

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

ANNEE: 2017

THESE N°: 62

LA CHIRURGIE DES DEFORMATIONS CONGENITALES  
DE LA PARI THORACIQUES ANTERIEURE

THÈSE

*Présentée et soutenue publiquement le :.....*

PAR

Mlle. Sarah OUADNOUNI

*Née le 17 Mai 1991 à Rabat*

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : Déformation – Paroi thoracique antérieure – Pectus carinatum –  
Pectus excavatum – Ravitch.

JURY

Mr. S. EL MAZOUZ

Professeur de Chirurgie Plastique et Réparatrice

PRESIDENT

Mr. M. BOUCHIKH

Professeur de Chirurgie Thoracique

RAPPORTEUR

Mr. A. ACHIR

Professeur de Chirurgie Thoracique

Mr. Y. OUANOUNI

Professeur de Chirurgie Thoracique

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا  
إننا أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

بِسْمِ اللَّهِ  
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



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

**DOYENS HONORAIRES :**

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



**ADMINISTRATION :**

**Doyen** : Professeur Mohamed ADNAOUI  
**Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et estudiantines**  
Professeur Mohammed AHALLAT  
**Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération**  
Professeur Taoufiq DAKKA  
**Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie**  
Professeur Jamal TAOUFIK  
**Secrétaire Général** : Mr. Mohamed KARRA

**1-ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS  
ET  
PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Décembre 1984**

Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne – <i>Clinique Royale</i>
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	pathologie Chirurgicale

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENSAID Younes	Pathologie Chirurgicale
--------------------	-------------------------

**Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. CHAHED OUAZZANI Houria	Gastro-Entérologie
Pr. LACHKAR Hassan	Médecine Interne
Pr. YAHYAOUY Mohamed	Neurologie

**Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib	Chirurgie Pédiatrique
Pr. DAFIRI Rachida	Radiologie

### Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – Doyen de la FMPR  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

### Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*  
Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. TAZI Saoud Anas

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

### Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOU DA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida  
Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation – Doyen de la FMPO  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pharmacie galénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Pédiatrie  
Pharmacologie – Dir. du Centre National PV  
Chimie thérapeutique V.D à la pharmacie+Dir du CEDOC

### Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOU DA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

### Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid  
Pr. EL AMRANI Sabah

Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques Doyen de la FMPA  
Gynécologie Obstétrique



Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
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. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

### **Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbes  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

### **Décembre 1996**

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

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

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie



### Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan  
Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

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

### Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*

Gastro-Entérologie  
Neurologie – *Doyen de la FMP Abulcassis*  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Hématologie  
Cardiologie

### Janvier 2000

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

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie- *Dir. Hop. Av. Marr.*  
Anesthésie-Réanimation *Inspecteur du SSM*  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne



### Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Neurologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie *Directeur Hop. Chekikh Zaied*  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Neurologie

## Décembre 20000

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

ORL

## Décembre 2001

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

Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie **Directeur. Hop.d'Enfants**  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie **Directeur Hôpital Ibn Sina**  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
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 \*

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale

Pr. CHKIRATE Bouchra  
 Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
 Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
 Pr. HAJJI Zakia  
 Pr. IKEN Ali  
 Pr. JAAFAR Abdeloihab\*  
 Pr. KRIOUILE Yamina  
 Pr. LAGHMARI Mina  
 Pr. MABROUK Hfid\*  
 Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
 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\*

Pédiatrie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Dermatologie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Ophtalmologie  
 Urologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Pédiatrie  
 Ophtalmologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Gynécologie Obstétrique  
 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. KHARMAZ Mohamed  
 Pr. MOUGHIL Said  
 Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
 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  
 Traumatologie Orthopédie  
 Chirurgie Cardio-Vasculaire  
 Ophtalmologie  
 Pharmacie Clinique  
 Chirurgie Générale  
 Cardiologie

### Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah  
 Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
 Pr. ALLALI Fadoua  
 Pr. AMAZOUZI Abdellah  
 Pr. AZIZ Nouredine\*  
 Pr. BAHIRI Rachid

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
 Chirurgie Générale  
 Rhumatologie  
 Ophtalmologie  
 Radiologie  
 Rhumatologie



Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZA OUI Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najia

### Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

### 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. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
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  
Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saida\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida

### Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila

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

Anesthésie Réanimation

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



Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie

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

### **Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

### **Décembre 2008**

Pr ZOUBIR Mohamed\*  
Pr TAHIRI My El Hassan\*

Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation ***Directeur ERSM***  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

## **Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*  
Pr. AGDR Aomar\*  
Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
Pr. AKHADDAR Ali\*  
Pr. ALLALI Nazik  
Pr. AMINE Bouchra  
Pr. ARKHA Yassir  
Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
Pr. BJIJOU Younes  
Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
Pr. BOUI Mohammed\*  
Pr. BOUNAIM Ahmed\*  
Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
Pr. 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. 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 \*

## **PROFESSEURS AGREGES :**

### **Octobre 2010**

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

Médecine interne  
Pédiatre  
Chirurgie Générale  
Neurologie  
Neuro-chirurgie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Neuro-chirurgie  
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  
Pédiatrie  
Microbiologie *Directeur Hôpital My Ismail*  
Chimie Thérapeutique  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Pédiatrie  
Hématologie biologique  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Cardiologie  
Pneumo-phtisiologie



Anesthésie réanimation  
Médecine interne  
Physiologie  
ORL  
Microbiologie  
Médecine aéronautique  
Biochimie chimie  
Radiologie  
Chirurgie pédiatrique  
Pédiatrie  
Radiologie

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

Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie  
Anatomie pathologique

### Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed  
Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
Pr. BELAIZI Mohamed\*  
Pr. BENCHEBBA Driss\*  
Pr. DRISSI Mohamed\*  
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna  
Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
Pr. ER-RAJI Mounir  
Pr. JAHID Ahmed  
Pr. MEHSSANI Jamal\*  
Pr. RAISSOUNI Maha\*

Chirurgie Pédiatrique  
Anesthésie Réanimation  
Psychiatrie  
Traumatologie Orthopédique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Médecine Interne  
Pneumophtisiologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie pathologique  
Psychiatrie  
Cardiologie

### Février 2013

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCHI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahdi  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
0.  
Pr. BENSGHIR Mustapha\*  
Pr. BENYAHIA Mohammed\*  
Pr. BOUATIA Mustapha  
Pr. BOUABID Ahmed Salim\*  
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba  
Pr. CHAIB Ali\*  
Pr. DENDANE Tarek  
Pr. DINI Nouzha\*  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa  
Pr. ELFATEMI Nizare  
Pr. EL GUERROUJ Hasnae  
Pr. EL HARTI Jaouad

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique  
  
Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie  
Médecine Nucléaire  
Chimie Thérapeutique



Pr. EL JOUDI Rachid\*  
Pr. EL KABABRI Maria  
Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
Pr. EL KHLOUFI Samir  
Pr. EL KORAICHI Alae  
Pr. EN-NOUALI Hassane\*  
Pr. ERREGUIG Laila  
Pr. FIKRI Meryim  
Pr. GHFIR Imade  
Pr. IMANE Zineb  
Pr. IRAQI Hind  
Pr. KABBAJ Hakima  
Pr. KADIRI Mohamed\*  
Pr. LATIB Rachida  
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra  
Pr. MEDDAH Bouchra  
Pr. MELHAOUI Adyl  
Pr. MRABTI Hind  
Pr. NEJJARI Rachid  
Pr. OUBEJJA Houda  
Pr. OUKABLI Mohamed\*  
Pr. RAHALI Younes  
Pr. RATBI Ilham  
Pr. RAHMANI Mounia  
Pr. REDA Karim\*  
Pr. REGRAGUI Wafa  
Pr. RKAIN Hanan  
Pr. ROSTOM Samira  
Pr. ROUAS Lamiaa  
Pr. ROUIBAA Fedoua\*  
Pr. SALIHOUN Mouna  
Pr. SAYAH Rochde  
Pr. SEDDIK Hassan\*  
Pr. ZERHOUNI Hicham  
Pr. ZINE Ali\*

Toxicologie  
Pédiatrie  
Anatomie Pathologie  
Anatomie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Physiologie  
Radiologie  
Médecine Nucléaire  
Pédiatrie  
Endocrinologie et maladies métaboliques  
Microbiologie  
Psychiatrie  
Radiologie  
Médecine Interne  
Pharmacologie  
Neuro-chirurgie  
Oncologie Médicale  
Pharmacognosie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie Pathologique  
Pharmacie Galénique  
Génétique  
Neurologie  
Ophtalmologie  
Neurologie  
Physiologie  
Rhumatologie  
Anatomie Pathologique  
Gastro-Entérologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Traumatologie Orthopédie

### **Avril 2013**

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim\*  
Pr. GHOUNDALE Omar\*  
Pr. ZYANI Mohammad\*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Urologie  
Médecine Interne

**\*Enseignants Militaires**



### MARS 2014

ACHIR ABDELLAH  
BENCHAKROUN MOHAMMED  
BOUCHIKH MOHAMMED  
EL KABBAJ DRISS  
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA  
HARDIZI HOUYAM  
HASSANI AMALE  
HERRAK LAILA  
JANANE ABDELLA TIF  
JEAIDI ANASS  
KOUACH JAOUAD  
LEMNOUER ABDELHAY  
MAKRAM SANAA  
OULAHYANE RACHID  
RHISSASSI MOHAMED JMFAR  
SABRY MOHAMED  
SEKKACH YOUSSEF  
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

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

### **\*Enseignants Militaires**

### DECEMBRE 2014

ABILKACEM RACHID'  
AIT BOUGHIMA FADILA  
BEKKALI HICHAM  
BENAZZOU SALMA  
BOUABDELLAH MOUNYA  
BOUCHRIK MOURAD  
DERRAJI SOUFIANE  
DOBLALI TAOUFIK  
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI  
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM  
EL MARJANY MOHAMMED  
FEJJAL NAWFAL  
JAHIDI MOHAMED  
LAKHAL ZOUHAIR  
OUDGHIRI NEZHA  
Rami Mohamed  
SABIR MARIA  
SBAI IDRISSE KARIM

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

### **\*Enseignants Militaires**



## **AOUT 2015**

Meziane meryem  
Tahri latifa

Dermatologie  
Rhumatologie

## **JANVIER 2016**

BENKABBOU AMINE  
EL ASRI FOUAD  
ERRAMI NOUREDDINE  
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
O.R.L  
O.R.L

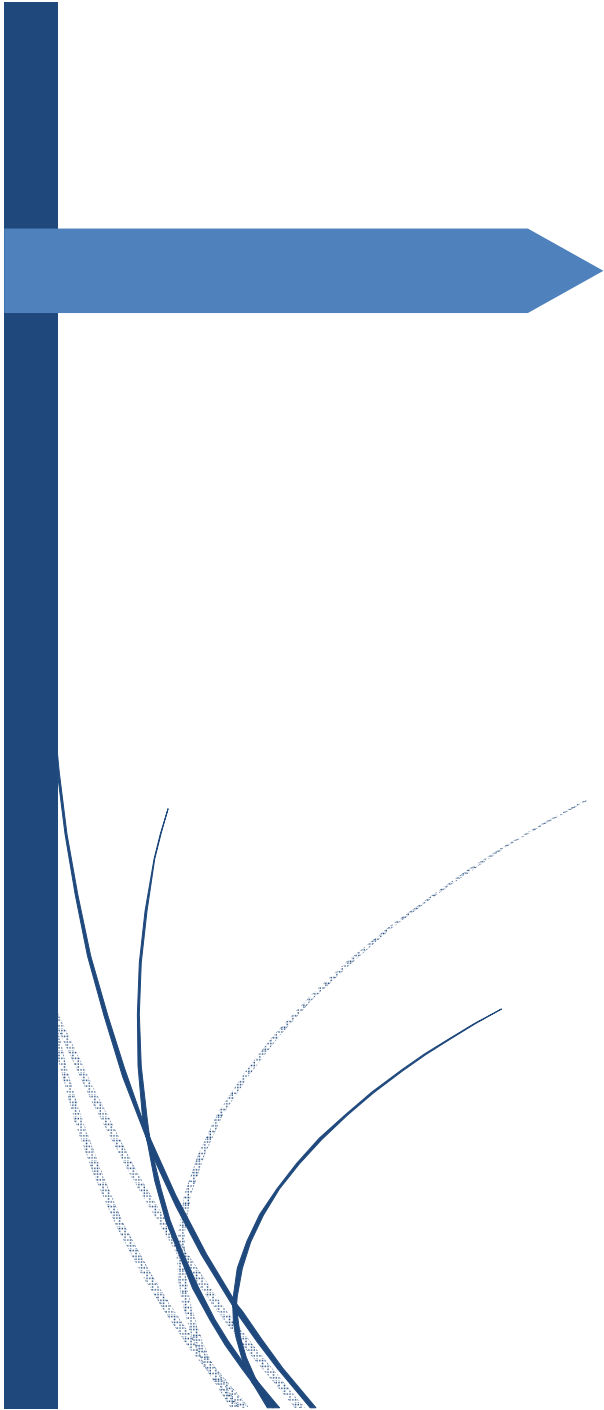
## **2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES**

### **PROFESSEURS / PRs. HABILITES**

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootéchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique

*Mise à jour le 14/12/2016 par le  
Service des Ressources Humaines*





## *Dédicaces*

*A l'âme de mon grand-père*

*Aucun mot ne pourra exprimer ma grande tristesse  
en ton absence...*

*Ton visage gai et souriant...*

*Ta tendresse infinie...*

*Et ton amour incomparable...*

*Resteront à jamais gravés dans mon cœur...*

*Je te remercie pour tous les beaux moments  
que nous avons partagés en famille...*

*Je te remercie pour m'avoir appris à prendre  
des décisions dans la vie...*

*Je te remercie pour ton grand amour...*

*Tu me manques beaucoup BAHNINI...*

*J'aurai aimé que tu sois à mes côtés ce jour...*

*Mais le destin en a décidé autrement...*

*J'espère que tu es fier de moi ...*

*Je t'aime...*

*Que ton âme repose en paix...*

*A mon très cher père Lahcen,*

*Merci pour votre amour, pour tout l'enseignement  
que vous m'avez transmis, pour avoir toujours cru en moi  
et m'avoir toujours soutenu, pour vos sacrifices, vos prières  
et pour l'encouragement sans limites que vous ne cessez de m'offrir...*

*A ma très chère mère Aicha,*

*Merci pour vous être sacrifiée pour que vos enfants grandissent et  
prospèrent, merci de trimer sans relâche, malgré les péripéties de la vie,  
au bien être de vos enfants, merci pour vos prières, votre soutien dans  
les moments difficiles, pour votre courage et patience...*

*MES CHERS PARENTS,*

*aucun mot ne se pourra exprimer mon amour  
pour vous et mon immense reconnaissance.*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mes sentiments  
les plus forts, mon profond respect et ma plus grande gratitude.*

*Que Dieu vous bénisse et vous prête bonne santé et longue vie.*

*A ma chère sœur Hind,*

*Merci d'avoir supporté ma mauvaise humeur les jours  
de préparation, je te dédie ce travail en témoignage  
de mon amour et affection. Que dieu te protège.*

*En témoignage de l'immense affection que je te porte,  
je te dédie ce travail et te souhaite tout le bonheur du monde*

*A MES GRANDS PARENTS,*

*Mima, Laaziza et Bajdou*

*Que Dieu vous accorde sa miséricorde.*

*A mes chers oncles Brahim Mustapha M'Barek*

*Yassine et Mohammed,*

*A mes tantes Malika Naima Saida et Fatima*

*Je vous remercie pour tous les moments de joie*

*et de fêtes que nous avons partagées,*

*je vous dédie ce travail et vous souhaite*

*beaucoup de bonheur.*

*A mes cousins et cousines,*

*Je n'oublierai jamais les souvenirs d'enfance que,*

*j'espère, partagerons aussi avec nos enfants...*

*A la famille*

*OUADNOUNI, RHOUNI, HICHOV, BIYA,*

*EL LYAZIDI, OOGH, EL HARRAK et ZBITI*

*A mes meilleures amis*

*Sara Hafid, Yousra Jebari et Ahmed Zidane Skal*

*Mes confidents, qui ont toujours été présents pour moi,  
pour votre générosité, votre bonté, votre gentillesse  
et toutes ces belles choses qui la rendent spéciale et unique.*

*Merci d'être ce que vous êtes.*

*A toi*

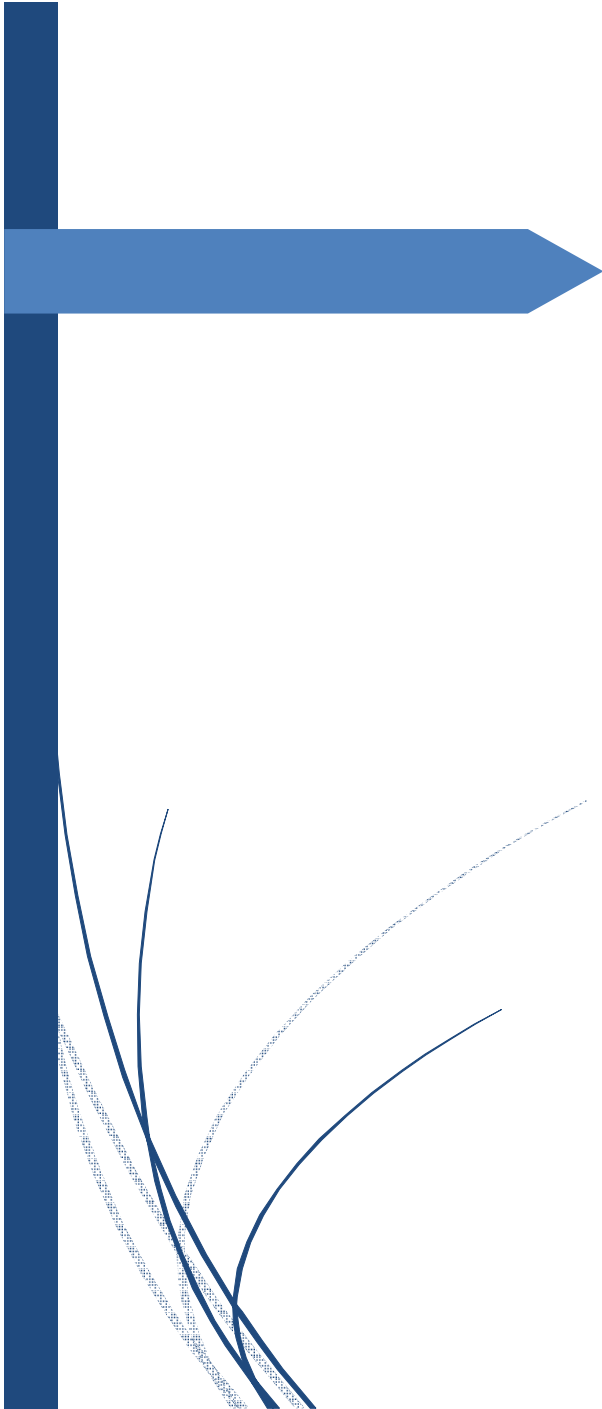
*Merci d'exister ...*

*A mes Ami(e)s*

*Je vous dédie tous ce travail...*

*À tous mes maîtres de l'enseignement primaire,  
de l'enseignement secondaire,  
et de l'enseignement supérieur,*

*En témoignage de mon affection et respect*



## *Remerciements*

*A notre maître et Président de jury  
Monsieur le Professeur E.L. MAZOUZ Samir,  
Professeur de Chirurgie Plastique et Réparatrice*

*C'est pour nous un immense plaisir de vous voir présider de notre thèse.*

*Nous vous prions de croire en l'expression de notre respect et  
reconnaissance d'avoir accepté de juger ce travail.*

*A notre maître et Rapporteur de thèse  
Monsieur le Professeur BOUCHIKH Mohammed  
Professeur de Chirurgie Thoracique*

*Pour vos conseils judicieux, pour les efforts  
que vous avez déployés pour que ce travail soit élaboré.*

*Pour votre soutien indéfectible et votre compétence  
à toutes les étapes de ce travail.*

*Nous avons apprécié votre gentillesse inégalée et nous  
vous remercions pour vos efforts inlassables.*

*Veillez accepter ma profonde reconnaissance.*

*A mon maitre et Juge de thèse  
Monsieur le Professeur ACHIR Abdellah,  
Chef de service de Chirurgie thoracique.*

*C'est un grand honneur que vous nous accordiez  
en acceptant de juger notre travail.*

*Nous voudrions vous transmettre, à travers ce remerciement,  
l'expression de nos respects les plus dévoués.*

*A Notre Maitre et Juge de thèse*  
*Monsieur le Professeur OUADNOUNI YASSINE,*  
*Professeur de Chirurgie Thoracique*

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous*  
*nous faites en acceptant de juger notre travail.*

*Nous avons eu le privilège de travailler sous votre direction*  
*au cours de toutes nos études médicales, nous avons*  
*profité de vos sages conseils.*

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1** : tableau récapitulatif des patients

**Tableau 2** : comparaison des séries concernant le sexe

**Tableau 3** : comparaison des séries concernant l'âge

**Tableau 4** : comparaison des séries concernant le type de déformation

**Tableau 5** : comparaison des séries concernant les signes respiratoires

**Tableau 6** : comparaison des séries selon les signes cardiovasculaires

**Tableau 7** : comparaison des séries selon la spirométrie

**Tableau 8** : comparaison des séries concernant le retentissement cardiaque

**Tableau 9** : Tableau comparatif des séries concernant les complications postopératoires

**Tableau 10** : Tableau comparatif des séries concernant les résultats postopératoires

## **LISTE DES GRAPHIQUE**

**Graphique 1** : Répartition de cas selon le sexe

**Graphique 2** : Fréquence des signes fonctionnels

**Graphique 3** : Répartition de types de déformation

**Graphique 4** : Répartition des différentes formes du pectus carinatum

**Graphique 5** : Différentes voies d'abord

**Graphique 6** : Comparaison des séries selon le caractère familial

**Graphique 7** : Comparaison des séries concernant l'aspect marfanoïde

**Graphique 8** : Comparaison des séries selon la méthode Ravitch

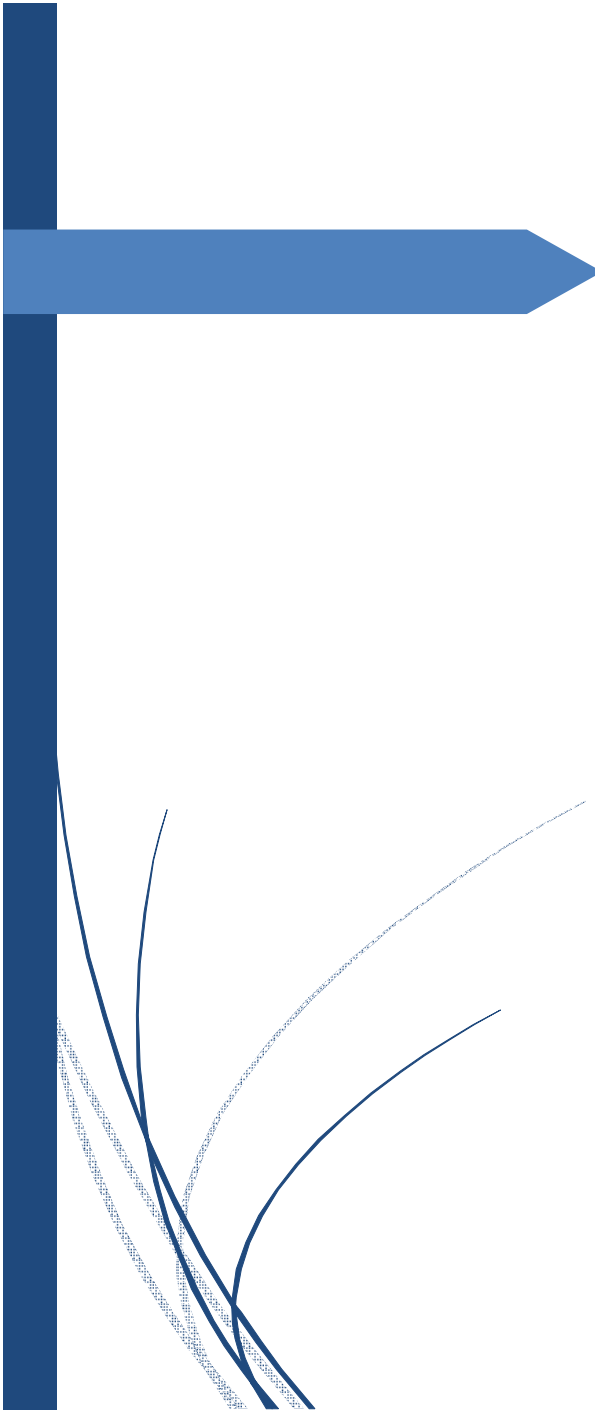
# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	2
<b>II. HISTORIQUE</b> .....	5
<b>III. RAPPELS</b> .....	13
1. Rappel embryologique .....	13
2. Rappel anatomique .....	17
<b>IV. CLASSIFICATION DES DEFORMATIONS DE LA PAROI THORACIQUE ANTERIEURE</b> .....	33
1. Pectus excavatum/ thorax en entonnoir/ Funnel Chest .....	33
2. Pectus carinatum/ thorax en carène .....	36
3. Pectus arcuatum /Pigeon Breast .....	38
4. Syndrome de Poland .....	40
5. Fente sternale/ Bifidité sternle/ Cleft Sternum .....	45
6. Syndrome de Jeune .....	47
7. Malformations diverses .....	49
7.1. Malformations des cartilages costaux .....	49
7.2. Malformations des côtes .....	50
8. Autres .....	51
<b>V. MATERIELS ET METHODES</b> .....	53
1. Description de l'étude : .....	53
2. Mode de recueil des données : .....	53

