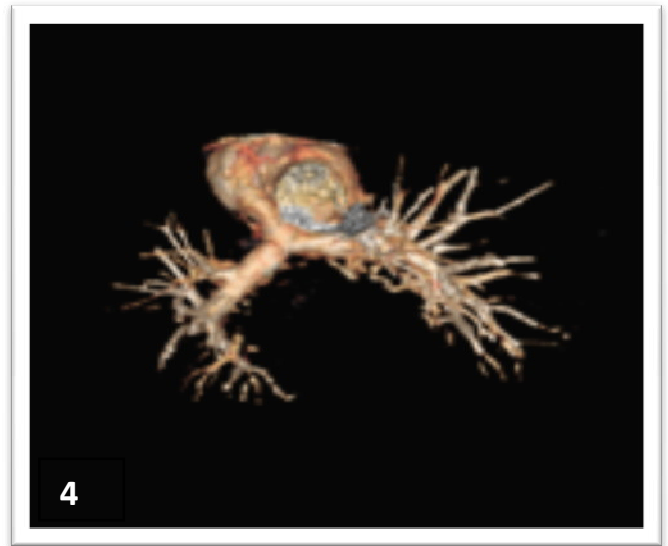
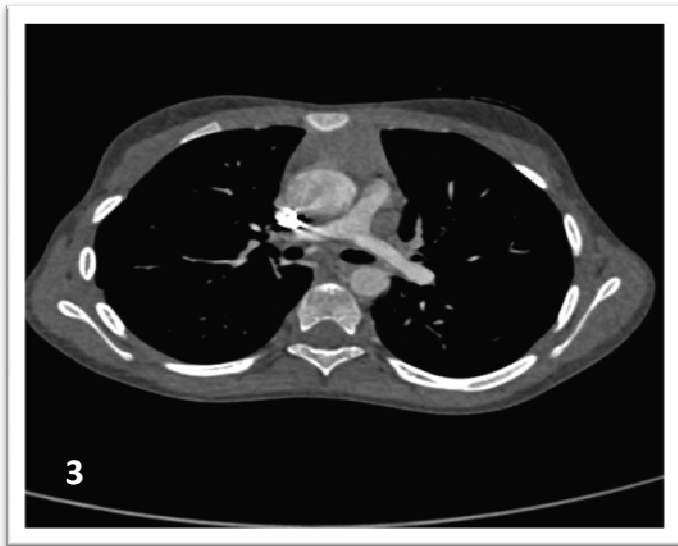


Fig 3,4,5: Sténose régulière de la voie artérielle pulmonaire avec circulation collatérale à partir de l'aorte descendante (cas1).

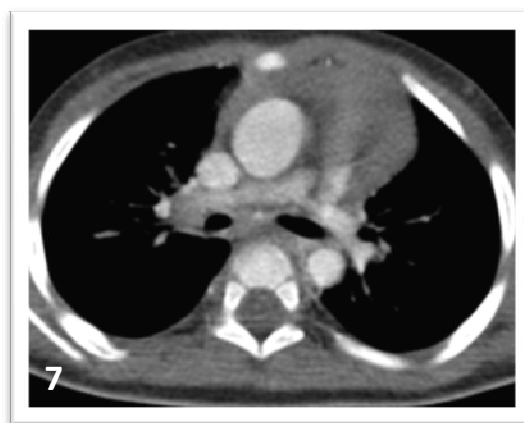
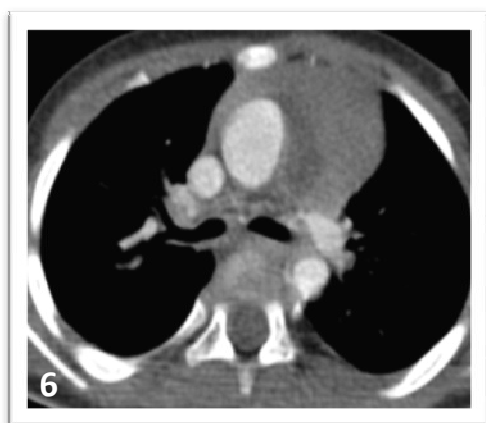


Fig 6,7 : Atrésie de la voie pulmonaire avec sténose serrée de la partie proximale de l'APG, alimentée par un canal artériel et une branche de l'APD chez un patient atteint d'une tétralogie de Fallot (cas 2).

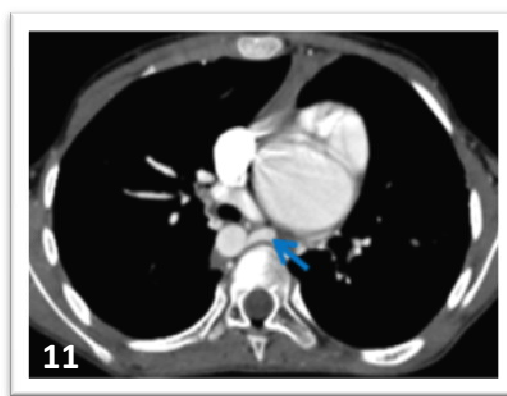
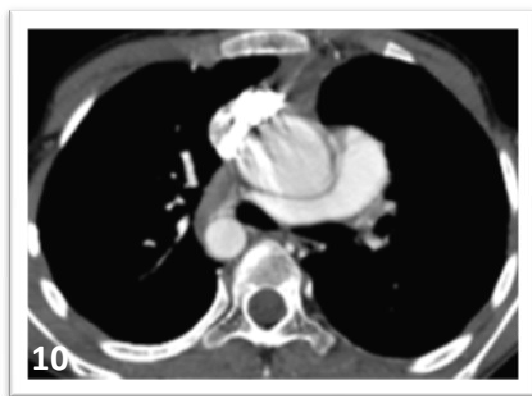
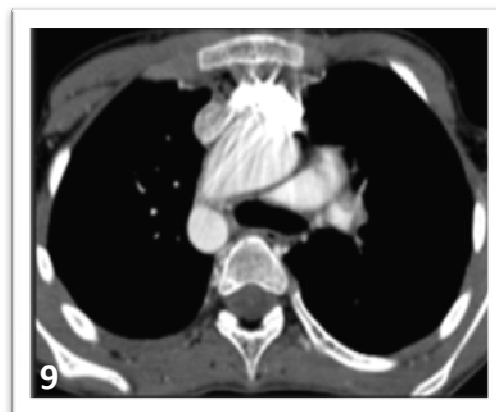
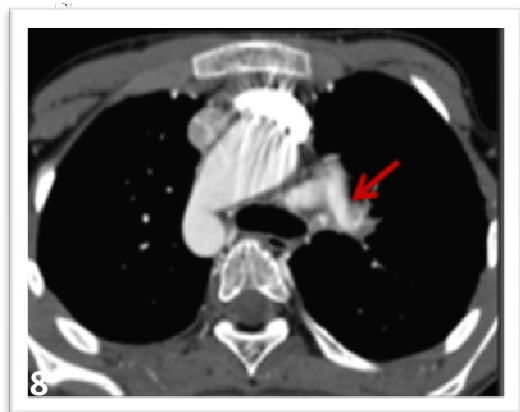


Fig8,9,10,11 : Association hypoplasie de l'APG + position droite de l'aorte + dilatation de l'aorte ascendante + circulation collatérale à partir de l'aorte descendante (cas 3).

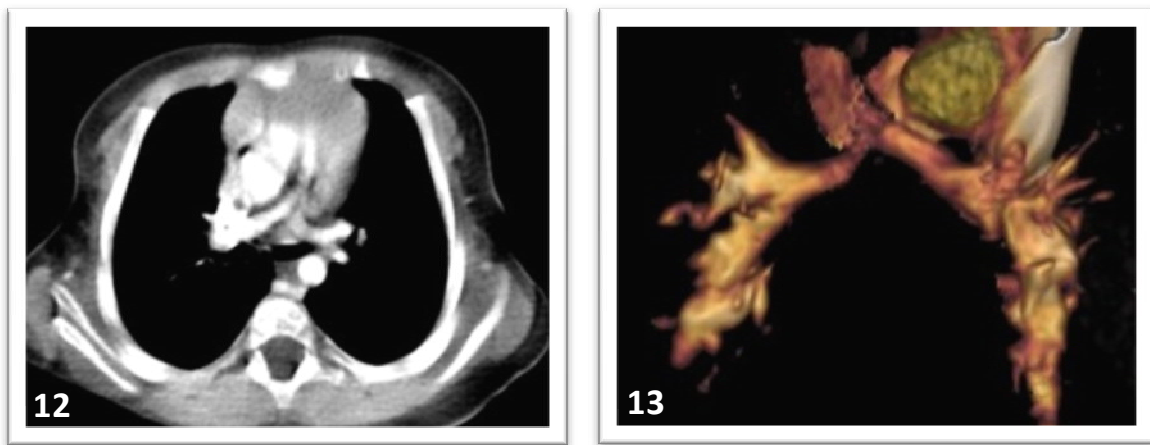
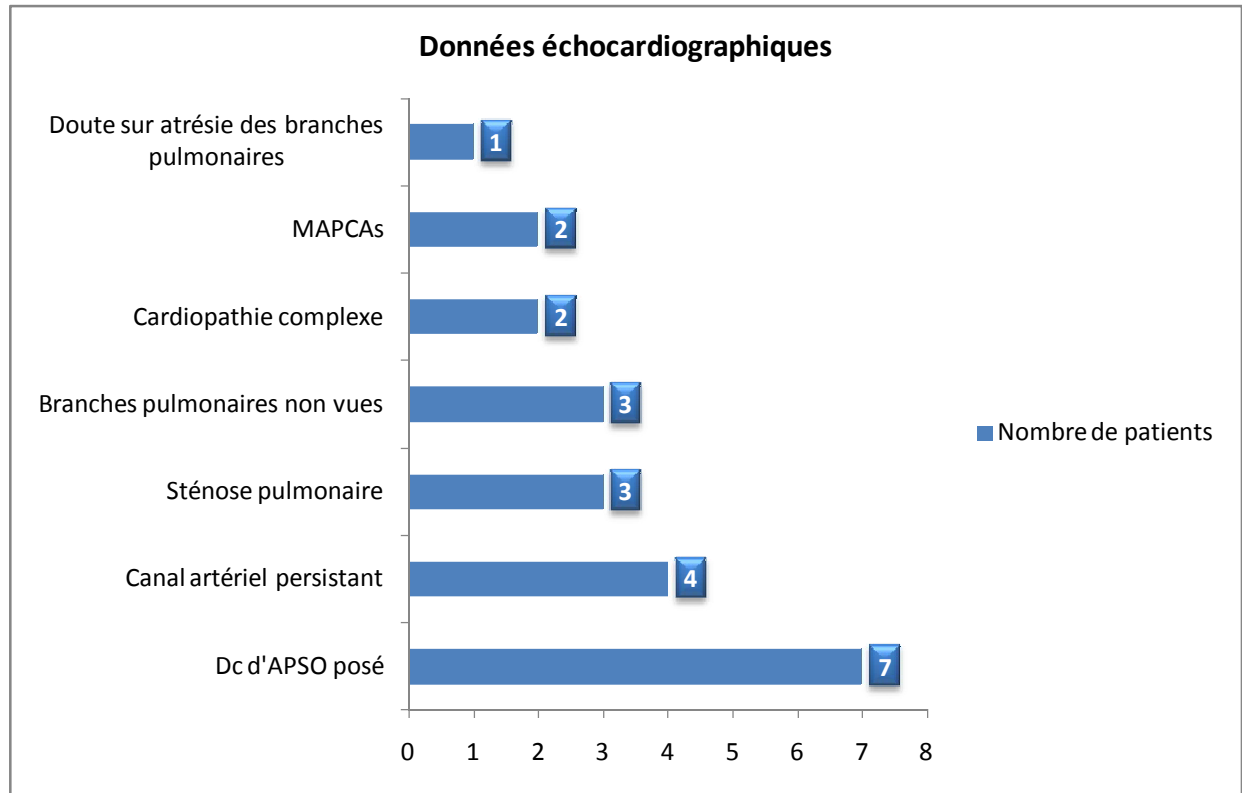


Fig12 et 13 : hypoplasie de la voie pulmonaire (cas 4).

1-2 Atrésie pulmonaire à septum ouvert :

- 17 cas dont l'âge moyen est de 23 mois.
- On recense 8 filles et 9 garçons.
- La clinique est dominée par la cyanose qu'on retrouve dans tous les cas, chez un patient on relève la notion de malaise à répétition. Le syndrome de Di-Georges est noté chez un patient.
- L'échocardiographie est réalisée chez tous les patients, elle permet de poser le diagnostic d'APSO chez 7 patients, les branches pulmonaires ne sont pas visualisées chez 3 patients et un doute sur le diagnostic persiste dans 1 cas.



Graphique 6 : Données échocardiographiques.

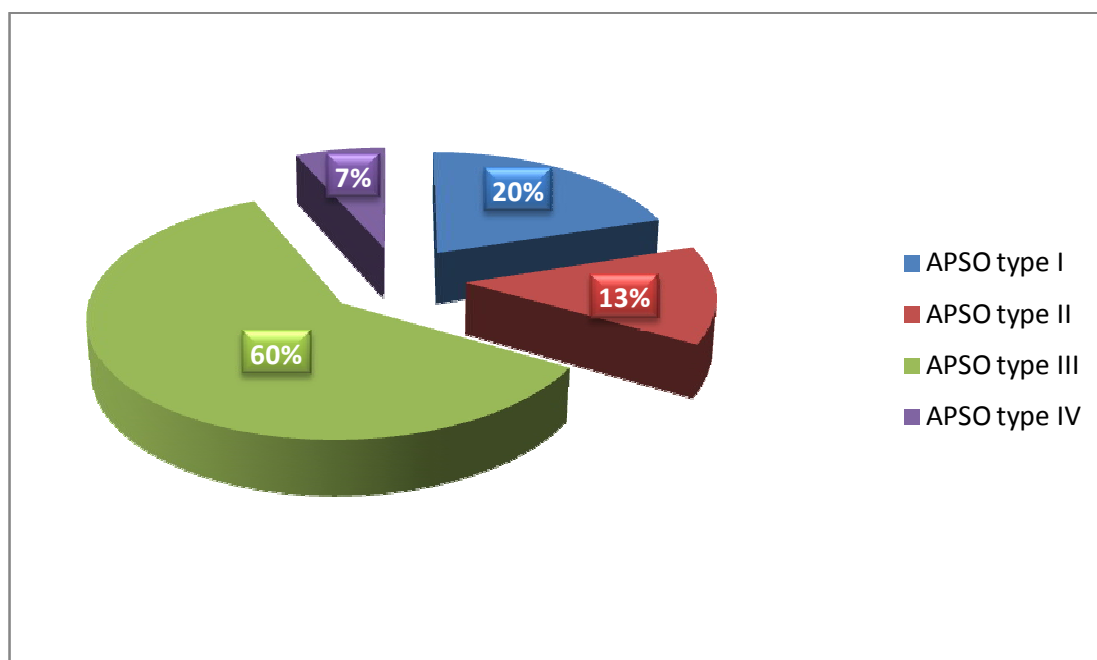
- La TDM permet d'établir les mensurations du tronc de l'artère pulmonaire et des artères pulmonaires droite et gauche, de déterminer le type d'APSO et de rechercher les anomalies associées.

❖ **Mensurations:**

Mensurations	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne
Tronc Artère pulmonaire	2 mm	22 mm	6,7 mm
AP Droite	Origine: 2,3 mm Hile : 2,3 mm	O: 13 mm H: 12,5 mm	O: 5,8 mm H: 6,75 mm
AP gauche	Origine: 1 mm Hile : 0 mm	O: 12 mm H: 10 mm	O: 4,18 mm H: 4,7 mm

Tableau 2 : Mensurations du tronc de l'artère pulmonaire et de ses branches droite et gauche.

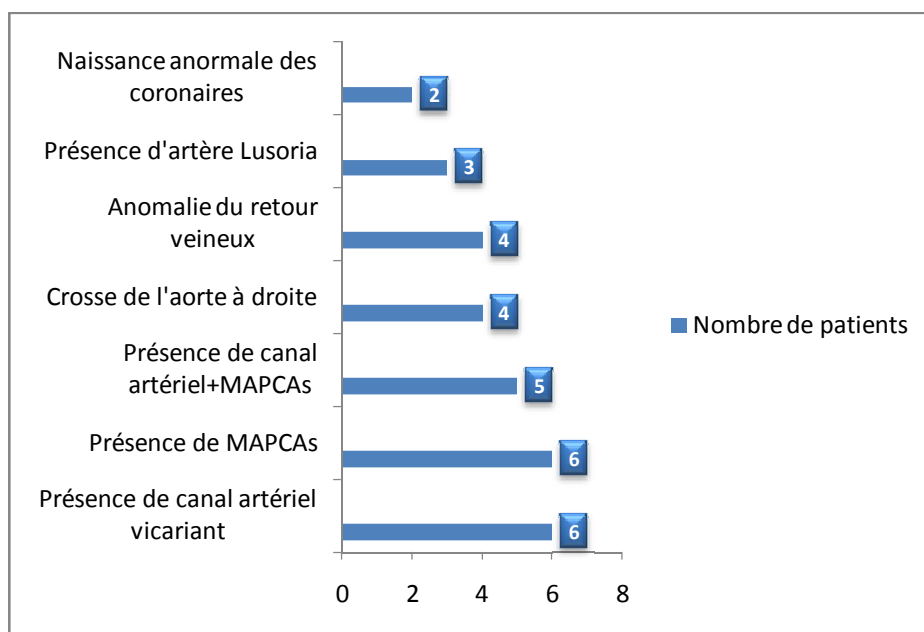
❖ **Type d'APSO:**



Graphique 7 : Différents types d'APSO.

❖ **Anomalies associées:**

- Sont dominées par la présence de MAPCAs (Major Aorto Pulmonary Collateral Arteries) correspondant à des artères aorto-pulmonaires fœtales primitives qui n'ont pas involué et dont l'origine est l'aorte descendante ainsi que par la présence d'un canal artériel vicariant. Ces deux entités sont retrouvées chez 6 patients.



Graphique 8 : Anomalies associées aux atrésies pulmonaires à septum ouvert.

- L'échocardiographie permet de préciser les lésions intracardiaques et est performante dans l'identification des sténoses pulmonaires valvulaires et supra valvulaires. Par contre, le scanner est plus performant dans l'étude de la distalité, la détection des artères collatérales et des anomalies associées.
- Le cathétérisme réalisé confirme les données obtenues par angioscanner.

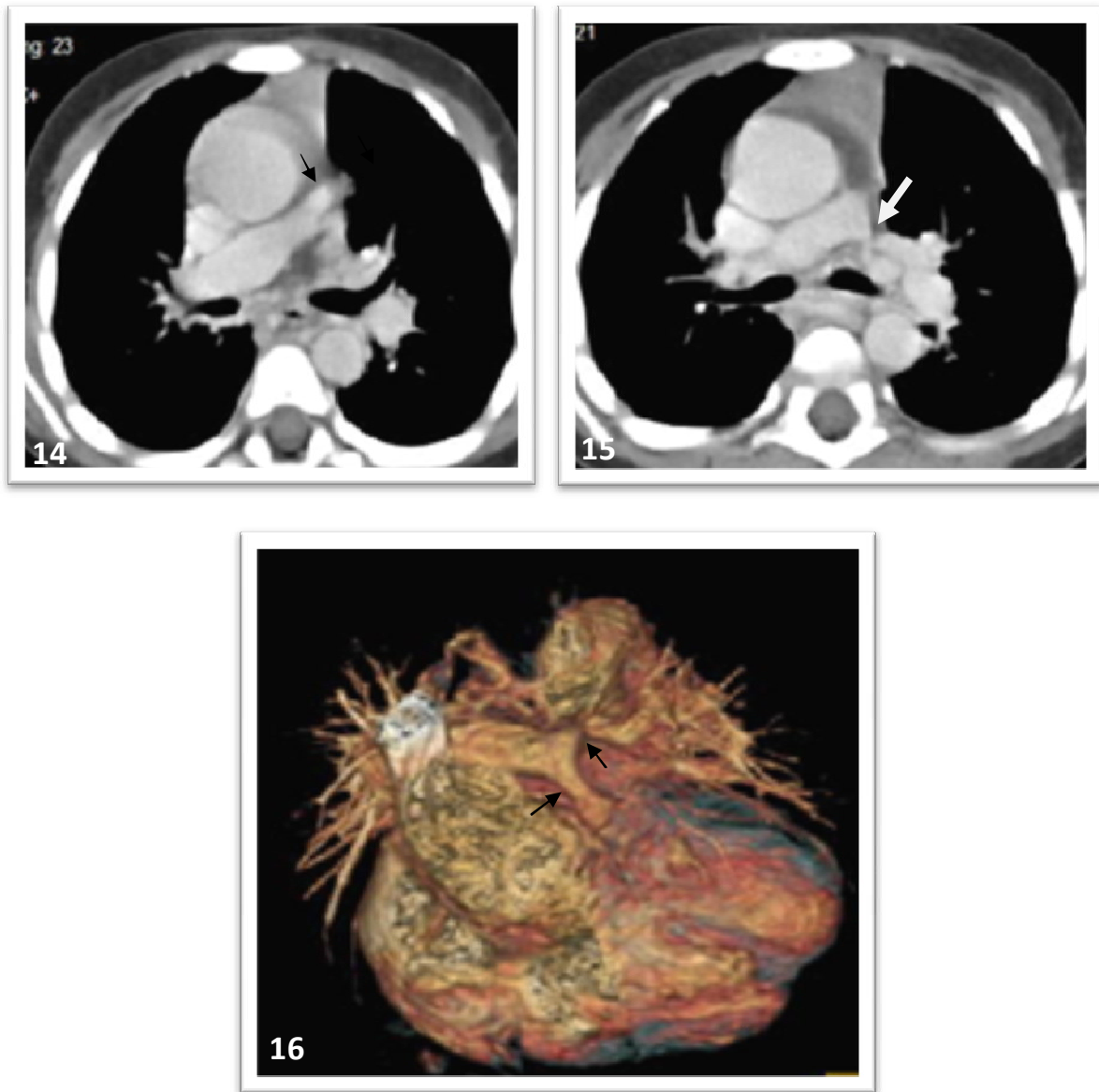


Fig14,15,16 : Images scannographiques objectivant une atrésie du tronc pulmonaire et de la branche gauche (cas 1).

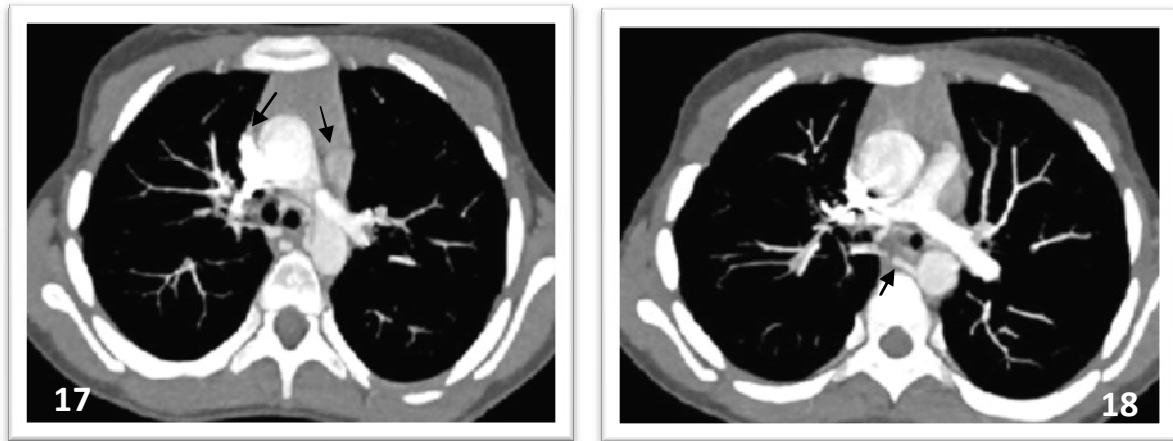
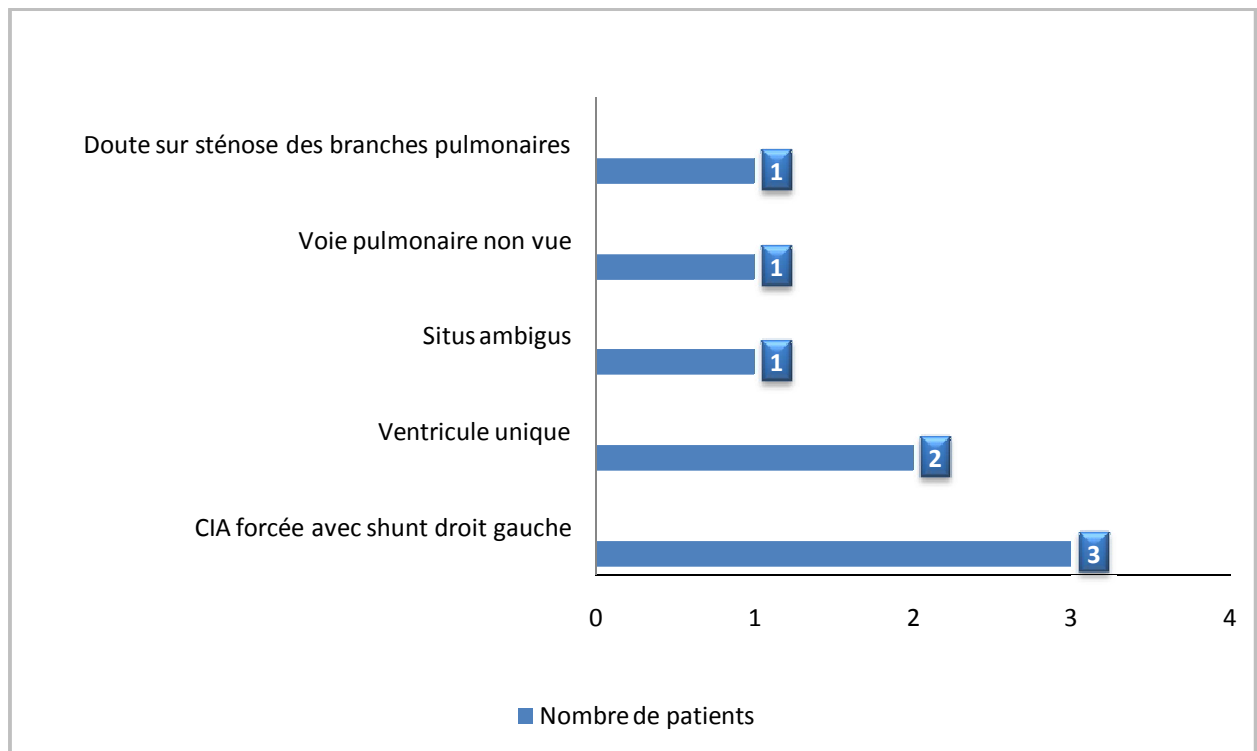


Fig 17 et 18 : Aspect grêle de la voie artérielle pulmonaire avec double VCS et circulation collatérale à partir de l'aorte descendante (cas 2).

1-3 . Atrésie Pulmonaire à septum intact et sténose pulmonaire :

- 7 cas dont l'âge moyen est de 2 ans.
- On recense 4 filles et 3 garçons.
- Sur le plan clinique la cyanose est dominante retrouvée chez tous les patients.
- On note un cas de syndrome de Noonan et un cas de syndrome de William Beuren.
- L'échocardiographie permet de recueillir les données suivantes :



Graphique 9 : Données échocardiographiques.

- La TDM, comme pour les autres anomalies de la voie pulmonaire, permet d'effectuer les mesures, de préciser le siège et d'établir la liste des anomalies associées.

❖ **Mensurations:**

Mensurations	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne
Tronc Artère pulmonaire	0 mm	17 mm	7,7 mm
AP Droite	Origine: 2,5 mm Hile : 2 mm	O: 10 mm H: 13,5 mm	O: 4,9 mm H: 6,6 mm
AP gauche	Origine: 2 mm Hile : 2 mm	O: 7 mm H: 17 mm	O: 4,33 mm H: 6 mm

Tableau 3 : Mensurations du tronc de l'artère pulmonaire et de ses branches droite et gauche.