<b>VI. RESULTATS</b> .....	57
1. Epidémiologie .....	57
a. Fréquence .....	57
b. Age .....	57
c. Sexe .....	57
2. Méthodes diagnostiques .....	58
a. Antécédents .....	58
b. Clinique .....	58
3. Bilan préopératoire .....	64
a. Radiographie standard du thorax .....	64
b. Tomodensitométrie thoracique .....	65
c. Echographie cardiaque .....	68
d. Spirométrie .....	68
4. Traitement chirurgical .....	68
a. Analgésie préopératoire .....	68
b. Intubation .....	68
c. Position .....	68
d. Technique chirurgicale .....	69
e. Suites opératoires immédiates .....	71
f. Suites tardives et satisfactions .....	71
5. Tableau récapitulatif .....	74

<b>VI. DISCUSSION</b> .....	76
1. Etiopathogénie .....	76
2. Epidémiologie.....	79
a. Sexe .....	79
b. Age .....	80
3. Clinique .....	81
a. Les types déformations .....	81
b. Signes respiratoires .....	82
c. Signes cardio-vasculaires .....	83
d. Terrain .....	84
4. Bilan radiologique .....	85
a. Radiographie du thorax .....	85
b. Examen tomodensitométrique .....	87
5. Evaluation pré-thérapeutique.....	90
a. Evaluation psychologique .....	90
b. Evaluation morphologique .....	91
c. Evaluation du retentissement cardio-respiratoire .....	93
6. Traitement .....	98
a. Méthodes non chirurgicales .....	98
b. Méthodes chirurgicales .....	104
c. Complément de chirurgie plastique .....	120

7. Résultats .....	130
a. Suites opératoires .....	130
b. Satisfaction .....	133
<b>CONCLUSION</b> .....	136
<b>RESUMES</b> .....	139
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	143



# *Introduction*

## **I. INTRODUCTION :**

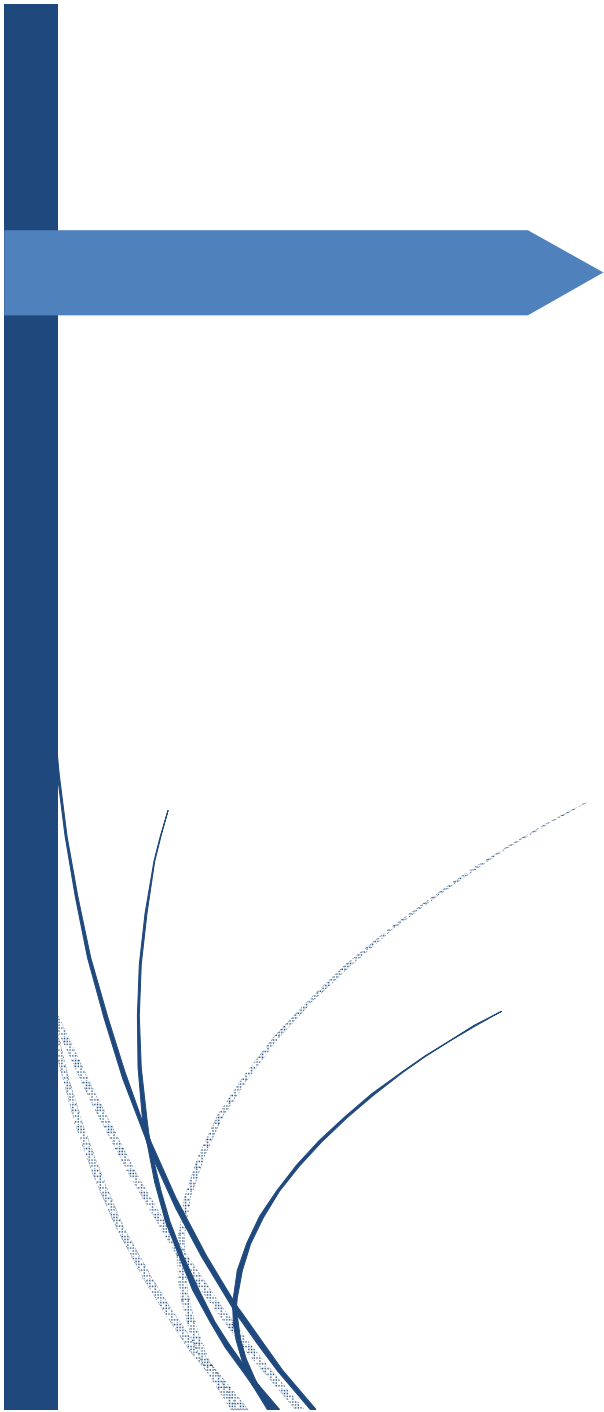
Les déformations congénitales de la paroi thoracique antérieure sont très hétérogènes, dont les plus fréquentes sont le pectus excavatum et le pectus carinatum. Leur pathogénie demeure encore méconnue malgré que l'hypothèse génétique semble être la plus probable.

Le pectus excavatum est une déformation « en creux » ou « en cuvette », de la paroi antérieure du thorax, dans laquelle le sternum est projeté en arrière par la croissance excessive des cartilages costaux. Alors que le pectus carinatum est une déformation, dans laquelle le sternum est projeté vers l'avant.

Les déformations congénitales de la paroi thoracique antérieure ont un impact énorme sur la qualité de vie ; les patients souffrent de limitations psychologiques concernant l'aspect physique, l'estime de soi et de somatisation. Dans les cas sévères, certains individus peuvent se retirer de la société et cesser de socialiser avec leurs pairs et de participer aux activités sportives. Par ailleurs, le retentissement cardio-respiratoire de ces déformations est actuellement bien établi. Leur correction est non seulement un besoin esthétique, mais une nécessité fonctionnelle.

Le traitement chirurgical se base sur l'ostéo-chondroplastie ou la technique de Ravitch qui est la plus adaptée à la physiopathologie de ces déformations. Des techniques moins invasives sont apparues comme la technique de Nuss et la technique d'Abramson.

Le service de Chirurgie thoracique du Centre Hospitalier Ibn Sina de Rabat est le premier centre national à pratiquer la chirurgie des déformations de la paroi thoracique. Le but de ce travail est de rapporter les caractéristiques cliniques et épidémiologiques de ces patients dans notre contexte, mais aussi d'évaluer les premiers résultats après 4 ans de début de cette expérience et une année après l'introduction des matériaux de stabilisation dans le marché marocain.



# *Historique*

## II.HISTORIQUE

Bauhinus a mis en place la définition cardinale du thorax en entonnoir au seizième siècle. Il a établi les signes cliniques du pectus excavatum chez un patient souffrant de compression pulmonaire, dyspnée et toux paroxystique ; les symptômes évalués par Bauhinus ont amélioré la définition de la déformation [1]. Une autre déformation documentée de l'anomalie a été décrite en milieu des années 1880's par Woillez.



**Figure 1** : Gaspard Bauhin



**Figure 2** : Eugène Joseph Woillez

Les travaux de Von Luschka et d'Eggel suivirent alors la publication du premier rapport de cas complet d'une dépression thoracique en entonnoir ; le rapport de ce cas était nommé « miraculum naturae ». A l'époque, Eggel et les autres érudits s'appuyaient sur l'hypothèse, que la déformation était engendrée par la rigidité due à la malnutrition ou aux anomalies de développement.

Hagmann l'a remplacé avec une hypothèse alternative, en indiquant la cause du pectus excavatum à être étroitement liée à la croissance des côtes. En fait, les chirurgiens croyaient que l'élimination du cartilage des côtes réussirait à corriger le positionnement anormal du sternum [2]. D'autres cas (une documentation de 5 patients) se concrétisent au XIX siècle par Ebestein.

Durant cette période, on prescrivait aux patients « l'air frais et les exercices de respiration » afin d'améliorer la fonction respiratoire, ainsi qu'une participation à de divers exercices de rééducation. De plus, un bandage en huit de la fracture de la clavicule reste le plus utilisé comme technique de correction.

Pendant la première guerre mondiale, il y a eu d'énorme progrès de l'anesthésie moderne. Avant cela, seules des corrections limitées pouvaient être effectuées [3]. En 1820, Coulson avait découvert que la génétique était un facteur incriminé dans le pectus excavatum ; Ce dernier a mené une étude sur trois frères et sœurs atteint de cette déformation [4]. Une récente étude de l'une des images de Leonardo da Vinci qui date de 1510, Ashraflan note pour la première fois une image du pectus excavatum chez un sujet âgé.



**Figure 3 :** Image de thorax supérieur montrant pectus excavatum. Leonardo de Vinci

La première opération de correction pectus excavatum a été guidée par Meyer en 1911. Le but de cette chirurgie était d'enlever le cartilage des côtes. Ceci à renforcer l'hypothèse antérieure de la croissance excessive des côtes, étant le facteur prédisposant, présenté par Hagmann. Meyer a enlevé les deuxième à troisième cartilage costale sur le côté droit de la paroi thoracique. Il n'y a pas eu d'amélioration significative et l'opération a été jugée sans succès [2]. Sauerbruch a été le pionnier du traitement du XXe siècle en incisant et excoriant les cartilages costaux de la 5 e à la 9 e gauche et une section du sternum adjacent. Il a été prouvé que la chirurgie atténue la dyspnée et permet au patient de reprendre sa vie normale rapidement [6]. Quelques années plus tard, Sauerbruch a commencé la première correction accomplie par résection sous péricondrale de tout le cartilage déformé et la stabilisation du sternum, par l'utilisation des barres d'implantation. Cette opération nécessite une dissection rétro sternale trop invasive et des ostéotomies transversales [2].



**Figure 4** : Ferdinand Sauerbruch



**Figure 5** : Mark M. Ravitch

Ravitch a élucidé et présenté les étapes suivantes pour la correction chirurgicale du pectus excavatum. Il a décrit l'étape initiale d'une résection bilatérale para sternale et sous périchondrale du cartilage costale affecté, suivie par le détachement du processus xiphoïdien. En outre, il a souligné l'utilisation de l'ostéotomie transversale au niveau du bord supérieur de la dépression sternale et le remodelage du sternum antérieur pour sécuriser sa place. De nombreuses méthodes de réparation suivaient ceux de Ravitch.

La technique de Sauerbruch a été universalisée par Ravitch et a précédé les interventions révolutionnaires découvertes par NUSS. Cette procédure de Nuss consistait en l'insertion d'une barre en acier à travers des incisions thoraciques antérieures axillaires bilatérales, par la thoracoscopie, pour mettre en évidence la voie prise par la barre en acier [8]. D'autres méthodes chirurgicales placent une

attelle externe, au lieu de la barre, derrière le sternum ; la modification de Leonard est un exemple. Cette approche comprend la résection pouvant atteindre jusqu'à cinq cartilages et la réalisation d'une ostéotomie, ou un fil est positionné derrière le sternum et attaché à une attelle externe. L'attelle reste in situ pendant 3 mois avant son retrait [9].

Bien que les complications de la procédure de NUSS soient rares, les perforations cardiaques provenant d'une lésion directe ont été documentées, des épanchements péricardiaques dans 0,5 – 2,4% des cas. Les techniques mises en œuvre durant les opérations classiques, pour réduire le risque de lésion cardiaque, se font sous contrôle thoracoscopique pour une bonne visualisation du médiastin. Une meilleure vision de la pointe du dissecteur ou de la barre au cours de son passage à travers les incisions bilatérales et le médiastin a été prouvée pour diminuer le taux de dommages cardiaques directs [11].

Kabbag R et al. ont effectué une étude rétrospective sur 70 enfants soumis à la procédure de NUSS pour la correction du pectus excavatum. Les données ont enregistré des complications mineures chez 65% et des complications majeures chez 8,5% des patients. Cependant, aucun patient n'a subi de complications cardio-pulmonaires majeures ou fatales. L'étude a conclu les principales limitations de la réparation du pectus excavatum sous contrôle thoracoscopique et DSV (distance sternum-vertèbre) rotation du sternum inférieur de 5 cm ou bien SRA supérieur à 35°, identifié par le scanner.

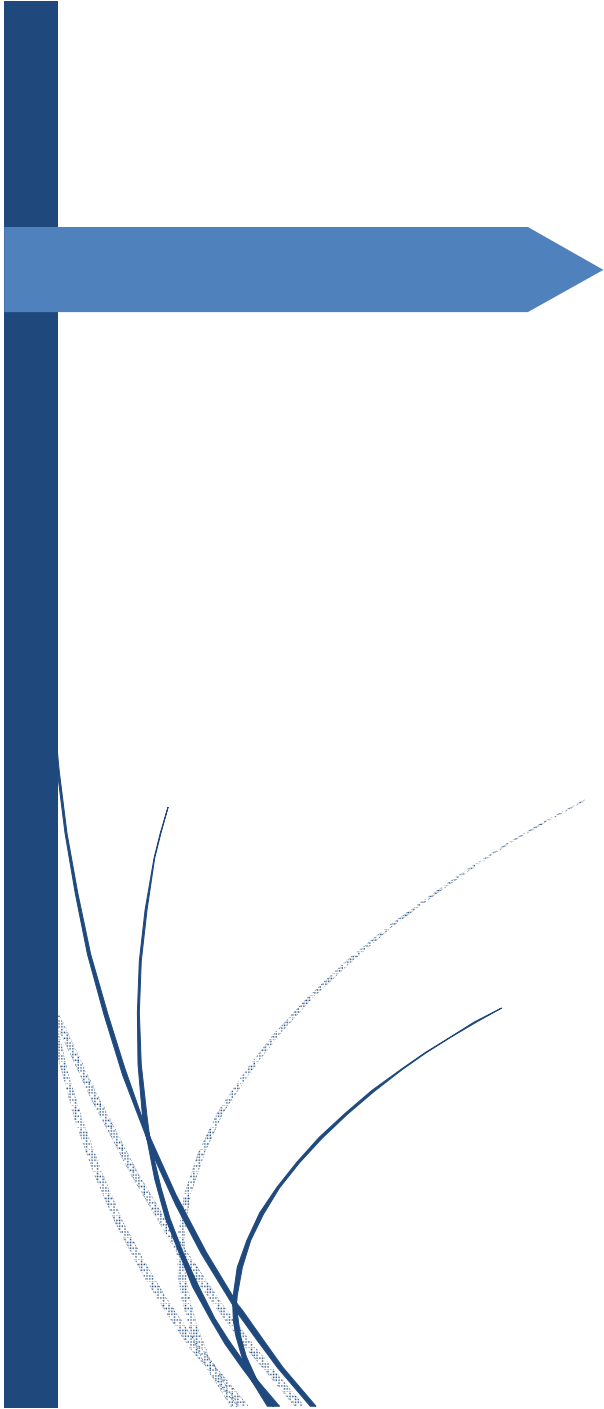
Concernant le syndrome de Poland, Le premier cas a été décrit en 1826 par un français, Lallemand. Il s'agissait d'un patient de 60 ans qui présentait une dépression thoracique, une absence de la portion antérieure des 3e, 4e et 5e côtes

ainsi qu'une hernie pulmonaire homolatérale, sans malformation au niveau du membre supérieur. La première description clinique et anatomique complète a été réalisée par Alfred Poland en 1841. Alfred Poland, étudiant en anatomie au Guy's Hospital, disséqua le cadavre d'un forçat de 27 ans, condamné à mort, qui présentait une dépression thoracique gauche et une main gauche petite et palmée. Il observa l'agénésie des faisceaux sterno-costaux du pectoralis major, mais aussi l'agénésie du pectoralis minor, l'hypoplasie du serratus anterior et du muscle oblique externe. Au niveau de la main gauche, la malformation consistait en une brachy-mésophalangie des 2e, 3e, 4e, 5e rayons et une syndactylie des dernières commissures [20].



**Figure 7 :** Alfred Poland

Clarckson associa l'ensemble malformatif au nom de Poland pour lui rendre hommage ; il définissait sous le nom de « syndactylie de Poland » l'absence de chef sternocostal du pectoralis major associée à une syndactylie de la main homolatérale. Baudinne fut le premier à employer le terme « syndrome de Poland » en 1962 [20].



# *Rappels*

### III. RAPPELS

#### 1. Rappel embryologique

Les somites de la cage thoracique sont issus du mésoderme, elles fusionneront longitudinalement pour former des paires de barres sternales cartilagineuses (bandes, plaques). Ces dernières se déplacent progressivement vers la ligne médiane poussées par l'allongement des côtes. Finalement les deux bandes s'incorporent en « zip-like » cranio-caudalement pour former le sternum. [15]

A ce stade, il est formé d'une succession de bandes cartilagineuses appelées « sternobres »

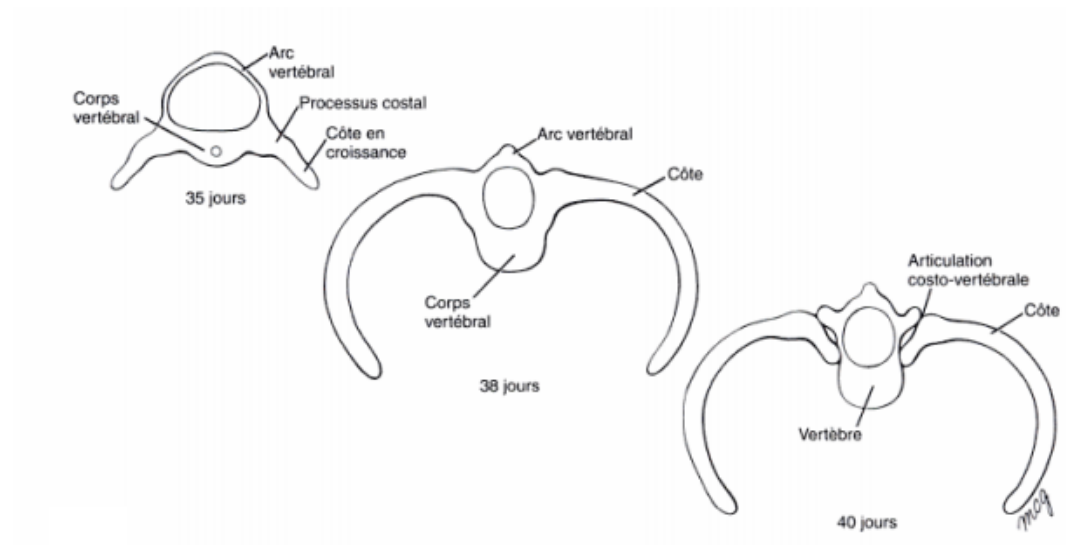
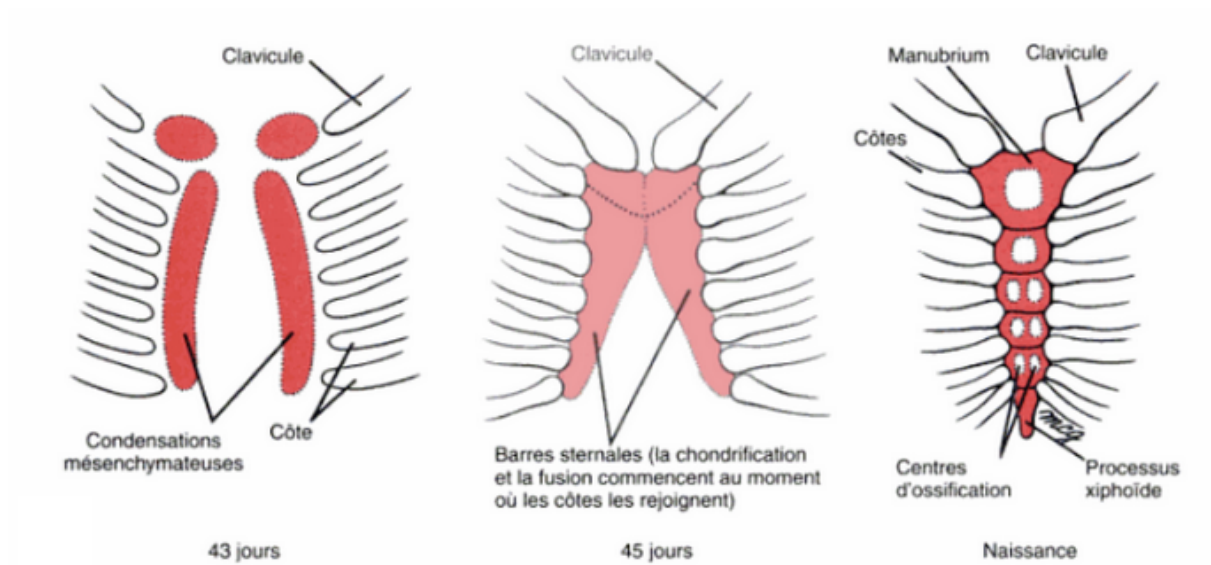


Figure 1 : Embryogenèse des côtes



**Figure 2 :** Embryogenèse du sternum

Les perturbations du développement de ce processus de fusion peuvent donner une fissure congénitale du sternum. A l'intérieur du cartilage primordial du sternum les premiers centres d'ossification auront lieu au manubrium, d'autres dans le corps du sternum s'en suivent. [15]

Habituellement, ceux de la partie supérieure sont uniques (comme dans le manubrium), alors que les autres sont disposés en pair, mais souvent asymétriquement disposés (Figure 3).

En contraste net avec leur apparence, l'union des centres d'ossification dans le corps du sternum procède de bas en haut. Une fusion incomplète sternobres entraîne la variation bien connue d'un foramen sternal (Fissura Sternicongenita). [15]

En règle générale, la synostose des centres du corps commence à la puberté et se finalise entre 20 et 25 ans. Le développement osseux au sein du xiphoïde se fait après le reste du sternum ; le reste de cette partie du sternum reste cartilagineuse. [15]

Dans l'ensemble, le nombre et la localisation des centres d'ossification dans le sternum varient considérablement en fonction de la maturation et le moment de la fusion des barres sternales susmentionnées. [15]

L'ossification des surfaces aplaties des côtes cartilagineuses commence postérieurement près de l'angle, se déplace centralement, et s'arrête quand elle arrive à un changement de la direction de la côte (Figure 2). [15]

Ces quelques aperçus rendent l'irrégularité de la croissance du cartilage costale compréhensible, entraînant une ossification de la partie inférieure du sternum. L'association des deux contribue à la formation du thorax en entonnoir ou du thorax en carène. [15]



**Figure 3** : le développement du sternum

Sternum cartilagineux d'un nourrisson : des centres d'ossification sont impair dans la moitié supérieure du corps et paire dans la moitié inférieure. Les derniers sont parfois localisés asymétriquement et n'apparaissent pas synchronisés.

## 2. Rappel anatomique

Le thorax est une région qui constitue la plus grande surface du corps humain caractérisé par sa forme et son contenu fait surtout d'organes nobles assurant les grandes fonctions vitales de l'organisme, la fonction respiratoire et circulatoire.

### I- LA PAROI THORACIQUE : [16,17,18]

La cage thoracique est un contenant semi-rigide, formée par trois parois, et on lui distingue un cadre osseux et un plan cutané-musculaire.

#### ❖ Une paroi antérieure:

Limitée en haut par une ligne horizontale passant par le bord supérieur des deux clavicules, latéralement par l'épaule et par la ligne axillaire antérieure, puis en bas par une ligne horizontale passant à deux travers de doigts au-dessous de l'appendice xiphoïde.

#### ❖ Une paroi postérieure :

Comprise entre les lignes horizontales passant par la septième vertèbre cervicale en haut et les deux douzièmes côtes en bas, et latéralement et de chaque côté la limite latérale du corps.

#### ❖ Une paroi inférieure ou diaphragme :

Qui se présente comme un voile tendu entre les éléments squelettiques qui circonscrivent l'orifice inférieur du thorax. Son rôle est similaire à celui d'un piston, avec une amplitude qui peut atteindre jusqu'à 15cm en fin d'expiration ce qui correspond au 4ème EICD antérieur (mamelon chez l'homme).

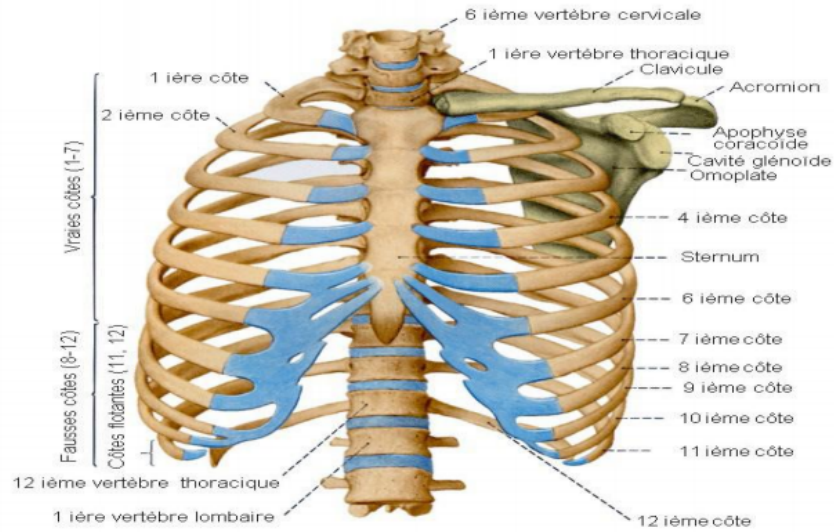
❖ Limite supérieure : **Orifice cervico-thoracique** :

Étroit, il livre passage à la trachée, l'œsophage et aux vaisseaux à destinée céphaliques et membres supérieurs.

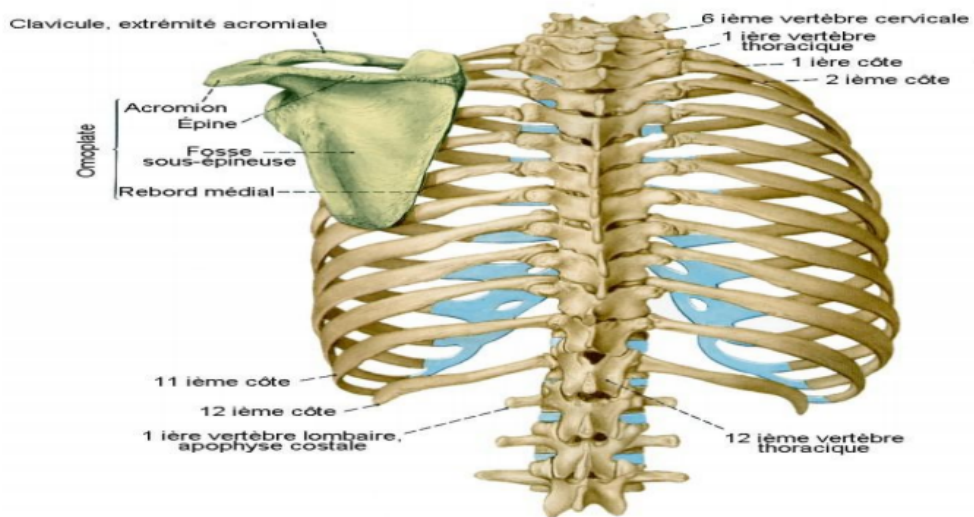
**A- LE SQUELETTE DU THORAX : [21, 22, 23, 24]**

Le thorax représente une cage ostéo-cartilagineuse constituée :

- En avant, par le sternum, avec de part et d'autre les vaisseaux mammaires internes (artère et veine) qui eux aussi n'ont aucune tendance à l'hémostase spontanée, nécessitant une hémostase chirurgicale.
- Latéralement et de chaque côté, par les douze côtes et leurs cartilages costaux,
- En arrière par la colonne vertébrale dorsale et l'omoplate.



**Figure 4:** Vue dorsale du squelette du thorax



**Figure 5 :** Vue ventrale du squelette du thorax

## **1. Les côtes :**

### **a. Classification :**

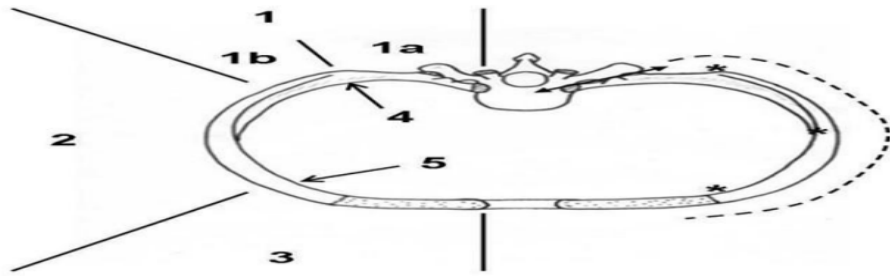
Les côtes 1 à 7 sont dites vraies ou sternales, car directement articulées au sternum. Les côtes asternales, de 8 à 12, comportent les fausses côtes, de 8 à 10, articulées indirectement au sternum via le cartilage costal sus-jacent, et les côtes flottantes, 11 et 12, dont l'extrémité médiale est libre.

### **b. L'arc postérieur :**

Exclusivement osseux, il est concave ventralement. En coupe, l'arc postérieur est cylindrique, contrairement aux arcs axillaires et antérieurs qui ont un grand axe vertical. Ce modelage est dominé par la force de traction des muscles spinaux, responsable de la station debout.

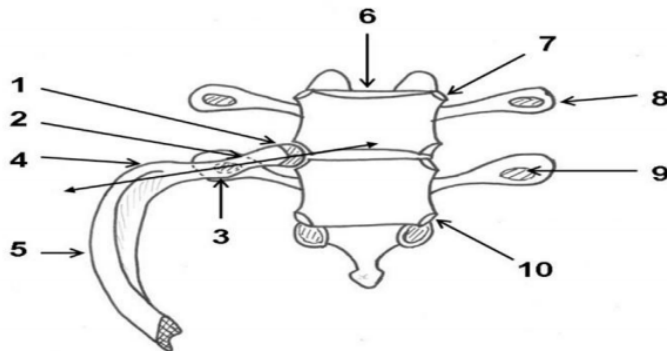
Le segment le plus médial porte deux zones articulaires, la tête et le tubercule, séparé par le col. La tête est articulée dans le dièdre formé par les corps vertébraux de la vertèbre dorsale de même niveau et du niveau sus-jacent. Le tubercule s'articule avec le processus transverse de la vertèbre dorsale de même niveau. Ce sont des articulations vraies.

L'articulation costo-vertébrale est une double arthroïdie se comportant comme une trochoïde, l'articulation costo-transversaire est de type trochoïde. Elles ne permettent donc qu'un seul degré de liberté, mais essentiel dans la mécanique respiratoire, la rotation costale, et dans une moindre mesure un mouvement de glissement.



1 : arc postérieur (a : segment médial, b : segment latéral) ; 2 : arc axillaire ; 3 : arc antérieur ;  
 4 : angle postérieur ; 5 : angle ventral ; \* : courbure de torsion ; ↔ : axe de rotation costal ;  
 : courbure d'enroulement ; - - - - cartilage costal.

**Figure 6 :** Vue ventrale des articulations costo-vertébrales et costo-transversaire d'une côte droite type



1 : tête costale ; 2 : col costal ; 3 : tubercule costal ; 4 : angle postérieur ; 5 : corps costal ; 6 :  
 vertèbre thoracique ; 7 : facette articulaire corporelle crâniale ; 8 : processus transverse ; 9 :  
 facette articulaire transversaire ; 10 : facette articulaire corporelle caudale ; ↔ : axe de  
 rotation costal.

**Figure 7 :** Vue ventrale des articulations costo-vertébrales et costo-transversaire d'une côte droite type.

### **c. L'arc axillaire :**

Il se projette en regard du creux axillaire. Il est exclusivement osseux (corps de la côte) et concave médialement. Il est facilement accessible à la palpation. À sa partie moyenne se trouve le sommet de la courbure costale, lieu préférentiel des fractures indirectes par compression antéropostérieure du thorax. Entre l'arc axillaire et antérieur se trouve le point V, ou sommet de l'angle ventral des côtes, angle plus obtus et progressif que l'angle costal postérieur. La superposition de ces angles antérieurs décrit une ligne arciforme à concavité postérieure. Ce modelage correspond à la limite de la zone d'insertion entre le grand dentelé en arrière, et les muscles obliques de l'abdomen en avant. Pour la mécanique respiratoire, il est le lieu du maximum de la torsion de la côte. Cet arc se poursuit par l'arc antérieur masqué par les muscles grands pectoraux, et par la glande mammaire chez la femme.

### **d. L'arc antérieur osseux**

En coupe, le corps costal au niveau de l'arc axillaire et antérieur, présente la morphologie costale classiquement représentée. En effet la traction verticale par les muscles intercostaux est prépondérante. Le modelage en résultant est un grand axe vertical, un bord supérieur convexe vers le haut, et un bord inférieur concave vers le bas, décrivant une gouttière protégeant le pédicule intercostal.

### **e. Variabilité intercostale**

Il existe des variations de morphologie et d'orientation en fonction du niveau costal. Les deux premières côtes sont beaucoup plus courtes et aplaties crâniocaudalement. Ce modelage particulier est dû à la traction musculaire intercostale, qui ne s'exerce non pas caudalement, mais ventralement, la côte sous-jacente ayant un rayon de courbure bien plus important.

Le col, axe de rotation costal, est certes orienté dorsalement, mais peu caudalement. Les fausses côtes, de la 8<sup>e</sup> à la 10<sup>e</sup>, se terminent d'autant plus loin du sternum que la côte est basse. La 10<sup>e</sup> n'a pas d'arc antérieur.

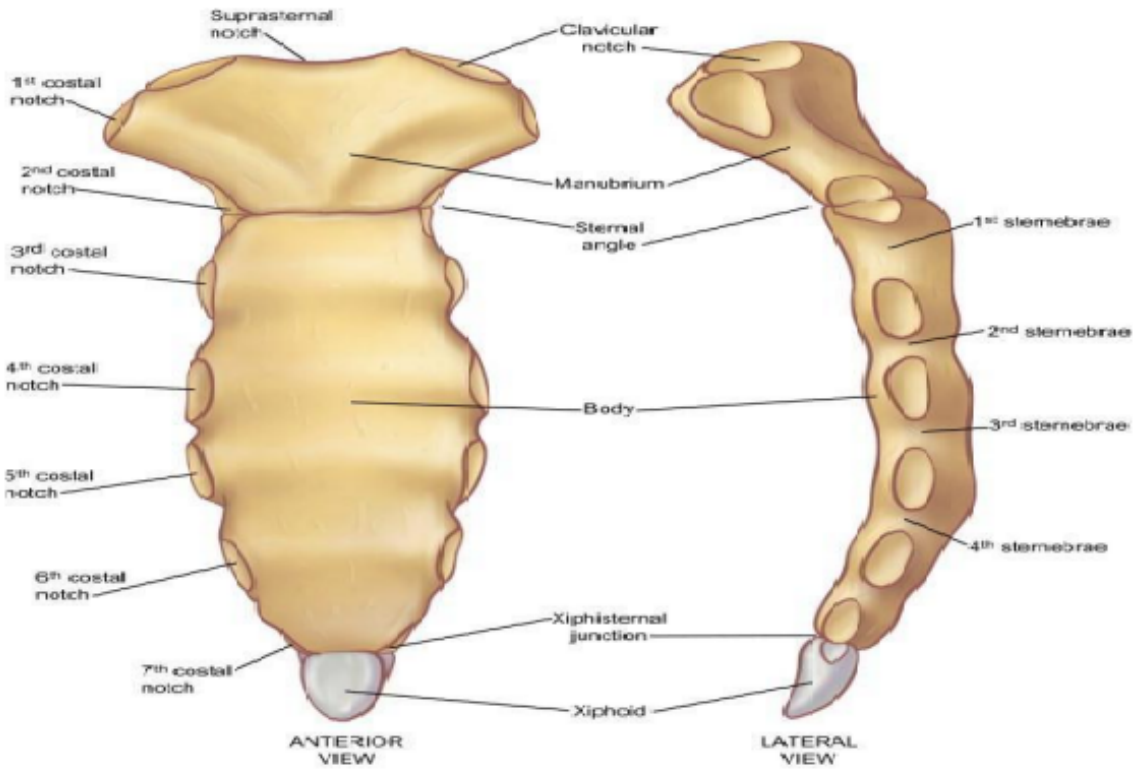
Concernant les côtes flottantes, l'arc axillaire est minime pour la 11<sup>e</sup>, inexistant pour la 12<sup>e</sup> qui ne se prolonge pas par un cartilage costal. Elles ne s'articulent qu'avec le rachis. Leur tête ne s'articule qu'avec le corps vertébral de la vertèbre thoracique de même niveau, mais surtout leur tubercule ne s'articule pas avec le processus transverse vertébral. Elles n'ont pas d'axe de rotation, et ne contribuent donc pas à la mécanique respiratoire.

## **2. Le sternum**

Cet os plat, impair, et médian, est facilement palpable de la région cervicale à la partie crâniale de l'abdomen. Il est constitué de trois pièces osseuses distinctes : le manubrium sternal, le corps du sternum et le processus xiphoïde.

Le manubrium est la pièce la plus épaisse et la plus large. Son bord crânial est concave crânialement. Cette dépression facilement palpable est appelée « incisure jugulaire ». Sur ses bords latéraux sont présents, de haut en bas, les incisures ou surfaces articulaires claviculaires, puis immédiatement au contact, celles des premières côtes. Celles des deuxième côtes sont à cheval sur le

manubrium et le corps sternal. Sur une coupe sagittale, le manubrium est oblique caudalement et ventralement. Le corps sternal étant quasiment vertical, leur articulation décrit un angle obtus ouvert vers l'arrière, l'angle sternal (environ 140 degrés).



**Figure 8 :** Sternum A : vue ventrale B : vue de profil gauche

**B- LE PLAN CUTANEO-MUSCULAIRE :** On distingue successivement de dehors en dedans :

**1- la peau.**

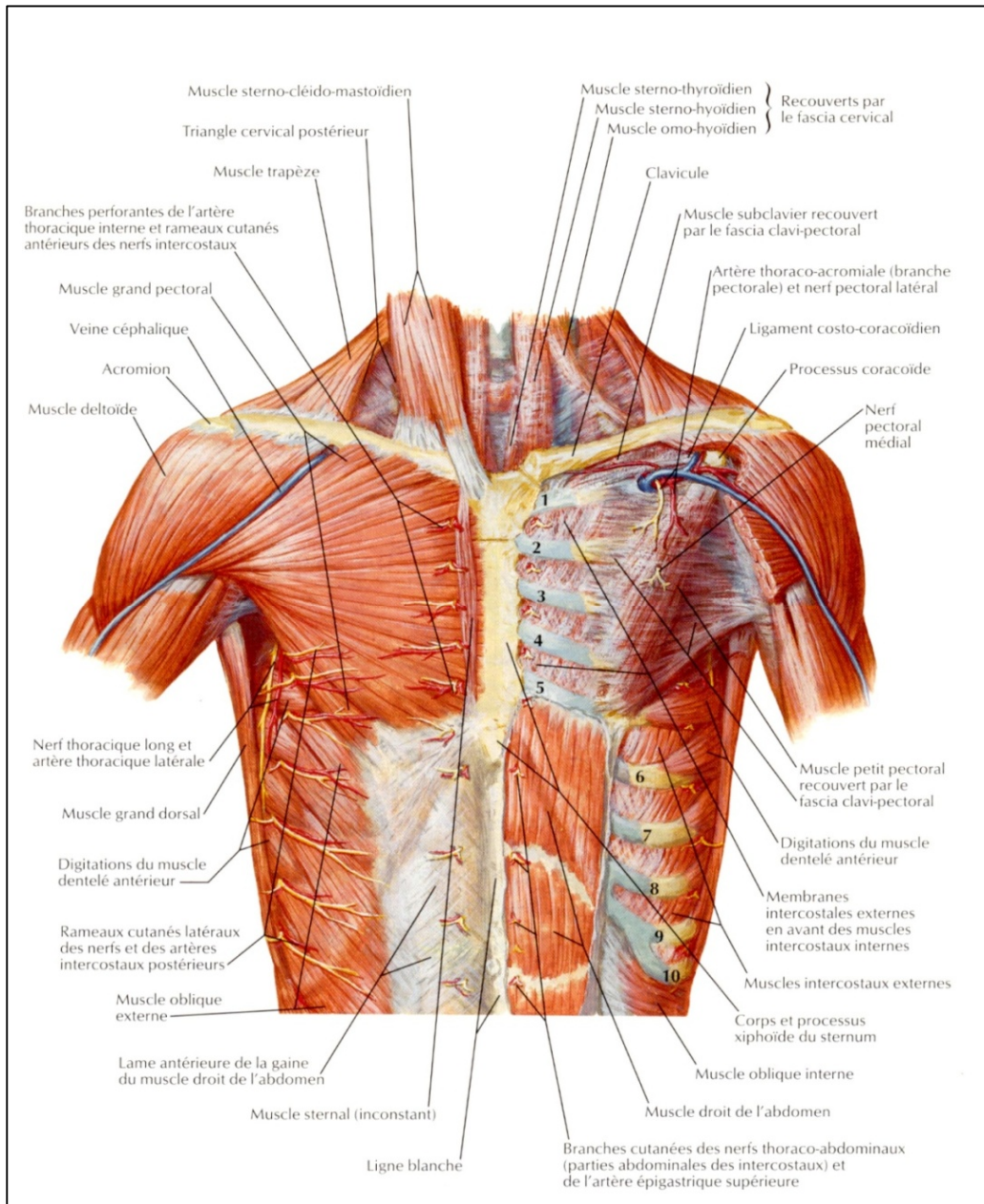
**2- Le tissu sous-cutané.**

**3- L'aponévrose.**

**4- Les plans musculaires.**

a- Les muscles de la région antérieure : Sont divisés selon leur disposition par rapport au squelette :

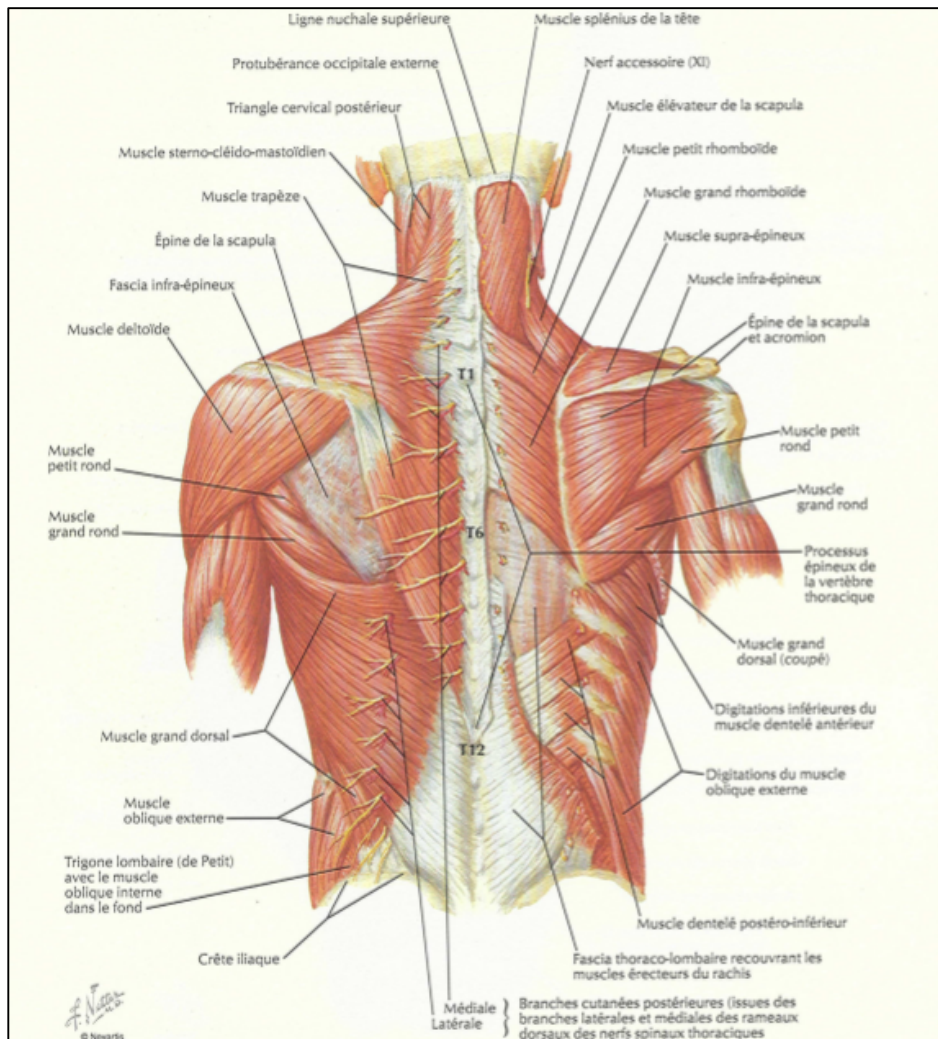
- Un groupe musculaire superficiel : Le grand pectoral, le petit pectoral, le grand dentelé, en avant et en bas (les faisceaux d'insertion du grand droit et les digitations du grand oblique).
- Un groupe musculaire profond : Représenté par le muscle triangulaire du sternum.



**Figure 9 : Paroi antérieure du thorax antérieure [4]**

b- Les muscles de la région postérieure : Sont groupés en trois plans.

- Un plan superficiel : Qui comprend le muscle grand dorsal et le muscle trapèze.
- Un plan musculaire moyen : Comprend trois muscles ; le muscle grand dentelé, le muscle petit dentelé, et le muscle rhomboïde.
- Un plan musculaire profond : Constitué par les muscles spinaux.



**Figure 10** : paroi postérieure du thorax [19]

### c- Le diaphragme :

C'est une formation musculo-aponévrotique, qui comprend un ensemble de faisceaux musculaires périphériques qui convergent vers un centre aponévrotique, appelé centre phrénique, situé à la hauteur de l'appendice xiphoïde, qui sépare deux dômes musculaires droit et gauche, ou coupoles diaphragmatiques dont la droite s'élève d'un espace et demi au-dessus de la gauche.