❖ **Siège de la sténose ou de l'atrésie:**

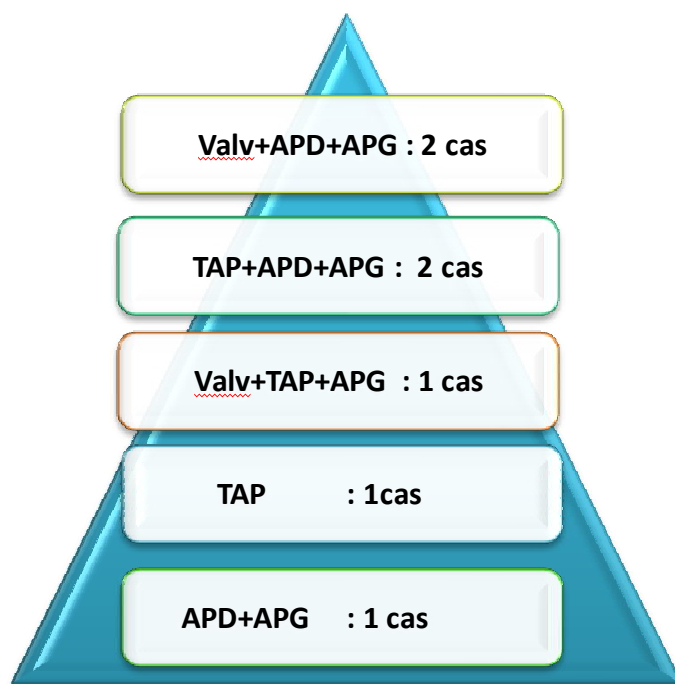
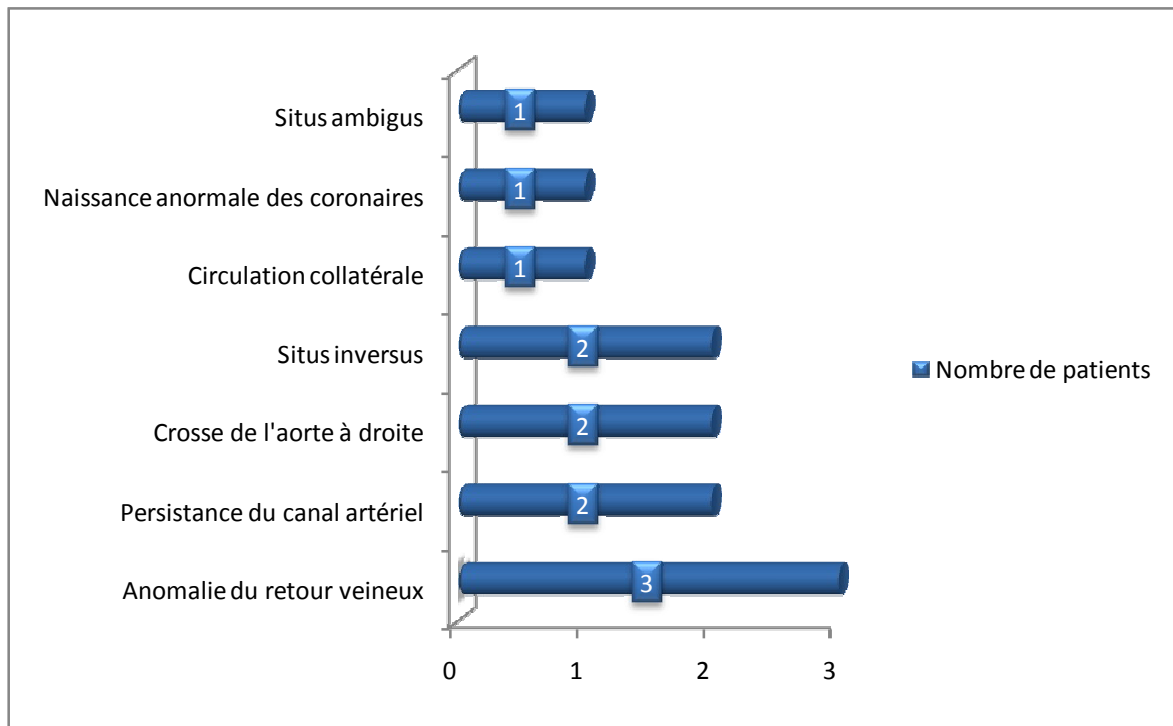


Fig19 : Siège de la sténose ou de l'atrésie pulmonaire.

❖ **Anomalies associées:**



Graphique 10 : Anomalies associées.

- L'échocardiographie permet une étude minutieuse de l'anatomie cardiaque mais elle est limitée dans l'exploration vasculaire extracardiaque, par contre le scanner permet d'établir une cartographie vasculaire précise avec les mensurations et de rechercher les anomalies associées notamment les naissances anormales des coronaires qu'on retrouve chez un patient ayant une coronaire gauche naissant de la racine de l'APD.
- Le cathétérisme réalisé chez un seul patient permet de confirmer les données scannographiques.

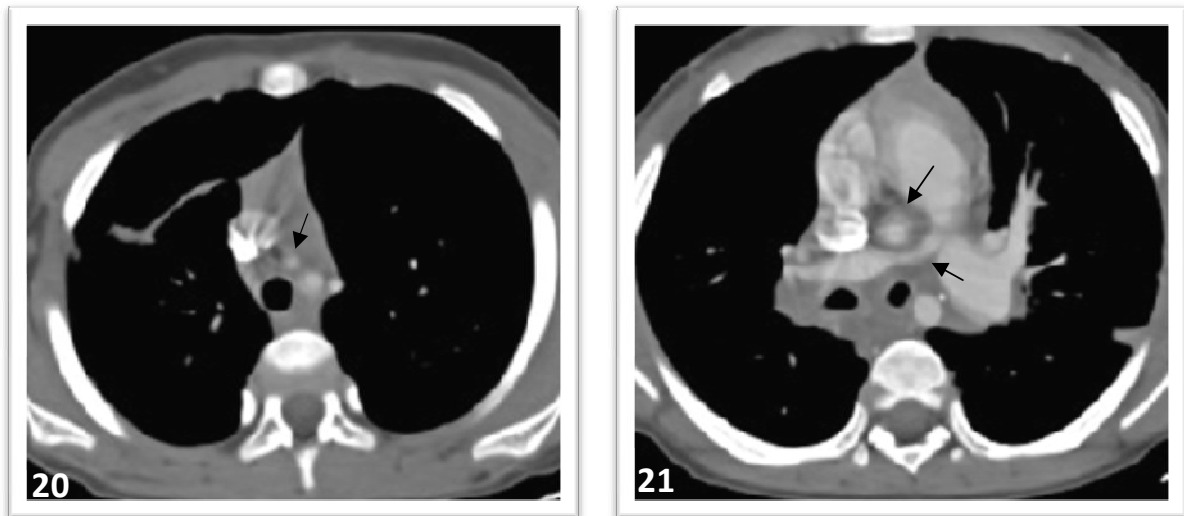


Fig 20 et 21 : Sténose de l'aorte supra valvulaire, du tronc artériel brachiocéphalique et de la racine de l'artère pulmonaire droite : Syndrome de William Beuren (cas1).

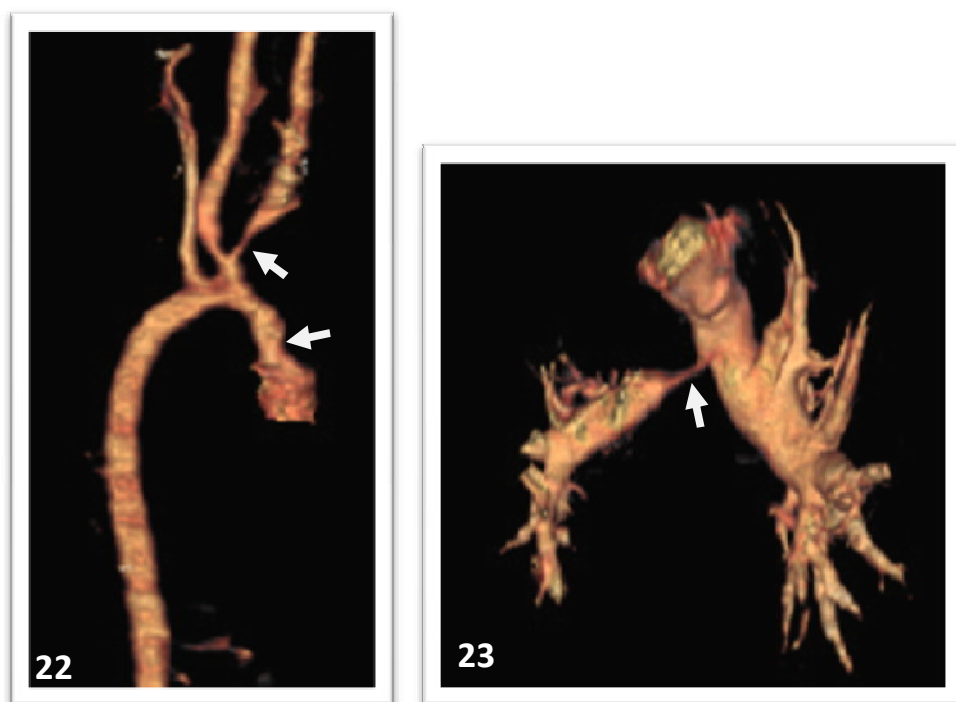


Fig 22 et 23 : Reconstruction en mode VR : Meilleure visualisation des sténoses (cas1).

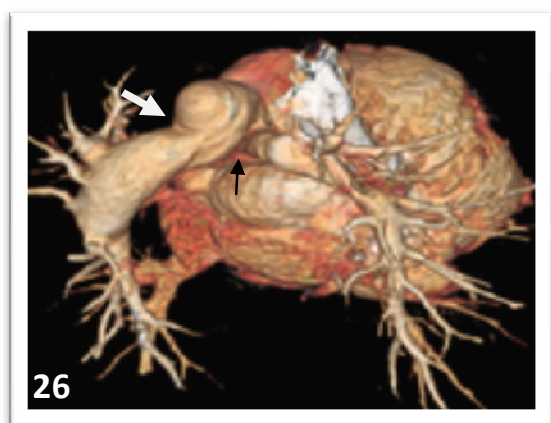


Fig 24, 25, 26 : Sténoses pulmonaires étagées, supravalvulaire et de la racine des branches de division (cas2).

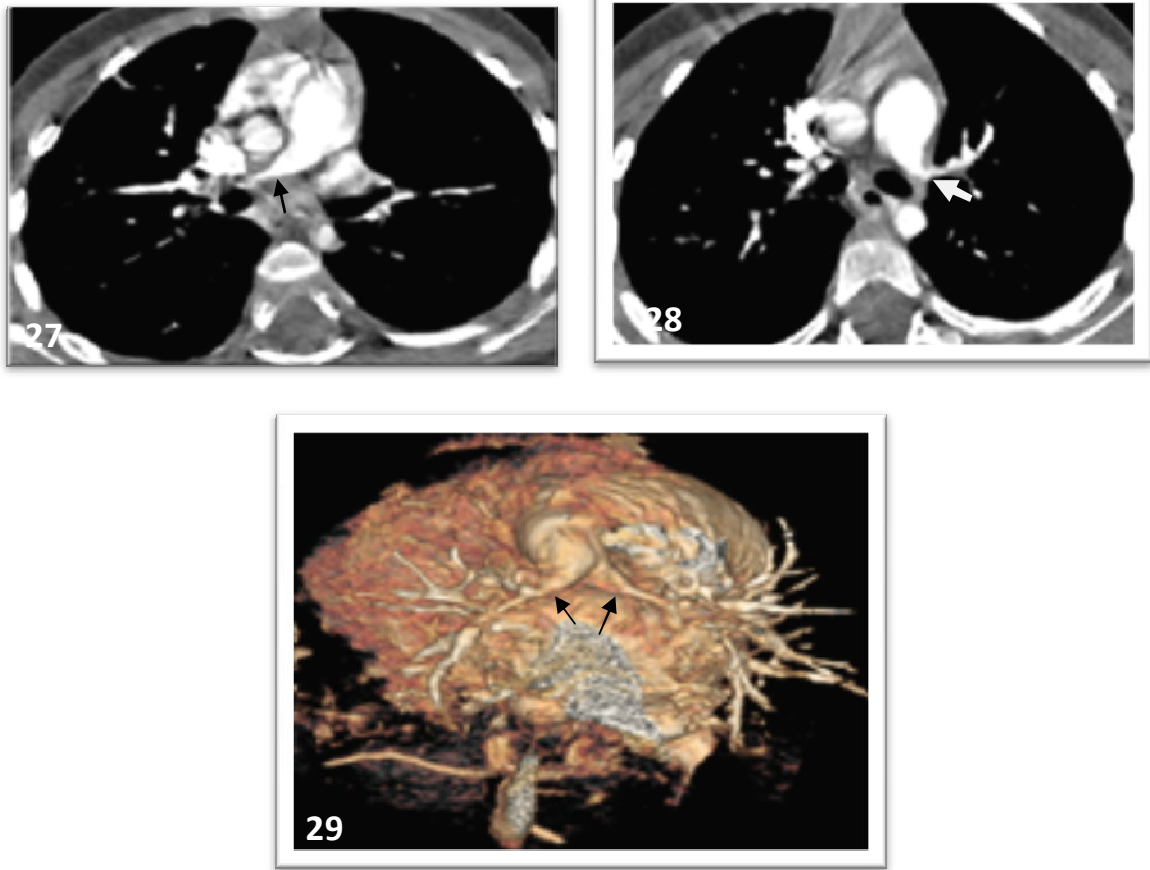
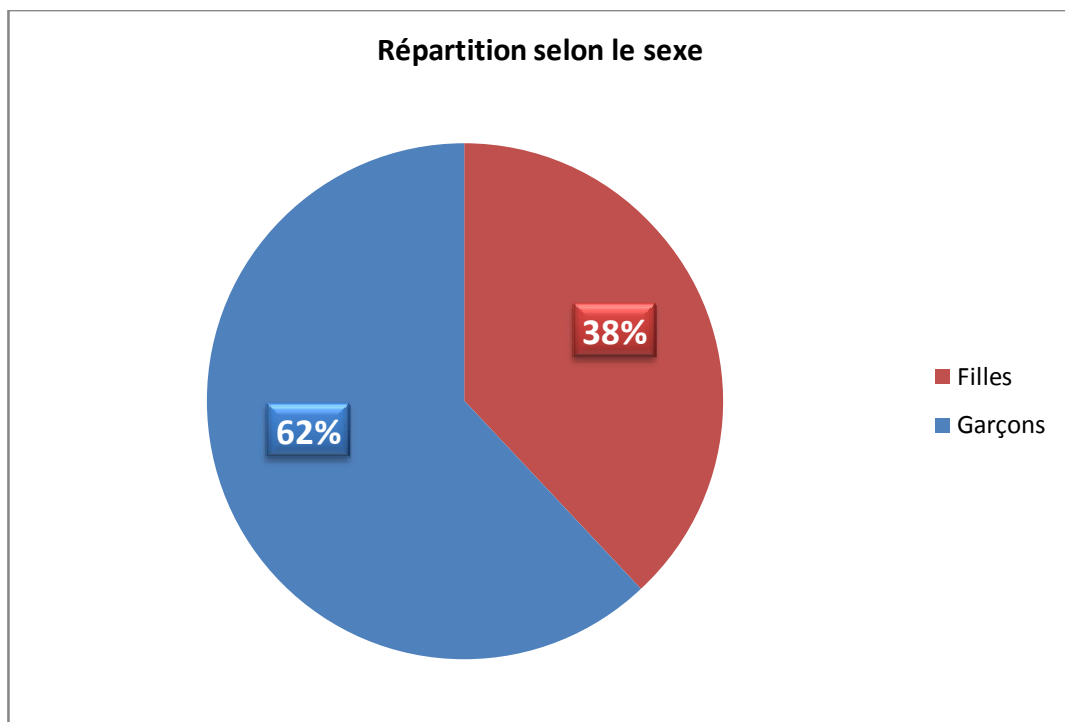


Fig 27, 28, 29 : Sténose distale des deux branches pulmonaires réalisant une forme conique (cas3).

- En conclusion : Dans le cadre des anomalies de la voie pulmonaire, l'angioscanner permet de poser le diagnostic, d'effectuer les mesures, de préciser le siège et le type d'anomalie et de rechercher les anomalies associées, complétant les données échocardiographiques. Le cathétérisme, lorsqu'il est réalisé, confirme les résultats obtenus par le scanner spiralé.

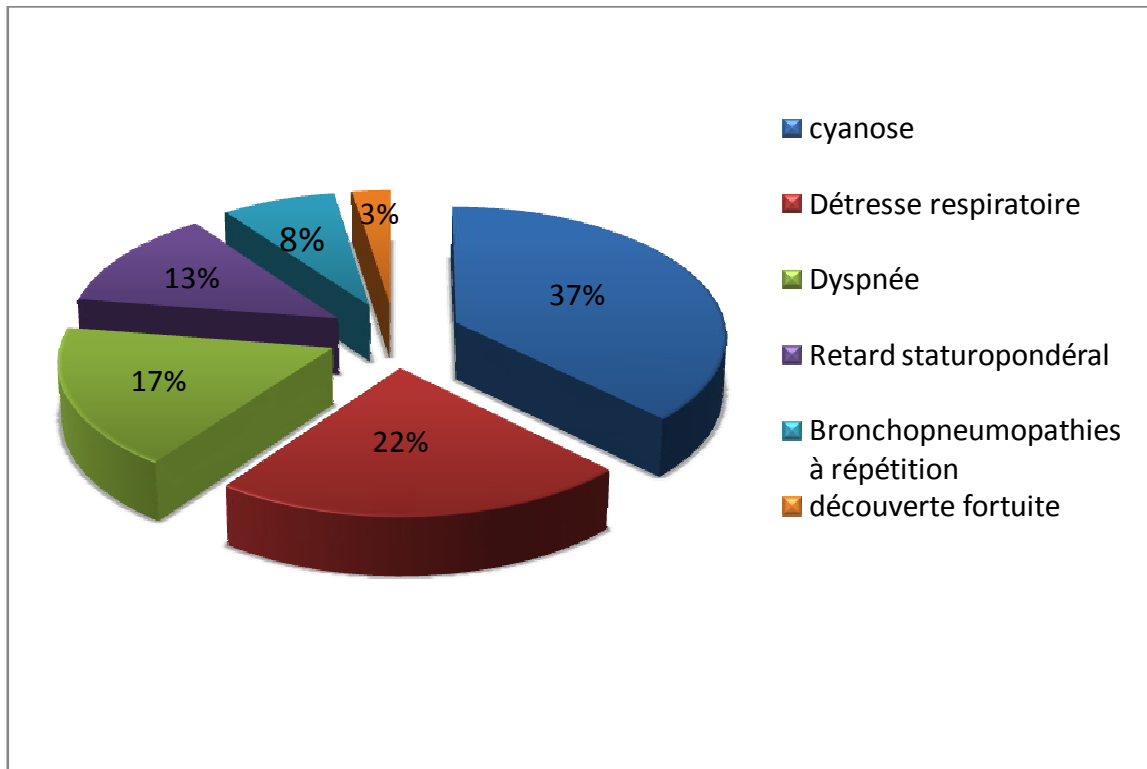
2. Anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte :

- Il s'agit de 42 patients dont l'âge moyen est de 2 ans avec des extrêmes allant de 6 jours à 14 ans.
- On note une prédominance masculine avec un sexe ratio G/F de 1,6.



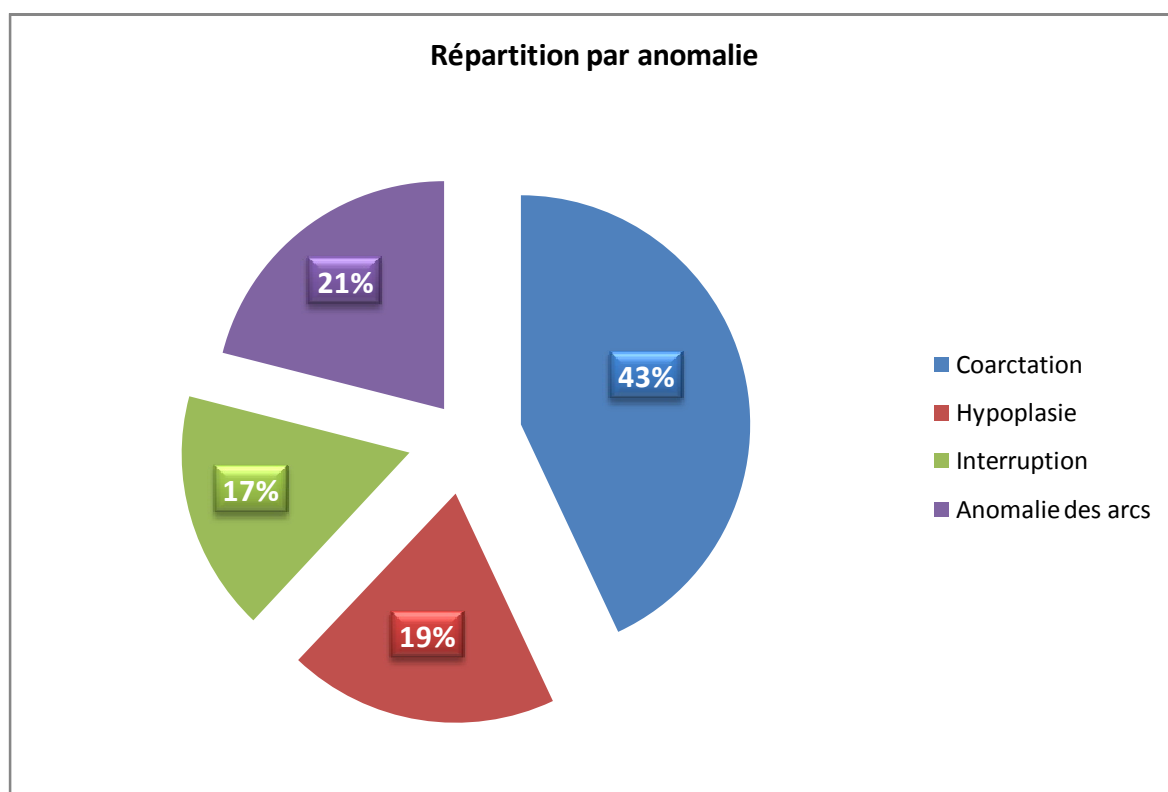
Graphique 11 : Répartition des anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte selon le sexe.

- Les signes cliniques sont dominés par la cyanose et la détresse respiratoire.



Graphique 12 : Signes cliniques.

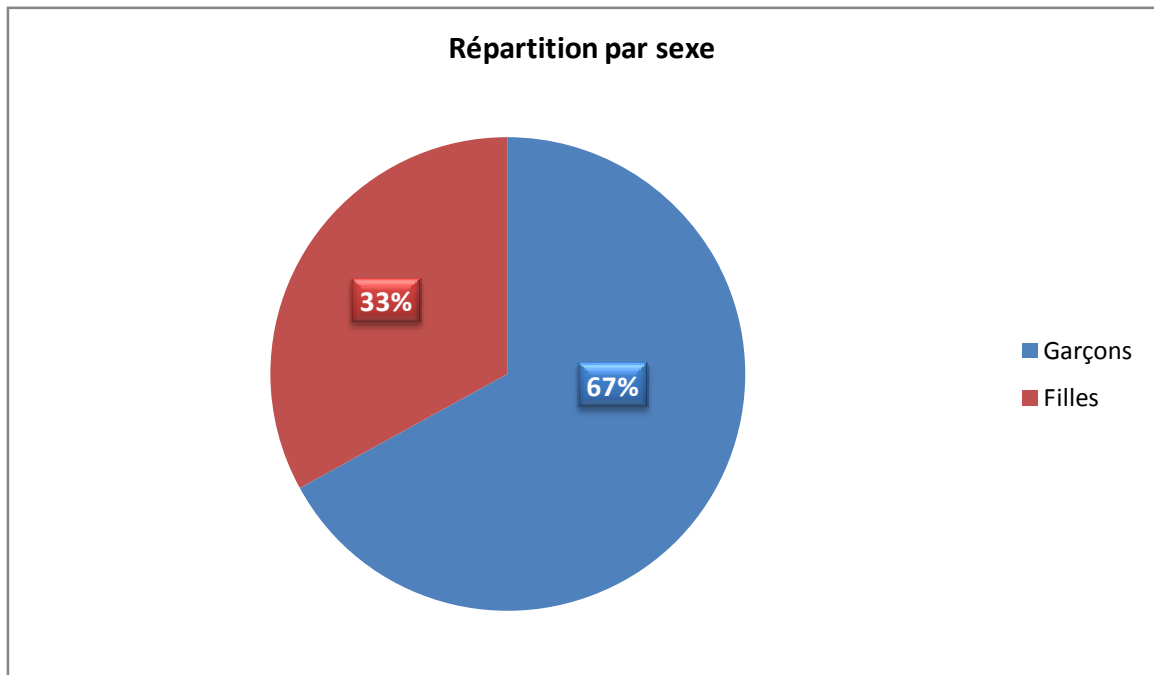
- Les anomalies de la voie aortique regroupent 4 entités :
 - La coarctation de l'aorte.
 - L'hypoplasie de l'arche aortique.
 - L'interruption de l'arche aortique.
 - Les anomalies des arcs aortiques.
- Certaines de ces anomalies sont souvent associées.



Graphique 13 : Différentes anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte.

2-1. Coarctation de l'aorte :

- On retrouve 17 cas avec des âges extrêmes de 7 jours et 14 ans.
- On note une prédominance masculine.



Graphique 14 : Répartition selon le sexe au cours de la coarctation aortique.

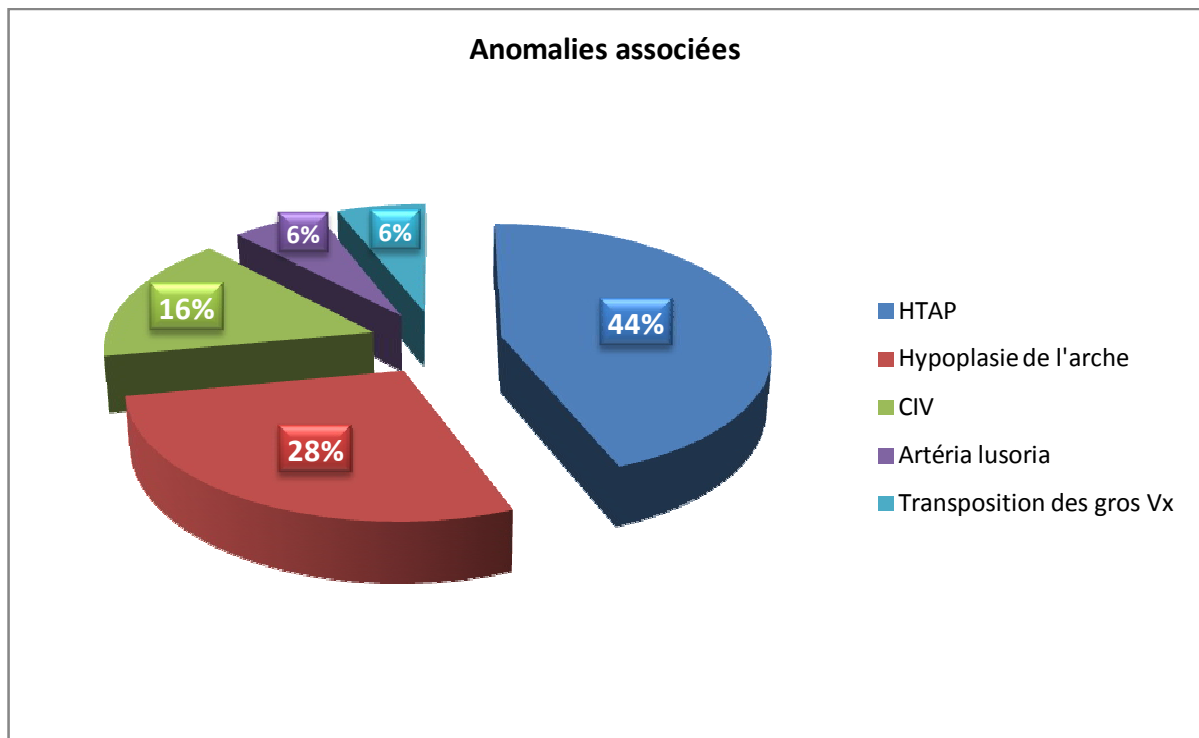
- Dans 80% des cas, la clinique correspond à une détresse respiratoire, parfois associée à des signes de défaillance cardiaque.
- Tous les patients ont bénéficié d'une ETT et d'un angioscanner.