Les faisceaux de la portion musculaire s'éparpillent en éventail à partir du centre phrénique vers le pourtour de l'orifice inférieur du thorax. Selon leur lieu d'insertion on distingue :

- Les faisceaux sternaux : constitués de deux faisceaux ascendants, verticaux, tendus parallèlement de la base de l'appendice xiphoïde au bord antérieur du centre phrénique, séparés l'un de l'autre par un orifice médian, avasculaire, la fente de Marfan.
- Les faisceaux costaux : s'insèrent selon un axe oblique en bas et en arrière à la paroi lombaire; latéralement ces insertions se font directement sur la face interne des 6 dernières côtes, et médialement par l'intermédiaire d'arches tendineuses : les deux arcades de Sénac.
- Les faisceaux vertébraux : s'insèrent sur les vertèbres lombaires par l'intermédiaire des piliers diaphragmatiques (principaux et accessoires) et des arcades du diaphragme (l'arcade du psoas et l'arcade du carré des lombes).

Le diaphragme comporte un certain nombre d'orifices qui livrent passage à des éléments vasculaires, nerveux et digestif passant du thorax vers l'abdomen :

- L'orifice œsophagien avec les deux nerfs vagues.
- L'orifice de la veine cave inférieure et le nerf phrénique droit.
- L'orifice aortique et le canal thoracique.

d- Le plan intercostal : (Figure 5,6)

L'espace intercostal (EIC) est formé par trois plans musculaires et deux plans cellulo-fibreux, on distingue successivement :

- Le muscle intercostal externe.
- Le tissu fibro-celluleux intermusculaire externe.
- Le muscle intercostal moyen.
- Le tissu intermusculaire moyen.
- Le muscle intercostal interne.

L'espace intercostal est caractérisé par le passage d'un pédicule appelé **pédicule intercostal**, dont les éléments cheminent dans les interstices qui séparent les muscles les uns des autres. Les artères intercostales sont des vaisseaux à haute pression (naissent de l'aorte thoracique descendante) et de ce fait elles n'ont aucune tendance à l'hémostase spontanée. Ces éléments se disposent successivement au-dessous du bord inférieur de la côte supérieure de haut en bas, la veine, l'artère, puis le nerf le plus bas (Figure 6).

## **C- LA VASCULARISATION DE LA PAROI THORACIQUE : [20]**

### **1- La vascularisation artérielle :**

Les vaisseaux qui vascularisent la paroi thoracique sont représentés principalement par les artères intercostales antérieures et postérieures, qui cheminent autour de la paroi thoracique entre les côtes dans les espaces intercostaux :

#### **a- Artères intercostales postérieures :**

Les deux artères intercostales postérieures les plus hautes de chaque côté sont issues de l'artère thoracique supérieure, branche du tronc costo-cervical dans le cou qui descend dans le thorax. Le tronc costo-cervical est une branche postérieure de l'artère sous clavière. Les neuf autres paires d'artères intercostales postérieures naissent de la face postérieure de l'aorte descendante.

En plus d'avoir plusieurs branches qui vascularisent les composants de la paroi thoracique, les artères intercostales postérieures donnent des branches qui accompagnent latéralement les branches du nerf intercostal vers les régions superficielles.

#### **b- Artères intercostales antérieures :**

Les artères intercostales antérieures naissent directement ou indirectement de l'artère thoracique interne. Chaque artère thoracique interne naît comme une des branches majeures de l'artère sous clavière au niveau du cou. Elle passe en avant et au dessus du dôme cervical de la plèvre et descend verticalement à travers l'orifice cervico-thoracique ainsi que le long de la face profonde de la paroi thoracique.

Au niveau du 6ème EIC, elle se divise en deux branches terminales : l'artère épigastrique supérieure et l'artère musculo-phrénique. Les artères intercostales antérieures qui vascularisent les 6 premiers EIC sont des branches latérales de l'artère thoracique interne juste avant la naissance de l'artère musculo-phrénique. Les artères intercostales antérieures des derniers EIC naissent de l'artère musculo-phrénique.

En plus de ces branches, l'artère thoracique donne naissance à des branches perforantes qui passent directement vers l'avant entre les cartilages costaux pour vasculariser les structures externes de la paroi thoracique. Ces vaisseaux cheminent avec les rameaux cutanés des nerfs intercostaux.

## **2- Le drainage veineux :**

Le drainage veineux de la paroi thoracique est habituellement parallèle au réseau artériel. Les veines intercostales se drainent dans le système des veines azygos ou dans les veines thoraciques internes, qui sont connectées avec les veines brachiocéphaliques du cou.

## **3- Le drainage lymphatique :**

Les vaisseaux lymphatiques de la paroi thoracique se drainent principalement dans les nœuds lymphatiques associés aux artères thoraciques internes (nœuds para-sternaux), dans les nœuds situés à proximité de la tête et du col des côtes (nœuds intercostaux) et dans le diaphragme (nœuds diaphragmatiques).



*Classification  
des déformations  
de la Paroi thoracique  
antérieure*

## **IV. CLASSIFICATION DES DEFORMATIONS DE LA PAROI THORACIQUE ANTERIEURE**

### **1. Pectus excavatum/ thorax en entonnoir/ Funnel Chest : [25]**

#### **❖ Description :**

Le pectus excavatum est défini par un enfoncement du plastron sternochondrocostal à grand axe vertical le plus souvent, médian ou latéralisé [9]. Il intéresse la deuxième partie du sternum, allant de la troisième à la huitième côte. La profondeur de la dépression est plus ou moins importante. Les auvents costaux et le cartilage commun des côtes inférieures peuvent être surélevés, majorant ainsi la profondeur de la dépression. Il peut être symétrique ou asymétrique.

En cas d'asymétrie, la déformation est le plus fréquemment latéralisée à droite et s'associe à une rotation sternale.

Le fond de la déformation correspond au corps sternal et à l'articulation corpo-xiphoïdienne. La berge craniale correspond à l'articulation entre manubrium et corps sternal. La berge caudale correspond à la paroi abdominale antérieure. Les deux berges latérales sont plus ou moins écartées, atteignant et/ou dépassant la ligne mamelonnaire.

### ❖ Classification de Chin : [25]

La classification de Chin est la plus communément utilisée. Il s'agit d'une description clinique qui classe la malformation en trois types :

- **Type 1** : la dépression est marquée, profonde, médiane et symétrique. Elle concerne plutôt les 4e à 7e cartilages costaux. C'est le type de malformation le plus fréquent (figure 11.1) ;
- **Type 2** : la dépression est moins marquée, plus diffuse : elle dépasse latéralement la ligne mamelonnaire. La malformation débute généralement plus haut que le type 1, soit à partir des 2e ou 3e cartilages costaux. Elle reste symétrique (figure 11.2) ;
- **Type 3** : la déformation est unilatérale et asymétrique. L'enfoncement de la cage thoracique est dans la majorité des cas latéralisé à droite, associé à une rotation sternale (figure 11).



a | b

**Figure 1** : Homme présentant un pectus excavatum type 1 : vues de face (a) et trois quarts gauche (b). [1]



a | b

**Figure 2** : Femme présentant un pectus excavatum type 2 :  
vues de face (a) et trois quarts droit (b). [1]



a | b

**Figure 3** : Femme présentant un pectus excavatum type 3,  
latéralisé à droite : vues de face (a) et trois quarts gauche (b). [1]

## 2. Pectus carinatum/ thorax en carène : [26]

### ❖ Description :

La déformation est parfois appelée « Keel Chest » ou « Pectus elevatum ». Le manubrium est correctement orienté et le corps sternal est dans sa continuité, formant ainsi un éperon ou « carène ». L'appendice xiphoïdienne peut être dans le même axe ou incurvé en arrière.

### ❖ Pectus carinatum, forme standard et symétrique ( Figure 4)

Atteinte des 3<sup>o</sup> aux 7<sup>o</sup> cartilages.

### ❖ Pectus carinatum, forme extensive et symétrique

Atteinte des 2<sup>o</sup> aux 7<sup>o</sup> cartilages, voire des 8<sup>o</sup>.

Forme rare, elle est caractérisé par une protrusion diffuse, en arc de cercle du sternum.



A | B

**Figure 4 :** Pectus carinatum, forme standard et symétrique [26]

A : Face B: Profil

Pectus carinatum, formes asymétriques : (Figure 5)

Elles sont moins fréquentes, il n'y a pas de réelle protrusion du sternum qui est simplement tourné sur son axe.



A|B

**Figure 5** : Pectus carinatum, forme standard et asymétrique [26]

A : Face B: Profil

### 3. Pectus arcuatum /Pigeon Breast

#### ❖ Description :

Malformation congénitale de la paroi thoracique antérieure soulevant vers l'avant et dans le sens transversal la partie haute du sternum à la jonction manubriosternale et le 2<sup>ème</sup>, le 3<sup>ème</sup> et souvent le 4<sup>ème</sup> arc costal.

L'arc ainsi formé, à concavité inférieure a donné son nom à la déformation. Le sternum est mal formé, très élargi et court avec disparition précoce de sa segmentation; la déformation peut être asymétrique. L'arc formé par la saillie de la partie haute du sternum et les cartilages costaux adjacents limite un creux médian qui a été décrit sous le nom de cuvette sternale; quand celle-ci est profonde. [27]

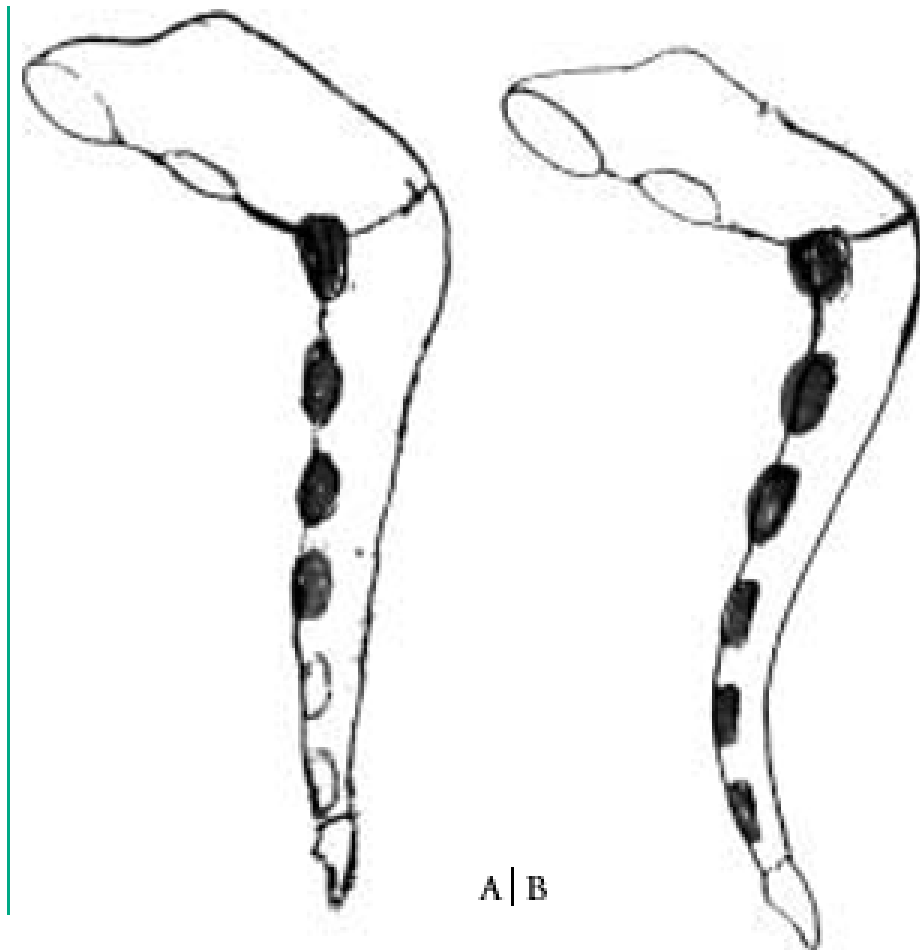
#### ❖ Anatomopathologie : [26]

a/ Pectus arcuatum : Atteinte des 2° aux 4°, voire 5° cartilages (Figure 6 a)

C'est une malformation rare, caractérisée par une protrusion manubriosternale avec fermeture de l'angle de Louis. Le sternum est court et trapu.

b/ Pectus arcuatum avec cuvette sous jacente : Atteinte des 2° aux 7° cartilages (Figure 6 b)

L'excès de longueur des cartilages supérieurs déterminent une protrusion manubriosternale et celui des cartilages inférieurs, une dépression sous-jacente. Cette forme peut-être confondue cliniquement avec un PE.



**Figure 6 : A : Pectus arcuatum B : Pectus arcuatum avec cuvette sous-jacente [26]**

## **4. Syndrome de Poland : [28]**

### **❖ Description :**

Le syndrome de Poland est défini par deux anomalies : l'hypoplasie du muscle pectoralis major et la malformation de la main homolatérale. Les malformations peuvent être extrêmement variables mais ont toujours en commun l'agénésie des faisceaux sternocostaux du pectoralis major. On parle de syndrome de Poland dès que la malformation princeps, c'est-à-dire l'hypoplasie du muscle pectoralis major est présente.

Description des anomalies :

#### **a/ Anomalies de la paroi thoracique :**

##### **➤ Anomalies musculaires :**

L'anomalie principale et constante est l'agénésie des chefs sternocostaux du pectoralis major. Cette anomalie se traduit cliniquement par une dépression infraclaviculaire et une absence de pilier axillaire antérieur.

Les autres anomalies musculaires, inconstantes et variables, pouvant être observées sont : l'hypoplasie ou l'agénésie du pectoralis minor, du serratus anterior, du latissimus dorsi, des muscles intercostaux.

##### **➤ Anomalies ostéocartilagineuses :**

Les anomalies costales sont à type d'hypoplasie ou d'aplasie. Une classification des anomalies sternocostales a été proposée par Glicenstein en 2001 (Figure 7). Elle comporte trois stades allant de la simple hypoplasie costale sans dépression jusqu'à l'aplasie de plusieurs côtes (2e et 5e arcs antérieurs) avec rotation du sternum.

Il n'existe pas de répercussion fonctionnelle sur le plan pulmonaire.

<b>Stade I</b>	Hypoplasie des côtes sans dépression
<b>Stade II</b>	Dépression de la paroi thoracique du côté atteint, isolée ou associée à une rotation et dépression du sternum, et à une saillie en carène de l'autre hémithorax
<b>Stade III</b>	Aplasia costale atteignant une ou plusieurs côtes (2 <sup>e</sup> et 5 <sup>e</sup> arcs antérieurs) avec rotation du sternum. Il existe parfois une hernie pulmonaire

**Figure 7 :** Classification Glicenstein des anomalies ostéo-cartilagineuse dans le syndrome de Poland [28]

### **Malformations thoraciques associées :**

On décrit l'existence de pectus excavatum.

L'absence des insertions costales des muscles pectoraux provoquerait au cours de la croissance l'absence de développement du relief costal et l'enfoncement de la cage thoracique. Il s'agit le plus souvent de pectus asymétriques.

La déformation en carène du thorax a également été observée.

### **b/ Anomalies cutanéoglandulaires**

#### **➤ Anomalies cutanées :**

La peau est souvent fine, avec des adhérences importantes entre le derme et la paroi thoracique.

On observe également chez l'homme des troubles de la pilosité. Il peut exister une bride axillaire.

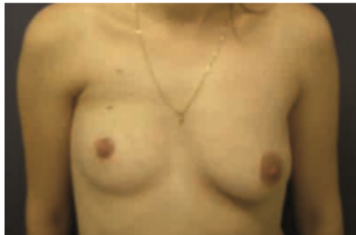



➤ **Anomalies glandulaires :**


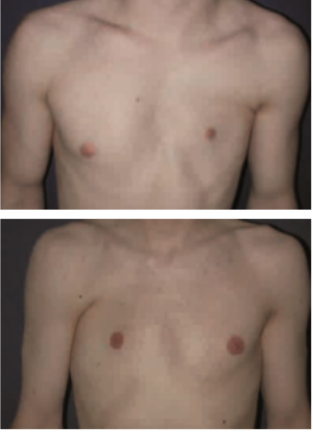

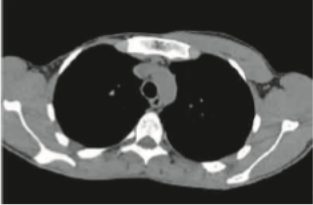
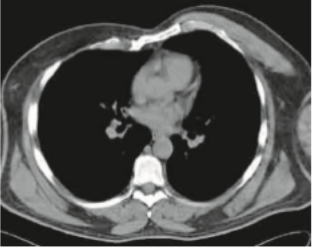
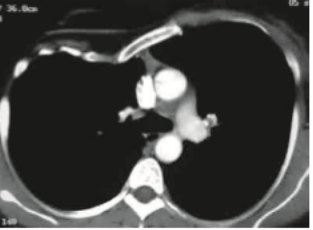

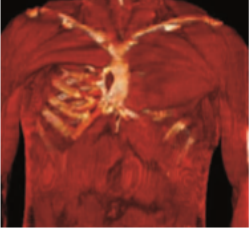

La glande mammaire est hypoplasique ou aplasique.

On retrouve chez la femme une asymétrie mammaire, qui se révèle à la puberté, et qui est le principal motif de consultation. Des anomalies de position sont retrouvées : le sein est plus haut, plus externe. La plaque aréolomamelonnaire est souvent dyschromique, hypoplasique et dystopique (plus haute et plus latérale).

**Classification des lésions thoracomammaires :**

Foucras et al. ont proposé en 2001 une classification des formes thoracomammaires en trois stades de gravité croissante.

Stade	I	II	III
Définition	Malformation mineure avec hypoplasie musculaire du pectoralis major	Malformation modérée avec aplasie importante du pectoralis major	Malformation sévère avec aplasie musculaire complète Aplasies costales, déformation sternale
Chez la femme	Hypoplasie mammaire modérée 	Asymétrie mammaire importante avec malformation costale éventuelle  	Aplasie mammaire 

Chez l'homme	<p data-bbox="352 371 608 398">Asymétrie discrète du thorax</p> 	<p data-bbox="692 371 948 398">Asymétrie marquée du thorax</p> 	<p data-bbox="1032 371 1287 398">Asymétrie majeure du thorax</p> 
Coupe horizontale de scanner thoracique			
Reconstruction tridimensionnelle			

**Figure 8** : Classification de Foucras illustrée chez l'homme et la femme. [28]

– **Stade I** : malformation mineure avec hypoplasie musculaire du pectoralis major. Chez la femme, l'hypoplasie mammaire est modérée. On est en présence d'une asymétrie discrète du thorax chez l'homme, et d'une asymétrie mammaire chez la femme.

– **Stade II** : malformation modérée avec aplasie importante du pectoralis major, asymétrie mammaire importante chez la femme avec malformation costale modérée éventuelle. Il y a une asymétrie marquée du thorax.

– **Stade III** : malformation sévère avec aplasie mammaire et musculaire complète, autres aplasies musculaires associées, malformation thoracique majeure avec aplasies costales, déformation sternale. Il existe une asymétrie majeure du thorax.

#### **c/ Anomalies des membres supérieures :**

Les anomalies du membre supérieur ne font pas l'objet de ce chapitre, mais elles doivent être connues pour être recherchées devant toute asymétrie mammaire.

Elles comportent :

- une hypoplasie du bras ou de l'avant-bras, parfois une hypoplasie globale du membre supérieur ;
- des anomalies de la main : la malformation principale est la brachymésophalangie. Une syndactylie (partielle, épargnant le pouce et laissant libre la troisième phalange) peut être présente.

Des malformations plus sévères ont été décrites dans le cadre du syndrome de Poland : main en mitaine, ectrodactylie (main en « pince de homard », phalanges delta, hypoplasie ou absence des métacarpiens, camptodactylie, etc.

Enfin, le syndrome de Poland peut s'associer à de nombreuses anomalies ou autres malformations de façon sporadique (leucémie aiguë, scoliose, pieds bots, hypospadias, agénésie rénale, dextrocardie, etc.)

## **5. Fente sternale/ Bifidité sternle/ Cleft Sternum :**

### **❖ Description : [29]**

La fente sternale est encore appelée sternum bifide, bifidité sternale ou fissure du sternum. Cette malformation est définie comme une séparation partielle ou complète des deux pièces sternales latérales. Embryologiquement, elle est le résultat d'un défaut de fusion des deux bandes longitudinales de mésenchyme sur la ligne médiane, à l'origine de la formation du sternum, au cours des trois premiers mois de la vie embryonnaire.

Cette malformation prédomine chez la fille et s'accompagne souvent d'autres anomalies : hémangiome facial, diastasis des grands droits, hernie ombilicale ou omphalocèle.

### **❖ Anatomopathologie : [29]**

#### **a / Fentes sternales supérieures :**

Elles constituent la malformation la plus fréquente. Le defect sternal, en forme de U ou de V, intéresse le manubrium et la moitié supérieure du corps sternal, jusqu'au niveau des quatrièmes espaces intercostaux.

À son niveau, il existe des phénomènes de respiration paradoxale et l'on perçoit parfois les battements cardiaques.

**b/ Fente sternale subtotale :**

Le defect sternal, en forme de V à angle aigu, intéresse le manubrium et la majorité du corps sternal.

**c/ Fente sternale totale :**

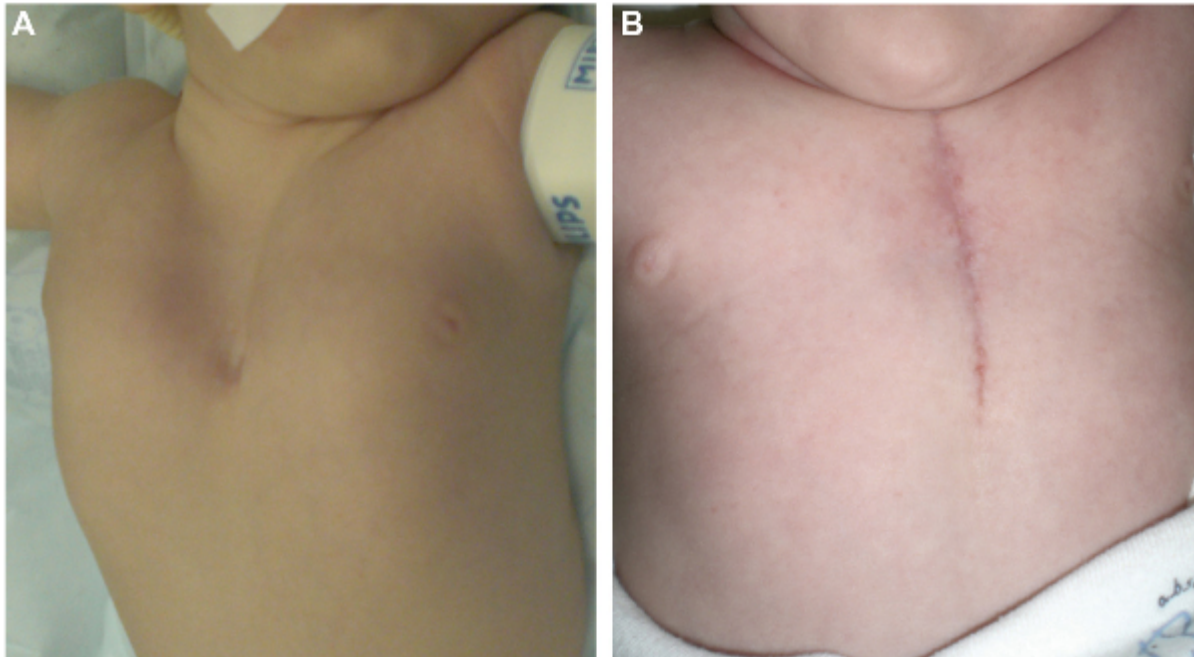
Elle est beaucoup plus rare et s'accompagne d'un diastasis des grands droits. Cette anomalie peut être confondue avec une agénésie du sternum.