Aspects en imagerie			Echocardiographie	Angioscanner
Siège	Ductal		2	2
	Préductal		8	8
	Post ductal		7	7
Forme	Localisée	Serrée		14
		Moyenne		1
	Tubulaire			2
Aorte d'amont hypoplasique				5
Aorte d'aval dilatée				2
Canal artériel			7	11
HTAP, AP dilatée			8	8
Circulations collatérales				7

Tableau 4 : Aspect en imagerie.

- On note la persistance du canal artériel dans 64% des cas avec un diamètre allant de 2mm à 6mm, pour une moyenne de 3,4mm.
- Les circulations collatérales sont présentes dans 42% des cas, souvent via les artères péri-vertébrales.

- Les anomalies associées notées sont :



Graphique 15 : Anomalies associées à la coarctation de l'aorte.

- Il existe une bonne concordance entre l'échocardiographie et la TDM dans le diagnostic positif de la coarctation. La TDM détecte mieux la circulation collatérale et les anomalies associées (notamment de l'arche aortique) alors que l'échocardiographie permet l'évaluation fonctionnelle, surtout de la fonction ventriculaire gauche.
- L'angiographie, réalisée chez 4 patients confirme les résultats de l'angioscanner.

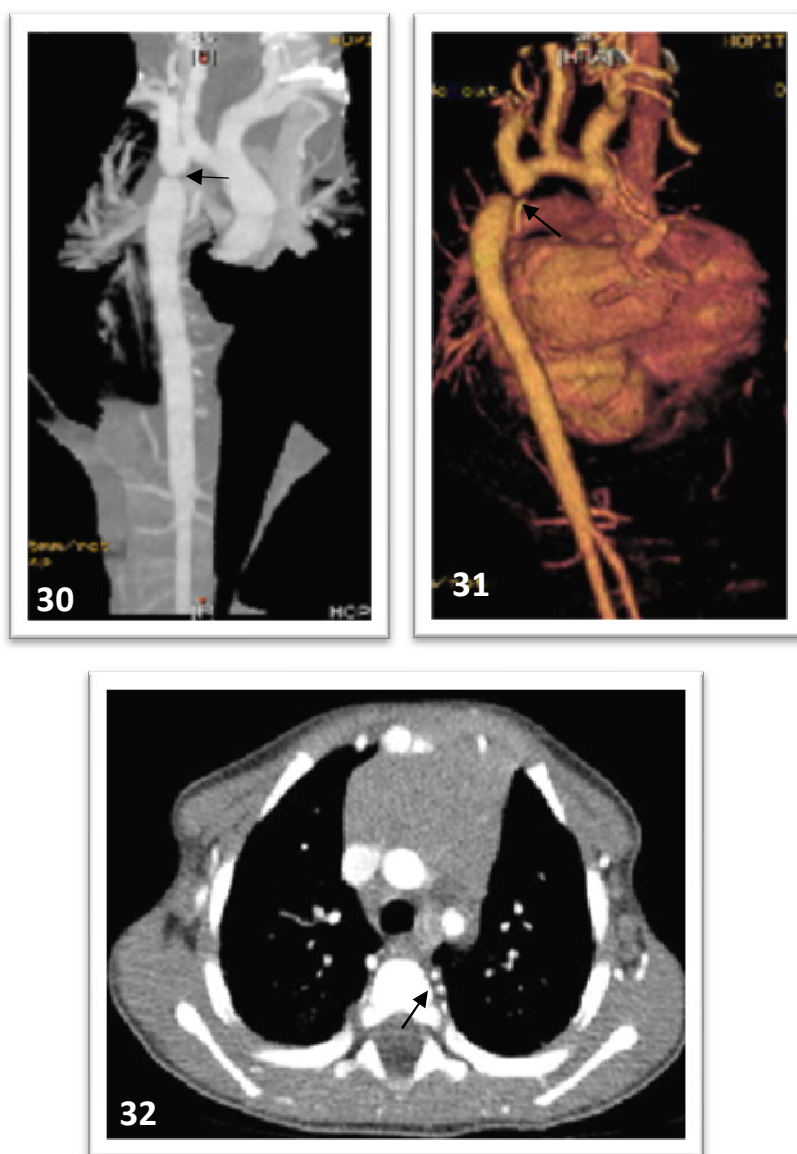


Fig 30, 31, 32 : Sténose courte et serrée de l'isthme aortique avec circulation collatérale péri-vertébrale et mammaire interne.

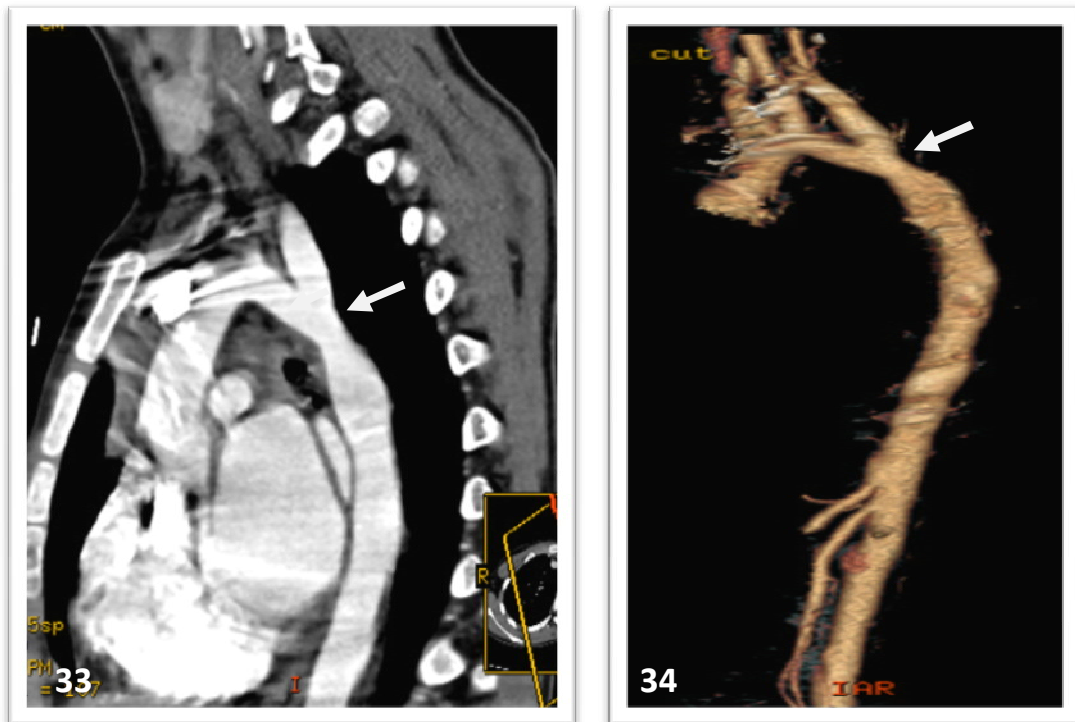


Fig 33, 34 : Rétrécissement modéré de l'aorte isthmique
en aval de la naissance de la sous-clavière gauche.

2-2.Interruption et hypoplasie de l'arche aortique :

- 15 cas recensés dont un est une association des deux anomalies.
- Les extrêmes d'âge sont de 2 jours et 10 ans.
- Une prédominance masculine est notée.
- La clinique est dominée par la détresse respiratoire retrouvée dans 50% des cas.

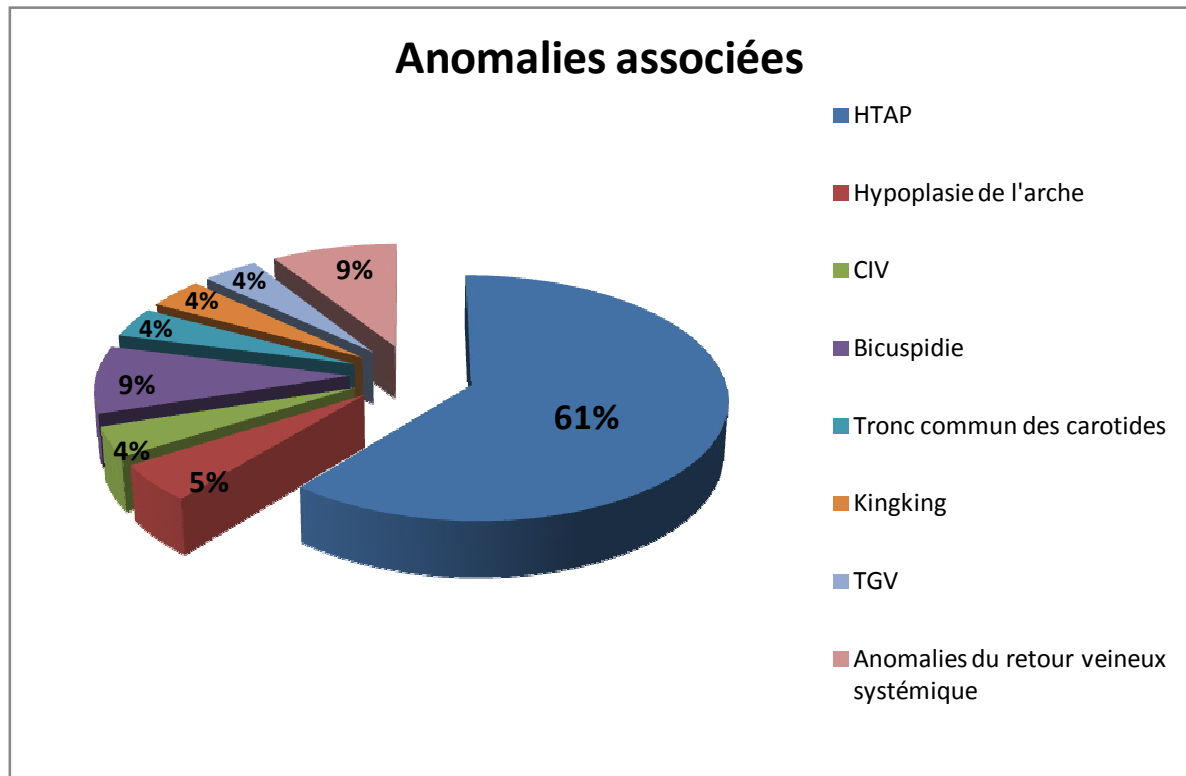
- Les données de l'imagerie sont :

Aspect en imagerie		Echocardiographie	Angioscanner
Interruption	Type A	3	5
	Type B		2
	Type C		
Hypoplasie	haute		4
	basse	1	4
Relai par TAP			12
Relai par TAP via canal artériel			6
Circulation collatérale périvertébrale			3

Tableau 5: Aspect en imagerie.

- Le canal artériel est perméable dans 40% des cas avec un diamètre allant de 2mm à 9mm, pour une moyenne de 3,4mm.
- Le tronc de l'AP est dilaté dans 13% des cas.
- Les circulations collatérales sont présentes dans 20% des cas, souvent via les artères péri-vertébrales.

- On note la présence d'anomalies associées :



Graphique 16 : Anomalies associées à l'interruption de l'arche aortique.

- Le scanner est plus performant que l'échocardiographie dans l'étude des anomalies de l'arche aortique puisqu'il permet de poser le diagnostic et d'établir une cartographie exacte des lésions et de la collatéralité.
- L'angiographie réalisée chez 2 patients confirme les données du scanner spiralé.

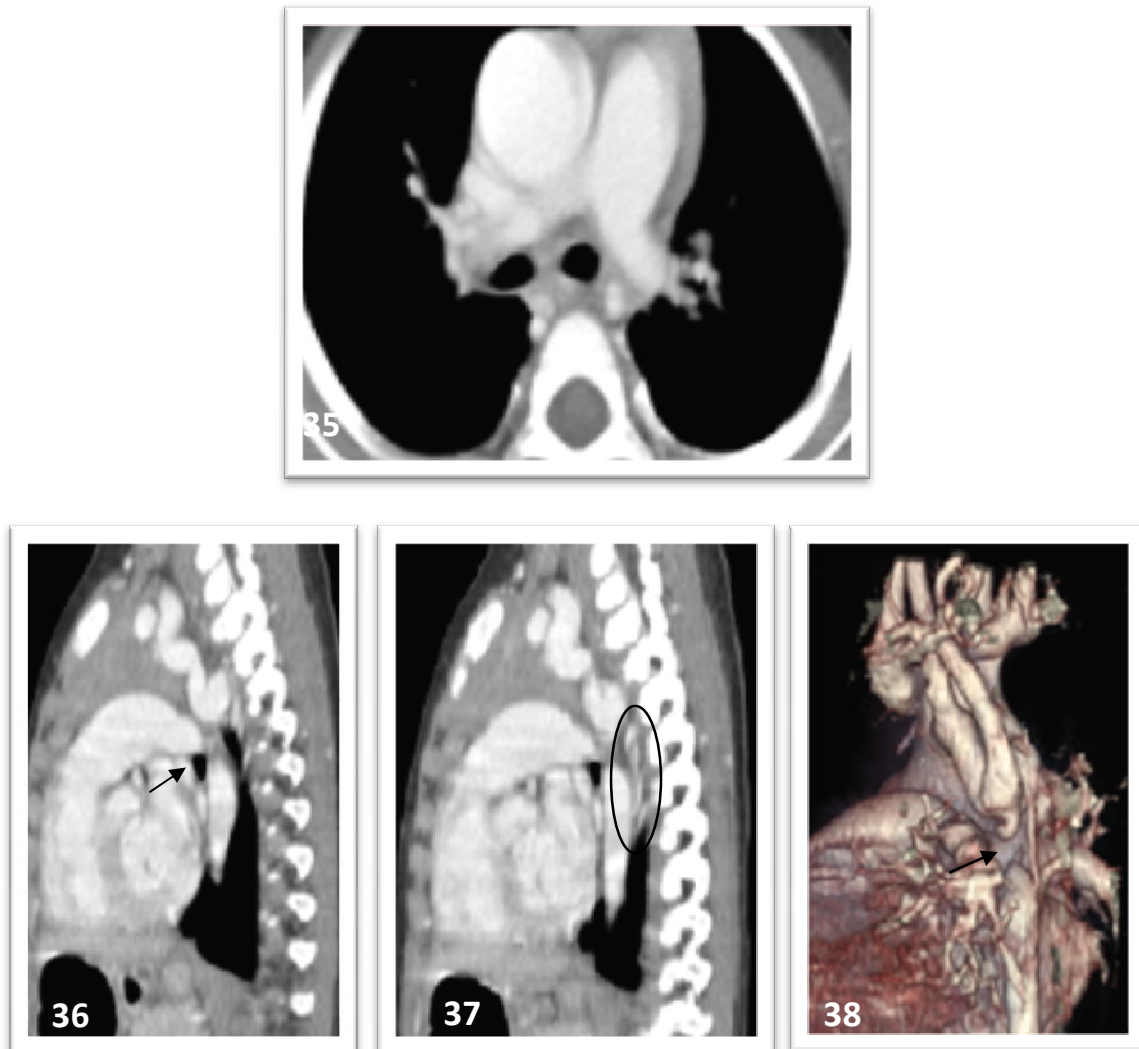


Fig 35, 36, 37, 38 : Interruption de l'arche aortique en aval de la sous-clavière gauche type A avec circulation collatérale thoracique interne (Artères intercostales dilatées).

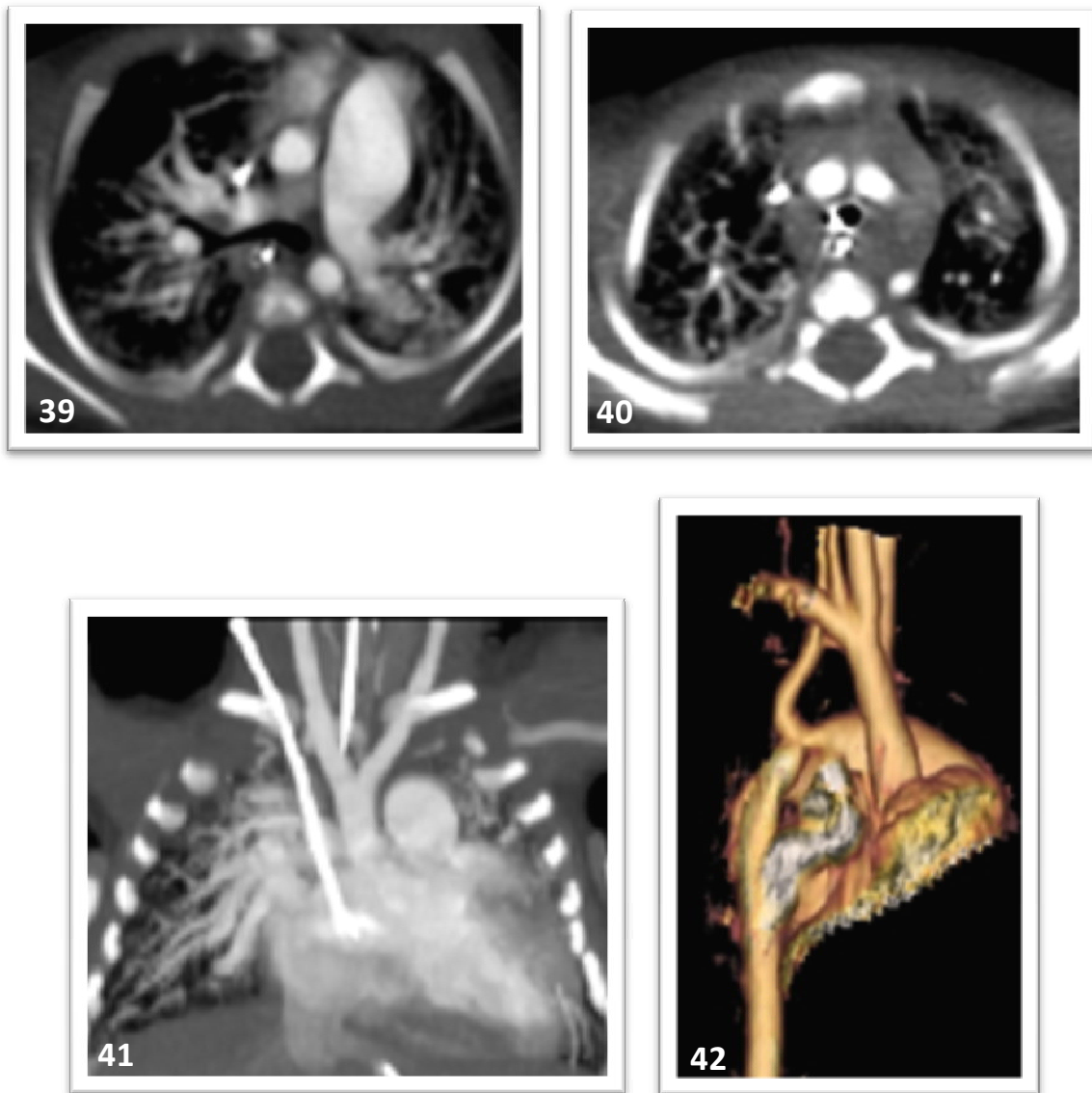


Fig 39, 40, 41, 42: Interruption de l'arche aortique typeB:

Tronc commun des carotides.

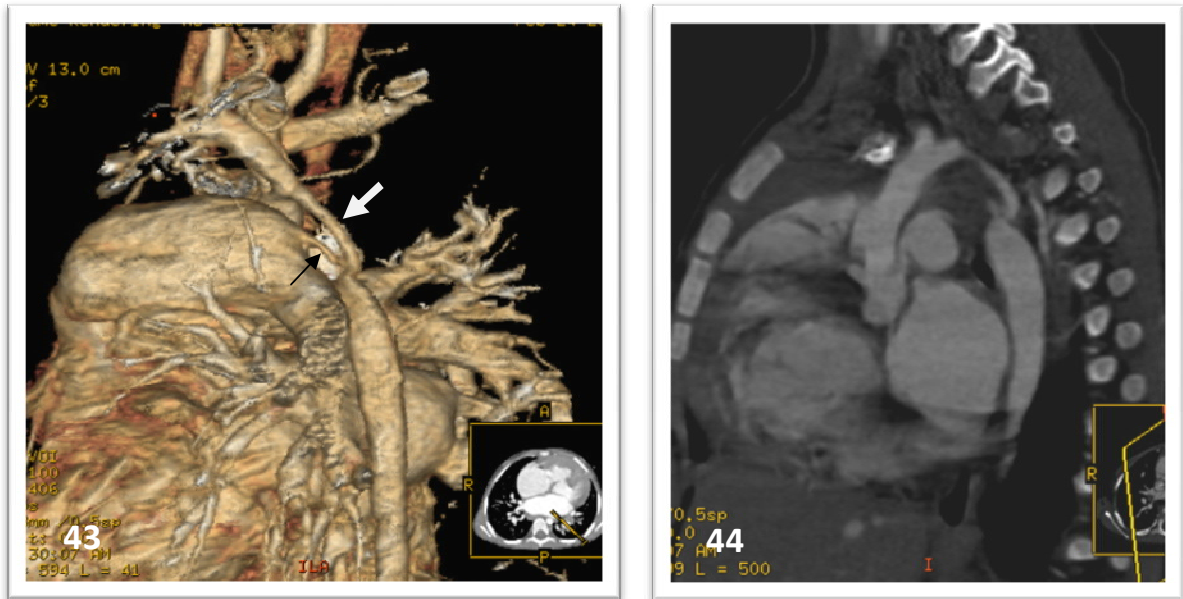
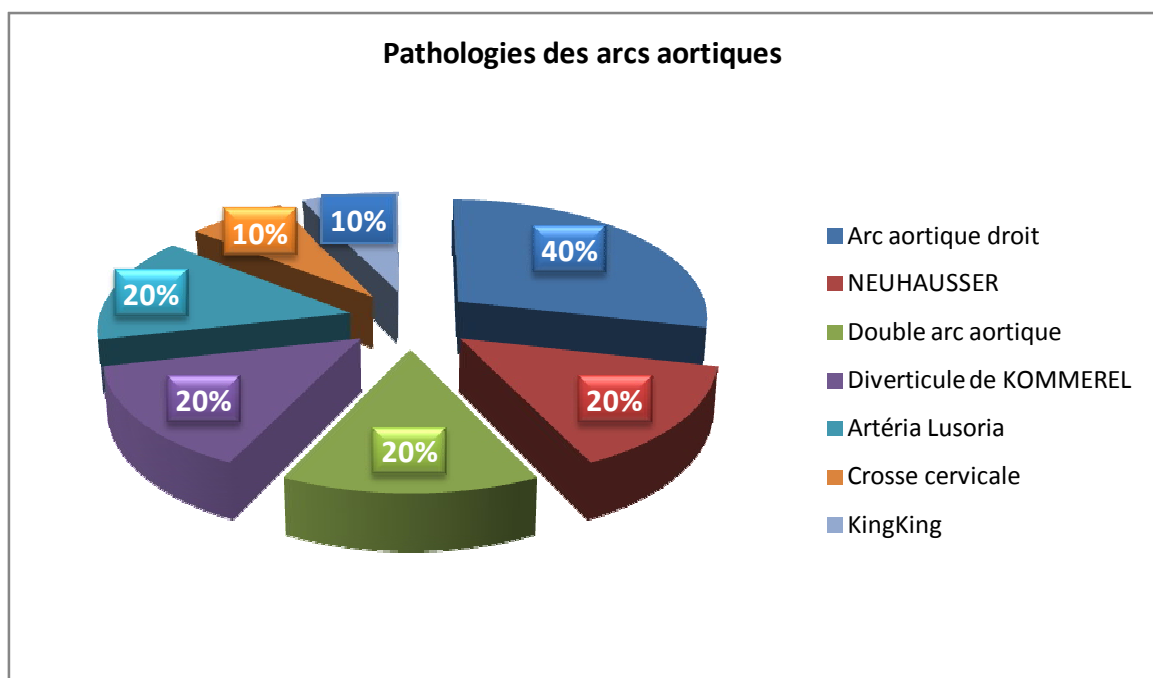


Fig 43, 44 : Hypoplasie de l'aorte isthmique réalisant un rétrécissement allongé avec un canal artériel perméable.

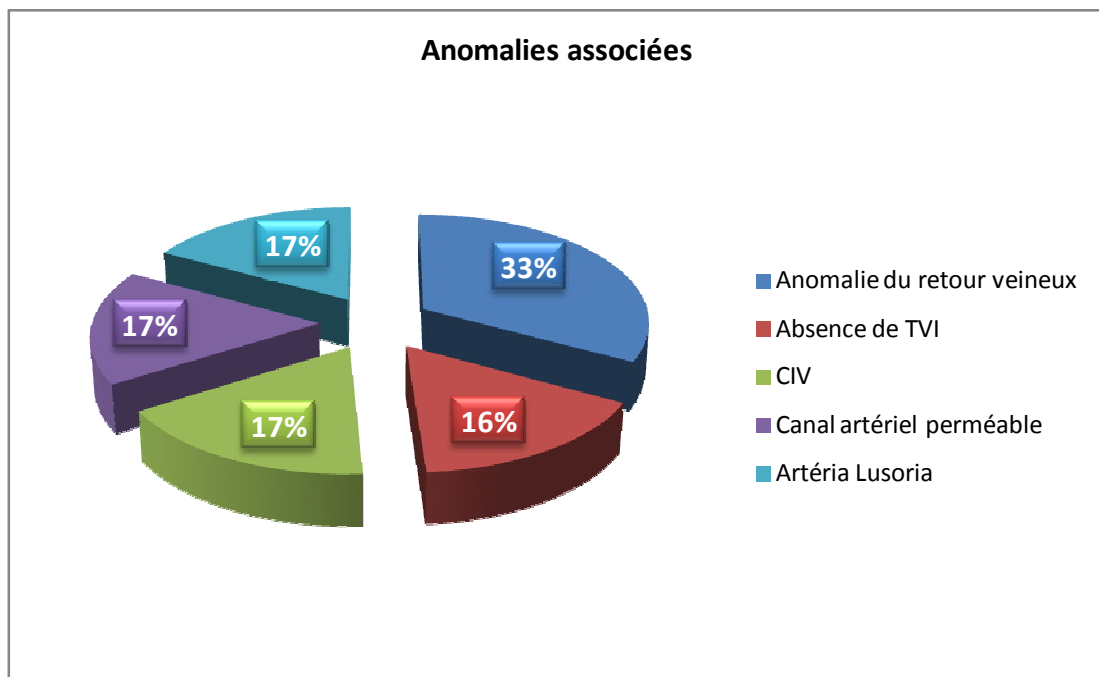
2-3 : Anomalies des arcs aortiques :

- On note 10 cas recensés avec des extrêmes d'âge de 11 jours et 14 ans.
- Une discrète prédominance masculine est notée.
- La détresse respiratoire représente 80% des cas, parfois accompagnée de signes de défaillance cardiaque.
- Les différentes pathologies des arcs aortiques rencontrées et pouvant s'associer dans certains cas sont :



Graphique 17 : Différentes anomalies des arcs aortiques.

- D'autres anomalies peuvent s'y associer :



Graphique 18 : Anomalies associées aux pathologies des arcs aortiques.

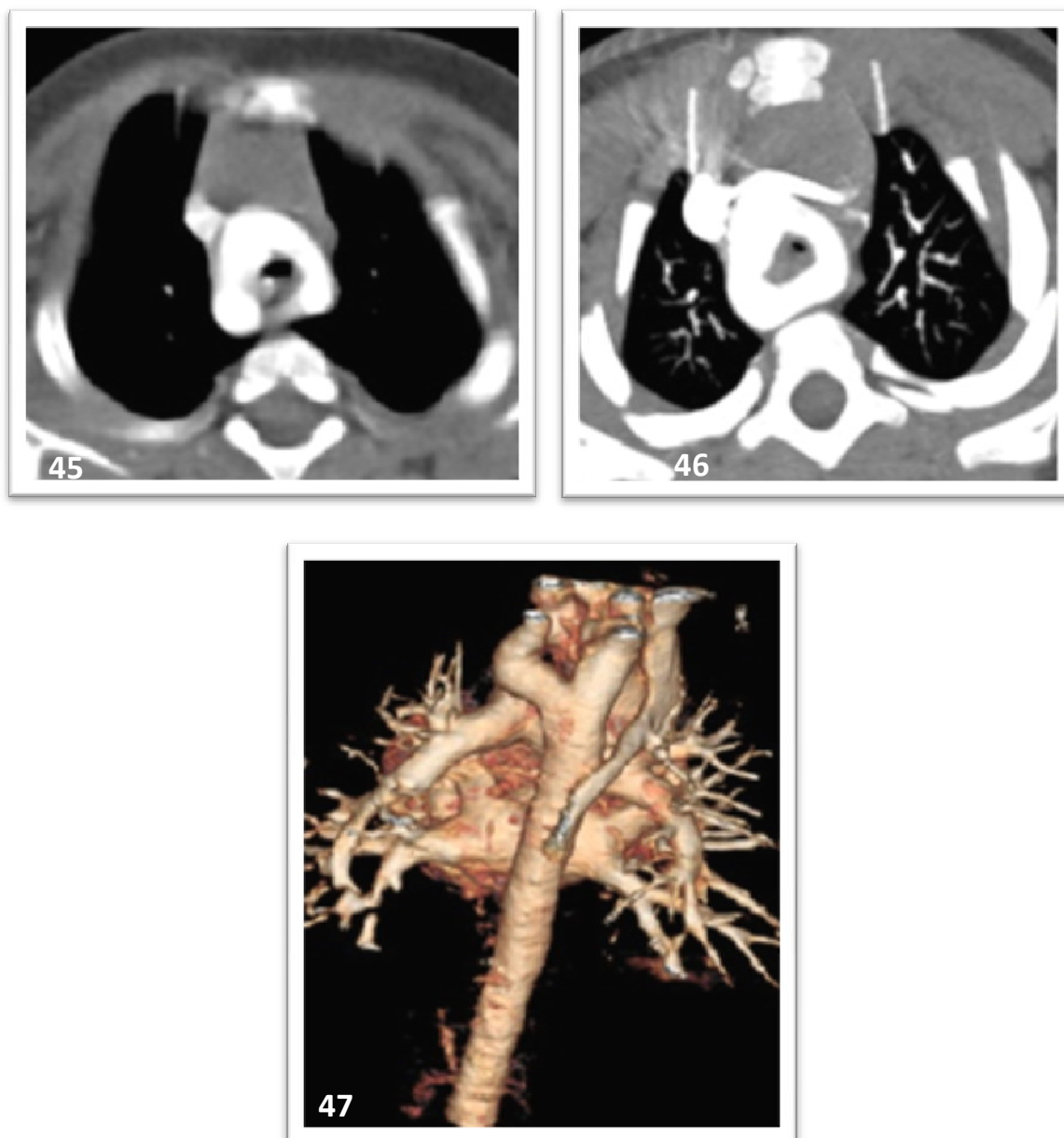


Fig 45, 46, 47 : Double arc aortique.

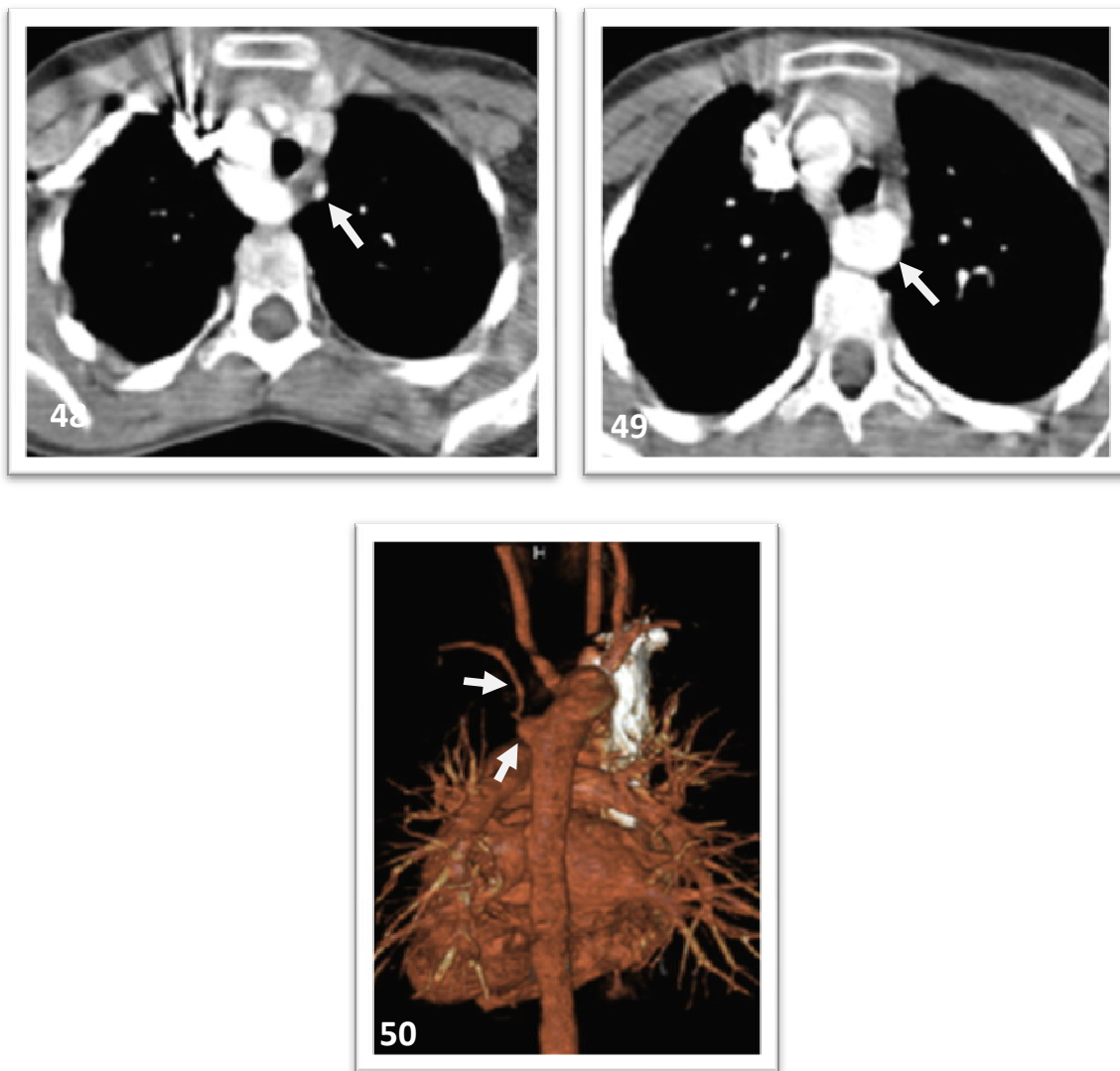


Fig 48, 49, 50: Anomalie de Neuhauser: Naissance postérieure de l'artère sous-clavière gauche rétroœsophagienne avec diverticule de Kommerel associé.

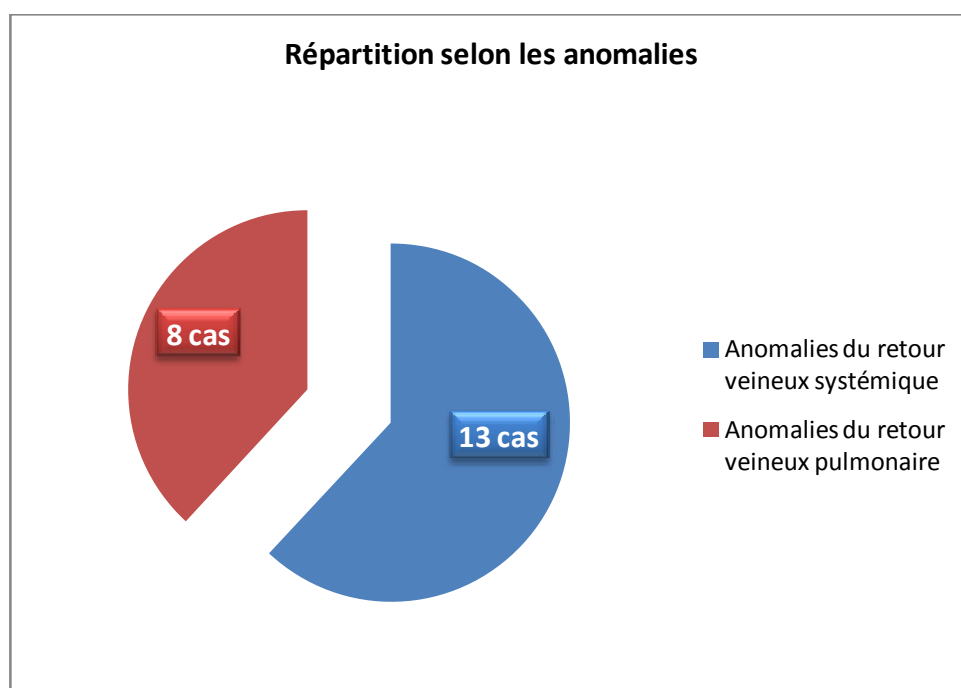


Fig 51, 52 : Pseudocoarctation ou aorte KingKing.

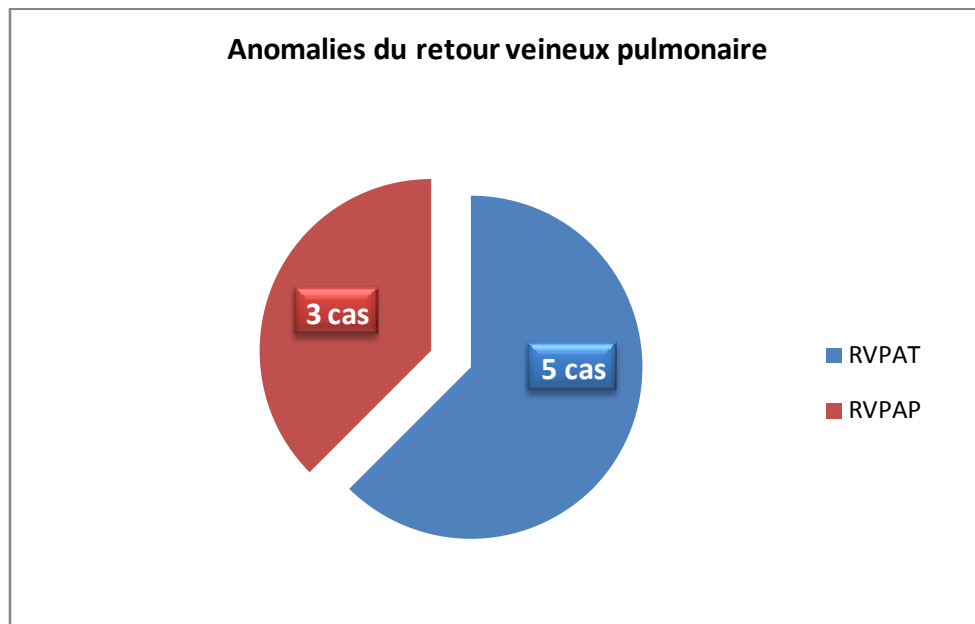
- En conclusion : Les anomalies de l'arche aortique et des arcs aortiques sont mieux étudiées en angioscanner, puisqu'il permet de préciser, en plus du diagnostic positif, l'aspect, le siège, l'étendue de l'anomalie, de mettre en évidence la circulation collatérale et de rechercher les anomalies associées. Le cathétérisme, lorsqu'il est effectué, confirme les données obtenues par la TDM.

3. Anomalies du retour veineux :

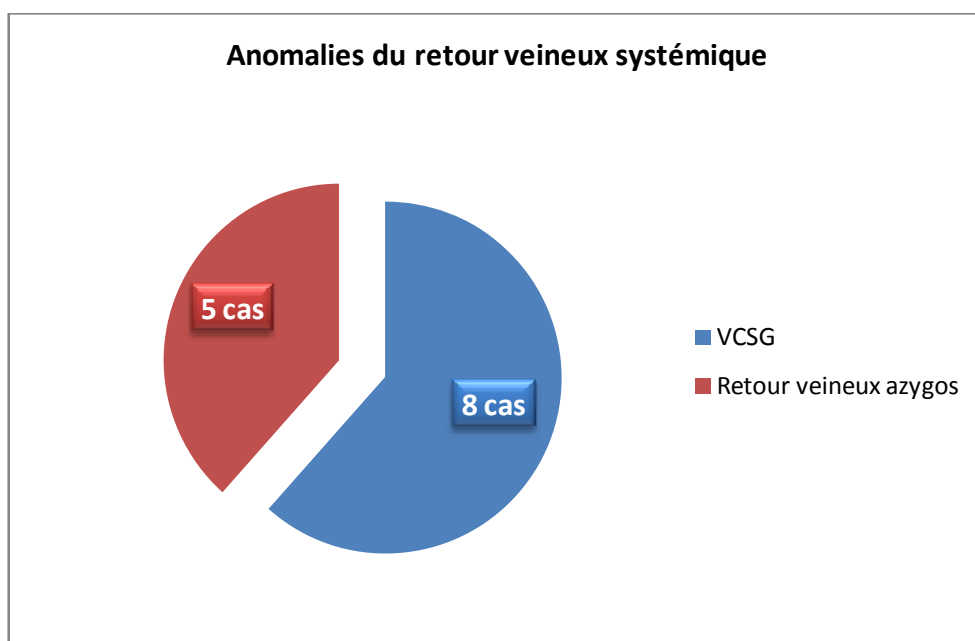
- On y retrouve 21 cas dont l'âge moyen est de 3ans et 11 mois avec des extrêmes de 10 jours et 14 ans.
- On note une discrète prédominance féminine avec un sexe ratio F/G : 1,33.
- Elles regroupent :
 - Les anomalies du retour veineux systémique représentées par la veine cave supérieure gauche et le retour veineux azygos.
 - Les anomalies du retour veineux pulmonaire correspondant au retour veineux pulmonaire anormal total et au retour veineux pulmonaire anormal partiel.



Graphique 19 : Répartition des patients selon les deux types d'anomalies du retour veineux.



Graphique 20 : Types d'anomalies du retour veineux pulmonaire.



Graphique 21 : Types d'anomalies du retour veineux systémique.

3.1 Anomalies du retour veineux systémique :

a. Veine cave supérieure gauche :

- 8 cas allant de 20 jours à 14 ans soit une moyenne de 2 ans et 5 mois.
- La présence de la VCSG a été suspectée chez 2 patients à l'échocardiographie par la visualisation d'une dilatation du sinus coronaire.
- La TDM permet d'objectiver des anomalies associées, cardiaques et extra cardiaques.

CARDIAQUES		EXTRA- CARDIAQUES			
		VASCULAIRES		EXTRA-VASCULAIRES	
CIA	3 CAS	ARTERE PULMONAIRE DILATEE	4CAS	ANOMALIE DE SITUS	3 CAS
CIV	1 CAS	CANAL ARTERIEL PERMEABLE	3CAS	POLYSPLÉNIE	2 CAS
VENTRICULE UNIQUE	1 CAS	RVPAT	2 CAS	HYPOLASIE PULMONAIRE DROITE	1 CAS
DEXTROCARDIE	1 CAS	HYPOLASIE DE L'ARC AORTIQUE	1 CAS		
TRANSPOSITION DES GROS VASSEAUX	1 CAS	PSEUDO- COARCTATION (Aorte King-King)	1 CAS		
		DOUBLE ARC AORTIQUE	1 CAS		
		CONTINUATION AZYGOS	1 CAS		

Tableau 6 : Anomalies associées à la veine cave supérieure gauche.

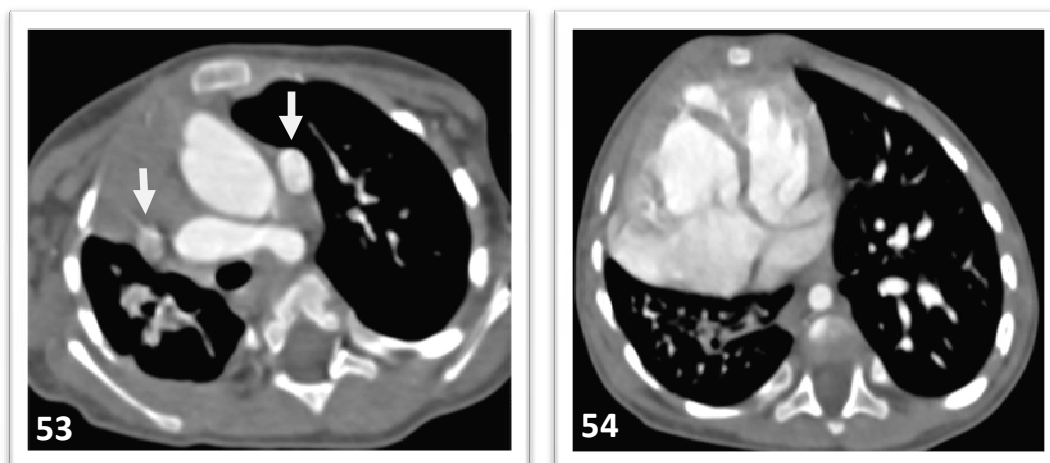


Fig 53 et 54 : Double VCS, la VCSG se draine au niveau du sinus coronaire gauche qui est dilaté. Mésocardie associée (cas 1).

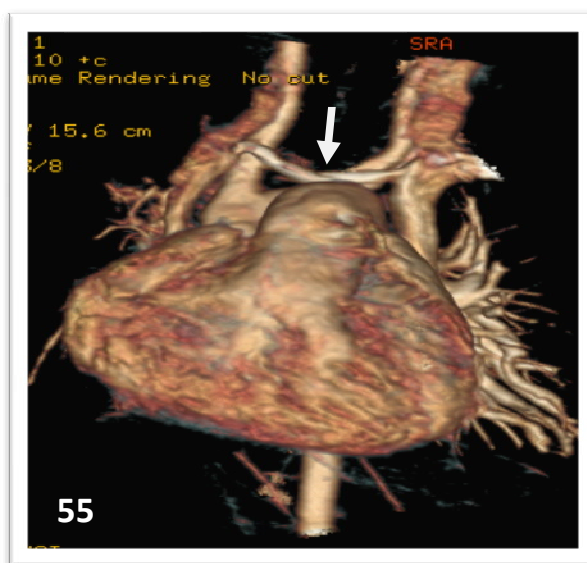


Fig 55 : Reconstruction 3D chez le même patient en vue antérieure montrant les deux VCS reliées par un tronc veineux innominé.

b. Interruption de la veine cave inférieure avec continuation azygos :

- 5 cas âgés de 6 mois à 14 ans.
- Les anomalies associées en imagerie :

Anomalies cardiaques	Anomalies vasculaires
- Dextrocardie - CIA - Lévo-isomérisme auriculaire	- Crosse droite - Ectasie aortique - RVPAT - Double veine cave supérieure - King-king (pseudo-coarctation gauche) - Hypoplasie de l'arc aortique - Dilatation du TAP

Tableau 7 : Anomalies associées à l'interruption de la veine cave inférieure avec continuation azygos.

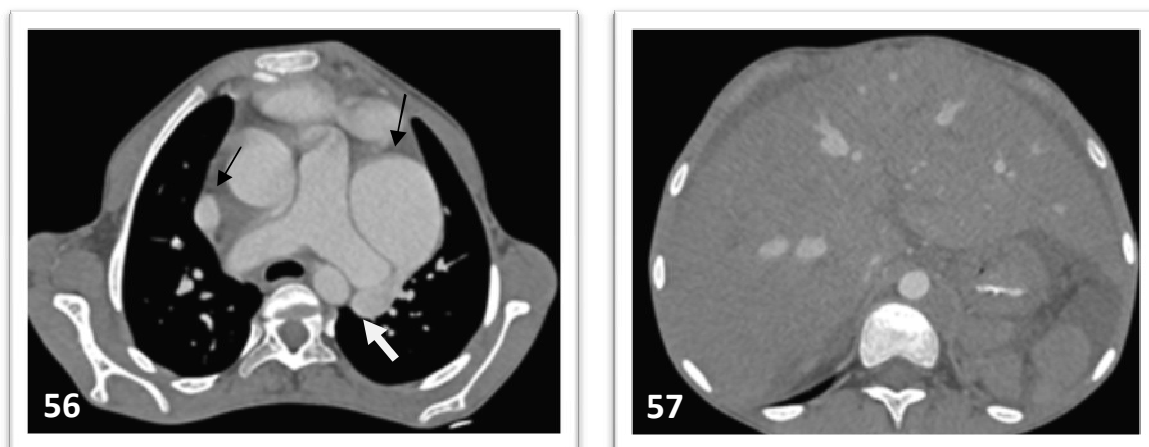


Fig 56 et 57 : Double VCS avec retour veineux type continuation azygos, absence du segment retro hépatique de la VCI. La veine azygos se jette dans la VCS gauche ectasique. Polysplénie associée(cas 1).

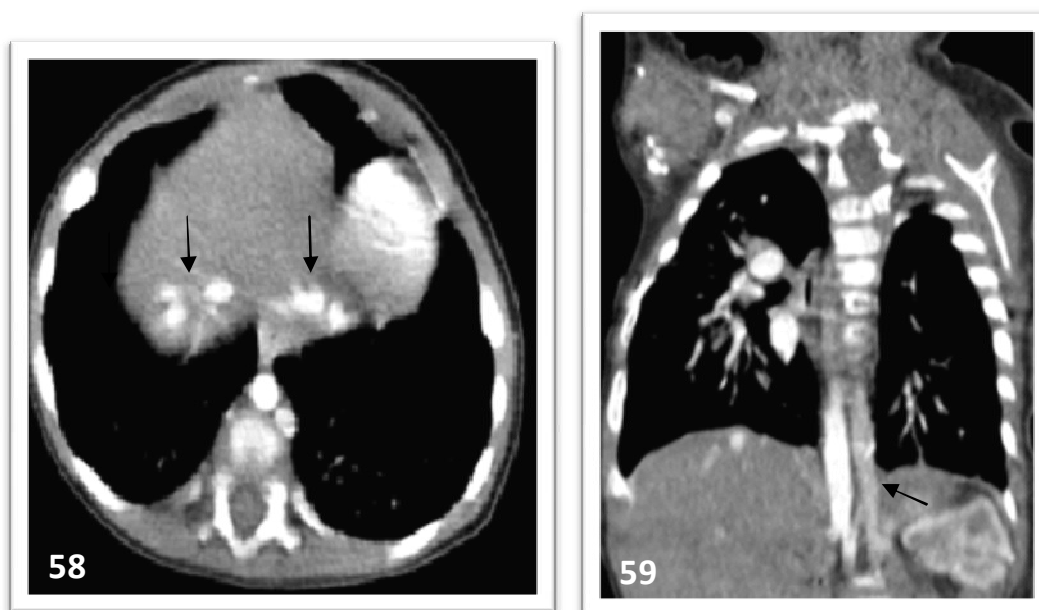


Fig 58 et 59 : Retour veineux systémique anormal dans un cas de cardiopathie complexe: continuation azygos de la VCI et double collecteur inférieur (2 paquets de veines sus-hépatiques)(cas 2).

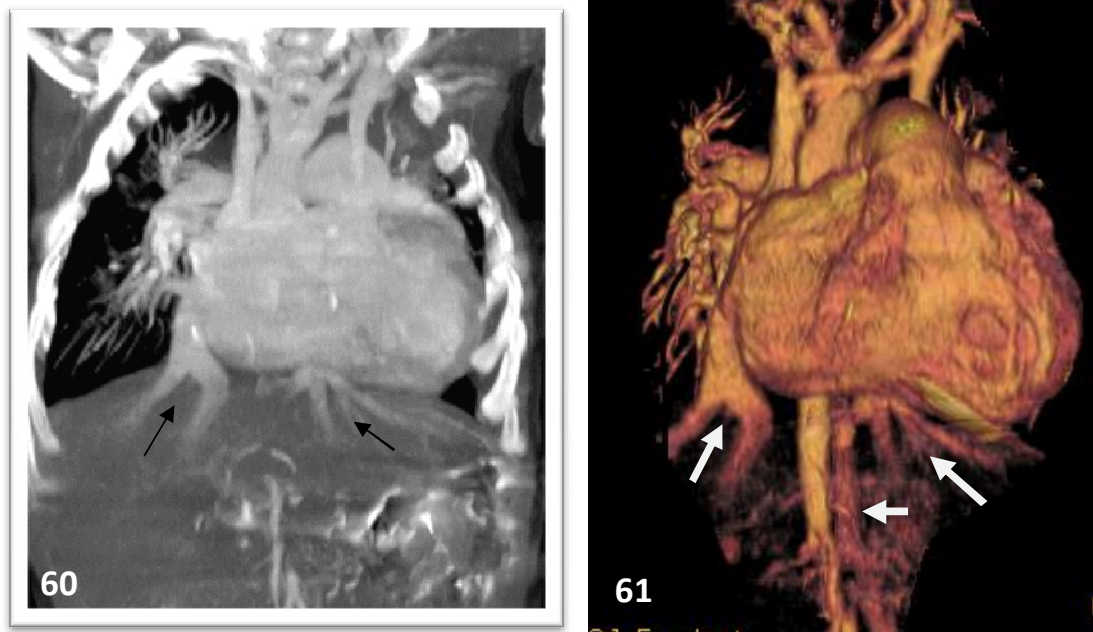
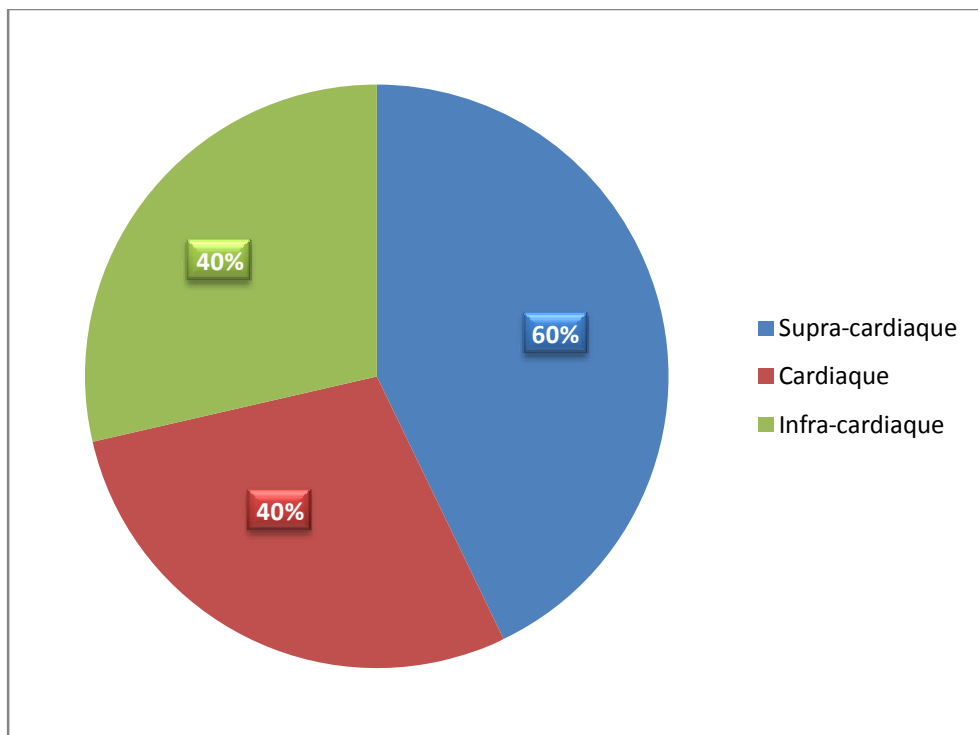


Fig 60 et 61 : Reconstruction MIP et 3D objectivant la continuation azygos de la VCI, le double collecteur inférieur et la double VCS reliée par le tronc veineux innominé chez le même patient (cas 2).