**d/ Fente sternale inférieure :**

Elle constitue un des éléments de la Pentalogie de Cantrell.

C'est une bifidité sternale inférieure affectant l'appendice xiphoïde et l'extrémité inférieure du corps sternal, qui s'accompagne de malformations par agénésie de l'ébauche diaphragmatique antérieure (septum transversum) : defect diaphragmatique antérieur, agénésie du péricarde et communication péricardo-péritonéale. Il existe enfin des malformations cardiaques d'aspects variés.

Les autres anomalies sternales sont exceptionnelles : defect sternal à sa partie moyenne et fusion aux deux extrémités ou agénésie.



**Figure 9** : Fente sternale. A : Aspect clinique, fente de la partie supérieure du sternum chez un nourrisson de 1 mois. B : Aspect postopératoire. [30]

## 6. Syndrome de Jeune :

### ❖ Description : [29]

C'est une dystrophie thoracique asphyxiante, décrite pour la première fois par Jeune en 1954. Cette maladie congénitale associe des anomalies de la cage thoracique, du pelvis et des phalanges. Les enfants atteints ont une polychondrodystrophie, caractérisée par des côtes courtes et horizontales (Figure 10). Les cartilages sont hypertrophiés et irréguliers, notamment à la jonction chondrosternale.



**Figure 10** : Syndrome de Jeune. [5]

Radiographie standard : côtes courtes et horizontales.

❖ **Clinique** : [29]

Sur le plan morphologique, le thorax est étroit dans ses deux diamètres, avec un aspect en « cloche », qui contraste avec l'aspect globuleux de l'abdomen. Les mouvements respiratoires sont très limités et la respiration essentiellement diaphragmatique. La gravité de l'affection est variable.

Dans les formes les plus sévères, l'affection est fatale en période périnatale, dans un tableau de défaillance respiratoire.

Dans les formes moyennes, cette évolution péjorative se produit dans la première année.

Dans les formes les moins sévères, une survie prolongée est possible.

## **7. Malformations diverses : [29]**

### **7.1. Malformations des cartilages costaux :**

#### **❖ Hypertrophies localisées :**

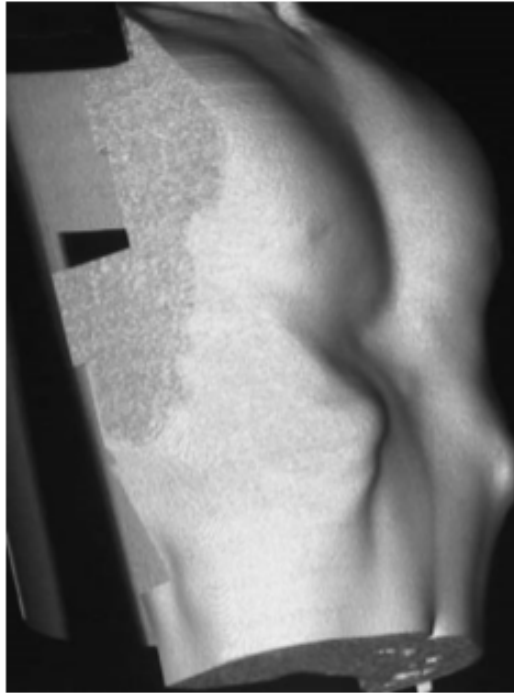
Certains patients présentent des hypertrophies localisées d'un ou de deux cartilages costaux, à l'origine d'une voussure localisée, sans déformation sternale. La tuméfaction cliniquement visible et palpable peut être prise pour une tumeur.

#### **❖ Incurvations postérieures :**

C'est une modalité particulière d'hypertrophie en longueur : l'excès de croissance qui se produit préférentiellement à la partie postérieure des cartilages inférieurs est à l'origine de leur incurvation. Les cartilages atteints sont le plus souvent inférieurs, déterminant une dépression basi-thoracique uni- ou bilatérale ou sillons de Harrison.

Parfois l'hypertrophie des cartilages intéresse les deux rebords costaux déterminant un aspect de « Flaring ribs » (Figure 11).

Elles sont isolées ou associées au PE ou au PC. Exceptionnellement, c'est toute la hauteur de l'hémithorax droit qui est atteinte.



**Figure 11** : Aspect en « Flaring Ribs ». [5]

## **7.2. Malformations des côtes :**

L'aplasie de l'arc antérieur des côtes est un des éléments du syndrome de Poland.

Des aplasies de l'arc postérieur des côtes ont également été décrites, avec aplasie des hémivertèbres correspondantes. Elles sont à l'origine de scolioses sévères.

Dans les formes étendues, malgré la présence de l'omoplate, le defect pariétal postérieur est le siège de phénomènes de respiration paradoxale, à l'origine de pneumopathies à répétition.

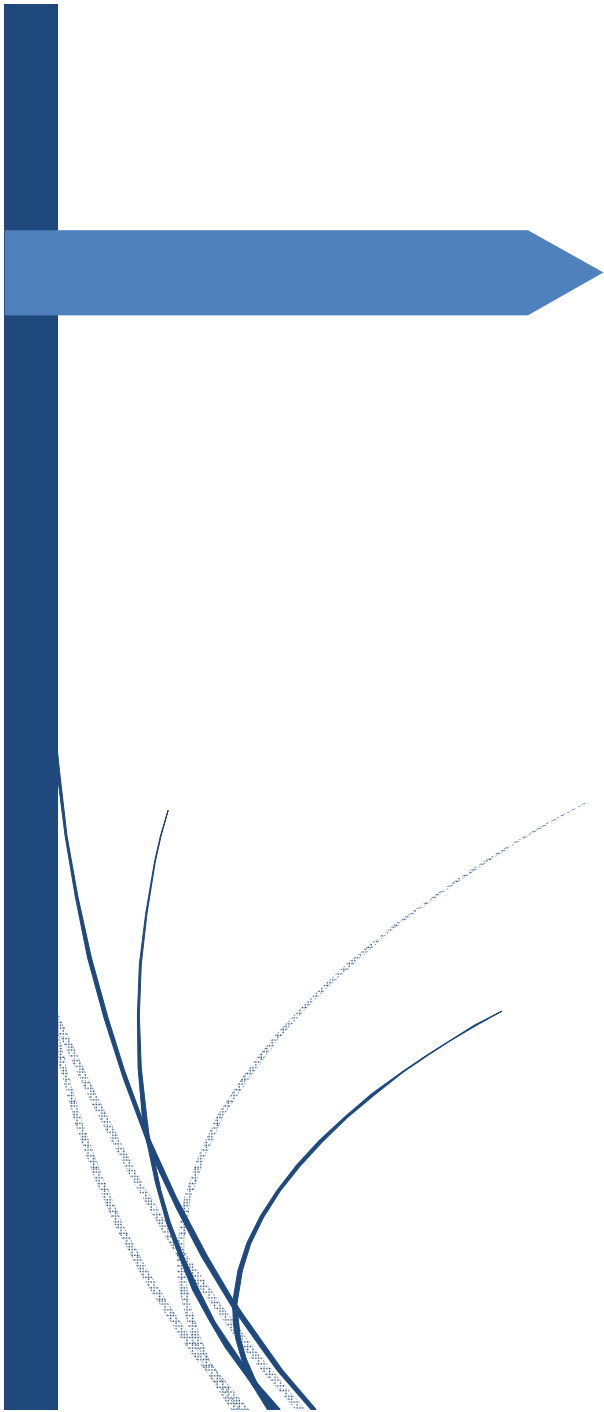
Signalons enfin la possibilité de synostoses costales ou de bifidité de l'extrémité antérieure des côtes, qui constituent de simples curiosités anatomiques.

## 8. Autres :

Il existe d'autres anomalies de la paroi thoracique antérieure pouvant intéresser d'autres structures comme la clavicule. Ces anomalies sont généralement traitées par les chirurgiens orthopédiques.

<b>Type I: cartilagineous</b>	Pectus excavatum (PE) Pectus carinatum (PC) type 1 True PC type 2	
<b>Type II: costal</b>	Simple (1 or 2 ribs)  Complex (3 or more ribs) Syndromic (always complex)	} agenesis, hypoplasia, sovranumerary, bifid, fused, dysmorphic, rare (always complexes)  Jeune, Jarcho-Levin, Cerebrocostomandibular, others
<b>Type III: condro-costal</b>	Poland Syndrome	
<b>Type IV: sternal</b>	Sternal cleft (with or without ectopia cordis) Currarino Silverman Syndrome	
<b>Type V: clavicle-scapular</b>	Clavicular	Simple or Syndromic
	Scapular Combined	Simple or Syndromic

**Figure 12 :** La classification d'Acastello des déformations de la paroi thoracique antérieure [31]



## *Matériels et méthodes*

## **V. MATERIELS ET METHODES**

### **1. Description de l'étude :**

Il s'agit d'une étude rétrospective étalée sur 4 ans, du 2012 à 2016, concernant seize patients pris en charge pour une déformation congénitale de la paroi thoracique antérieure au service de chirurgie thoracique du Centre Hospitalier Universitaire Ibn Sina de Rabat.

### **2. Mode de recueil des données :**

Les données ont été recueillies à partir des dossiers cliniques des patients et des comptes rendus opératoires.

Pour uniformiser la récolte des informations, chaque dossier a fait l'objet d'une fiche type exploitant les données épidémiologiques, cliniques, échographique, exploration fonctionnelle respiratoire, radiologiques, ainsi que la prise en charge chirurgicale et les suites postopératoires.

La fiche d'exploitation est ci-jointe

# FICHE D'EXPLOITATION

## **1) Identité :**

Nom : .....

Prénom : .....

Age : .....

Sexe : .....

N° d'entrée : .....

N° d'ordre : .....

N° du CRO : .....

## **2) Antécédents :**

a/Généraux :

Tuberculose :  HTA :  Diabète :

b/Personnels :

Cas similaire dans la famille :

Autres : .....

## **3) Signes cliniques :**

a/ Signes généraux :

Aspect marfanoïde :  Troubles visuels :

Autres : .....

b/Signes cardiovasculaires :

Douleurs thoraciques :  Tachycardie :  Palpitations :

c/ Signes respiratoires :

Dyspnée :  Asthme :

Infections respiratoires :  Intolérance à l'effort :

Autres : .....

**4) Explorations cardio-respiratoires:**

Echographie cardiaque:  Spirométrie :

Autres : .....

**5) Radiologie :**

Radio de thorax : Face et profil : .....

TDM Thoracique : injectée  reconstructions:

.....

Autres : .....

**6) PEC Thérapeutique :**

a/Technique :

-Voie d'abord .....

-Geste.....

b/Suites opératoires immédiates:

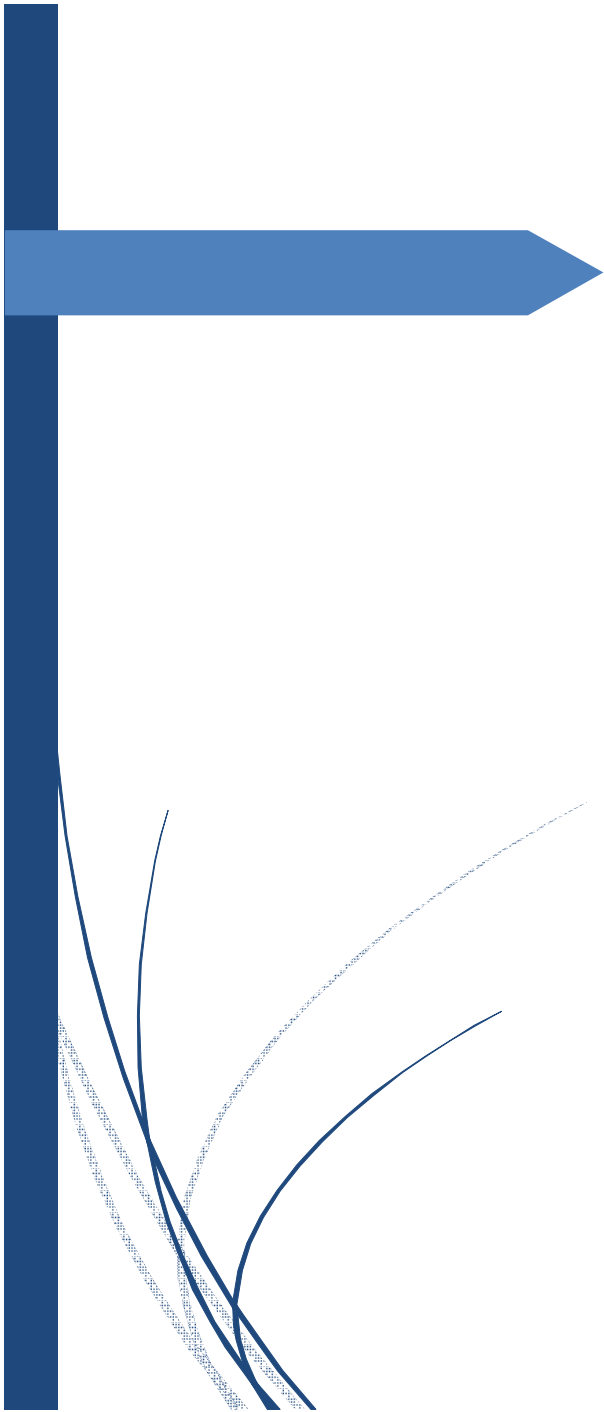
Décès .....

Complication.....

c/Satisfaction:

Excellent :  Insatisfait:

Moyen :  Récidive :



## *Résultats*

## VI. RESULTATS

### 1. Epidémiologie :

#### a. Fréquence :

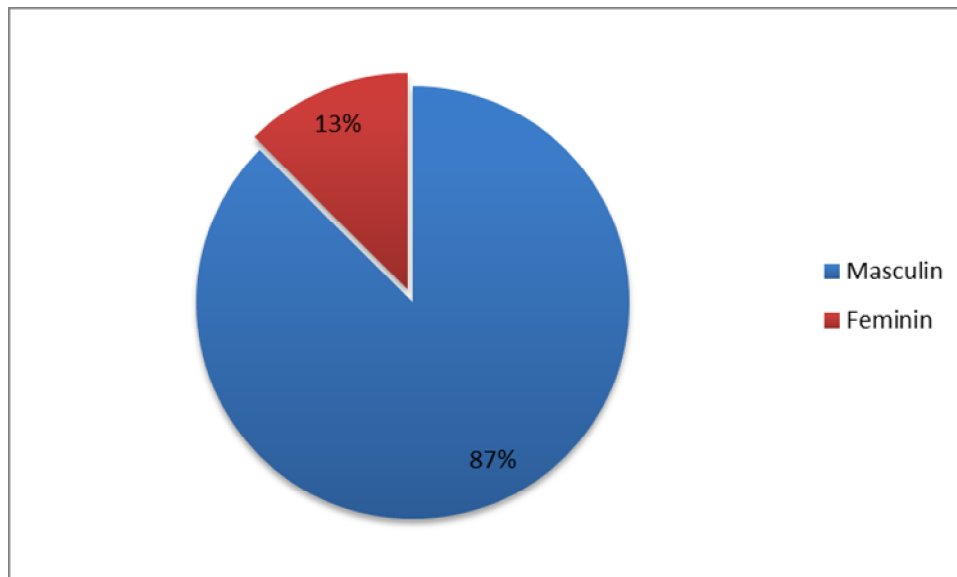
Durant la période d'étude de 2012 à 2016, 16 cas ont été répertoriés au sein de notre service.

#### b. Age :

L'âge moyen de nos patients est de  $20,62 \pm 4,73$  ans, avec des extrêmes allant de 16 à 26 ans.

#### c. Sexe :

Il a été noté une prédominance masculine de 87%, il y avait 14 hommes et 2 femmes.



**Graphique 1 :** Répartition de cas selon le sexe

## **2. Méthodes diagnostiques :**

### **a. Antécédents :**

#### **❖ Antécédents généraux :**

Concernant les antécédents, l'asthme est le plus fréquent chez nos patients (4 cas), suivie respectivement par les troubles visuelles (2 cas), les hernies ombilicales ou inguinales (2 cas), puis végétations adénoïdes (1 cas).

#### **❖ Antécédents familiaux :**

On note aussi la présence de cas similaires dans la fratrie chez 2 patients de notre série de cas.

### **b. Clinique :**

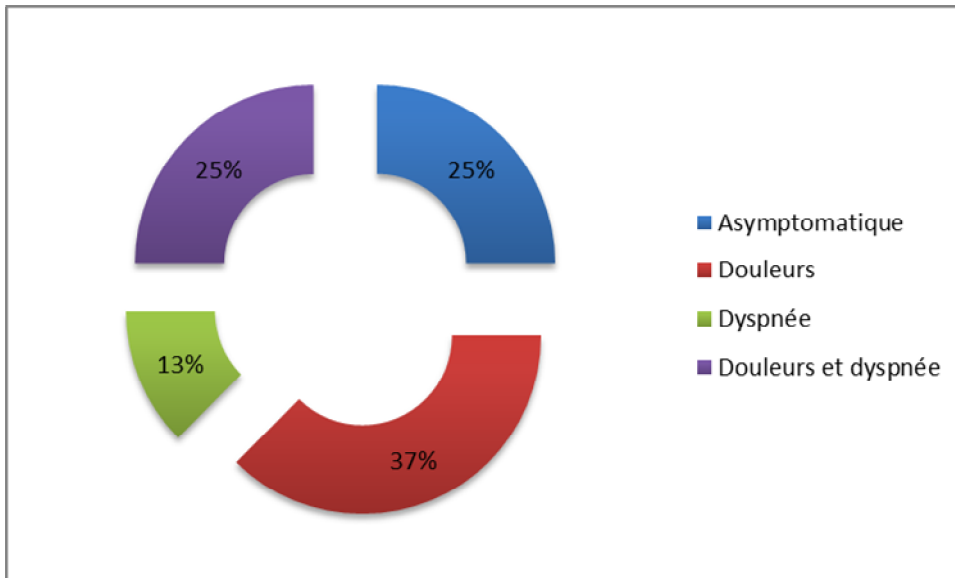
#### **❖ Age de début :**

La déformation a débuté chez nos patients à un âge qui varie entre 7 et 15 ans, avec une moyenne de  $12,50 \pm 2,25$  ans.

#### **❖ Signes fonctionnels :**

La douleur thoracique a été le principal signe fonctionnel dans 6 cas, soit 37%.

Quatre patients étaient totalement asymptomatiques soit 25%, ainsi que quatre autres qui présentaient de la dyspnée seule soit 25 %, suivie de deux patients qui présentaient une douleur accompagnée d'une dyspnée soit 13%.



**Graphique 2 : Fréquence des signes fonctionnels**

❖ **Examen clinique :**

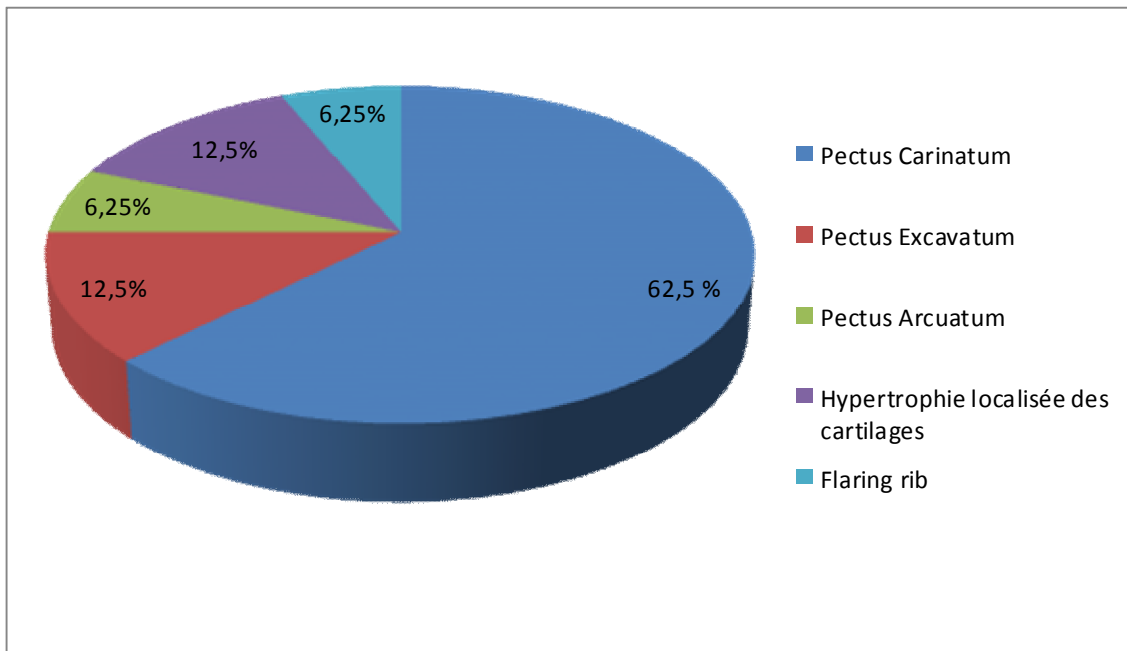
Lors de nos examens cliniques, on a noté la présence d'un aspect marfanoïde chez 2 patients de notre série de cas. On a retrouvé la déformation thoracique avec une taille supérieure à la normale et une hyperflexibilité articulaire.

L'un des deux patients présentait des troubles visuels.

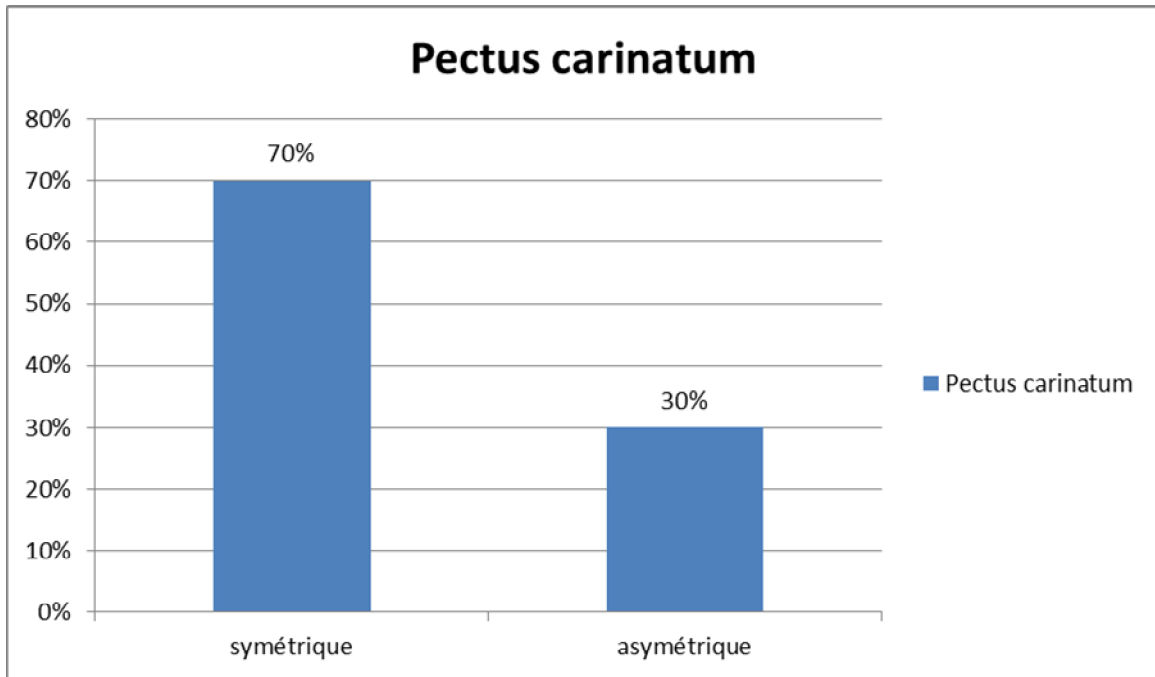
### ❖ Type de déformation :

Notre série de cas a été marquée par une prédominance du pectus carinatum chez 10 patients soit 62,5 %, dont 7 sont symétriques et 3 autres asymétriques.