3.2 Anomalies du retour veineux pulmonaire :

a. Retour veineux pulmonaire anormal total :

- On retrouve 5 cas de RVPAT :
 - 3 cas supra-cardiaques.
 - 1 cas cardiaque.
 - 1 cas infra-cardiaque.



Graphique 22 : Types de retour veineux pulmonaire anormal total.

a-1 : RVPAT supra-cardiaque :

- Il s'agit de 3 cas âgés de 6 jours, 6 mois et 11 ans.
- L'échocardiographie suspecte la présence d'un RVPAT chez 2 patients sur la base de la diminution du calibre des cavités gauches contrastant avec des cavités droites dilatées associée à l'absence d'individualisation des veines pulmonaires.
- L'angioscanner montre :
 - Dans 2 cas (représentant 66% des cas), le retour veineux pulmonaire se fait par l'intermédiaire d'une veine cardinale qui se jette, à travers le tronc veineux innominé, au niveau de la VCSD qui rejoint l'oreillette droite.
 - Dans un cas (représentant 33% des cas) le retour veineux pulmonaire se fait à travers la VCSG se jetant au niveau du tronc veineux innominé puis à la VCSD.
 - Le collecteur est perméable dans les 3 cas siégeant en avant de l'artère pulmonaire gauche.

- Les anomalies associées détectées au scanner sont:

CARDIAQUES		EXTRA-CARDIAQUES			
		VASCULAIRES		EXTRA-VASCULAIRES	
Tétralogie de Fallot	1 CAS	Dilatation de l'artère pulmonaire	1 CAS	Situs inversus	1 CAS
Dextroposition de l'aorte	1 CAS	Sténose du tronc de l'artère pulmonaire	1 CAS	Atélectasie	1 CAS
Ventricule unique	1 CAS	Double veine cave	1 CAS		
CIV	1 CAS	Dilatation de la VJEG	1 CAS		
CIA	1 CAS	Persistance du canal artériel	1 CAS		
Dilatation des cavités droites	2 CAS	Hypoplasie de la voie pulmonaire	1 CAS		
		Crosse de l'aorte à droite 1	1 CAS		
		Aorte dilatée	1 CAS		
		Circulation collatérale à partir de la crosse	2 CAS		

Tableau 7 : Anomalies associées au RVPAT supracardiaque.

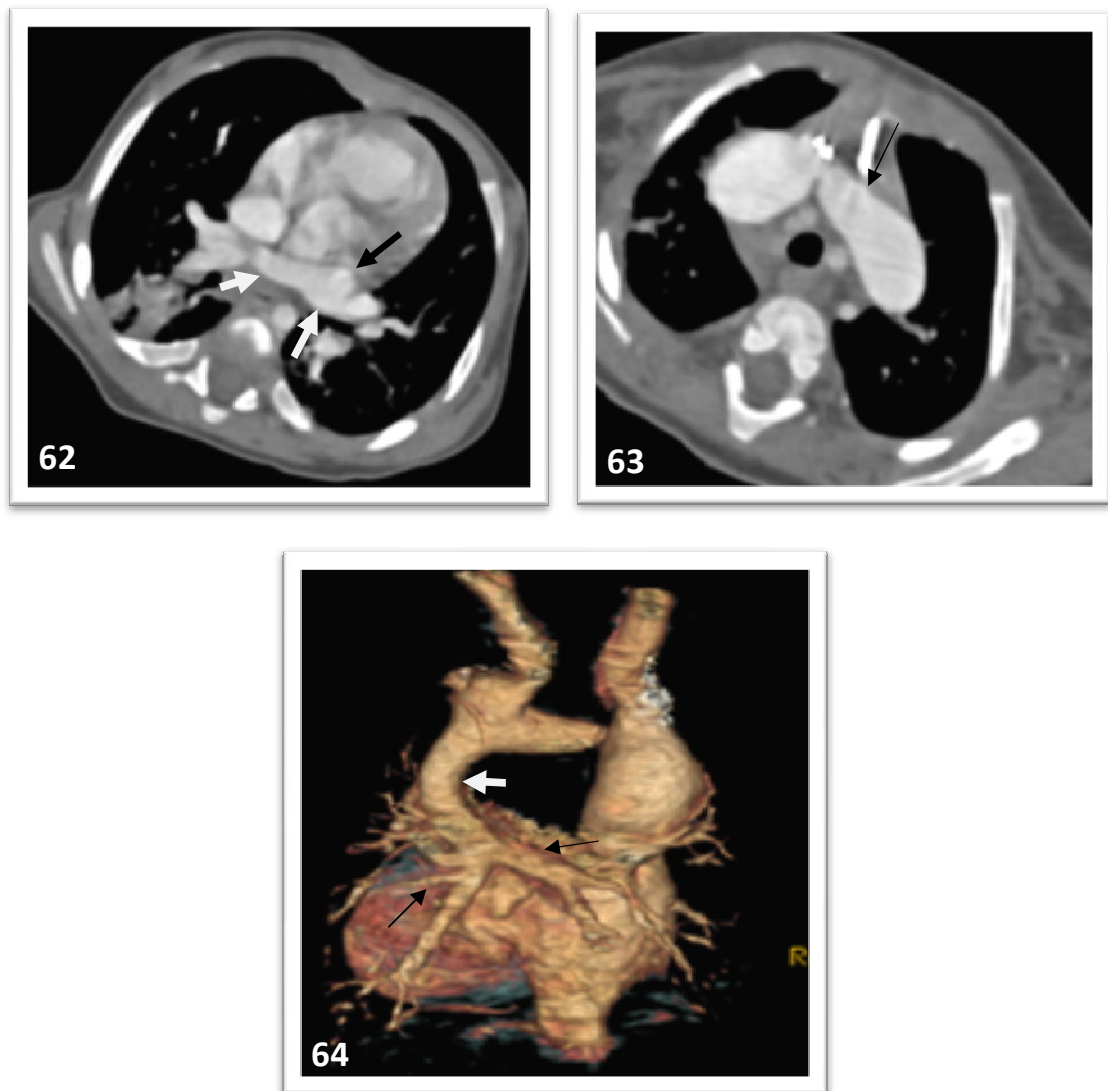


Fig 62, 63, 64 : RVPAT supra-cardiaque dans un collecteur veineux se jetant dans le tronc veineux brachiocéphalique via la VCS dilatée.

a-2 : RVPAT cardiaque :

- Une fille de 14 ans.
- Les veines pulmonaires se jettent séparément, directement au niveau de l'oreillette droite.

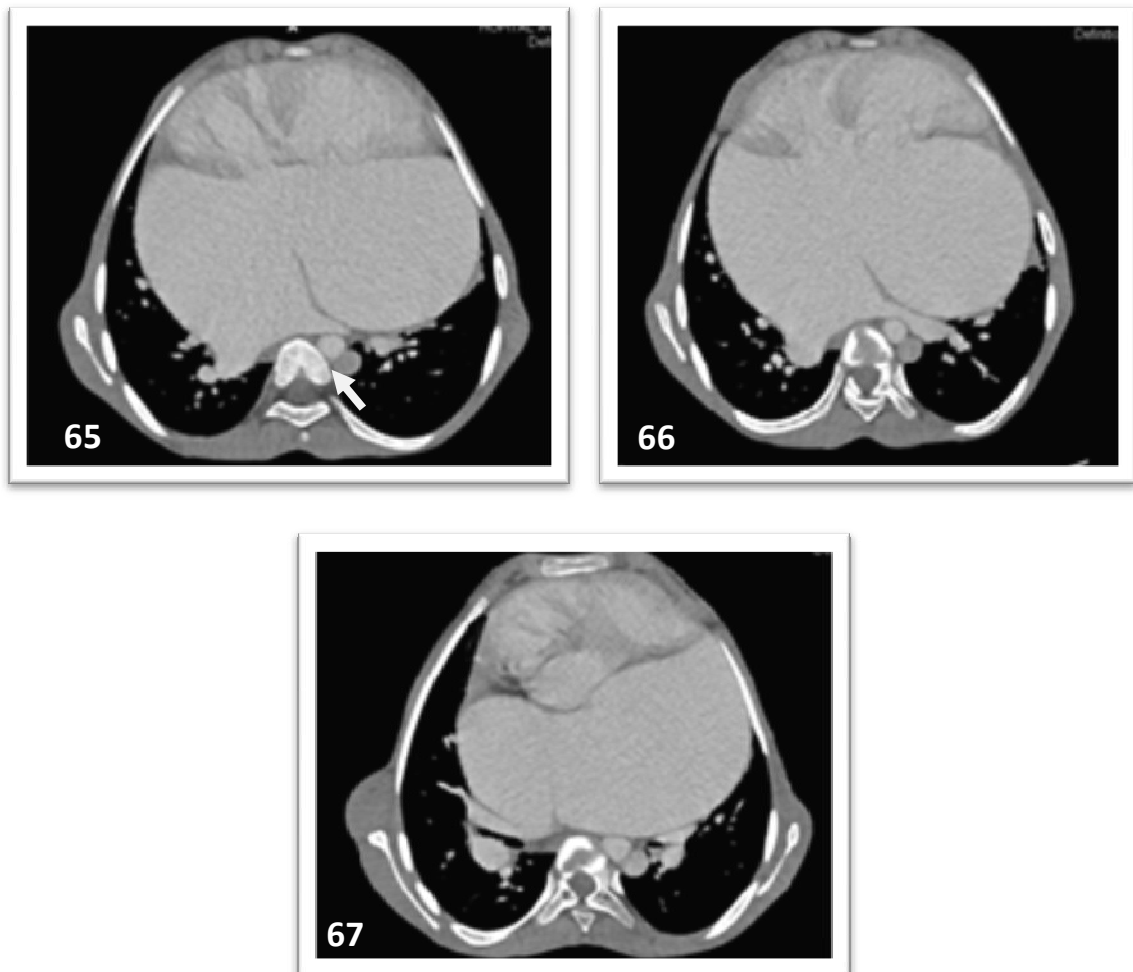


Fig 65, 66, 67 : RVPAT cardiaque: Les 4 veines pulmonaires se jettent directement au niveau de l'oreillette droite avec un Levo Isomérisme et une CIA.

a-3 : infra-cardiaque :

- Un cas dans la veine ombilico-vitelline.
- Les anomalies associées se résument en une CIA et une CIV.

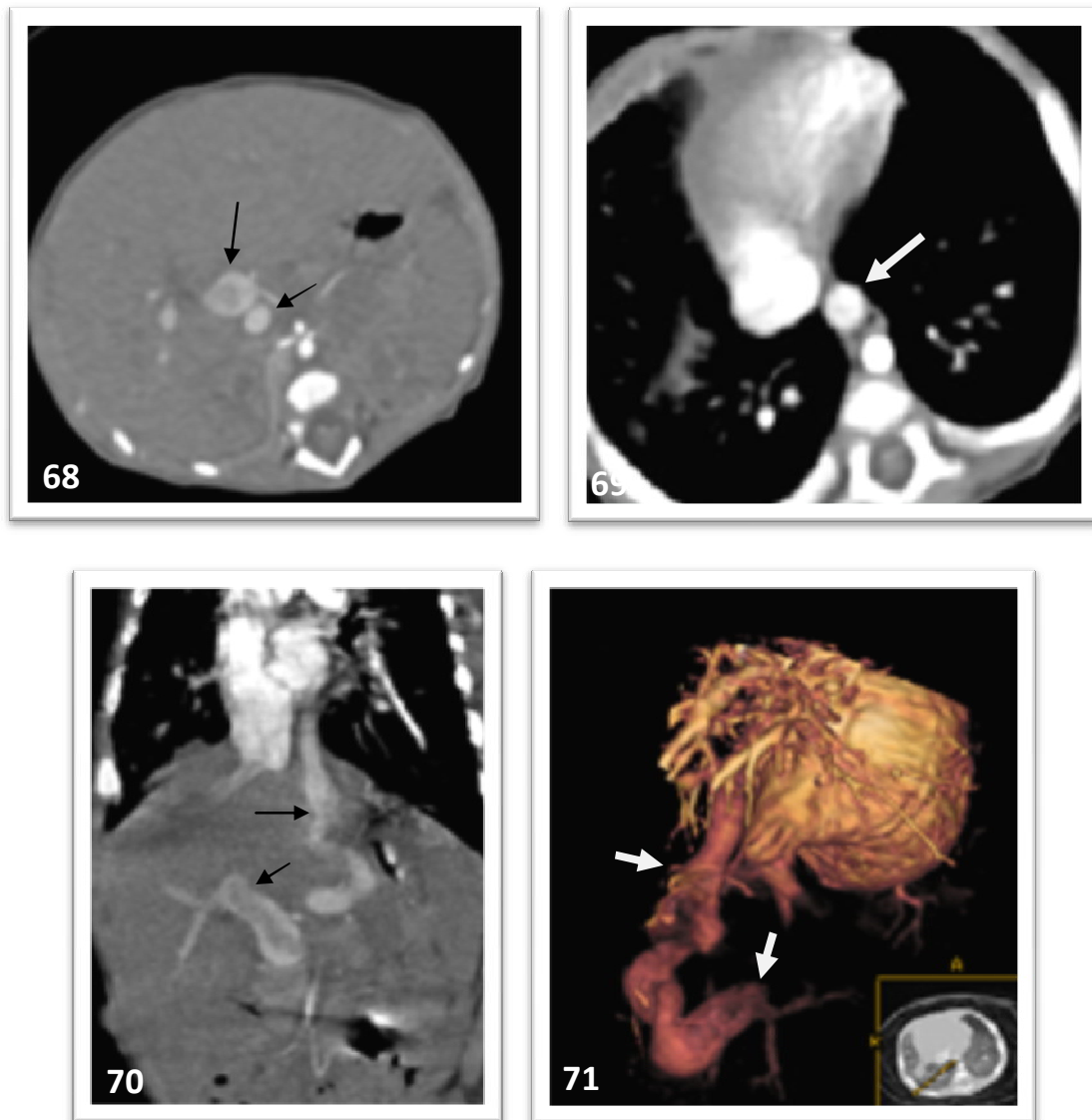


Fig 68, 69, 70, 71 : RVPAT infra cardiaque : le retour veineux se fait totalement au niveau d'une veine ombilico-vitelline qui longe la face postérieure de l'oreillette gauche et redescend pour rejoindre le système porte.

b. Retour veineux pulmonaire anormal partiel :

- On décompte 3 cas de 10 jours, 11 ans et 12 ans.
- Les anomalies associées se résument en une transposition des gros vaisseaux et une anomalie de situs chez un même patient.

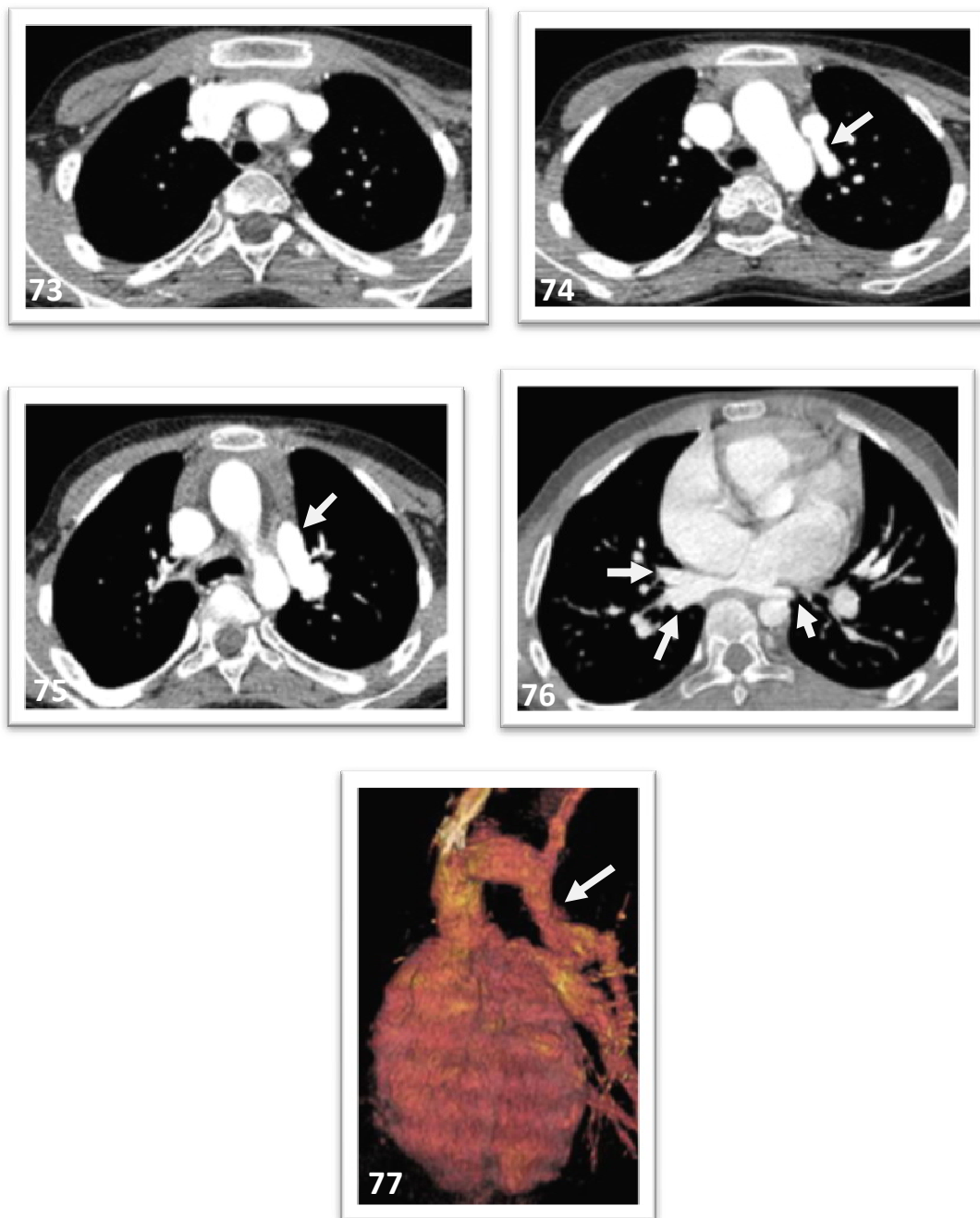
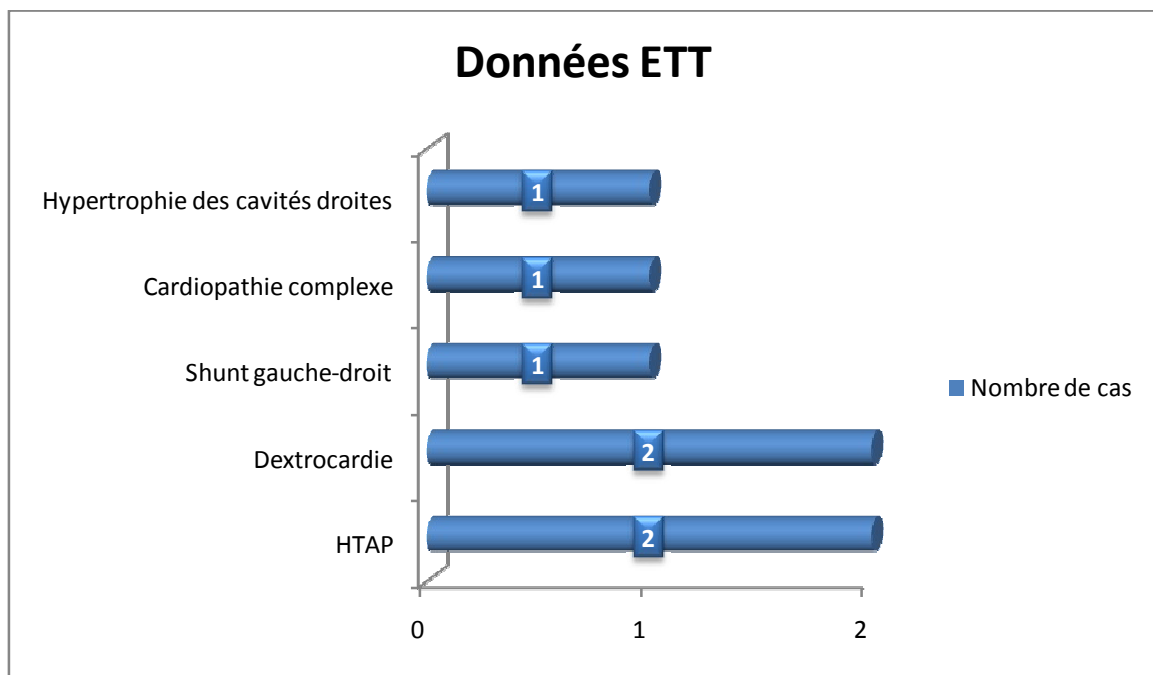


Fig 73, 74, 75, 76, 77: RVPAP gauche : La VCS est reliée à la veine verticale par un tronc veineux innominé + les veines pulmonaires supérieures gauches se jettent au niveau de la veine verticale + les veines pulmonaires droites et inférieures gauches se jettent normalement au niveau de l'oreillette gauche.

- En conclusion : Le scanner prouve sa supériorité par rapport à l'échocardiographie dans l'étude des anomalies du retour veineux puisqu'il permet de poser le diagnostic, de préciser le siège de l'anomalie et de rechercher les anomalies associées cardiaques et extra-cardiaques (vasculaires et extravasculaires). Dans notre étude, l'échocardiographie ne fait que suspecter le diagnostic de VCSG chez 2 patients devant la mise en évidence d'une dilatation du sinus coronaire. Elle suggère aussi le diagnostic de RVPAT chez 2 autres patients devant une diminution du calibre des cavités gauches contrastant avec des cavités droites dilatées associée à l'absence d'individualisation des veines pulmonaires.

4. Anomalies de connexion :

- On y enregistre 6 cas, 3 de sexe féminin et 3 de sexe masculin.
- L'âge moyen est de 3 mois.
- La clinique est dominée par la détresse respiratoire ou cardio-respiratoire.
- Tous les patients ont bénéficié d'une échocardiographie transthoracique avant la réalisation du scanner.



Graphique 23 : Données échocardiographiques.

- Les données scannographiques sont les suivantes :

Cas n° 1	- Situs inversus + Dextrocardie - Shunt aorto-pulmonaire entre l'isthme et l'APG.
Cas n° 2	- Naissance anormale de l'APD à partir de l'aorte descendante.
Cas n° 3	- Naissance anormale de l'APD à partir de la face postérieure de l'aorte ascendante.
Cas n° 4	- Naissance anormale de l'APD à partir de la face postérieure de la racine de l'aorte.
Cas n° 5	- Dextrocardie. - Canal artériel commun donnant naissance à l'aorte et au tronc de l'artère pulmonaire. - Foie médian et syndrome de jonction pyélo-urétérale associé.
Cas n° 6	- Dilatation de la crosse aortique et de la voie artérielle pulmonaire communiquant par un large canal artériel perméable.

Tableau 9 : Données scannographiques.

- En conclusion : Les anomalies de connexion des gros vaisseaux sont mieux explorées par le scanner qui permet de poser le diagnostic précisant exactement le type d'anomalie et de rechercher les anomalies associées.

L'angioscanner complète les données de l'échocardiographie qui évoque le diagnostic devant la présence de signes témoignant de perturbations hémodynamiques notamment l'HTAP et les shunts intracardiaques.

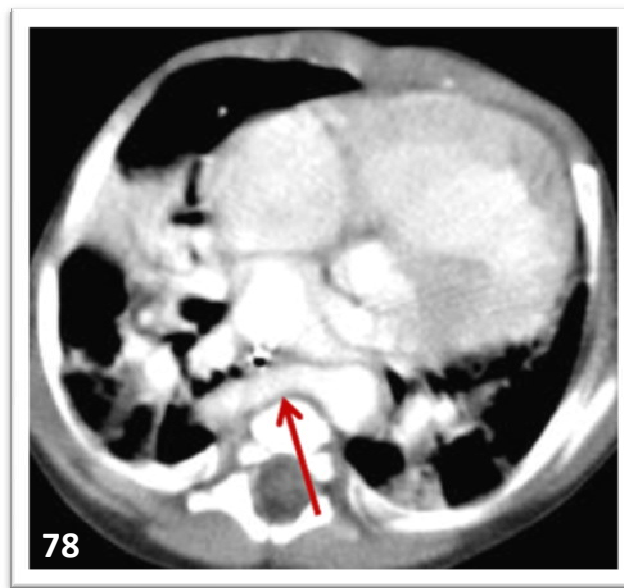


Fig 78 : Naissance anormale de l'AP droite à partir de l'aorte descendante (cas2).

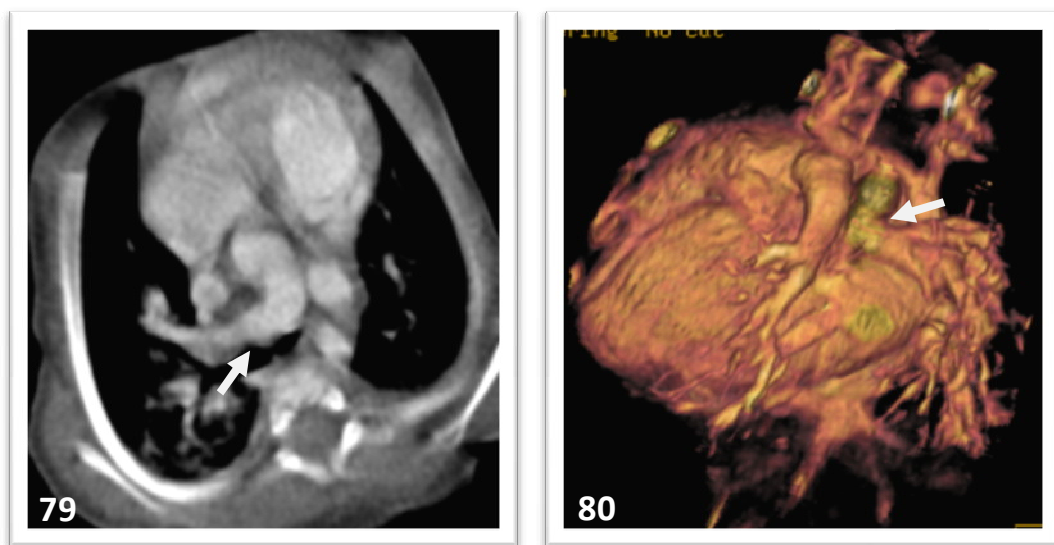


Fig 79 et 80 : Naissance anormale de l'APD à partir de la face postérieure de l'aorte ascendante (cas 3).

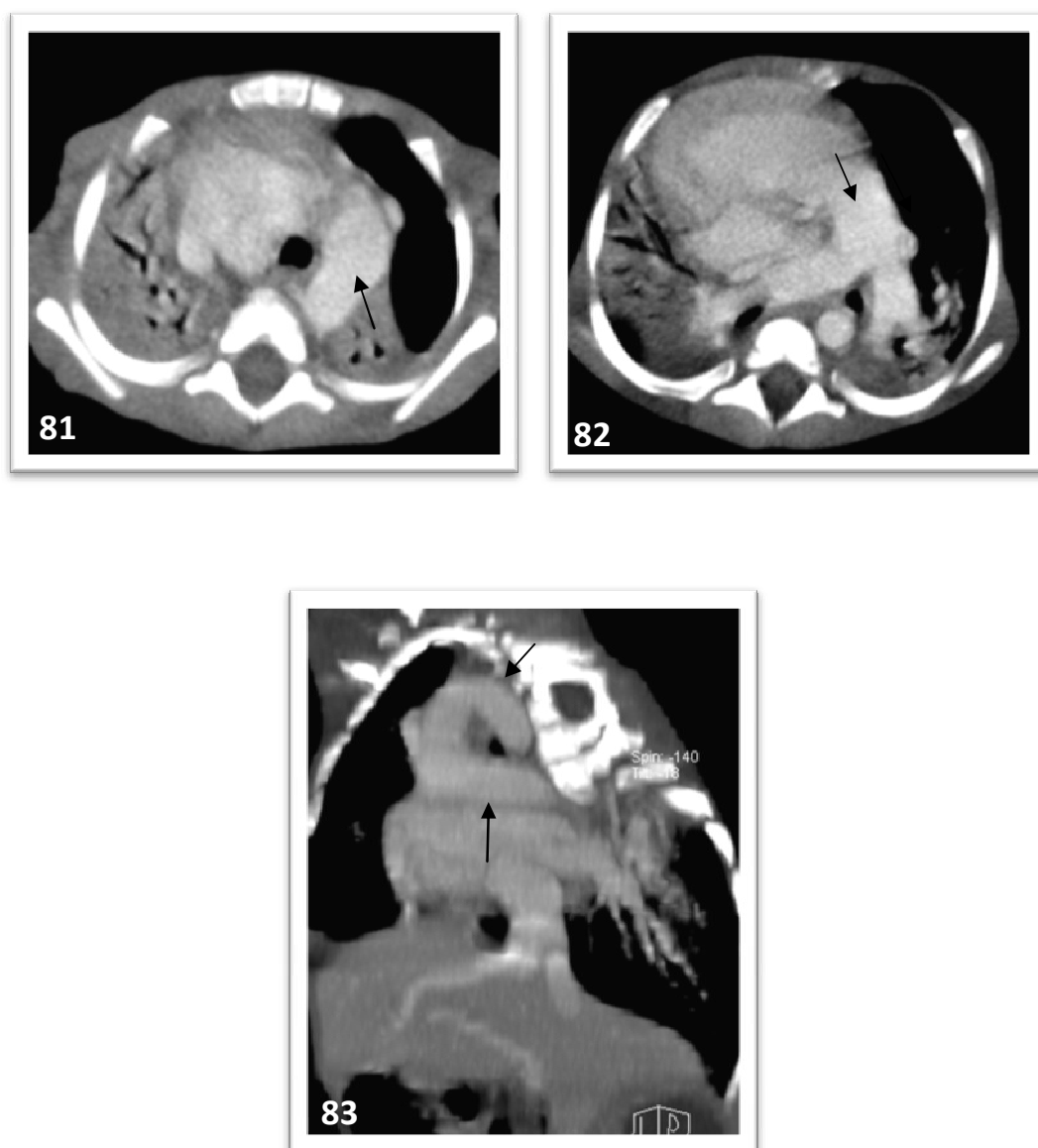


Fig 81, 82, 83 : Canal artériel commun donnant naissance à l'aorte et au tronc de l'artère pulmonaire + Dextrocardie (cas 5).

Discussion



- Le diagnostic initial d'une cardiopathie congénitale repose sur la clinique et l'échocardiographie. L'imagerie en coupe par résonnance magnétique ou scanner multibarrettes se positionne actuellement très en avant dans la stratégie diagnostique. Elle est complémentaire de l'échocardiographie, et dans un certain nombre de situations cliniques, elle remplace l'angiographie diagnostique[3,6].

- L'échographie cardiaque est l'examen de première intention, c'est une technique non invasive, facilement accessible, reproductible et qui permet une évaluation morphologique, mais aussi fonctionnelle et hémodynamique. Toutefois, l'échographie est opérateur et patient dépendant et peut être limitée par la fenêtre acoustique, particulièrement chez le grand enfant ou le jeune adulte. Par ailleurs, si l'analyse des structures cardiaques est souvent complète, celle des structures extracardiaques est plus limitée[3,7,8]. De part les avancées technologiques récentes, l'imagerie échographique tridimensionnelle est aujourd'hui accessible mais son intérêt porte essentiellement sur l'exploration des valvulopathies et des pathologies aortiques ainsi que dans l'évaluation fonctionnelle des volumes ventriculaires et des shunts[9,10].

- L'angiographie diagnostique est classiquement l'examen de référence pour l'évaluation des cardiopathies congénitales. Elle autorise une approche complète à la fois anatomique et surtout hémodynamique[3,11]. Comme le scanner, elle représente une source d'exposition aux radiations ionisantes à laquelle s'ajoutent des risques propres à une procédure invasive[12]. Malgré de nombreux progrès réalisés, il subsiste un risque de morbi-mortalité non négligeable avec un taux de complication rapporté de l'ordre de 10 à 20% et un taux de mortalité estimé à 1%[12,13]. De plus, elle fournit une projection

planaire et la superposition des structures anatomiques peut gêner l'interprétation. Dans certaines malformations complexes, en particulier du système cave, la voie d'abord vasculaire peut-être difficile[14].

- On voit donc l'intérêt de développer de nouvelles techniques non invasives dans la prise en charge de ces pathologies. L'imagerie en coupe, notamment par tomodensitométrie y occupe une place importante.

1. APPORT DE L'IMAGERIE EN COUPE :

- Le scanner multicoupe présente par rapport à l'IRM certaines spécificités :
 - La simplicité et la rapidité de sa réalisation qui contraste avec la durée de l'examen en IRM nécessitant le recours à une sédation voire à une anesthésie générale, et imposant une surveillance spécialisée et rapprochée en particulier chez des enfants avec une cardiopathie congénitale cyanogène et parfois dans des conditions hémodynamiques instables.
 - Un meilleur contraste des structures anatomiques contenant de l'air par rapport à l'IRM (poumon et axe trachéobronchique)[3,15].
 - L'évaluation des structures anatomiques de petite taille, particulièrement chez le nouveau-né et le petit enfant malgré un rythme cardiaque accéléré.
 - Acquisition volumique et imagerie 3D vasculaire de bonne qualité y compris chez le nouveau-né et les enfants en bas-âge[3,16,17].
- L'intérêt de l'IRM réside par contre dans le fait qu'elle n'est pas irradiante et qu'elle fournit, en plus de l'étude morphologique, une étude fonctionnelle et hémodynamique du cœur[3,18].

2. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SCANNER :

➤ Avantages du scanner :

- Les avancées technologiques concourent largement au développement du scanner multicoupe dans l'analyse des malformations cardiovasculaires de l'enfant. En effet, ces dernières années, le nombre de détecteurs a doublé presque tous les deux ans pour atteindre 64 barrettes en 2004. La technologie hélicoïdale autorise la réalisation d'une acquisition volumique avec une réduction importante des temps d'acquisition. Ceci explique que l'examen ne nécessite pas de sédation spécifique, et la surveillance des constantes vitales est beaucoup plus simple. Elle peut donc se concevoir chez des patients dont le statut hémodynamique est précaire[19,20].

- L'amélioration de la résolution spatiale du scanner permet l'analyse de petites structures, telles que les artères coronaires et l'amélioration de sa résolution temporelle réduit les artefacts cinétiques cardiaques[16,17,21].

- Le principal avantage du scanner repose donc sur sa capacité d'exploration de la totalité du volume thoracique en une seule acquisition. L'ensemble des structures cardiovasculaires, bronchopulmonaires et pleuropéricardiques et leurs rapports respectifs sont ainsi précisés[15].

➤ Inconvénients du scanner :

- Le scanner ne fournit que peu de données hémodynamiques et fonctionnelles, qui sont indispensables au bilan complet des cardiopathies congénitales. Il ne permet pas l'étude des flux ni du sens de circulation au sein des structures vasculaires.

- Certaines analyses fonctionnelles peuvent-être toutefois réalisées pour des examens synchronisés à l'ECG. C'est le cas des mesures des fonctions ventriculaires droite et gauche, des volumes ventriculaire ou auriculaire, mais aussi des fonctions valvulaires[22,23]. Des analyses dynamiques respiratoires ont été réalisées par certaines équipes afin d'explorer les trachéomalacies et bronchomalacies associées à certaines malformations vasculaires, cependant, l'ensemble de ces données fonctionnelles sont acquises au prix d'une irradiation supplémentaire[24]. De plus l'IRM occupe une place et un rôle plus importants dans ces indications avec des données déjà validées[25]. Elle doit donc être préférée quand elle est réalisable.

- La deuxième limite du scanner est liée au fait qu'il s'agit d'une technique irradiante. Or, l'irradiation médicale est une question de santé publique majeure du fait du risque théorique de cancer radio-induit. Il l'est encore plus en pédiatrie, car la sensibilité des organes aux radiations est plus importante que chez l'adulte [26]. Mais des efforts technologiques ont été réalisés afin de limiter l'irradiation grâce à l'adaptation des protocoles d'acquisition et plus particulièrement en pédiatrie [27,28].

3. EXPLORATION DES DIFFERENTES MALFORMATIONS :

- Dans notre pratique, le scanner multicoupe est devenu rapidement une technique d'imagerie complémentaire importante dans la prise en charge pré ou postopératoire des patients atteints de cardiopathie congénitale.

3.1 Anomalies de la voie pulmonaire :

a- Tétralogie de Fallot :

- La tétralogie de Fallot est la cardiopathie congénitale cyanogène la plus fréquente. Elle associe une sténose artérielle pulmonaire infundibulaire, une communication interventriculaire haute par malalignement, et une rotation de l'aorte vers la droite avec chevauchement sur les deux ventricules. Le quatrième élément de la tétralogie, l'hypertrophie ventriculaire droite, n'est qu'une conséquence de la malformation [1,29].

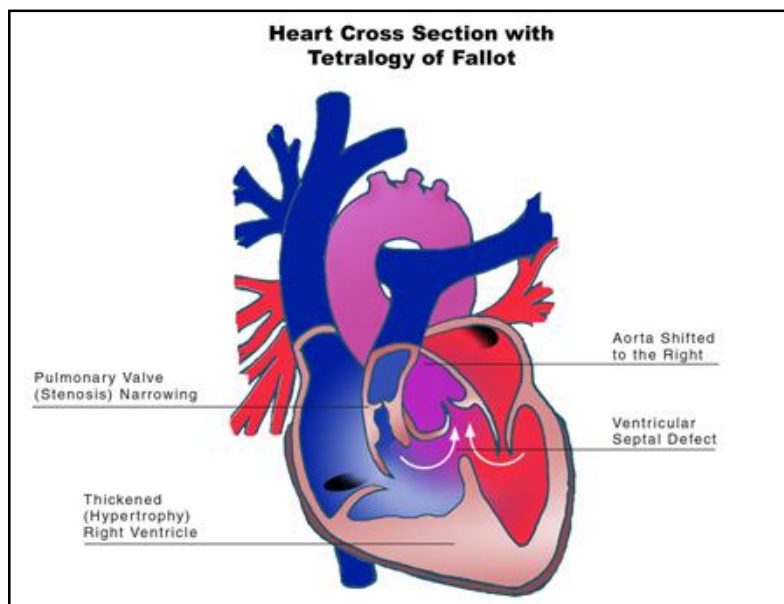


Fig. 84: Schéma de tétralogie de Fallot.

- Les anomalies associées les plus fréquentes sont les sténoses ou hypoplasies des branches artérielles pulmonaires, une agénésie des valves pulmonaires, une aorte à droite ou des anomalies coronaires. Dans notre étude, nous avons noté une sténose de l'APG dans un cas et de l'APD dans un cas, la crosse de l'aorte était à droite dans 4 cas.

- En pratique courante, l'échographie fait le diagnostic et le bilan préopératoire est fait par l'angiographie. La TDM est proposée pour remplacer le cathétérisme dans l'étude de la voie pulmonaire, la recherche d'une anomalie coronaire et l'existence ou non de collatérales aortopulmonaires[1].

• **Apport du scanner :**

- Il permet d'évaluer de façon tridimensionnelle la voie pulmonaire et de préciser la topographie exacte des sténoses pulmonaires, ce qui permet d'orienter le choix thérapeutique dans les sténoses périphériques des artères pulmonaires et peut aider au choix de dilatation par ballon ou stenting selon les lésions constatées[30].

- Le scanner peut être également utile pour préciser l'anatomie des artères coronaires. La topographie des artères coronaires dans la tétralogie de Fallot est différente de la topographie habituelle, en raison de la rotation aortique. Il y a en effet un risque important de lésion coronaire, en cas de ventriculotomie droite et cette information est essentielle, et doit être recherchée de façon systématique[1,17,31]. Des anomalies coronaires ont été notées chez 2 patients notamment une coronaire barrant l'infundibulum et se dirigeant vers l'IVA. Ces anomalies n'ont pas été détectées à l'échocardiographie.

- De plus, la surveillance des anastomoses systémico-pulmonaires et la perméabilité des stents est généralement aisée par le scanner et souvent limitée par l'échocardiographie[32].

b- Atrésie pulmonaire à septum ouvert :

- L'APSO peut être considérée comme une forme extrême de tétralogie de Fallot, avec interruption complète de la voie pulmonaire[1]. Elle représente 2% des cardiopathies congénitales. Cette anomalie a pour conséquence le développement d'une circulation de suppléance systémico-pulmonaire à type de canal artériel persistant, d'artères collatérales aorto-pulmonaires ou MAPCAs (Major Aorto-Pulmonary Collateral Arteries), ou encore d'autres artères de suppléance mineures d'origine bronchique, intercostale ou diaphragmatique[33].

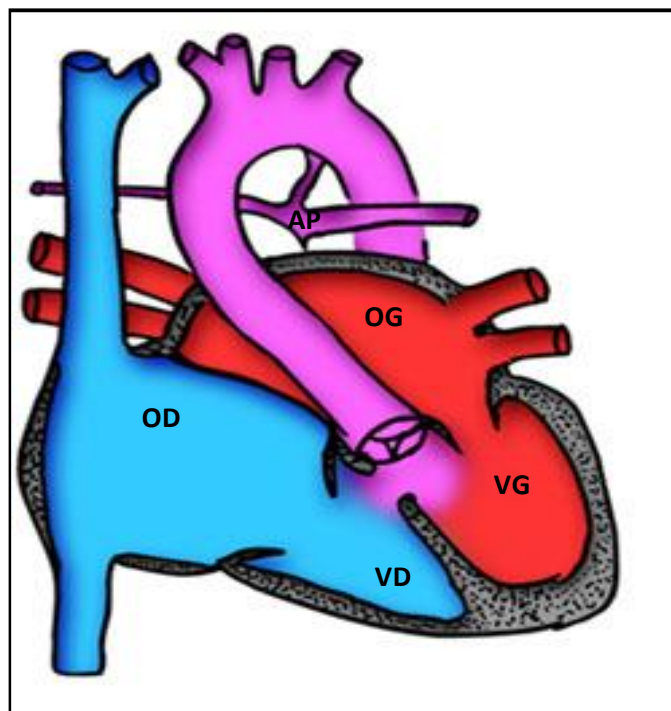


Fig.85: Schéma de l'atrésie pulmonaire à septum ouvert

- La classification des APSO en 3 types est basée sur la cartographie vasculaire pulmonaire :

- **Type A** : Les artères pulmonaires sont présentes et sont supplées par le canal artériel persistant.
- **Type B** : Les artères segmentaires naissent des artères pulmonaires et des MAPCAs.
- **Type C** : Les artères segmentaires naissent exclusivement des MAPCAs[34].

- Dans notre étude, le type A représentait 33%, le type B 60% et le type C 7%.

- L'échographie permet d'identifier les lésions intracardiaques et l'angiographie permet d'analyser les artères pulmonaires et les collatérales systémiques. L'angiographie présente certains inconvénients: outre son caractère invasif, la représentation projective ne permet pas d'apprécier les rapports anatomiques avec les structures non vasculaires de voisinage, et la visualisation des artères pulmonaires centrales peut parfois être prise en défaut[1].

• **Apport du scanner** :

- Une des premières applications de la TDM dans le bilan des cardiopathies congénitales a été l'étude des APSO, pour laquelle elle a démontré tout son intérêt[35].

- Dans plusieurs centres, y compris le nôtre, le scanner est devenu une indication systématique pour le bilan préopératoire des APSO. Il a en effet jusqu'à présent toujours permis de visualiser les artères pulmonaires lorsqu'elles existaient. D'autre part, le scanner précise la topographie exacte des artères collatérales aortopulmonaires et permet la reconnaissance de leur position par rapport aux bronches (trajet pré ou rétrobronchique). La perméabilité du canal artériel est également précisée. Des malformations associées (anomalie de retour veineux systémique, anomalie coronaire, aorte à droite....) sont le plus souvent identifiées sur les mêmes images. L'ensemble de ces informations est essentiel pour choisir le geste chirurgical[1,36,37,38].

- Chez nos patients, le scanner a permis d'identifier les anomalies associées notamment une crosse de l'aorte à droite dans quatre cas, des anomalies du retour veineux dans quatre cas et une naissance anormale des coronaires chez deux de nos patients. Par ailleurs, l'APSO s'inscrivait dans un tableau de cardiopathie complexe chez deux patients (canal atrio-ventriculaire et malposition des gros vaisseaux).

- Dans le suivi postopératoire, le scanner vérifie la croissance des artères pulmonaires, apprécie la bonne perméabilité ou non d'une anastomose de Blalock ou évalue la nouvelle anatomie artérielle pulmonaire après une réparation chirurgicale par unifocalisation[32,38].

c- Atrésie pulmonaire à septum intact et sténose pulmonaire :

- L'atrésie pulmonaire sans communication interventriculaire et la sténose pulmonaire critique sont des cardiopathies rares avec une grande hétérogénéité morphologique. La valve pulmonaire peut être complètement atrétique ou comporter une perforation punctiforme en cas de sténose. L'obstacle peut être membraneux ou musculaire. Toutes les composantes du ventricule droit peuvent être atteintes ainsi que la circulation coronaire avec des communications ventriculocoronaires, des sténoses, voire des atrésies des branches.

- Les artères pulmonaires sont en général confluentes et bien développées, leur croissance étant favorisée en anténatal par le flux ductal rétrograde. Elles peuvent être hypoplasiques dans moins de 10 % des cas.

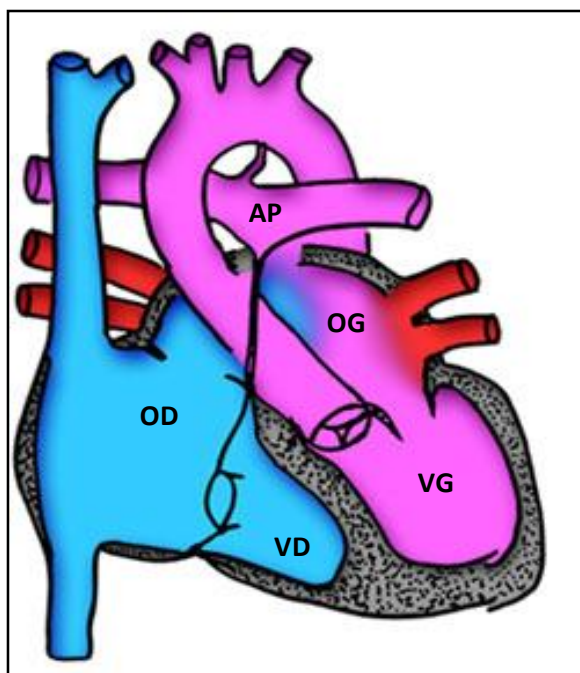


Fig.86: Schéma de l'atrésie pulmonaire à septum intact

- Le diagnostic anténatal est possible par échographie, il est fait devant l'hypoplasie et l'hypertrophie du ventricule droit en amont d'une valve pulmonaire épaissie et d'une artère pulmonaire qui est perfusée de manière rétrograde par le canal artériel. Les communications ventriculocoronaires éventuellement associées sont parfois visibles en anténatal[39].

- En post-natal, l'échocardiographie permet une étude minutieuse de l'anatomie cardiaque. Elle a permis de mettre en évidence une CIA forcée avec shunt droit gauche chez trois patients, un ventricule unique chez deux patients et un situs ambigu dans un cas. Elle est par contre limitée dans l'exploration vasculaire extracardiaque, la voie pulmonaire n'a pas été visualisée dans un cas et un doute sur une sténose des branches pulmonaires a persisté dans un cas.

- Le cathétérisme n'est plus systématiquement pratiqué surtout s'il n'y a pas d'indication de perforation ou de dilatation au ballonnet[33,39,40].

• **Apport du scanner** :

- Dans notre centre, l'angioscanner a permis d'établir une cartographie vasculaire et de préciser les mensurations des artères pulmonaires ainsi que de déterminer les anomalies associées.

3-2 Anomalies des arcs aortiques et de l'arche de l'aorte :

a-Coarctation de l'aorte :

- La coarctation aortique est un rétrécissement de l'isthme aortique, à l'union de la crosse aortique et de l'aorte descendante, à proximité de l'origine du canal artériel. Elle représente 6 à 8% de l'ensemble des cardiopathies congénitales. Les syndromes associés sont rares, à l'exception du syndrome de Turner où elle est retrouvée dans 15 à 25% des cas[1,41,42,43].

- Le diagnostic anténatal de la coarctation de l'aorte est difficile mais primordial car il réduit la mortalité de cette malformation grâce à la prise en charge précoce du nouveau-né[44].

- L'échographie fait souvent le diagnostic. Elle permet de visualiser directement un rétrécissement de l'isthme aortique, de préciser la forme anatomique de la coarctation et d'évaluer son retentissement sur le ventricule gauche. mais cette technique peut être prise en défaut. L'angiographie montre habituellement clairement la sténose isthmique et permet une étude à la fois morphologique et hémodynamique[1,45].

• Apport du scanner :

- Le scanner précise le type de coarctation (en avant ou en arrière du canal artériel), évalue le degré de coarctation et la taille de la crosse aortique et peut détecter la présence de thrombus au niveau de la coarctation. Il permet une évaluation préopératoire tridimensionnelle, qui peut aider au choix de la voie d'abord chirurgicale (sternotomie médiane ou thoracotomie latérale).

- Il permet aussi l'évaluation du résultat chirurgical et détection des complications : recoarctation, hypoplasie résiduelle de l'arche aortique et faux anévrisme.[1,42,43,45,46,47,48]

- Dans notre étude, le scanner était aussi performant que l'échocardiographie dans le diagnostic positif de la coarctation. Il était plus performant que l'échographie dans la détection des anomalies vasculaires extra-cardiaques associées telles les anomalies de l'arche et la circulation collatérale et il était moins performant dans la détection des anomalies intracardiaques notamment la bicuspidie.

b- Interruption et hypoplasie de l'arche aortique :

- L'interruption de l'arche aortique est considérée par certains auteurs comme une forme extrême de coarctation de l'aorte, caractérisée par une discontinuité entre l'aorte ascendante et descendante[49]. Elle représente 1% des cardiopathies congénitales et est souvent associée au syndrome de Di-Georges[50]. On en distingue trois types :

- ✓ **Type A:** interruption entre sous-clavière gauche et canal artériel représentant 45%.
- ✓ **Type B:** le plus fréquent 50% des cas, entre carotide commune et sous-clavière gauche.
- ✓ **Type C:** correspondant à 5% des cas, siégeant entre tronc artériel brachiocéphalique et carotide commune gauche[51,52].

- L'hypoplasie de l'arche aortique s'associe souvent à la coarctation de l'aorte, elle peut intéresser tous les segments de l'arche aortique[53,54]. Dans notre étude, l'hypoplasie de l'arche aortique était associée à la coarctation dans 28% des cas.

- **Apport du scanner :**

- La TDM permet grâce aux reconstructions multi planaires et 3D d'effectuer un bilan lésionnel complet et de montrer la forme et l'extension de l'hypoplasie ainsi que la topographie exacte de l'interruption par rapport aux troncs supra-aortiques[55], il est aussi performant dans la recherche de la circulation collatérale et des anomalies associées[53,54,55,56,57]. Dans notre étude, le scanner a permis le diagnostic chez quinze patients dont un associait les deux pathologies.

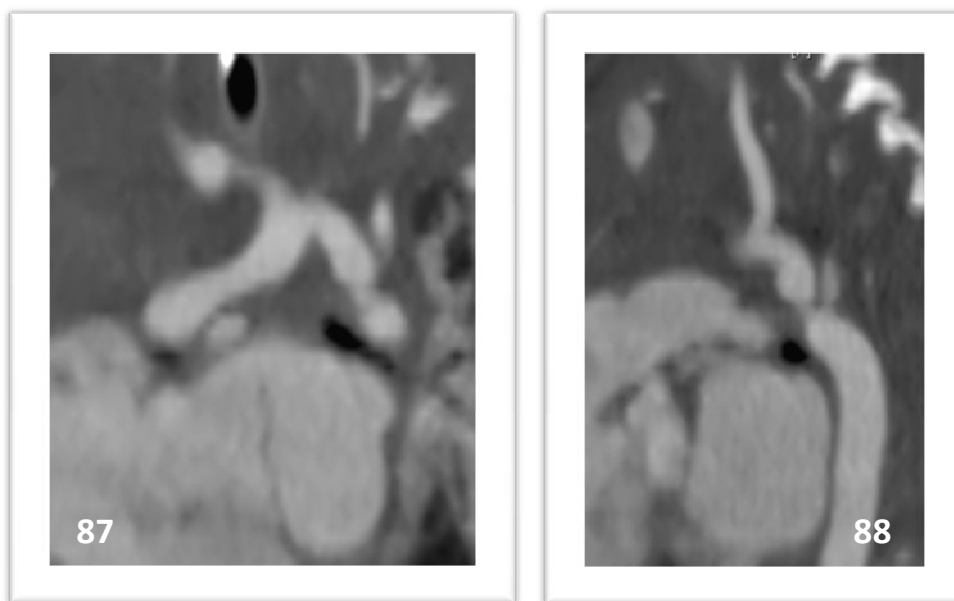


Fig.87,88: Coarctation isthmique englobant la naissance de la sous clavière gauche avec hypoplasie de l'arche.

c- Anomalies des arcs aortiques :

- Les anomalies des arcs aortiques sont des malformations congénitales fréquentes liées à des anomalies de développement des quatrième et sixième arcs branchiaux. Ces anomalies peuvent être asymptomatiques ou être responsables de signes respiratoires ou digestifs par compression de la trachée et de l'œsophage dans le médiastin supérieur[1,58,59].

✓ Anomalies des 4^{èmes} arcs aortiques

❖ Double arc aortique :

- Il résulte de la persistance des deux 4èmes arcs ; il s'agit de la forme la plus fréquente des anneaux vasculaires aortiques symptomatiques représentant 0,3 % des cardiopathies congénitales. L'aorte ascendante se prolonge par deux arcs de part et d'autre de la trachée, se joignant en arrière pour former l'aorte descendante. Les artères carotides communes et sous-clavières naissent indépendamment chacune de leur crosse aortique. Dans la majorité des cas, le double arc est complet, avec un arc droit plus haut et plus large, et une aorte descendante à gauche[60,61].

❖ Anomalie de Neuhauser :

- Elle représente 15 à 20% des anomalies symptomatiques des arcs aortiques. La trachée et/ou l'œsophage sont comprimés par un anneau vasculo-ligamentaire représenté par un arc droit d'un côté et le diverticule de Kommerel d'où émergent la sous-clavière gauche rétro-œsophagienne et le ligament artériel de l'autre côté. Le caractère symptomatique ou non dépend de l'étroitesse de l'anneau vasculaire créé[60,61].

❖ **Artère sous-clavière de trajet aberrant :**

- Il s'agit soit de la naissance distale de l'artère sous-clavière droite à la jonction de l'arche et de l'aorte descendante ou d'une artère sous-clavière gauche de trajet aberrant sur un arc droit.

- Le trajet est retro-œsophagien dans 80% des cas, inter-trachéo œsophagien dans 15% des cas et pré-trachéal dans 5% des cas[60,61].