On note la présence de pectus excavatum chez 2 patients soit 12,5%. De même pour l'hypertrophie localisée des cartilages, on retrouve chez 2 patients soit 12,5%. Suivi du pectus arcuatum, qu'on retrouve chez un seul patient soit 6,25% et aussi Flaring rib qui a été retrouvé chez un seul de nos patients.



**Graphique 3 :** Répartition de types de déformation



**Graphique 4 :** Répartition des différentes formes du pectus carinatum



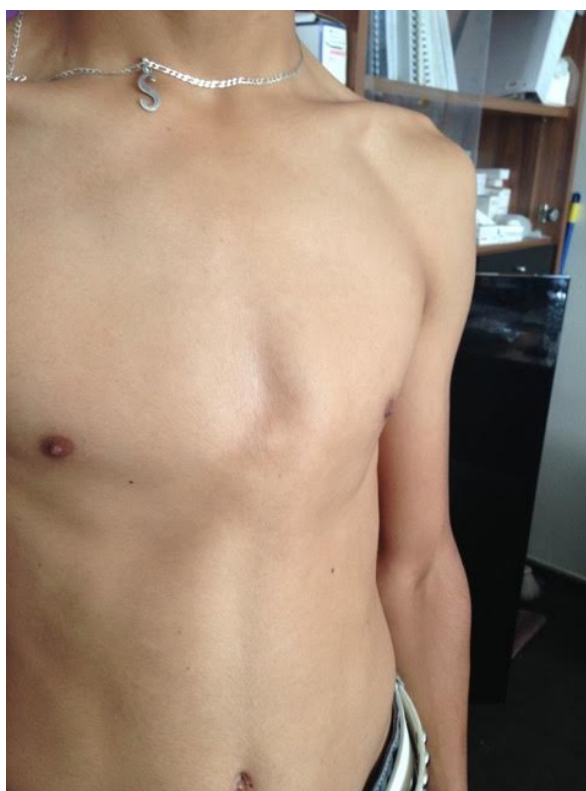
**Figure 1 :** Patient présentant un pectus arcuatum



**Figure 2 :** Patient présentant un pectus carinatum asymétrique



**Figure 3 :** Patient présentant un pectus carinatum symétrique



**Figure 4 :** Patient présentant un pectus carinatum asymétrique plus accentué à gauche

### 3. Bilan préopératoire :

#### a. Radiographie standard du thorax :

Tous les patients de notre étude ont bénéficié d'une radiographie thoracique de face et de profil préopératoire, Actuellement, l'accès à l'imagerie tomodensitométrique a permis une évaluation plus fine et plus précise de la malformation pariétale.



**Figure 5 :** Déviation de la silhouette cardiaque chez un patient ayant un pectus excavatum

### **b. Tomodensitométrie thoracique :**

La tomodensitométrie thoracique est l'examen para clinique clé. L'ensemble des patients de notre série ont bénéficié de cet examen.

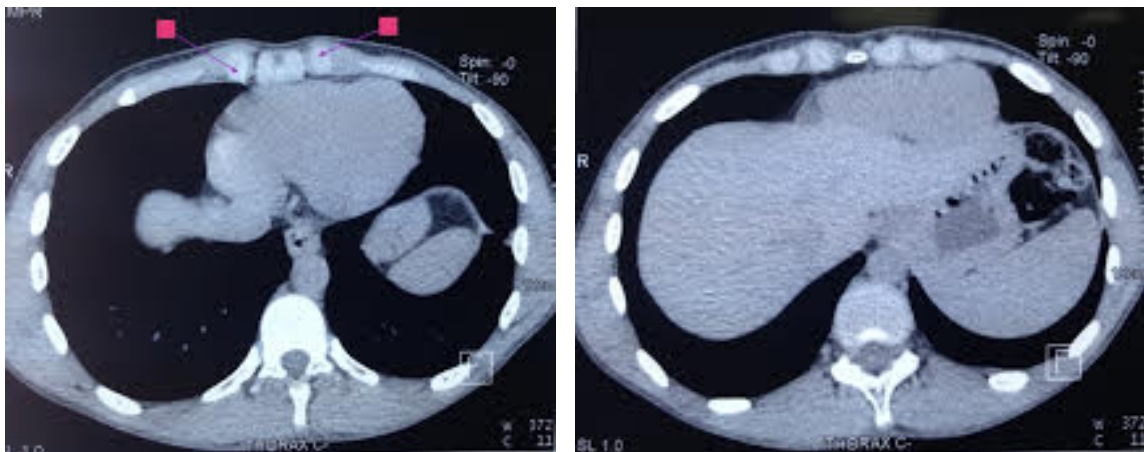
On visualisé les hypertrophies cartilagineuses.

Dans les pectus excavatum, on a évalué le degré de la déformation, par le calcul de l'indice de Haller.

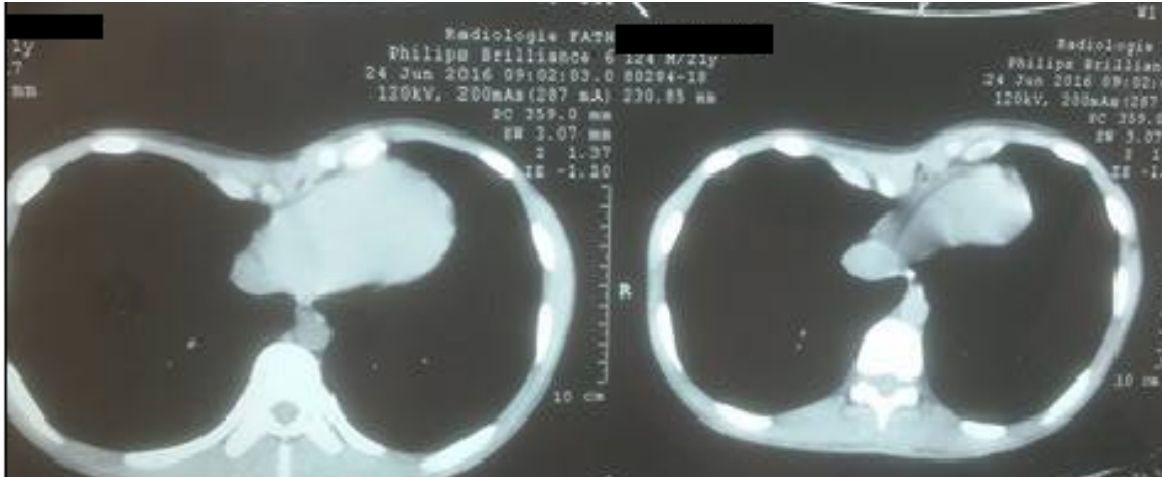
Chez un patient ayant un arcuatum, on a retrouvé la soudure de l'angle de lous.

Un chevauchement des sternèbres dans un cas a été noté.

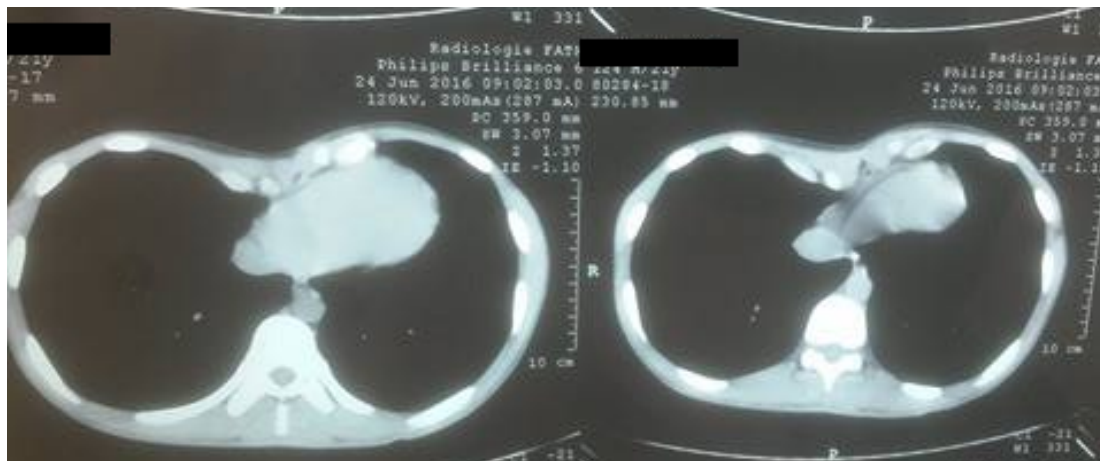
On ne note aucun cas d'anévrisme de l'aorte ascendante.



**Figure 6 :** Images scanographiques montrant une hypertrophie des cartilages communs chez la patient ayant Flaring ribs



**Figure 7 :** Images scanographiques chez un patient avec un pectus excavatum montrant des hypertrophies cartilagineuses



**Figure 8 :** Images scanographiques d'un patient avec pectus excavatum montrant une compression du ventricule droit



**Figure 9 :** Reconstruction 3d à partir d'acquisition TDM  
chez un patient présentant un pectus excavatum

### **c. Echographie cardiaque :**

Cette exploration permet de rechercher les anomalies cardiaques congénitales.

On a retrouvé une ectasie de l'aorte thoracique ascendante et une compression du ventricule droit chez un cas de pectus excavatum.

### **d. Spirométrie :**

L'ensemble des patients de notre étude ont bénéficié de la spirométrie.

On a retrouvé un volume expiratoire maximal par second (VEMS) fluctuant d'un patient à un autre, de 72% à 103%, avec une moyenne de 89,16%.

On note aussi une capacité vitale (CV) qui varie entre 61% et 104%, avec une moyenne de 88,14%.

## **4. Traitement chirurgical :**

### **a. Analgésie préopératoire :**

On a réalisé une péridurale antalgique au niveau de D4 chez nos patients.

### **b. Intubation :**

L'intubation était normale dans tous les cas, sauf un, chez qui l'abord thoracoscopique nous a obligé à utiliser une sonde double courants pour l'exclusion pulmonaire droite.

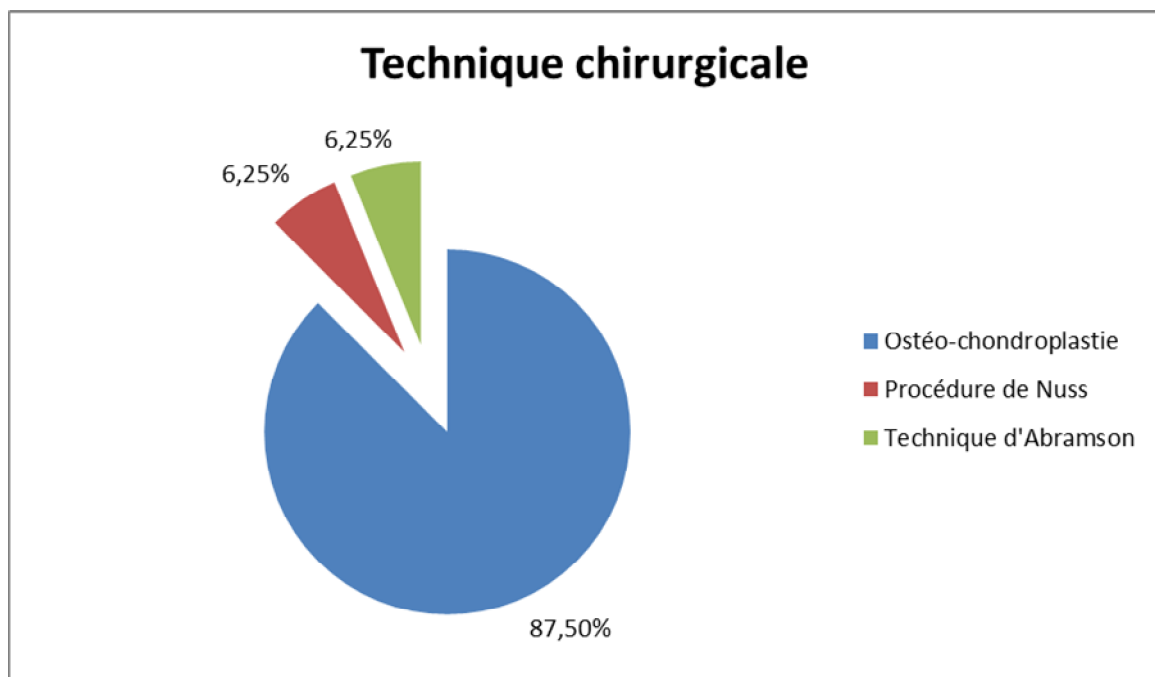
### **c. Position :**

Patient en décubitus dorsal, billot fin sous les épaules, bras en abduction à 90°, parfois le long du corps.

#### **d. Technique chirurgicale :**

Au sein de notre étude, on a pratiqué une ostéo-chondroplastie chez 14 de malades soit 87,5%, dont 11 patients avec stabilisation et 3 autres sans.

Un de nos malades soit 6,25% a été abordé de la procédure de NUSS, tandis que le patient restant soit 6,25% a été opéré par la technique d'ABRAMSON.



**Graphique 5 : Différentes voies d'abord**



**Figure 10** : L'installation d'un patient présentant un pectus carinatum asymétrique, bras en abduction



**Figure 11** : L'installation d'un patient présentant un pectus carinatum asymétrique bras en abduction

**e. Suites opératoires immédiates :**

Dans notre série, il n'y a eu aucun décès.

Les suites opératoires étaient simples dans 15 cas. Dans un cas, le patient était en sepsis d'un point de départ pariétal et il a séjourné en réanimation suite à cela.

**f. Suites tardives et satisfactions :**

Les suites tardives ont été favorables et très satisfaisant chez 81,25% patients, tandis que 18,75% patients étaient partiellement satisfaits.

On note aussi une récurrence partielle chez un patient avec un pectus excavatum opéré par l'ostéo-chondroplastie sans stabilisation.



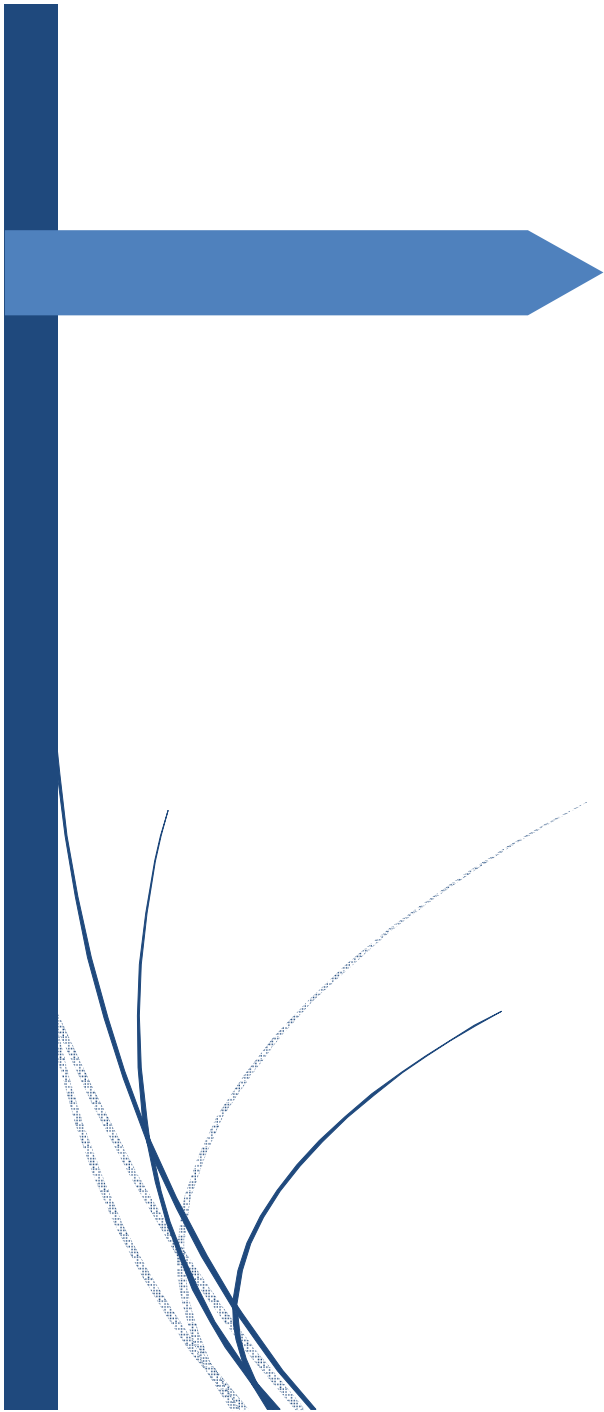
**Figure 12** : Patient en postopératoire abordé par une ostéo-chondroplastie (face et profil)



**Figure 13** : Patient en postopératoire abordé par une ostéo-chondroplastie (face et profil)

## 5. Tableau récapitulatif :

N° Observation	Sexe	Age	Antécédents	Age de début	Signes fonctionnels	Type de déformation	Intervention	Résultat
1	M	19	sans	14	Dyspnée douleurs	carinatum asymétrique	Ostéocondroplastie avec stabilisation par une atelle en titane.	Satisfait
2	M	17	sans	15	douleurs	Flaring ribs	Chondroplastie	Satisfait
3	M	16	hernie inguinale Déformation thoracique dans la fratrie	14	Dyspnée douleurs	carinatum asymétrique	Ostéocondroplastie avec stabilisation par une atelle en titane.	Satisfait
4	M	16	asthme	15	douleurs	carinatum asymétrique	Chondroplastie avec stabilisation par une atelle en titane.	Satisfait
5	M	17	Déformation thoracique dans la fratrie baisse de l'acuité visuelle	14	douleurs	carinatum asymétrique	technique d'ABRAMSON	Satisfait
6	M	22	asthme	15	dyspnée	excavatum asymétrique	technique de NUSS	Satisfait
7	M	21	sans	9	Asymptomatique	carinatum symétrique	Chondroplastie	Satisfait
8	M	16	sans	14	Dyspnée douleurs	arcuatum	Ostéocondroplastie	Satisfait
9	F	19	sans	15	douleurs	hypertrophie localisée	Chondroplastie	Satisfait
10	M	17	Asthme végétations adénoïdes	7	dyspnée	carinatum asymétrique	Ostéocondroplastie	Sepsis en post-opératoire. Partiellement satisfait
11	M	17	asthme	12	Dyspnée douleurs	excavatum asymétrique	Ostéocondroplastie	Récidive partielle
12	M	16	hernie ombilicale	9	douleurs	carinatum asymétrique	Ostéocondroplastie	Satisfait
13	M	17	sans	9	Asymptomatique	carinatum symétrique	Chondroplastie	Partiellement satisfait
14	M	22	sans	13	Asymptomatique	carinatum asymétrique	Ostéocondroplastie	Satisfait
15	M	26	trouble de la vision hyperlaxité ligamentaire	14	Douleurs	hypertrophie localisée	Chondroplastie	Satisfait
16	F	19	sans	11	Asymptomatique	carinatum symétrique	Chondroplastie	Partiellement satisfait



## *Discussion*

## **VI. DISCUSSION**

Notre étude est la première série nationale traitant le sujet des déformations congénitales de la paroi thoracique antérieure. Elle a été menée au sein du service de chirurgie thoracique du centre hospitalier Ibn Sina de Rabat.

Le but de notre série est de ressortir les caractéristiques de cette pathologie dans notre contexte et de rapporter les résultats chirurgicaux.

### **1. Etiopathogénie :**

La pathogénie exacte des malformations thoraciques congénitales, et en particulier du thorax en entonnoir et en carène, est encore mal élucidée. De nombreuses hypothèses ont été avancées mais aucune n'a pu être prouvée.

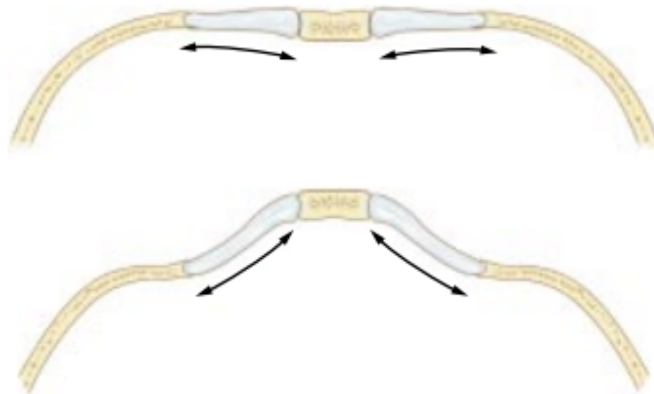
- La théorie des troubles de la mécanique ventilatoire est basée sur la rétraction sternale paradoxale chez les nourrissons lors de l'inspiration, due à la flexibilité de la cage thoracique : le modelage anormal de la cage thoracique se ferait progressivement avec la croissance. [66- 67]
- La théorie de la traction diaphragmatique par un ligament rétrosternal, émise par Brown, est également abandonnée. [68]
- La théorie de l'hyperplasie chondrocostale, émise en 1937 par Ombredanne, est à l'heure actuelle la plus communément admise par de nombreux auteurs. [66,69, 70-71-72-73]

Ombredanne fut le premier à considérer qu'une croissance excessive des côtes et des cartilages puisse être à l'origine des déformations du plastron sternochondrocostal. Les cartilages trop longs repousseraient le sternum. Un excès de croissance de la partie antérieure des cartilages repousserait le sternum

en arrière formant le thorax en entonnoir (figure 1), alors qu'un excès de croissance postérieure des cartilages repousserait le sternum en avant formant le thorax en carène (figure 2). Plusieurs arguments plaident en faveur de cette théorie : [77]

- la coexistence de thorax en entonnoir et de thorax en carène dans la même famille, voire chez le même patient.
- l'aggravation de la déformation au cours de la croissance, et en particulier au moment de la poussée pubertaire.
- la récurrence postopératoire, lorsque l'intervention a été pratiquée chez les enfants avant la puberté.
- la présence de déformation du plastron sternochondrocostal chez les patients atteints du syndrome de Marfan. Cette constatation permet d'extrapoler à l'arc costal le processus qui atteint les os longs.
- un nombre important d'auteurs accréditent cette théorie.

Cependant, rien à ce jour ne peut expliquer cette hypercroissance des cartilages costaux.



**Figure 1 :** L'excès de croissance de la partie antérieure des cartilages costaux repousse le thorax en arrière : le thorax en entonnoir. [77]



**Figure 2 :** L'excès de croissance de la partie postérieure des cartilages costaux repousse le sternum en avant : thorax en carène. [77]

## 2. Epidémiologie :

### a. Sexe :

Dans la plupart des séries de la littérature, on révèle une forte prédominance masculine.

Dans l'étude prospective réalisée par A.Wurtz et al. on retrouve 171 hommes et 34 femmes [32]. Quant à l'étude rétrospective de I. Hysi et al., on note l'existence de 9 hommes et 3 femmes [33]. Dans la série de B.Cavestri et on retrouve 25 hommes et seulement 7 femmes [37]. Finalement dans la série de R.Kabbaj et al. il y avait 52 hommes et 18 femmes. [50]

Tout comme ce qu'on a pu lire dans nos références bibliographiques, nous avons remarqué une forte prédominance masculine. Dans notre série, celle-ci est de 87,5%.

**Tableau 2 :** Comparaison des séries concernant le sexe

Séries	Nombre de cas	Sexe masculin	Sexe féminin
A.Wurtz et al. [32]	205 (sur 9 ans)	83,4 %	16,6 %
I.Hysi et al. [33]	12 (sur 8 ans)	75 %	25 %
B.Cavestri et al. [37]	32 (sur 5 ans)	78,1 %	21,9 %
R.Kabbaj et al. [50]	70 (sur 7 ans)	74,3%	25,7%
DE.Jaroszewski et al. [65]	320 (sur 21 ans)	76%	24%
Notre série	16 (sur 4 ans)	87,5 %	12,5 %

## **b. Age**

Dans la série d'I. Hysi et al. on note un âge moyen de  $28,5 \pm 9,4$  ans [33].

Dans la série de M.Oncel et al. on retrouve un âge moyen de 17 ans. [35]

Dans la série de cas de B.Cavestri et al. on note un âge moyen de  $25,9 \pm 11,8$  ans. [37]

Dans la série de R.Nevière réalisée de Décembre 2005 à Mai 2009 chez 150 adultes présentant un pectus excavatum, dont l'âge moyen est de 27 ans. [39]

L'expérience de l'hôpital Percy du 1988 à 2006 réalisée par R.Jancovici et al. chez 113 patients a retrouvé un âge moyen de 22 ans, avec des âges extrêmes allant de 17,5 à 56 ans. [34]

Comme on peut le constater, l'âge moyen varie d'une série à l'autre en fonction de la nature du recrutement des centres, pour adultes ou pour enfants.

Dans notre série, l'âge moyen des patients était de 22,26 ans, avec des extrêmes allant de 16 à 26 ans, ce qui rejoint la littérature. La majorité des patients était des jeunes.

**Tableau 3 :** Comparaison des séries concernant l'âge

Séries	Effectif	Age moyen (ans)	Age extrême (ans)
<b>R.Nevière et al. [39]</b>	150	27	18 - 62
<b>M.Oncel et al. [35]</b>	77	17	10 - 22
<b>R.Jancovici et al. [34]</b>	113	22	17,5 - 56
<b>DE.Jaroszewski et al. [65]</b>	320	27	19 - 67
<b>Notre étude</b>	16	22,62	16 - 26

### 3. Clinique :

#### a. Les types déformations :

Le pectus excavatum est la déformation la plus fréquente dans les séries européennes et asiatiques, alors que le pectus carinatum est le plus fréquent en Amérique latine notamment en Brésil et en Argentine.

A partir de nos constats, on pense qu'on se rapproche plus du profil épidémiologique de l'Amérique latine. Le pectus carinatum représente 62,5% de l'ensemble de notre série de cas, suivi du pectus excavatum de 12,5%.

**Tableau 4 :** Comparaison des séries concernant le type de déformation

Séries	Pectus excavatum	Pectus carinatum	Pectus arcuatum	Autres malformations
Wurtz et al. [32]	88,3%	9,3%	2,4%	2,4%
I.hysrie et al. [33]	66,7%	0%	25%	8,3%
M.Oncel et al. [35]	59,7 %	40,3%	0%	0%
R.Jancovici et al. [34]	82,3%	15,9%	1,8%	1,8%
DE. Jaroszewski et al. [65]	84%	13%	0%	3%
Notre série	12,5%	62,5%	6,25%	25%

## **b. Signes respiratoires :**

Vers l'adolescence, la majorité des patients rapportent une dyspnée à l'effort et une incapacité à exercer une activité sportive.

Même si la déformation ne s'aggrave plus après l'arrêt de la croissance, les signes respiratoires s'aggravent progressivement jusqu'à devenir une dyspnée au repos. Ceci peut être expliqué par la perte de la souplesse de la cage thoracique avec l'âge.

Dans la série de M.Oncel et al. avait retrouvé 20% des patients souffrants de la dyspnée, 3% asthmatique, puis 2% souffrant d'infection respiratoire. [35]

Dans la série d'Anastassios C. Koumbourlist a noté la présence d'une intolérance à l'effort chez 20% des patients et d'asthme chez 18% des patients. [50]

Au sein de notre étude, on a noté parmi les antécédents de nos patients un asthme chez 25 % des cas. Sur le plan clinique, 25% des patients étaient asymptomatique, 13% de dyspnée.

**Tableau 5 :** Comparaison des séries concernant les signes respiratoires

	<b>M. Oncel et al. [35]</b>	<b>AC. Koumbourlist et al. [50]</b>	<b>Note série</b>
<b>Asthme</b>	-	18%	25%
<b>Dyspnée</b>	20%	-	13%
<b>Infections respiratoires</b>	2%	-	-
<b>Intolérance à l'effort</b>	-	20%	-

### **c. Signes cardio-vasculaires :**

Avant les auteurs croyait que les déformations du pectus n'affectaient pas directement le système cardiovasculaire. Actuellement le retentissement du pectus a bien été démontré sur le cœur.

Les signes fonctionnels cardiaques peuvent exister sous formes de palpitations ou de dyspnée de repos. [68]

L'étude de M.Oncel et al. avait retrouvé une douleurs thoraciques chez 15% des patients et des palpitations et/ou tachycardie chez 8% des patients. [35]

L'étude de B.Cavestri et al. rejoint aussi les revues de littérature, par la présence de douleurs thoraciques chez 34,4 % des cas. [37]

Dans la série de Dawn DE.Jaroszewski et al. on retrouve une tachycardie chez 94% des patients et une douleur thoracique chez 69% des patients. [65]

Tout comme ce qu'on a pu lire dans nos références bibliographiques, les signes fonctionnels cardio-vasculaires existent généralement sous forme de douleurs thoraciques. Il y a des cas où l'intervention chirurgicale est faite en urgence pour choc cardiaque, notamment chez des enfants avec un syndrome de Marfan.

Notre étude rejoint aussi les revues de littérature, par la présence de douleurs thoraciques chez 37% des patients, suivi de douleurs thoraciques accompagnées de dyspnée chez 25%. Mais ceci sans pour autant pouvoir dire que la douleur rapportée par nos patients est subjective ou elle est pariétale ou d'origine cardiaque.

**Tableau 6 :** Comparaison des séries selon les signes cardiovasculaires

	<b>Douleurs thoraciques</b>	<b>Palpitations</b>	<b>Tachycardie</b>
<b>M.Oncel et al. [35]</b>	15%	8%	8%
<b>B.Cavestri et al. [37]</b>	34,4%		
<b>DE.Jaroszewski et al. [65]</b>	69%	-	94%
<b>Notre série</b>	37%	-	-

#### **d. Terrain :**

Pectus excavatum est rapporté dans Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM) comme un trait dominant autosomique apparemment rare [MIM 169300], pour pectus carinatum aucune inscription n'est répertoriée. [47]

R.Jancovici et al. ont confirmé 20% du caractère familial de cette pathologie. [34]

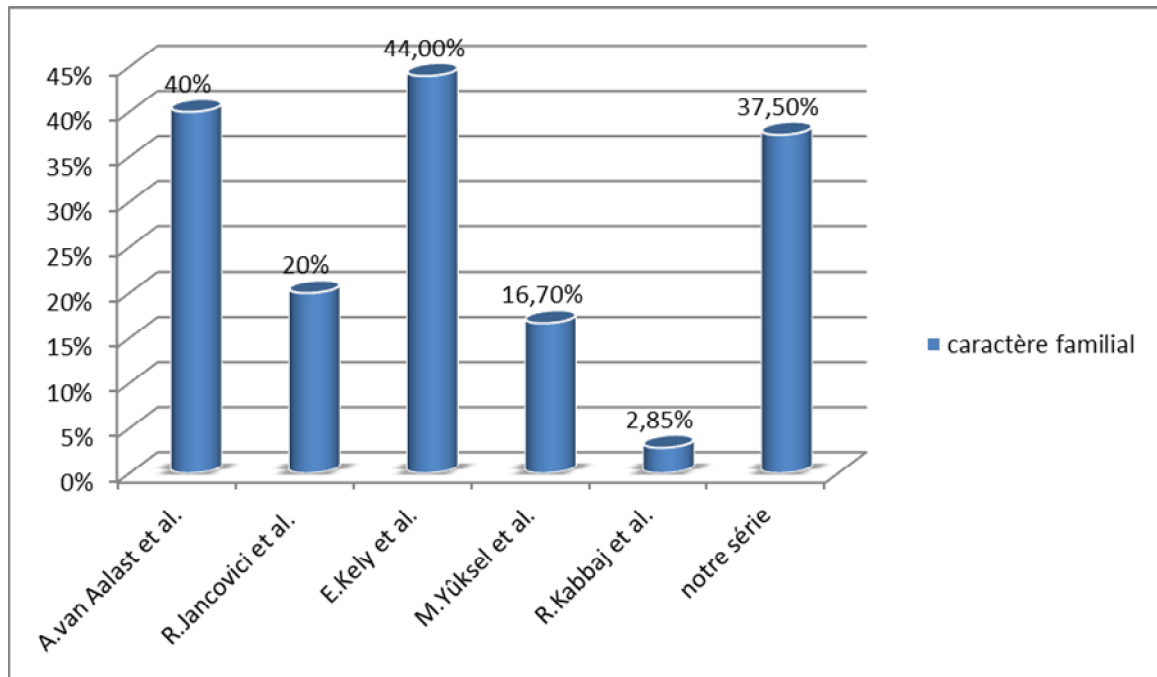
A.Van Aalst et al. en 2009 ont noté un caractère familial dans 40% des cas. [48]

Dans la série de E.Kely et al., on retrouve un caractère familial de 44% des patients ayant un pectus excavatum. [33]

Dans la série de M.Yüksel et al. on retrouve 3 patients de l'ensemble des patients ayant un pectus carinatum avec un caractère familial. [59]

Dans la série de R.Kabbaj on note que, 2 patients de la même fratrie ont été opérés pour un pectus excavatum. [50]

Ce qui nous ramène a notre étude, on a rapporté la présence de cas similaires dans la fratrie chez 2 patients, donc 37,5%.



**Graphique 6** : comparaison des séries concernant le caractère familial

## 4. Bilan radiologique :

### a. Radiographie du thorax :

La radiographie thoracique de profil permet de mesurer le pectus index (PI), qui est le rapport entre la distance sternorachidienne au niveau de l'angle de Louis et la plus petite distance sternorachidienne au niveau de la déformation :

- $PI < 1,2$  = déformation minime ;
- $1,2 < PI < 1,3$  = déformation modérée ;
- $PI > 1,3$  = déformation sévère. [42]

Sur le profil on met en évidence la profondeur de la cuvette, quand il s'agit d'un pectus excavatum et l'on confirme la protrusion antérieure pour les pectus tant arcuatum que carinatum.

La radiographie thoracique trouve aussi son intérêt aussi en postopératoire dans la recherche d'un déplacement du matériel chirurgical.

La radiographie du thorax, de face et de profil, peut être une alternative au scanner. Certes moins irradiante, elle apporte nettement moins d'informations, d'où l'intérêt d'un examen tomodensitométrique.

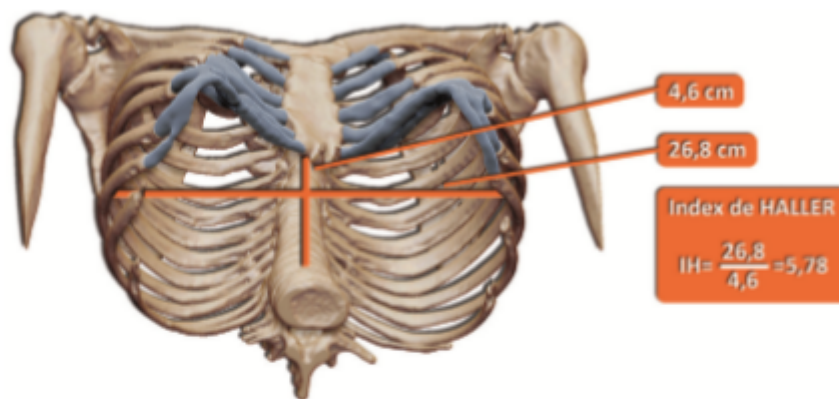


**Figure 3** : Radiographie thoracique face et profil postopératoire chez un de nos patients qui a été opéré par ostéo-chondroplastie avec stabilisation par une barre en titane pour un pectus carinatum

## b. Examen tomodensitométrique :

L'examen tomodensitométrique permet

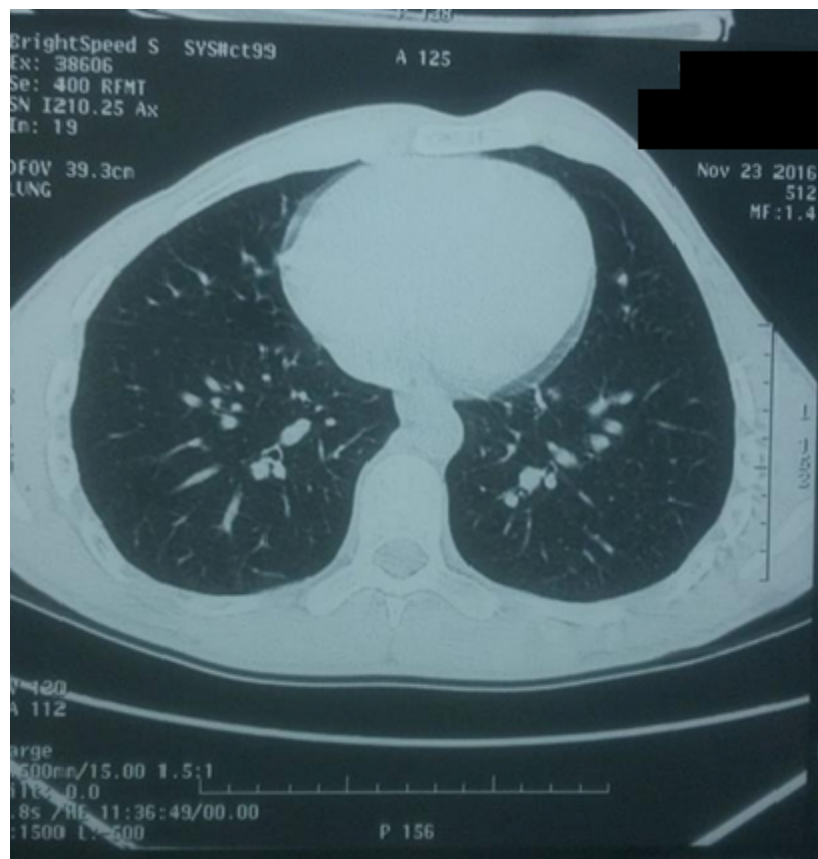
- En coupes axiales : de mesurer la profondeur de la cuvette ou de la protrusion et de mesurer le « pectus index » ou « index de gravité », obtenu en divisant le diamètre transversal du thorax par le diamètre antéro-postérieur, mesuré au niveau où la déformation est maximale. Pour l'index de Haller, il a pour objet de quantifier la déformation. Pectus index du sujet normal est de valeur moyenne de 2,56. [68] on calculait avant l'index de Haller afin d'indiquer ou contre indiquer la chirurgie. Actuellement, il garde une valeur théorique pour évaluer la gravité de la déformation, mais pas pour indiquer ou contre-indiquer la chirurgie.



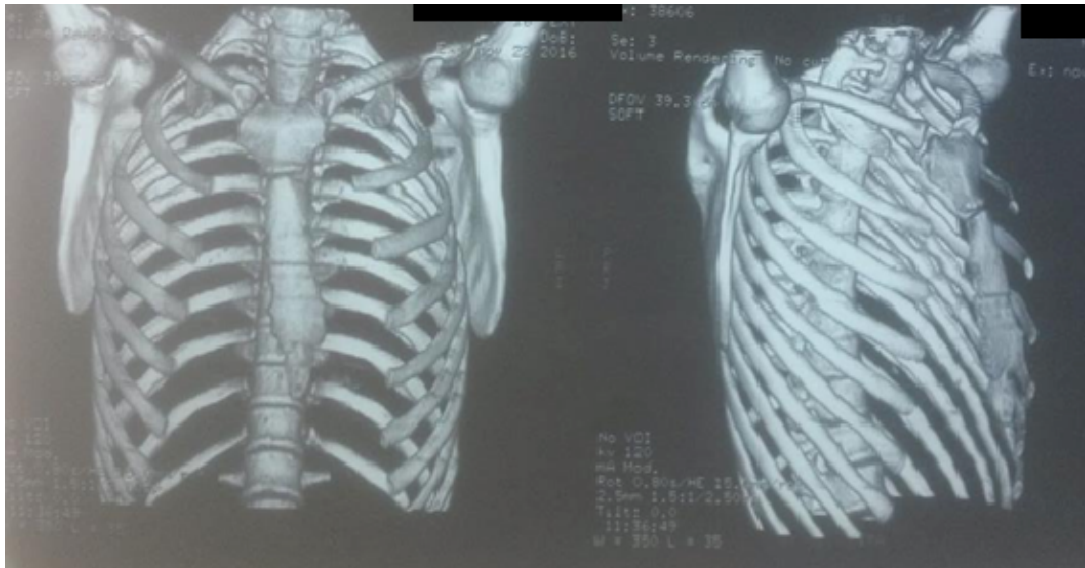
**Figure 4 :** Calcul de l'index de Haller à partir d'une coupe Scanner.  
Diamètre transversal interne = 26,8 cm. Distance sternum-vertèbre = 4,6cm.  
Index de Haller = 5,82

- En coupes frontales des reconstructions tridimensionnelles avec étude morphologique du thorax : permettent la recherche d'une rotation ou d'une déformation du sternum. Mais aussi l'étude des arcs costaux, des cartilages et du sternum permet de programmer l'intervention : nombre de cartilages à réséquer, présence de ponts cartilagineux, asymétrie et déformation des cartilages, et niveau potentiel de l'ostéotomie sternale transversale [68]

En postopératoire, les reconstructions tridimensionnelles permettent d'observer la régénération des cartilages et la consolidation du plastron. [68]



**Figure 5** : Image scanographique du patient présentant un pectus carinatum asymétrique



**Figure 6 :** Reconstruction 3d à partir d'acquisition TDM chez un patient présentant un pectus carinatum asymétrique



**Figure 7 :** Coupe frontale d'une image scanographique montrant un défaut de soudure de sternèbres du chez un patient avec pectus carinatum

Les auteurs de l'étude ont proposé un nouvel indice «indice de correction» qui est calculé sur la base de la distance minimale entre le sternum postérieur et l'épine antérieure et la distance maximale entre la colonne vertébrale antérieure et la partie la plus antérieure de la poitrine. La différence entre les deux est divisée par celle-ci (100%) pour donner le pourcentage de profondeur de poitrine que représente la déformation. [41]

## **5. Evaluation pré-thérapeutique :**

### **a. Evaluation psychologique :**

Cette anomalie physique du pectus ressentie dès la deuxième partie de l'enfance peut entraîner une inhibition, un sentiment d'angoisse, de malaise intérieur.

Ainsi s'explique le ralentissement « vital » de cet enfant qui limite son activité physique, se replie sur lui-même au sens propre et au sens figuré.

Ces troubles prénévrotiques peuvent être renforcés par les réactions de l'entourage : l'hyperprotection et la commisération des parents lui font mieux sentir sa différence autant que l'attitude moqueuse des camarades de classe. [49]

Une évaluation psychologique est donc vivement recommandée, en raison de ce retentissement important [50]. Cette prise en charge se justifie aussi par la lourdeur possible du geste chirurgical, surtout si l'indication est d'ordre purement esthétique. Elle risque cependant de confronter l'adolescent à une certaine désillusion quand il attend de la chirurgie une réponse miracle à sa souffrance qui parfois n'est pas uniquement liée à la déformation. [30]

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'une évaluation psychologique.

### **b. Evaluation morphologique**

Il faut rechercher un aspect marfanoïde chez les patients ayant une déformation du pectus.

#### **❖ Recherche d'anomalies squelettique :**

- Déformation de la paroi thoracique : en carène ou en entonnoir.
- taille supérieure à la normale, membres longs et grêles archnodactylie
- Hyperlaxité articulaire aboutissant parfois à des luxations
- Récidivantes
- Scoliose.

#### **❖ Recherche l'atteinte cardiaque :**

Elle est plus préoccupante car elle caractérisé par une dilatation progressive de l'aorte et s'accompagne d'un risque élevé de dissection aortique.

#### **❖ Rechercher l'atteinte oculaire :**

- Tel que l'ectopie cristalline, habituellement bilatérale et symétrique.
- On peut retrouver aussi : une myopie sévère ou un décollement de rétine.

#### **❖ Rechercher d'autres manifestations :**

- Pulmonaires : pneumothorax spontané récidivant, emphysème bulleux, fibrose.
- Digestives : hernies inguinales fréquentes, perforations digestives.

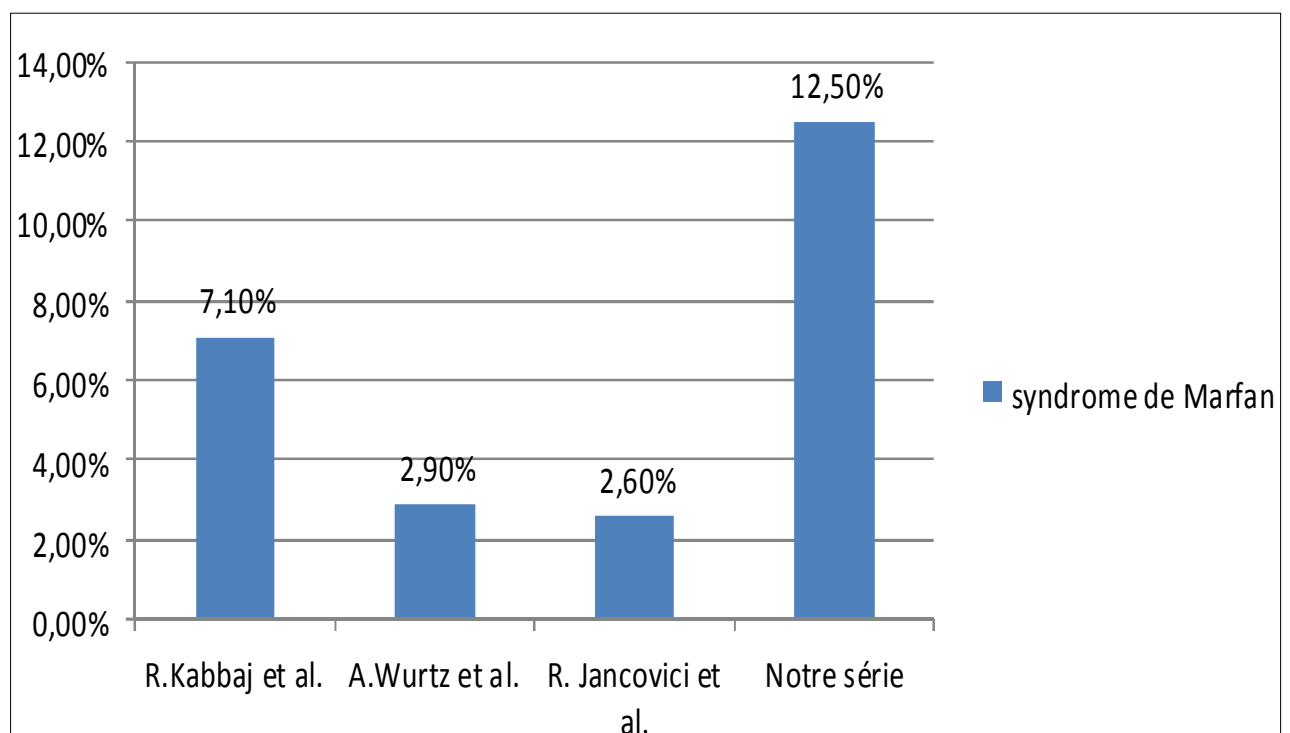
Dans la série de R.Kabbaj et al. on note 5 patients présentaient un syndrome de Marfan. [50]

Dans la série de A.Wurtz et al. on retrouve 6 patients présentaient un syndrome de Marfan. [60]

Dans la série de I.Hysi et al. on note 6 patients avec un syndrome de Marfan. [33] (12)

Dans la série de R. Jancovici et al. on retrouve 3 patients avec un syndrome de Marfan. [34]

Dans notre étude, on note la présence d'un aspect marfanoïde chez 2 patients.