❖ **Aorte « King-King » :**

- Correspond à une crosse aortique anormalement longue et sinueuse sans anomalie de position des troncs supra-aortiques[61].

✓ Anomalies des 6^{èmes} arcs aortiques :

❖ **Agénésie d'une artère pulmonaire :**

- Il s'agit d'une anomalie asymptomatique dans 30% des cas. Le poumon homolatéral peut être absent ou hypoplasique[61].

❖ **Artère pulmonaire gauche rétro-trachéale :**

L'artère pulmonaire gauche se développe à partir de l'artère pulmonaire droite, passe entre la trachée et l'œsophage et provoque un anneau vasculaire compressif[61].

✓ Autres anomalies des arcs aortiques :

❖ **Arche aortique cervical :**

- Résulte de la persistance du 3^{ème} arc aortique, de sorte que l'arche aortique est en position haute à la jonction cervico-thoracique. L'aorte cervicale réalise une masse battante expansive du creux sus-sternal[60].

❖ **Origine anormale du tronc brachio-céphalique :**

- Il s'agit d'une coupure anormale entre l'aorte ascendante en avant et la carotide commune droite en arrière. La crosse est droite avec une naissances successives de la carotide droite, de la sous-clavière droite, et d'un tronc artériel brachio-céphalique gauche aberrant[61].

• **Apport du scanner dans les anomalies des arcs aortiques :**

- Le diagnostic des anomalies des arcs aortiques, antérieurement suspecté sur les données radiographiques et confirmé par la fibroscopie voire par l'angiographie est actuellement très facile en imagerie en coupe notamment le scanner[62,63]. La TDM précise le type d'anomalie, la taille des arcs aortiques, la position de l'arc antérieur (en cas de double arc) et la position de l'aorte descendante par rapport au rachis. Elle montre également le niveau de compression bronchique.

- Les anomalies associées doivent être systématiquement recherchées et décrites notamment les anomalies veineuses et les malformation de l'arbre trachéo-bronchique. Dans notre étude, le scanner a permis de mettre en évidence un retour veineux anormal associé aux anomalies des arcs aortiques dans 33% des cas, et une absence de tronc veineux innominé dans 16% des cas.

- Enfin le scanner permet l'évaluation tridimensionnelle des rapports entre les structures vasculaires, trachéo-bronchiques et œsophagiennes ce qui permet de faciliter la prise en charge chirurgicale[64,65,66].

3-3 Anomalies du retour veineux :

- L'angiographie et l'échographie peuvent être prises en défaut pour mettre en évidence une anomalie de retour veineux pulmonaire ou systémique. Le scanner et l'IRM sont devenus la technique d'imagerie de choix pour visualiser des anomalies de retour veineux pulmonaire ou systémique, sous réserve d'une technique d'injection adéquate. Les deux techniques permettent ainsi une visualisation précise et tridimensionnelle du trajet veineux anormal[1,67,68].

a-Anomalies du retour veineux systémique :

• Veine cave supérieure gauche :

- Elle est due à la persistance de la veine cardinale antérieure gauche[69]. Elle est fréquente, retrouvée chez 0,3% à 0,5% de la population générale[70,71]. Dans 90% des cas, il y a deux veines caves supérieures qui peuvent communiquer par un tronc veineux innominé ou par des anastomoses médiastinales. Dans 10% des cas, la VCSD est absente[67,72].

- Dans notre série de VCSG on a noté la présence dans tous les cas d'une veine cave supérieure droite. En cas de veines caves supérieures doubles avec absence de tronc veineux innominé, les deux veines caves supérieures ont le même calibre. Si le tronc veineux innominé est présent, le calibre de la VCSG est inversement proportionnel à celui de la VCSD.

- L'échographie peut montrer un sinus coronaire dilaté et la VCSG peut être vue par voie supra-sternale à gauche de la crosse de l'aorte [73] comme c'était le cas chez deux de nos patients. La VCSG peut être associée à toutes les cardiopathies congénitales, mais plus particulièrement à une CIA, à des anomalies de symétrie cardiaque et viscérale plus rarement à une sténose pulmonaire et à une CIV[74]. Dans notre étude, trois patients avaient une CIA associée.

- **Apport du scanner :**

- Permet la visualisation de la VCSG sous forme d'une structure tubulaire, présentant une cinétique de prise de contraste vasculaire. Elle est située en dehors de l'artère carotide commune et en avant de l'artère sub-clavière gauche. Son trajet est vertical descend en avant et à gauche de la crosse aortique, pénètre dans le hile en avant de la bronche souche gauche et des vaisseaux pulmonaires.

- La TDM visualise parfaitement la partie terminale intra-péricardique de la VCSG qui chemine au niveau du sillon atrio-ventriculaire postérieur pour se jeter dans le sinus coronaire dilaté.

- L'étude dans le plan frontal met en évidence les deux VCS sur une même coupe en cas de VCS double. Ce plan de coupe est également utile si la VCSG s'abouche dans l'atrium gauche.

- Le scanner permet également de préciser un drainage dans les cavités gauches et un shunt droit-gauche[75], visualisé auprès de quatre de nos patients, 3 CIA et 1 CIV.

- **Interruption de la veine cave inférieure avec continuation azygos :**

- La continuation azygos de la VCI représente la seconde anomalie du retour veineux systémique par ordre de fréquence après la VCSG. C'est également l'anomalie de la VCI la plus répandue, son développement embryologique s'explique par l'absence de fusion des segments hépatiques et pré-rénaux de la veine cave inférieure. Elle est notée dans 0,6% des cardiopathies congénitales. Son impact est plus faible chez les sujets à cœur sain[67,76,77,78].

- Le retour veineux des membres inférieurs se fait par une veine azygos qui traverse le diaphragme et qui vient s'aboucher à une des veines caves supérieures. Le segment intra-hépatique de la VCI est interrompu mais des situations plus complexes peuvent être observées[79] comme c'est le cas chez un patient de notre série (cas 2).

- Le retour azygos n'entraîne aucune symptomatologie. Il doit être suspecté en cas de situs anormal, de malposition cardiaque, comme relevé chez deux de nos patients présentant cette anomalie.

- **Apport du scanner :**

- Il permet de poser le diagnostic en visualisant une grande veine azygos dilatée formée au niveau des veines rénales à partir d'un réseau veineux anastomotique entre la VCI et la grande veine azygos.

- Le scanner met en évidence une VCI borgne à sa partie supérieure au niveau du pédicule rénal et une veine grande azygos de calibre pratiquement égal à celui de la crosse de l'aorte. Le drainage des veines sus-hépatiques se fait

soit directement dans l'atrium droit en raison de l'absence de la veine cave rétro-hépatique soit plus rarement dans un moignon de veine cave inférieure au niveau de son segment intra thoracique [80,81].

- La TDM est aussi très performante pour faire le bilan des anomalies abdominales associées notamment les anomalies de situs, de la rate ou du pancréas[82].

b- Anomalies du retour veineux pulmonaire :

- Le RVPA est défini par un site de drainage d'une ou de plusieurs veines pulmonaires autre que dans l'atrium gauche. Il existe de nombreuses variantes allant de RVPA partiel de découverte fortuite au RVPA total bloqué qui constitue une urgence néonatale[83,84].

• Retours veineux pulmonaires anormaux totaux :

- Les RVPAT représentent 2% des cardiopathies congénitales. Ce sont des malformations qui se définissent par une absence totale de communication entre les veines pulmonaires et l'oreillette gauche. Tout le retour veineux pulmonaire oxygéné revient directement ou indirectement dans l'oreillette droite. La survie n'est possible que par un shunt droite-gauche auriculaire[67,83,85].

- On distingue plusieurs types de RVPAT :

✓ **Le RVPAT supracardiaque** dans le système cave supérieur (type I) représente 50% des RVPAT. Le confluent est relié dans 80% des cas à la veine brachio-céphalique gauche par une veine verticale comme était le cas chez deux de nos patients.

✓ **Le RVPAT cardiaque** représente 25% des RVPAT. Les veines pulmonaires se jettent directement dans l'atrium droit , soit le plus souvent, indirectement via un sinus coronaire élargi (type II). Notre patiente ayant un RVPAT cardiaque avait un retour pulmonaire direct au niveau de l'oreillette droite.

✓ **Le RVPAT infracardiaque (type III)** représente 20% des RVPAT. Un collecteur trans-diaphragmatique relie la confluence rétro-atriale gauche des veines pulmonaires à la veine porte ou à l'un de ses affluents, puis le flot pulmonaire rejoint l'oreillette droite par l'intermédiaire des veines hépatiques comme le cas relevé chez un de nos patients, chez qui, le drainage s'est fait au niveau de la veine ombilico-vitelline. Le confluent peut être comprimé lors de la traversée du diaphragme, et sa paroi peut être le siège de prolifération, ces deux mécanismes réalisant une entrave au retour veineux (Retour veineux bloqué).

✓ **Le RVPAT mixte** : Les associations de retour veineux anormal total peuvent exister et sont rares[67,86,87].

- L'échocardiographie objective la dilatation des cavités droites et des artères pulmonaires et l'absence d'abouchement des veines pulmonaires dans l'atrium gauche qui est de petite taille[87]. Ces deux signes ont permis de suspecter la présence d'un RVPAT chez deux de nos patients confirmés par l'angioscanner.

- **Retours veineux pulmonaires anormaux partiels :**

- Constituent 70% des RVPA et sont associés à une cardiopathie congénitale dans 0,5 à 7 % et à une CIA dans 80% des cas[83,86].

- Une partie des veines pulmonaires se jette normalement dans l'oreillette gauche, l'autre partie étant drainée dans l'atrium droit ou l'un de ses affluents[86].

- On distingue le retour veineux pulmonaire anormal partiel droit qui est deux fois plus fréquent que le retour veineux pulmonaire anormal partiel gauche.

✓ **Le RVPAP droit** dans lequel les veines pulmonaires droites s'abouchent soit dans la veine cave supérieure droite, dans l'oreillette droite ou dans la veine cave inférieure droite responsable du syndrome du cimetière observé dans 5% des RVPA[83,84,86].

✓ **Le RVPAP gauche** dans lequel les veines pulmonaires gauches s'abouchent dans une veine cave supérieure gauche, dans la veine brachio-céphalique ou plus rarement dans le sinus coronaire[88].

- **Apport du scanner dans les retour veineux pulmonaires anormaux (totaux et partiels) :**

- Le scanner s'avère un outil particulièrement intéressant dans l'évaluation des anomalies du retour veineux pulmonaire. Les communications interauriculaires, surtout de type sinus venosus, sont associées de façon habituelle à un RVPAP (généralement du lobe supérieur droit et parfois du lobe moyen au sein de la veine cave supérieure). Le type de RVPA, supra, intra ou infracardiaque, partiel ou complet et avec ou sans obstacle, doit être caractérisé. Les segments pulmonaires dont il assure le drainage veineux, de même que le nombre de collecteurs veineux, leurs trajets et surtout leurs sièges doivent être précisés. La distance de l'abouchement du RVPA par rapport au toit de l'oreillette droite, au pied de la VCS et à la crosse de l'azygos doit être déterminée. Ces éléments peuvent conditionner la stratégie opératoire. Enfin, l'analyse broncho-pulmonaire finalise le bilan d'un RVPA[89,90].

3-4 Anomalies de connexion :

- Le cœur est constitué à droite et à gauche d'une séquence de structures:
 - Du côté droit, le sang passe successivement par les veines caves , l'oreillette droite, le ventricule droit puis les artères pulmonaires branchées sur les poumons.
 - A gauche la séquence est la suivante : veines pulmonaires (2 venant du poumon gauche, 2 du poumon droit), oreillette gauche, ventricule gauche, aorte.
- Des anomalies de connexions entre ces structures peuvent se faire pendant la vie embryonnaire .

a- Transposition des gros vaisseaux :

- Il s'agit d'une malformation consistant en une inversion des gros vaisseaux, l'aorte étant issue du ventricule droit et l'artère pulmonaire du ventricule gauche[1,69].
- On distingue deux types :
 - Complète (D-transposition, type D) avec une connexion atrio-ventriculaire concordante et une discordance dans la connexion ventriculo-artérielle.
 - Corrigée (L-transposition, type L) se définissant par une double discordance. Une discordance ventriculo-artérielle : l'aorte naît du ventricule droit et l'artère pulmonaire du ventricule gauche. Cette anomalie serait rapidement létale si elle n'était pas corrigée par une discordance auriculo-ventriculaire : les oreillettes droite et gauche sont en position normale[67,91].

- **Apport du scanner :**

- Le scanner est utile essentiellement dans le suivi postopératoire, puisque l'échocardiographie pose le diagnostic. Il permet de détecter une compression de la bronche souche gauche par l'aorte déplacée en arrière lors de l'intervention de detransposition artérielle (switch). En outre, il met en évidence une sténose des artères pulmonaires (qui croisent en avant de l'aorte après un switch artériel) et évalue l'origine des artères coronaires réimplantées lors du switch, en raison du risque d'étirement lors de la croissance de l'enfant[1,67,91].

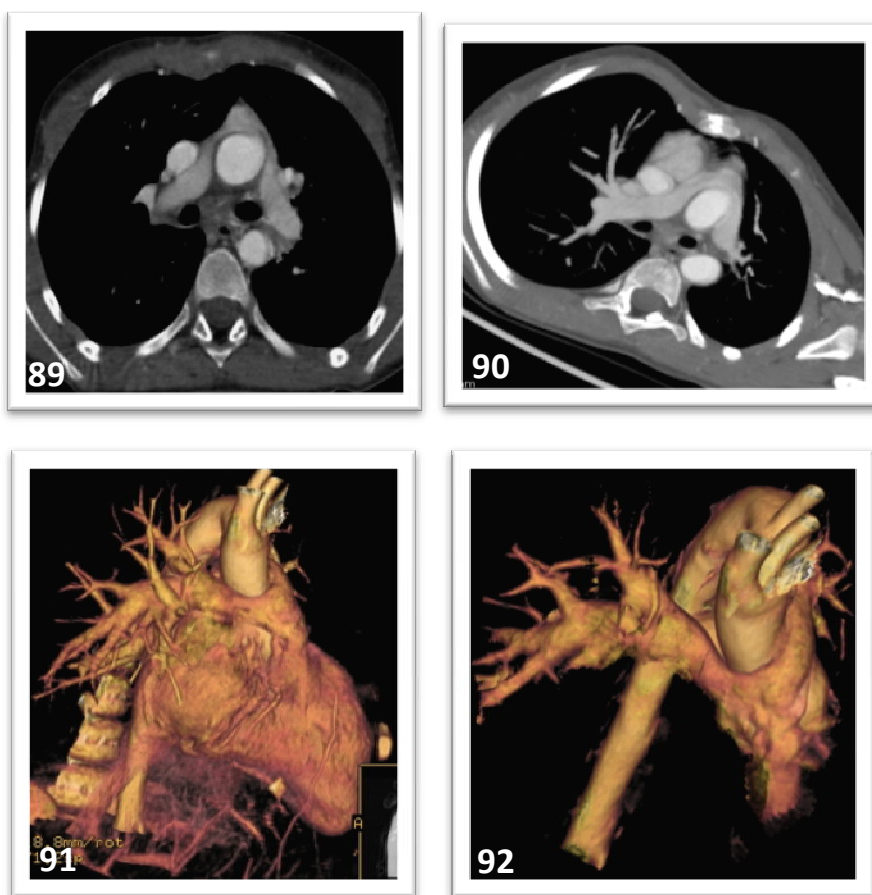


Fig.89,90,91,92: Contrôle scannographique objectivant un switch perméable chez une patiente de 5 ans, asymptomatique, opérée à la naissance pour TGV.

b- Persistance du canal artériel :

- Le canal artériel est situé entre l'aorte et l'artère pulmonaire. Il se ferme normalement dans les heures ou les jours qui suivent la naissance. Sa persistance en période néo-natale est nécessaire à l'alimentation de l'aorte descendante dans certains cas pathologiques (interruption de l'arche aortique, hypoplasie de l'arche ou sténose isthmique importante)[92,93,94].

•Apport du scanner :

- Généralement diagnostiqué sur les données échographiques, le scanner peut confirmer le diagnostic, évaluer la taille du canal artériel mais surtout permet la recherche des anomalies associées. Il peut ainsi, dans certains cas, guider le choix thérapeutique[95,96].

c- Fenêtre aorto-pulmonaire :

- La fenêtre aorto-pulmonaire est une malformation congénitale rare résultant d'une septation anormale du troncus arteriosus en aorte et artère pulmonaire. Elle est souvent mal tolérée dès les premières semaines de vie du fait du shunt gauche-droit artériel important. Son incidence est de 0,15 à 0,3% de l'ensemble des cardiopathies congénitales. Elle peut être isolée ou associée à des malformations plus ou moins complexes[69,97].

- Le diagnostic est fait à l'échographie cardiaque complétée par le doppler, mais l'exploration hémodynamique reste parfois nécessaire pour évaluer le niveau des résistances pulmonaires, ainsi que le bilan par angioscanner thoracique de l'anatomie précise de la fistule et des lésions associées[97]. Un cas de fistule aorto-pulmonaire a été recensé dans notre travail, le diagnostic a été fait par la TDM, la fistule n'a pas été visualisée à l'échocardiographie.

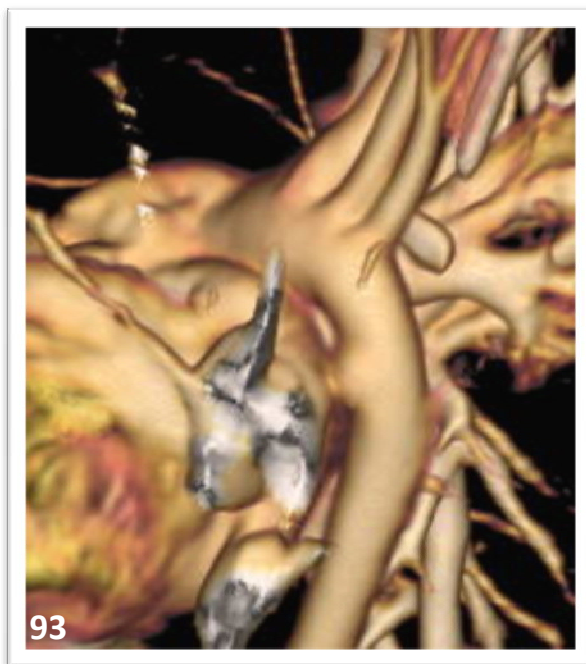


Fig.93: Fenêtre aorto-pulmonaire.

d- Artère pulmonaire droite naissant de l'aorte :

- La naissance de l'artère pulmonaire droite à partir de l'aorte est associée dans la majorité des cas à un canal artériel. Un Shunt gauche droit massif est observé entraînant une hypertension pulmonaire responsable d'une détresse respiratoire et d'une défaillance cardiaque dans le premier mois de vie. Le traitement par réimplantation de l'AP sur la voie pulmonaire doit se faire sans délai[92]. Cette anomalie a été observée chez trois nourrissons et elle a été diagnostiquée par TDM. L'anomalie n'ayant pas été détectée à l'échocardiographie.

e- Tronc artériel commun :

- Il s'agit d'une cardiopathie congénitale dans laquelle un tronc artériel unique émerge de la base du coeur au-dessus d'une valve semi-lunaire unique, appelée valve troncale, et donne naissance aux artères coronaires, aux artères pulmonaires, et à l'aorte[69,98].

- Cette anomalie peut-être subdivisée en quatre types, tous associés à une CIV :

- ✓ **Type 1** : un tronc pulmonaire donnant naissance à deux artères émerge du TAC.
- ✓ **Type 2** : les deux artères pulmonaires naissent directement du TAC à sa face postérieure.
- ✓ **Type 3** : les deux artères pulmonaires naissent séparément, des parois latérales du TAC.
- ✓ **Type 4** : pseudo truncus, considéré comme une atrésie pulmonaire à septum ouvert[69].

- Dans notre étude, le diagnostic a été posé par angioscanner chez un nourrisson de sept mois, il a aussi permis de mettre en évidence les anomalies associées.

f- Communications interauriculaires et interventriculaires :

- Les communications interauriculaires (CIA) sont, après la bicuspidie aortique, les malformations cardiaques les plus fréquentes : 10 % des cardiopathies diagnostiquées à la naissance, et 30 à 40 % de celles dépistées chez l'adulte[99].

- La communication interventriculaire (CIV) isolée est l'anomalie cardiovasculaire la plus fréquente de l'enfant. Elle est aussi la malformation la plus souvent associée aux autres anomalies cardiovasculaires congénitales. Les CIV se caractérisent par leur diversité anatomique qui rend compte des grandes variations de leur expression clinique et de leur évolution[100].

- Leur diagnostic est facile à l'échocardiographie. La performance du scanner dans l'évaluation de ces anomalies de connexion reste faible. En effet, il fait souvent défaut dans les communications de petite taille et ne permet pas l'analyse des flux au travers des shunts. Les seules indications du scanner dans l'exploration des communications correspondent à la recherche ou la confirmation du retour veineux pulmonaire.

g- Canal atrio-ventriculaire :

- Le canal atrio-ventriculaire représente 3 à 5 % des cardiopathies congénitales, il peut être complet ou partiel. Il s'intègre volontiers dans des syndromes malformatifs, chromosomiques pour les formes complètes (trisomies 18 et 21)[92,101].

h- Ventricule droit à double issue :

- Les ventricules droits à double issue (VDDI) représentent un groupe de cardiopathies congénitales très hétérogènes, rendant leur classification difficile[102]. Il s'agit d'une entité définie par une anomalie dans la connexion ventriculo-artérielle, l'artère pulmonaire et l'aorte sont connectées au VD, soit directement, soit parce que l'aorte surplombe une CIV et bascule sur la droite[103].

i- Ventricule gauche à double issue :

- Les deux gros vaisseaux naissent du VG. Cette malformation est souvent associée à un défaut septal et une sténose pulmonaire[92].

j- Oreillette unique :

- Très rare, souvent associée à des anomalies de RVP ou systémique[92].

k- Ventricule unique :

- Deux atriums pour une cavité ventriculaire unique (ou très prédominante), morphologiquement gauche, droite ou indifférenciée [92]. Dans notre étude, deux cas de ventricule unique de type droit ont été observés, associés à plusieurs anomalies (atrésie pulmonaire, HTAP, malposition des gros vaisseaux...). La TDM était plus performante dans la détection du retour veineux anormal. Pour le reste des anomalies, il existait une bonne concordance échocardiographie-TDM.

4. SCANNER ET EVALUATION POST-THERAPEUTIQUE :

- Le scanner s'avère un outil intéressant dans la surveillance des patients. Tout d'abord, la description de montages chirurgicaux parfois complexes et leur surveillance (continence, sténose anastomotique...) est possible par TDM alors qu'elle reste souvent limitée à l'échographie et difficile d'accès par cathétérisme.

Enfin, il permet d'identifier les principales complications des suites d'interventions chirurgicales : médiastinite, faux anévrisme, sténose ou thrombose d'une anastomose, recoarctation aortique, sténose artérielle pulmonaire, calcifications de matériel prothétique[104].

Ainsi, de nombreux cas et études ont pu démontrer l'efficacité du scanner dans l'évaluation post-opératoire[105,106,107,108]. A l'identique, le scanner démontre son utilité dans l'évaluation des stents, qu'ils soient de siège aortique, artériel pulmonaire et veineux. Selon Eichhorn et al.[109,110], sa sensibilité dans le dépistage des complications des stents est de 98%.

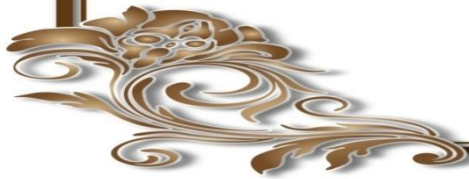
5. QU'EN EST-IL DU DIAGNOSTIC ANTENATAL DES MALFORMATIONS CARDIO-VASCULAIRES CHEZ L'ENFANT ?

- Un tiers environ des enfants porteurs d'une cardiopathie congénitale tolèrent mal cette pathologie à la naissance car leur cœur ne s'adapte pas au bouleversement circulatoire observé lors de la mise en place de la circulation pulmonaire à la place de la circulation placentaire, et lors de la fermeture du canal artériel et du foramen ovale. On distingue trois niveaux de risque néonatal. Le risque élevé constituant une urgence néonatale comme la transposition des gros vaisseaux et le retour veineux pulmonaire anormal total bloqué, le risque moyen à élevé représenté par les cardiopathies ductodépendantes et les obstacles gauches, et le risque faible comprenant les communications interventriculaires et le retour veineux pulmonaire anormal partiel[111].

- Avec les progrès du diagnostic prénatal, plus de la moitié de ces malformations sont actuellement diagnostiquées in utero. Ceci permet une stratégie optimale de prise en charge et facilite indiscutablement la gestion des urgences néonatales en évitant la survenue de complications préopératoires, mais la mortalité et la morbidité opératoires dépendent essentiellement de la gravité de la malformation[111,112].

- Au Maroc, le diagnostic anténatal des malformations cardio-vasculaires chez l'enfant n'est pas encore de pratique courante. Ceci explique le nombre de cas de notre étude qui n'est que de 84 patients sur une période s'étalant sur cinq années ainsi que le relatif retard diagnostique illustré par notre moyenne d'âge qui est de deux ans et deux mois et par le fait que dans 61% des cas le diagnostic a été posé au cours des deux premières années de vie motivé par l'apparition de signes cliniques de gravité variable.

Conclusion



- La tomodensitométrie multicoupe représente une avancée réelle dans l'étude morphologique tridimensionnelle des malformations cardio-vasculaires de l'enfant, y compris chez le nouveau-né. Le scanner spiralé peut aujourd'hui être considéré comme un outil diagnostique performant, peu invasif, qui peut se substituer à l'angiographie conventionnelle diagnostique dans de nombreuses indications.

- L'échodoppler cardiaque anté et postnatal reste la méthode de choix dans le dépistage et le diagnostic de ces malformations. Ce n'est qu'au terme d'une analyse clinique et échographique spécialisée, que le scanner peut se justifier à titre complémentaire.

- L'indication doit être argumentée aux moyens de questions précises afin d'adopter le protocole d'exploration approprié. L'interprétation des images doit être rigoureuse pour répondre au mieux aux questions posées et dépister les lésions associées.

- L'apport du scanner réside dans l'analyse du cœur, des structures vasculaires artérielles et veineuses extracardiaques et des structures broncho-pulmonaires. L'irradiation reste le principal inconvénient de cette technique et la limitation de la dose délivrée constitue un objectif prioritaire, ce d'autant que l'on s'adresse à une population pédiatrique, plus radiosensible.

Résumés



RESUME

Titre : Apport du scanner spiralé dans l'exploration des malformations cardio-vasculaires chez l'enfant.

Auteur : BARAHIOUI Hajar

Mots clés : Scanner spiralé, Malformations cardio-vasculaires, Enfant.

Objectif : Evaluer l'intérêt du scanner spiralé dans l'étude des malformations cardio-vasculaires de l'enfant et préciser sa place par rapport aux autres moyens d'imagerie.

Matériel et méthode : Etude rétrospective de 84 patients présentant une cardiopathie congénitale explorée par une échocardiographie transthoracique et un angioscanner multibarrettes, colligés aux services de radiologie de l'hôpital d'enfant de Rabat et de l'hôpital Cheikh Zayed, depuis 2008 jusqu'à 2013.

Résultats : L'âge moyen est de 2 ans et 2 mois avec des extrêmes allant de 2 jours à 14 ans, le sexe ratio M/F est de 1,2. Le tableau clinique est dominé par la cyanose (39%) la détresse respiratoire ou cardiorespiratoire (23%) et la dyspnée (16%). Les principales pathologies sont la coarctation aortique (17cas), l'atrésie pulmonaire à septum ouvert (17cas) et la tétralogie de Fallot (11cas). Dans la coarctation aortique, on note la persistance du canal artériel dans 64% des cas et il existe une circulation collatérale dans 42% des cas. Dans la tétralogie de Fallot, la TDM a détecté une coronaire aberrante chez 2 patients. Dans l'atrésie pulmonaire à septum ouvert, le type III est prédominant (60%) et le scanner permet de retrouver les MAPCAs chez 6 patients.

Conclusion : Le scanner spiralé est un outil diagnostique performant, peu invasif, complémentaire à l'échocardiographie et qui peut se substituer à l'angiographie conventionnelle diagnostique dans de nombreuses indications.

ABSTRACT:

Title: Contribution of spiral computed tomography in the investigation of cardiovascular malformations in children

Author: BARAHIOUI Hajar

Keywords: Spiral computed tomography, Cardiovascular malformations, Child

Objective: To assess the value of spiral CT in the evaluation of cardiovascular malformations in children and to clarify its position relative to other imaging methods.

Materials and methods: A retrospective study of 84 patients with a congenital heart disease explored by transthoracic echocardiography and multislice CT angiography collected at radiology departments in child Hospital of Rabat and Sheikh Zayed Hospital from 2008 until 2013.

Results: The average age is 2 years and 2 months, with a range from 2 days to 14 years, and the sex ratio M/F is 1,2. The symptomatology is dominated by cyanosis (39%) respiratory or cardiorespiratory distress (23%) and dyspnea (16%). The main diseases are aortic coarctation (17cas), pulmonary atresia with ventricular septal defect (17cas) and tetralogy of Fallot (11cas). In the aortic coarctation, we note the ductus arteriosus in 64% of cases and there is a collateral circulation in 42% of cases. In tetralogy of Fallot, CT detected an aberrant coronary artery in 2 patients. In pulmonary atresia with ventricular septal defect, type III is predominant (60%) and the CT scan found the MAPCAs in 6 patients.

Conclusion : The spiral CT is an effective diagnosis tool, minimally invasive, complementary to echocardiography and that can replace conventional angiography in the diagnosis of many indications.

ملخص

العنوان : مساهمة المفراس الحلزوني في استكشاف تشوهات القلب والأوعية الدموية لدى الأطفال

من طرف : هاجر برحيوي

الكلمات الأساسية: المفراس الحلزوني، تشوهات القلب والأوعية الدموية، الطفل.

الهدف: ابراز قيمة المفراس الحلزوني في دراسة تشوهات القلب و الأوعية الدموية لدى الطفل وتوضيح موقعه بالنسبة لوسائل التشخيص الأخرى.

المعدات و الأساليب: دراسة بأثر رجعي ل 84 مريض يعانون من أمراض القلب الخلقية تم استكشافها عن طريق صدى دوبلر القلب و التصوير المقطعي للأوعية الدموية والذين جمعت سجلاتهم في مصلحة الأشعة لمستشفى الأطفال بالرباط و مستشفى الشيخ زايد خلال الفترة الممتدة بين 2008 و 2013.

النتائج: متوسط العمر هو سنتين و شهرين. ادنى عمر هو يومين و اقصاه هو 14 سنة. نسبة الجنس ذكور/اناث هو 1,2. تتمثل الأعراض السريرية في الزرقة (39%)، الضائقة التنفسية او القلبية و التنفسية الحادة (23%)، و ضيق التنفس (16%). و كانت الأمراض الرئيسية التي وجدنا هي تضيق الشريان الأورطي (17 حالة) و الرتق الرئوي مع الحاجز المفتوح (17 حالة) و رباعية فالو (11 حالة). فيما يخص تضيق الشريان الأورطي لاحظنا دوام القناة الشريانية في 64% من الحالات و كان هناك دوران رادف في 42% من الحالات. فيما يخص رباعية فالو، كشف المفراس عن شريان تاجي شاذ عند مريضين و بخصوص الرتق الرئوي مع الحاجز المفتوح، كان النوع الثالث هو الغالب (60%) كما كشف المفراس عن الشرايين الرادفة الرئيسية الرئوية الأورطية عند 6 مريض.

الاستنتاج: يعتبر المفراس الحلزوني أداة فعالة للتشخيص، كما أنه غير اجتياحي، مكمل للفحص بصدى دوبلر القلب، و يمكنه أن يحل محل التصوير بالأشعة للأوعية في العديد من التشخيصات.

Bibliographie



- [1] **J.-F. Paul , Virginie Lambert.** Exploration tomodensitométrique des cardiopathies congénitales. EMC-Cardiologie Angéiologie 1 (2004) 114–122
- [2] **Kawano T, Ishii M, Takagi J, Maeno Y, Eto G, Sugahara Y, et al.** Three-dimensional helical computed tomographic angiography in neonates and infants with complex congenital heart disease. *Am Heart J* 2000;**139**:654–660.
- [3] **A. Sigal-Cinqualbre , V. Lambert, A. Ronhean, J.-F. Paul.** Place du scanner multicoupes (SMC) et de l'IRM dans la stratégie diagnostique des cardiopathies congénitales. Archives de pédiatrie 18 (2011) 617–627
- [4] **Damien Mandry, Laurence Mainard-Simard et al.** Imagerie scanner et IRM dans les principales cardiopathies congénitales. CV 14 - JF R 2006
- [5] **Ou P, Celermajer DS, Calcagni G et al.** Three-Dimensional CT Scanning : A Novel Diagnostic Modality in Congenital Heart Disease. *Heart*, 2007 ; 93 : 908-913.
- [6] **Lee T, Tsai IC, Fu YC, et al.** Using multidetector-row CT in neonates with complex congenital heart disease to replace diagnostic cardiac catheterization: initial experience in technical and clinical feasibility. *Pediatr Radiol* 2006;**36**:1273–82.
- [7] **Pacileo, G., et al.,** Echocardiography in congenital heart disease : usefulness, limits and new technique. *J Cardiovasc (Hagerstown)*, 2007. 8(1): p. 17-22.

- [8] **Tworetzky, W., et al.**, Echocardiographic diagnosis alone for the complete repair of major congenital heart defects. *J Am Coll Cardiol*, 1999. 33(1): p. 228-33.
- [9] **Acar, P.**, Three dimensional echocardiography in congenital heart disease. *Arch Pediatr*, 2006. 13(1):p 51-6.
- [10] **Hung, J., et al.**, 3D echocardiography: a review of the current status and future directions. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007. 20(3): p. 213-33.
- [11] **Andrew Crean**, CARDIOVASCULAR MR AND CT IN CONGENITAL HEART DISEASE. *Heart* 2007;93:1637–1647.
- [12] **Vitiello R, McCrindle BW, Nykanen D, et al.** Complications associated with pediatric cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1433–40.
- [13] **Simpson, J.M., P.Moore, and D.F. Teitel**, Cardiac catheterization of low birth weight infants. *Am J Cardiol*, 2001. 87(12): p. 1372-7.
- [14] **Carvalho JS, Silva CM, Rigby ML, et al.** Angiographic diagnosis of anomalous coronary artery in tetralogy of Fallot. *Br Heart J* 1993;70: 75–8.
- [15] **Lambert V, Sigal-Cinqualbre A, Belli E, et al.** Preoperative and postoperative evaluation of airways compression in pediatric patients with 3-dimensional multislice computed tomographic scanning: effect on surgical management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;29:1111–8.

- [16] **Ben Saad M, Rohnean A, Sigal-Cinqualbre A, et al.** Evaluation of image quality and radiation dose of thoracic and coronary dual source CT in 110 babies with congenital heart disease. *Pediatr Radiol* 2009;39(7):668–76.
- [17] **Vastel-Amzallag C, Le Bret E, Paul JF et al.** Diagnostic accuracy of dual source multislice computed tomography for the preoperative detection of coronary artery anomalies in 100 patients with tetralogy of fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 142:120-126.
- [18] **Babu-Narayan SV, Kilner PJ, Li W, et al.** Ventricular fibrosis suggested by cardiovascular magnetic resonance in adults with repaired tetralogy of fallot and its relationship to adverse markers of clinical outcome. *Circulation* 2006;113:405–13.
- [19] **Taylor AM.** Cardiac imaging: MR or CT? Which to use when. *Pediatr Radiol* 2008; 38[suppl 3]:S433–S438
- [20] **Siegel MJ.** Multiplanar and three-dimensional multi-detector row CT of thoracic vessels and airways in the pediatric population. *Radiology* 2003; 229:641–650
- [21] **McCollough, C.H., et al.,** Measurement of temporal resolution in dual source CT. *Med Phys*, 2008.35(2):p. 764-8.
- [22] **Matsui, H., et al.,** Quantification of right and left ventricular volumes in children with congenital heart disease by multidetector-row computed tomography. *Pediatr Cardiol*, 2007.28(4): p. 267-71.
- [23] **Savino, G., et al,** CT of cardiac function. *J Thorac Imaging*, 2007. 22(1): p. 86-100.

- [24] **Lee, E. Y., et al.**, MDCT assessment of tracheomalacia in symptomatic infants with mediastinal aortic vascular anomalies: preliminary technical experience. *Pediatr Radiol*, 2008. 38(1): p. 82-8.
- [25] **Ashwin Prakash, Andrew J. Powell and Tal Geva**, Multimodality Noninvasive Imaging for Assessment of Congenital Heart Disease. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3:112-125
- [26] **Mazrani, W., K. McHugh, and P.J. Marsden**, The radiation burden of radiological investigations. *Arch Dis Child*, 2007.92(12): p. 1127-31.
- [27] **Paul, J. F. and H.T. Abada**, Strategies for reduction of radiation dose in cardiac multislice CT. *Eur Radiol* 2007. 17(18): p.2028-37.
- [28] **Goo, H.W. and D.S. Suh**, Tube current reduction in pediatric non-ECG gated heart CT by combined tube current modulation. *Pediatr Radiol*, 2006.36(4): p. 344-51.
- [29] **B. Kelly Han MD, John R. Lesser MD**, CT imaging in congenital heart disease:An approach to imaging and interpreting complex lesions after surgical intervention for tetralogy of Fallot, transposition of the great arteries, and single ventricle heart disease. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography* (2013) 1-16
- [30] **Wang, X.M., et al.**, Clinical application of 64- slice spiral CT in the diagnosis of the Tetralogy of Fallot. *Eur J Radiol*, 2007. 64(2):p.296-301.

- [31] **Dogan, O.F., et al.**, Demonstration of coronary arteries and major cardiac vascular structures in congenital heart disease by cardiac multidetector computed tomography angiography. *Heart Surg Forum*, 2007. 10(1): p.E90-4.
- [32] **Makaryus, A.N., J. Catanzaro, and L. Boxt**, Pulmonary artery aneurysm evaluated by 64-detector CT 254 in a patient with repaired tetralogy of Fallot. *Tex Heart Inst J*, 2007. 34(2): p. 254-5.
- [33] **Louis Boyer,Pascal Guéret**, Imagerie en coupes du coeur et des vaisseaux: Compte rendu des 5es rencontres de la SFC et de la SFR, 2013
- [34] **Loïc Macé, Patrice Dervanian, Jean-Yves Neveux**, Atrésie pulmonaire à septum ouvert [42-816]. *EMC* 1997
- [35] **Faletra, F., et al.**, Evaluation of pulmonary atresia with 64-slice multidetector computed tomography (MDCT). *Echocardiography*, 2007. 24(9):p 998-9.
- [36] **Maeda, E., et al.**, Assessment of major aortopulmonary collateral arteries with multidetector-row computed tomography. *Radiat Med*, 2006. 24(5):p 378-83.
- [37] **Murai, S., et al.**, Evaluation of major aortopulmonary collateral arteries (MAPCAs) using three-dimensional CT angiography: Two case reports. *Radiat Med*, 2004. 22(3):p. 186-9.

- [38] **Paul JF, Lambert V, Losay J, Petit J, Mace L, Belli E, et al.,** Scanner multidétecteur tridimensionnel : intérêt chez les patients atteints d'atrésie pulmonaire à septum ouvert. Arch Mal Coeur Vaiss 2002;95:427–432.
- [39] **F. El Louali, C. Villacampa, P. Aldebert, A. Dragulescu, A. Fraisse -** Sténose pulmonaire et atrésie pulmonaire à septum interventriculaire intact -, Archives de Pédiatrie, Volume 18, Issue 3, March 2011, Pages 331–337.
- [40] **Y. Boudjemline,** Sténoses et atrésies pulmonaires à septum interventriculaire intact [11-940-D-90] - Doi : 10.1016/S1166-4568(11)50560-1 EMC 2011.
- [41] **M Lederlin, V Latrabe, M Montaudon, O Corneloup, F Laurent** Tomodensitometrie multicoupe et cardiopathies congenitales.CV1, JFR2004
- [42] **Gopal A, Loewinger L, Budoff MJ.** Aortic coarctation by cardiovascular CT angiography. Catheter Cardiovasc Interv. 2010 Apr 30. P142-143
- [43] **DE. Newby, NR. Grubb.** Coarctation aortique. Cardiologie. P142-143
- [44] **B. Stos, J. Le Bidois, L. Fermont, D. Bonnet.** Le diagnostic anténatal de la coarctation de l'aorte est-il possible ?, Archives des maladies du coeur et des vaisseaux 2007
- [45] **Al-Azzazy MZ et al.,** Multidetector computed tomography (MDCT) angiography of thoracic aortic coarctation in pediatric patients: Pre-operative evaluation, Egypt J Radiol Nucl Med (2013)

- [46] **Hu XH, Huang GY, Pa M, et al.** Multidetector CT angiography and 3D reconstruction in young children with coarctation of the aorta, *Pediatr Cardiol* 2008;29:726–31.
- [47] **Utak O, Karaca M, Bayturan O, et al.** Coarctation of the aorta evaluation with 64-row multislice computed tomography. *Int J Cardiol* 2006;111:169–71.
- [48] **ET. Kimura-Hayama, G Meléndez, et al.** Uncommon Congenital and Acquired Aortic Diseases: Role of Multidetector CT Angiography *RadioGraphics* 2010; 30:79–98
- [49] **M. Boukhris, K. Hakim, F. Ouarda, H. M'saad, R. Boussaada,** Interruption de l'arche sans canal artériel : la survie est-elle possible ?, *Archives de Pédiatrie* 2014-01-20
- [50] **Philippe Labrune,** Urgences pédiatriques, Volume 1, De Boeck Secundair, 1 janv. 2004 - 1680 pages
- [51] **Alain Serraf,** Interruption de l'arche aortique, EMC techniques chirurgicales-thorax 2001
- [52] **P. Acar,** Interruption de l'arche aortique, Échocardiographie pédiatrique et foetale (2ème édition) 2008, Pages 95–97
- [53] **Phalla Ou, David S Celermajer, Giulio Calcagni, Francis Brunelle, Damien Bonnet, Daniel Sidi,** Three-dimensional CT scanning: a new diagnostic modality in congenital heart disease, *Heart* 2007;93:908–913.
- [54] **Jonathan R. Dillman, Ramiro J. Hernandez,** Role of CT in the Evaluation of Congenital Cardiovascular Disease in Children, *Pediatric Imaging • Review, AJR*:192, May 2009

- [55] **B. Oguz, M. Haliloglu and M. Karcaaltincaba** Paediatric multidetector CT angiography: spectrum of congenital thoracic vascular anomalies British Journal of Radiology, 80 (2007), 376–383
- [56] **Yang, D.H., et al.,** Multislice CT angiography of interrupted aortic arch. Pediatr Radiol, 2008. 38(31): p. 89-100.
- [57] **Cinar, A., et al.,** Interrupted aortic arch in neonate : multidetector CT diagnosis. Pediatr Radio, 2004. 34(11) :p. 901-3.
- [58] **Kussman, B.D., T ;Geva, and F.X. McGowan,** Cardiovascular causes of airway compression. Paediatr anaesth, 2004. 14(1):p. 60-74.
- [59] **Eichhorn, J., et al.,** Rings, slings and other vascular abnormalities. Ultrafast computed tomography and magnetic resonance angiography in pediatric cardiology. Z Kardiol, 2004. 93(3): p. 201-8.
- [60] **Jean-Paul Beregi, Delphine Boutot, Marie-Hélène Balasse,** Variations anatomiques de la crosse aortique- EDV - Echo-Doppler Vasculaire - EDV n°9 - Mai/Juin 2011 -, Extrait du Consensus online, <http://www.consensus-online.fr/>
- [61] **P.Ou, D. Sidi, D Bonnet** Scanner et IRM cardiaques pédiatriques 2008
- [62] **Kim, Y.M., et al.,** Bronchial compression by elongated aortic arch in patients with congenital heart disease. Ann Thorac Surg, 2002. 73(3): p. 881-6.
- [63] **Choo, K.S., et al.,** Evaluation of obstructive airway lesions in complex congenital heart disease using composite volume-rendered images from multislice CT. Pediatr Radiol, 2006. 36(3): p. 219-23.

- [64] **Papaioannou, G., C. Young, and C.M. Owens,** Multidetector row CT for imaging the paediatric tracheobronchial tree. *Pediatr Radiol*, 2007. 37(6): p. 515-29; quiz 612-3.
- [65] **Heyer, C.M., et al.,** Evaluation of tracheobronchial anomalies in children using low-dose multidetector CT : report of a 13-year-old boy with a tracheal bronchus and recurrent pulmonary infections. *Pediatr Pulmonol*, 2004. 38(2): p. 168-73.
- [66] **Ming, Z. and Z. Lin,** Evaluation of tracheal bronchus in Chinese children using multidetector CT. *Pediatr Radiol*, 2007.37(12): p.1230-4.
- [67] **Jubal R. Watts Jr, Sushilkumar K. Sonavane, Satinder P. Singh, and P. Hrudaya Nath,** Pictorial Review of Multidetector CT Imaging of the Preoperative Evaluation of Congenital Heart Disease, *Curr Probl Diagn Radiol*, March/April 2013.
- [68] **Marini, D.; Berteloot, L.; Maurin, L.; Agnoletti, G.; Bonnet, D.; Brunelle, F.; Ou, P.,** Imagerie et explorations – Apport du scanner multibarrette dans le diagnostic de retour pulmonaire veineux anormal chez l'enfant, *Archives de pediatrie*, Volume 15, issue 5 (June, 2008), p. 1004.
- [69] **H. Ghanaati, M. Motevalli, A. Tabib, A. Almasi, F. Noohi,** Multidetector CT Evaluation of Congenital Heart Disease: A Pictorial Essay, *Iran. J. Radiol.*, Summer 2007, 4(4)

- [70] **Lieselot Tampere, Soizic Paranon, Pierre-Emmanuel Séguéla,** Percutaneous closure of a left superior vena cava draining directly into the left atrium in a child, Archives Of Cardiovascular Disease (2012) 105:53—55
- [71] **S Cosson, J.P Kévorkian, O Roux, R Fressonnet, A Leenhardt, P Beaufils,** Veine cave supérieure gauche : un diagnostic simple par échocardiographie transthoracique. À propos d'un cas, Annales de Cardiologie et d'Angéiologie Volume 52, Issue 3, June 2003, Pages 194—197
- [72] **S. Abadir, I. Bouzguenda, Y. Boudjemline, G. Agnoletti,** Occlusion percutanée d'une veine cave supérieure gauche s'abouchant à l'oreillette gauche. À propos de deux observations, Archives des maladies du coeur et des vaisseaux, Vol 100 - N° 5 P. 470-473 - mai 2007
- [73] **KL.Chan, A.Abdulla.** Images in cardiology. Giant coronary sinus and absent right superior vena cava. Heart 2000; 83:704
- [74] **Damien Bonnet,** Anomalies du retour veineux systémique, EMC RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE : Cardiovasculaire - Thoracique – Cervicale 2007
- [75] **P.Gris, B.Wilmet, A.Benchillal et al,** veine cave supérieure gauche persistante. A propos de deux observations . Rev Pneumol clin 1995 ; 51 : 33-35.
- [76] **M.Coulomb. L.Rose Pittet, S.Dalsoglio, JF.Lebas, F.Paillason, Gros CH et al.** Continuation azygos droite de la VCI. A propos de 3 observations avec étude IRM. J de radiologie 1987 ; 68 :45-50

- [77] **C.Pernot, JC.Hoeffel, AM.Worms, JP.August.** La continuation azygos de la VCI . Ann de radiology 1978 ; 21 : 525-530
- [78] **CL.Schultz, S.Morisson, PG.Brian.** Azygos continuation in the inferior vena cava. Demonstration by NMR. J comput Assist tomogr 1984 ; 8 : 774-776.
- [79] **A.Brochert, T.Reynold,** Unusual duplication anomaly of the inferior vena cava with normal drainage of the right IVC and hemiazigous continuation of the left IVC. J Vasc interv Radiol 2001;12:1453-1455
- [80] **Herman TE, Siegel MJ.** Polysplenia syndrome with congenital short pancreas Am J Roentgenol 1991;156:799-800.
- [81] **Zhang, L., et al.,** Spectrum of the inferior vena cava: MDCT findings. Abdom Imaging, 2007.32(4): p. 495-503.
- [82] **Gayer G, Apter S, Jonas T et al.** Polysplenia syndrome detected in adulthood: report of eight cases and review of the literature. Abdom Imaging 1999;24:178-84.
- [83] **Francart C.** Retours veineux pulmonaires anormaux. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Cardiologie, 11-940-E-80, 2003, 11 p.
- [84] **C. Dujon, R. Azarian , F. Mignon , P. Petitpretz,** Retour veineux pulmonaire anormal révélé par un œdème pulmonaire localisé, Revue des Maladies Respiratoires Vol 23, N° 1 - février 2006 pp. 89-91.

- [85] **Skander Ben Omrane, Lilia Chaker, Anis Rjeb, Karim Kaouel, Adel Khayati, Habiba Drissa**, Résultats du traitement chirurgical du retour veineux pulmonaire anormal total intracardiaque :À propos de 7 cas, La tunisie Medicale - 2011 ; Vol 89 (n°06) : 561 – 564
- [86] **De Blic, Delacourt** , Pneumologie pédiatrique, Lavoisier, 29 sept. 2009 - 531 pages.
- [87] **Alain Batisse, Marilyne Lévy**, Cardiologie pédiatrique pratique, Wolters Kluwer France, 2008 - 259 pages.
- [88] **Haramati LB, Moche IL, Rivera VT, Patel PV, Heyneman L, McAdams HP, Issenberg HJ, White CS** : Computed tomography of partial anomalous pulmonary venous connection in adults. Comput Assist Tomogr 2003; 27 : 743-9.
- [89] **Hirsch, R., et al.**, Computed tomography angiography with three-dimensional reconstruction for pulmonary venous definition in high-risk infants with congenital heart disease. Congenit Heart Dis, 2006. 1(3): p. 104-10.
- [90] **Cronin, P., et al.**, Reliability of MDCT in characterizing pulmonary venous drainage, diameter and distance to first bifurcation: an interobserver study. Acad Radiol, 2007. 14(4):p. 437-44.
- [91] **Han BK, Lesser JR**, CT imaging in congenital heart disease: An approach to imaging and interpreting complex lesions after surgical intervention for tetralogy of Fallot, transposition of the great arteries, and single ventricle heart disease, Journal of Cardiovascular Computed Tomography (2013)

- [92] **T Gauthier, J Bigot et Al.**, Kit d'autoenseignement des malformations cardiaques congénitales JFR 2005
- [93] **N.Textier, C.Taveau, M.Boscq, D.Sirinelli**, Exploration tomodensitométrie du canal artériel chez l'enfant JFR 2004
- [94] **Véronique Gournay**, The ductus arteriosus: Physiology, regulation, and functional and congenital anomalies, Archives of Cardiovascular Disease (2011)104, 578—585
- [95] **Hayabuchi, Y., K., Mori, and S. Kagami**, Virtual endoscopy using multidetector-row CT for coil occlusion of patent ductus arteriosus. Catheter Cardiovasc Interv, 2007.70(3): p. 434-9.
- [96] **Goitein, O., CR. Fuhrman, and J.M. Lacomis**, Incidental finding on MDCT of patent ductus arteriosus: use of CT and MRI to assess clinical importance. AJR Am J Roentgenol, 2005. 184(6): p. 1924-31.
- [97] **Magnier S et Richard G.** Fistules aortopulmonaires en cardiologie pédiatrique. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés),Cardiologie, 11-940-C-60, 2002, 5 p.
- [98] **R. Bassil-Eter, P. Acar, Tronc artériel commun, EMC cardiologie, 2007, [11-940-C-50] - Doi : 10.1016/S1166-4568(07)32772-1**
- [99] **Houyel L. Communications interauriculaires. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Cardiologie, 11-940-C-20, 2002, 8 p.**
- [100] **A. Chantepie**, Communications interventriculaires, EMC - Cardiologie-Angéiologie Volume 2, Issue 2, May 2005, Pages 202–230.

- [101] **J.-M. Rauzier**, Canal atrioventriculaire, Échocardiographie pédiatrique et foetale (2ème édition) 2008, Pages 47–55
- [102] **A. L'Hermine-Coulomb, L. Houyel, M. Laroudie, A. Aboura, F. Audibert, D. Dal Soglio, G. Tachdjian**, Ventricule droit à double issue (VDDI) et chromosome 22 : une nouvelle délétion, Annales de Pathologie Volume 24, Supplement 1, November 2004, Pages 148–149.
- [103] **SRIDAROMONT S, FELDT RH, RITTER DG, et al.** Double outlet right ventricle: hemodynamic and anatomic correlations. Am J Cardiol. 1976; 38:85-94.
- [104] **Hayabuchi, Y., et al.**, Polytetrafluoroethylene graft calcification in patients with surgically repaired congenital heart disease: evaluation using multidetector-row computed tomography. Am Heart J, 2007. 153(5): p.806 e 1-8.
- [105] **Sato, Y., et al.**, MDCT evaluation of a double outlet right ventricle after the Rastelli procedure. Int J Cardiol, 2007. 117(3): p.430-2.
- [106] **Kaemmerer, H., et al.**, [Evaluation of congenital vena cava anomalies and acquired vena cava abstractions after atrial switch operation using spiral computerized tomography and 3-dimensional reconstruction]. Z Kardiol, 1997. 86(9): p. 669-75.
- [107] **Spevak, P.J., P.T. Johnson, and E.K. Fishman**, Surgically corrected congenital heart disease: utility of 64-MDCT. AJR AM J Roentgenol, 2008. 191(3): p. 854-61.

- [108] **Karl, T.R., et al.**, SENning plus arterial switch operation for discordant (congenitally corrected) transposition. *Ann Thorac Surg*, 1997. 64(2): p. 495-502.
- [109] **Eichhorn, J.G., et al.**, CT of pediatric vascular stents used to treat congenital heart disease using multi-detector computed tomography : a validation study. *Catheter Cardordiovasc Interv*, 2006. 68(1): p. 11-20.
- [110] **Eichhorn, J.G., et al.**, Assessment of in-stent stenosis in small children with congenital heart disease using multi-detector computed tomography: a validation study. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2006. 68(1): p. 11-20.
- [111] **Sidi D., Stos B.** Cardiopathies congénitales à révélation néonatale : stratégie d'approche. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic-cœur-poumon, 32-015-A-10,2007.
- [112] **I. Durand, N. David, G. Blaysat, C. Marguet**, Diagnostic anténatal des cardiopathies congénitales dans une population à bas risque en Haute-Normandie : étude rétrospective de 2003 à 2007, *Archives de Pédiatrie* 2009;16:409-416.

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 الرحمان الرحيم

أقسم بالله العظيم

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

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

والله على ما أقول شهيد .

**مساهمة المفراس الحلزوني في استكشاف
تشوهات القلب والأوعية الدموية لدى الأطفال**

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرفه

السيدة : هاجر برحيوي

المزودة في : 02 غشت 1985 بالرباط

طبيبة داخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: المفراس الحلزوني – تشوهات القلب والأوعية الدموية – الطفل.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

مشرف

أعضاء

السيدة: رشيدة ضفيري

أستاذة في طب الأشعة

السيدة: لطيفة الشاط

أستاذة في طب الأشعة

السيدة: رشيدة عامري

أستاذة في طب القلب

السيد: سعيد مغيل

أستاذ في جراحة القلب والشرابين

السيد: عبد العالي بنتهيلا

أستاذ في طب الأطفال