**Graphique 7** : comparaison des séries concernant l'aspect marfanoïde

### **c. Evaluation du retentissement cardio-respiratoire :**

#### **❖ Spirométrie :**

Dans la série d'Anastassios C.K et al. on a retrouvé une spiromètre normale chez 56 patients (54%), 42 patients avec un syndrome obstructif (41%), suivi de 5 patients avec un syndrome restrictif (5%). On a retrouvé aussi un volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) moyen à  $93.3 \pm 19.0$  et une capacité vitale (CV) moyenne à  $97,0 \pm 17,2$ . [38]

On remarque l'existence d'une diminution assez importante de la VEMS moyen et CV moyenne au sein de notre étude par rapport aux données de la littérature. On note un volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) moyen à 89,16% et une capacité vitale (CV) moyenne de 88,14%. Même si la plupart des auteurs rapportent des chiffres spirométriques normaux, ceci contraste avec la dyspnée à l'effort que rapportent les patients.

**Tableau 7 : comparaison des séries selon la spirométrie**

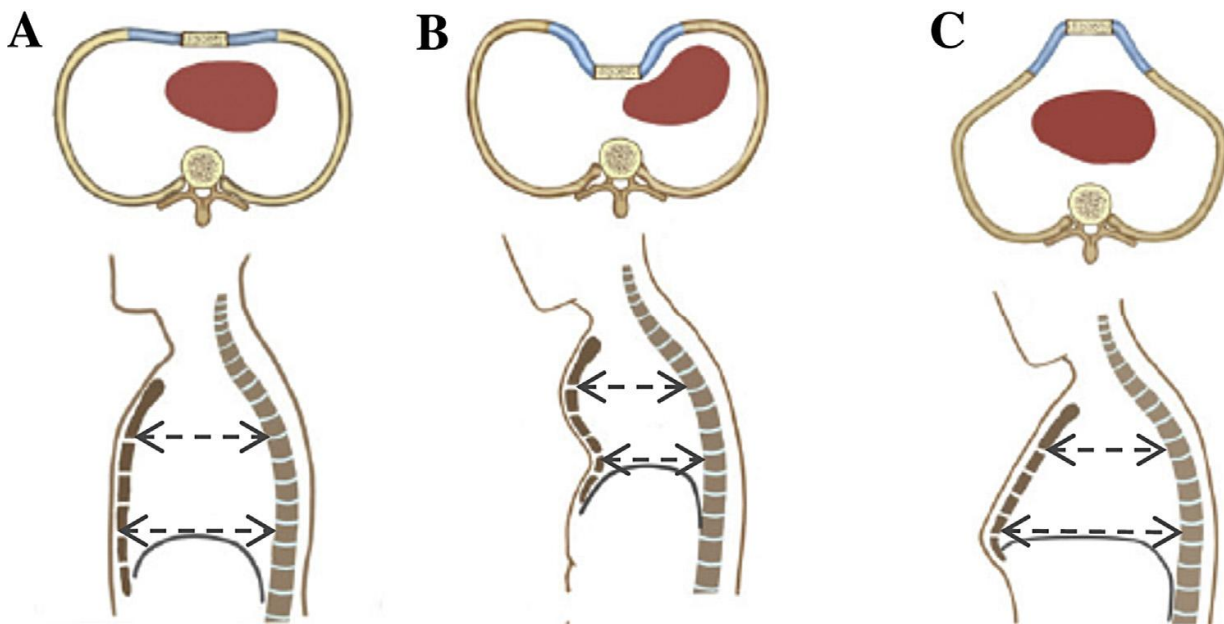
<b>Séries</b>	<b>VEMS moyen</b>	<b>CV moyenne</b>
<b>Cavestri et al. [37]</b>	96,6%	99%
<b>Anastassios C.K et al. [38]</b>	93,3%	97,0%
<b>Notre série</b>	89,16%	88,14%

## ❖ Échographie cardiaque

L'intérêt de l'échographie n'est pas seulement de rechercher les anomalies associées, mais aussi de rechercher le degré de la compression du ventricule droit, constante au cours des pectus excavatum et aussi les anomalies de relaxation diastoliques du ventricule gauche qui viennent d'être mise en évidence chez les patients avec un pectus carinatum.

Cependant, les déformations du pectus sont associées à une diminution de la circonférence thoracique [46], qui limite la capacité du cœur à augmenter son volume systolique pendant l'exercice et peut déplacer les grands vaisseaux compromettant ainsi la fonction cardiovasculaire. Les auteurs croient que c'est le principal mécanisme de l'intolérance à l'effort. [47] [48]

Il est très important d'évaluer le retentissement cardiaque chez les patients présentant une déformation de la paroi thoracique antérieure, d'où l'intérêt de l'échographie cardiaque. Il est cependant indispensable en cas de syndrome de Marfan, à la recherche d'une complication évolutive.



**Figure 8** : Vue transversale (rangée supérieure) et latérale (deuxième rangée) du thorax normal (A); Pectus Excavatum (B); Pectus carinatum (C). [50]

- Ligne supérieure: Noter le déplacement du cœur dans le pectus excavatum et l'espace étroit autour du cœur dans le pectus carinatum, ce qui empêche la capacité du cœur d'augmenter son volume systolique pendant l'exercice.
- Le diamètre antéropostérieur est presque égal dans la partie supérieure (angle de Lewis) et dans le thorax normal inférieur (A); Elle est considérablement diminuée dans le thorax inférieur du pectus excavatum (B); Il est significativement diminué dans la partie supérieure du thorax chez le pectus carinatum (C).

Il est très important d'évaluer le retentissement cardiaque chez les patients présentant une déformation de la paroi thoracique antérieure, d'où l'intérêt de l'échographie cardiaque. Il est aussi indispensable en cas de syndrome de Marfan, à la recherche d'une malformation cardiaque.

Dans la série de R. Jancovici et al. on trouve des lésions de l'aorte descendante chez 2,65% des cas. [34]

Dans la série de M.Oncel et al. on note la présence d'un prolapsus mitrale chez 7,3% des cas. [35]

Dans la série de R.Neviere e al. on retrouve le foramen ovale perméable chez 28% des patients. [39]

Au niveau de notre série de cas, aucune anomalie n'a été retrouvée.

**Tableau 8** : comparaison des séries concernant le retentissement cardiaque

	<b>Lésion de l'aorte</b>	<b>Prolapsus mitrale</b>	<b>Foramen ovale perméable</b>
<b>R. Jancovici et al. [34]</b>	2,65%	-	-
<b>M.Oncel et al. [35]</b>	-	7,3%	
<b>R.Neviere e al. [39]</b>	-	-	28%
<b>Notre série</b>	-	-	-

### ❖ Epreuve d'effort :

L'épreuve fonctionnelle de l'exercice est réalisée dans le cadre soit du bilan préopératoire demandé, soit dans le cadre du bilan de la dyspnée d'effort. L'épreuve d'effort a pour intérêt d'évaluer la réserve cardio-respiratoire du patient, en imposant à l'organisme un stress s'approchant de celui dû à la chirurgie. La consommation d'oxygène ( $V'O_2$ ) à l'effort reflète l'efficacité de la chaîne formée par les appareils respiratoire, cardio-vasculaire et musculaire. Les épreuves d'effort permettent donc d'évaluer globalement les possibilités physiques d'un individu. Ces tests peuvent être très simples, comme le test de marche ou de montée des escaliers, ou demander un plateau technique spécialisé, comme l'épreuve d'exercice maximale avec mesure de la  $VO_2$  max. [37]

B.Cavestri et al. Avaient retrouvé le  $VO_2$ -max était diminué à  $78,6 \pm 22,1$  % ; quatre patients avaient une EFX strictement normale. Trois types d'anomalies fonctionnelles étaient observés : limitation à l'augmentation du VT (n = 18) ( $41 \pm 5$  % de la CVF au pic versus  $51 \pm 1,4$  %) ; élévation du gradient alvéolo-artériel en oxygène au pic de l'exercice (n = 5) ( $47 \pm 23$  mmHg versus  $20 \pm 7,5$  mmHg), associée à un foramen ovale perméable ; pouls d'oxygène bas au pic ( $57 \pm 9$  % versus  $90 \pm 20$  %) ; ces cinq patients avaient l'aptitude aérobie la plus limitée ( $VO_2$ -max =  $55 \pm 10$  % ; p = 0,003). [37]

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'une épreuve d'effort.

## **6. Traitement :**

### **a. Méthodes non chirurgicales :**

#### **❖ Rééducation :**

La rééducation se fait par 2 exercices principaux : 5 respirations profondes 2 fois par jour avec une inspiration bloquée de 10 secondes, et aussi par des exercices de posture pour mettre en tensions les muscles sacro-spinaux. [52]

La rééducation trouve son intérêt préopératoire dans le renforcement des muscles grands pectoraux afin d'améliorer les résultats esthétique. En postopératoire, il faut reprendre la rééducation 3 mois après l'intervention.

On trouve l'indication d'une rééducation aussi en cas d'association avec une scoliose dorsale. [52]

#### **❖ La cloche à aspiration/ Vacuum bell:**

C'est un traitement conservateur qui a pour but de parvenir à un relèvement permanent du sternum et des articulations costo-sternales. Une cloche à aspiration appliquée sur la surface de la poitrine génère un effet de vacuum. Elle entraîne ainsi au niveau du sternum une réduction non seulement manifeste à l'examen clinique, mais aussi confirmée par la tomographie computerisée et à la thoroscopie. Il existe à l'heure actuelle trois tailles de cloche (image), ainsi qu'un modèle réservé aux adolescentes et aux jeunes femmes adultes, ainsi qu'un modèle de taille intermédiaire à enveloppe renforcée. [53]

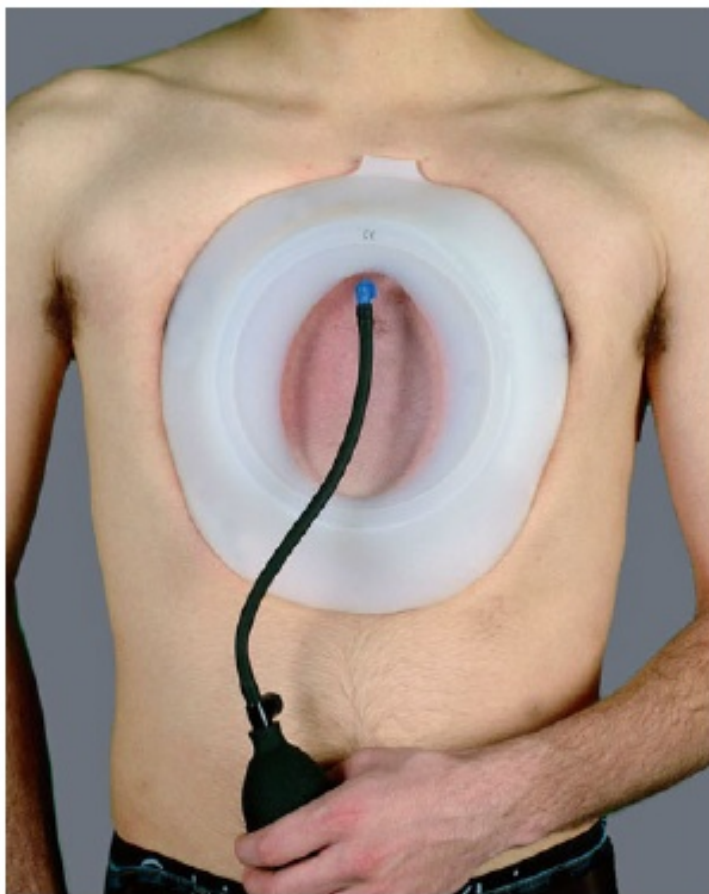
La mise en route proprement dite du traitement se fait sous contrôle médical, avant que les patients le prennent eux-mêmes en mains. [53]

Chez les enfants de moins de dix ans au moment de l'instauration du traitement, l'application de la cloche à aspiration se fera sous la supervision des parents. Au début du traitement, il est recommandé une durée d'application de deux fois 20 à 30 minutes par jour. [53]



**Figure 9 :** Différents types de cloche d'aspiration [53]

Il est nécessaire d'appliquer le traitement entre 18 et 24 mois en fonction de l'âge. [53]



**Figure 10 :** L'application de la cloche à aspiration [53]

L'indication à cette méthode conservatrice comprend les patients présentant un pectus excavatum et âgés de moins de 10 ans avec une paroi thoracique encore flexible et élastique. [54]

Les effets indésirables sont des hémorragies pétéchiales, des hématomes locaux, des douleurs dorsales occasionnelles, ainsi que des dysesthésies proximales. [53]

Ces effets indésirables ne sont cependant que temporaires et disparaissent en général moyennant une adaptation de la durée d'application quotidienne. [53]

Il ne devrait pas être nécessaire de prescrire un traitement antalgique pendant les applications. [53]

Cette méthode n'est pas indiquée chez les patients souffrant d'une pathologie squelettique, d'une affection cardiaque, d'un syndrome de Marfan ou d'une coagulopathie. [53]

Les récurrences sont fréquentes après arrêt de l'application de la cloche.

#### ❖ **Attelle orthétique :**

C'est l'un des traitements non chirurgicaux prescrit pour les patients ayant un pectus carinatum, qui procède par l'application d'une compression continue thoracique antéropostérieure, afin de réduire la protrusion.

Les patients sont invités à porter cette attelle sur un T-shirt pendant 14 à 16 heures par jour et à serrer symétriquement les bretelles. Initialement, les bretelles sont serrées toutes les 2 à 4 semaines. Ceci est suivi par un serrage d'ajustement à des intervalles moins fréquents. Après l'armature initiale, les patients sont vus de 6 semaines à 3 mois, puis à des intervalles de 6 à 12 mois. [60]

La pression exercée sur la protubérance antéropostérieure de la paroi thoracique antérieure est facilement contrôlée ; lorsque la pression est suffisante, une marque rouge persiste sur la zone de protrusion du sternum pendant quelques heures après le retrait de l'attelle. Les patients sont informés que l'attelle doit être portée jusqu'à ce que la croissance soit terminée ou pour un minimum de 2 ans. [60]

Parmi les complications fréquentes de cette technique est la nécrose cutanée en regard de la zone de compression.



**Figure 11** : Orthèse de compression portée par un patient [60]

### ❖ La compression dynamique :

Il existe aussi une méthode non invasive dans le traitement de certains pectus carinatum par un système dit de « compression dynamique ». Il s'agit d'une brassière qui exerce une « pression » constante sur la protrusion sternale.

Il s'agit d'une armature en aluminium ajustable à n'importe quelle forme ou taille thoracique, personnalisable, extensible, profil bas (invisible sous les vêtements du patient). Il permet l'extension latérale pour permettre l'élargissement du thorax afin de permettre la respiration et la croissance. Elle permet aussi la mesure et le contrôle de la pression, la prédiction de la durée et le pronostic du traitement et évite la manipulation par le patient et d'éviter l'atteinte accidentelle de la colonne vertébrale. [54]

Elle permet d'ajuster le niveau de la compression en fonction de l'âge, le degré de la déformation et le degré du support du support du patient. Elle est indiquée chez les patients ayant un pectus carinatum bas et symétrique avec une cage thoracique souple.



**Figure 12 :** les composants du système de compression dynamique.

A droite : entretoise légère

A gauche : appareil de mesure de pression [54]

Dans notre série, aucun de nos patients n'a bénéficié d'une intervention non chirurgicale.

## **b. Méthodes chirurgicales :**

### **❖ Ostéo-chondroplastie remodelante de Ravitch :**

C'est la voie d'abord classique par une incision cutanée sous-costale bilatérale. Dans la description originale de Ravitch, elle s'étendait latéralement, de la ligne axillaire antérieure de chaque côté, et remontait médialement en décrivant une courbe convexe vers le haut, avec à son sommet l'appendice xiphoïde. Cette voie d'abord s'est progressivement minimisée, avec actuellement un abord épigastrique convexe vers le haut et descendant latéralement vers le sillon sous-mammaire.

Le relèvement de l'auvent musculo-aponévrotique se fait par dissection sus-périchondrale qui permet de relever les deux muscles pectoralis major en monobloc, facilitant ainsi leur réinsertion ultérieure. La préservation du périchondre et du périoste améliore la consolidation. Le plan chirurgical sternochondrocostal apparaît alors. Caudalement, les muscles rectus abdominis et leurs aponévroses sont désinsérés.

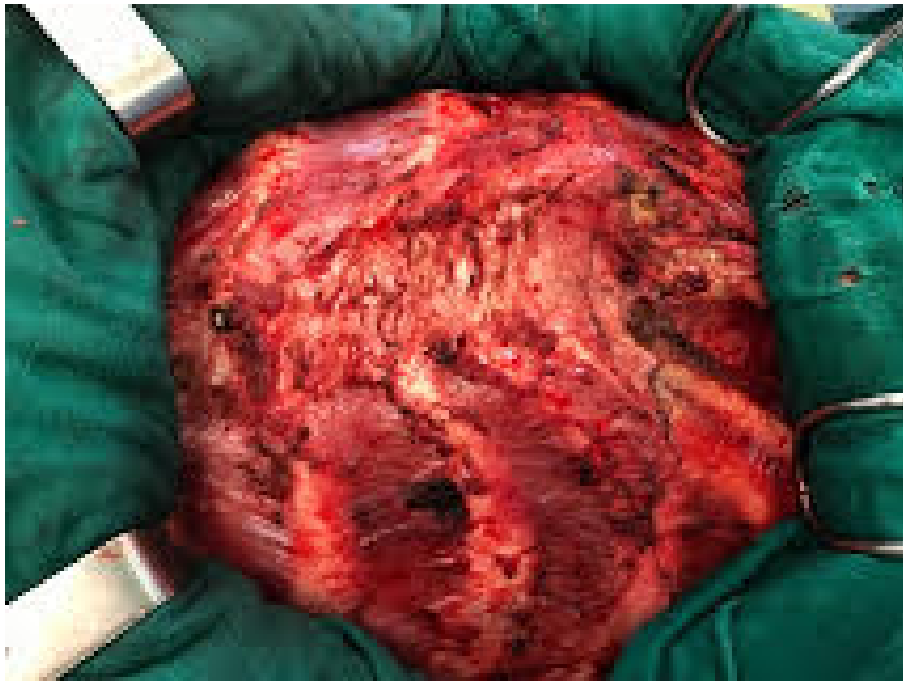
La mobilisation du sternum s'effectue peu à peu, grâce aux sections étagées des côtes et de leurs cartilages, de la 3e à la 7e paire, voire plus. Les cartilages costaux anormaux sont réséqués en préservant le périchondre, afin d'assurer une consolidation. La première ostéotomie sternale transversale se situe entre le 2e et le 3e cartilage costal ; elle est cunéiforme, à fermeture ventrale. Elle est partielle et ne concerne que la corticale externe. Des ostéotomies, médianes ou obliques, compléteront à la demande le geste chirurgical, afin de positionner correctement

l'auvent sternal. Les muscles intercostaux sont incisés. Le plastron sternochondrocostal est mobilisé, la malformation est réduite.

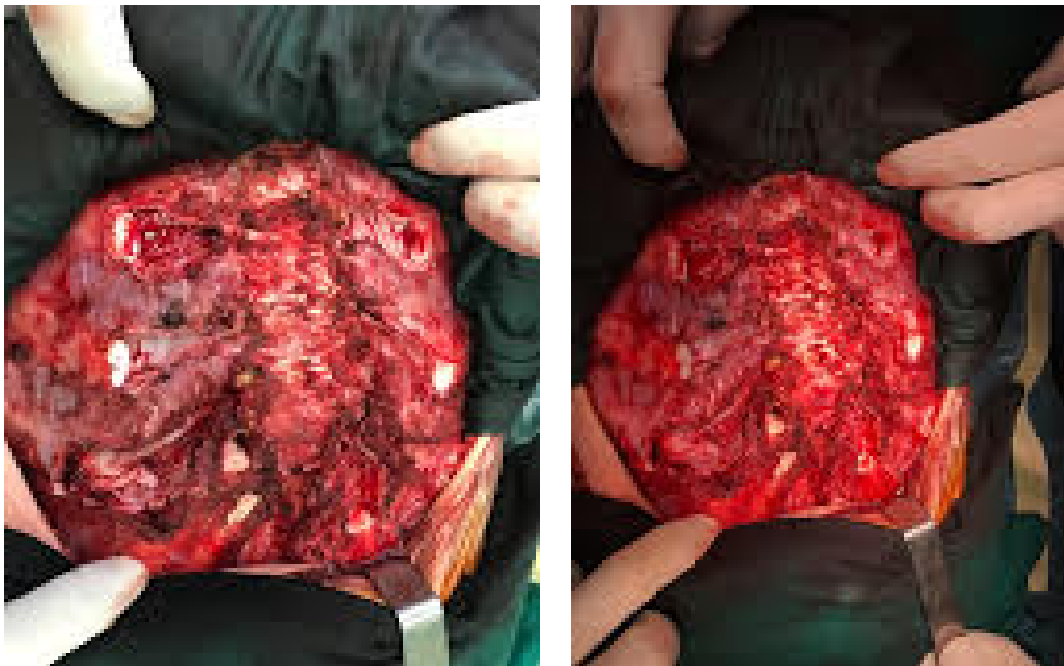
Il existe de nombreuses variantes techniques, en fonction des équipes, portant sur la stabilisation du corps sternal remis en bonne position : par éclisse, attelle métallique ou par treillis synthétique [29]. L'appendice xiphoïde, les muscles pectoralis major et pectus abdominis sont repositionnés et suturés sur le sternum. L'ablation du matériel d'ostéosynthèse peut éventuellement être effectuée sous anesthésie locale, une fois la consolidation acquise, autour en général du 12e mois postopératoire. [25]



**Figure 13** : Installation de notre patient pour la méthode de Ravitch



**Figure 14** : L'exposition du plastron chondro-sternal chez l'un de nos patient avec un pectus carinatum



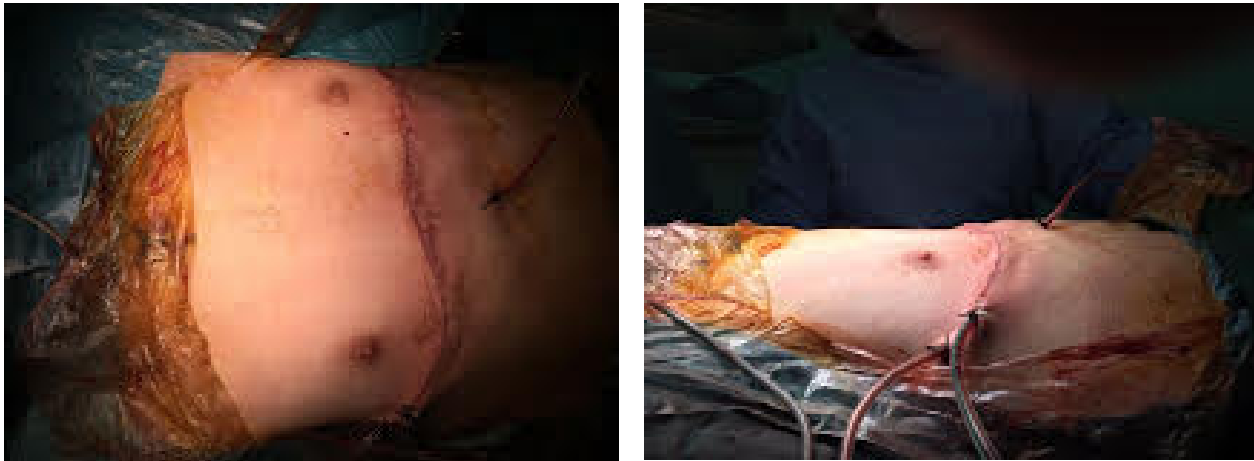
**Figure 15** : La résection des cartilages en sous péri-chondral chez un de nos patients



**Figure 16 :** La stabilisation par une barre en titane chez un de nos patients



**Figure 17 :** Les pièces de résection cartilagineuses après ostéotomie sternale transverse chez un de nos patients



**Figure 18** : Résultat en fin de cette intervention

La méthode Ravitch est une chirurgie lourde, qui ne peut être entreprise vers la fin de croissance. Elle nécessite une éviction sportive de 3 mois en postopératoire. [52]

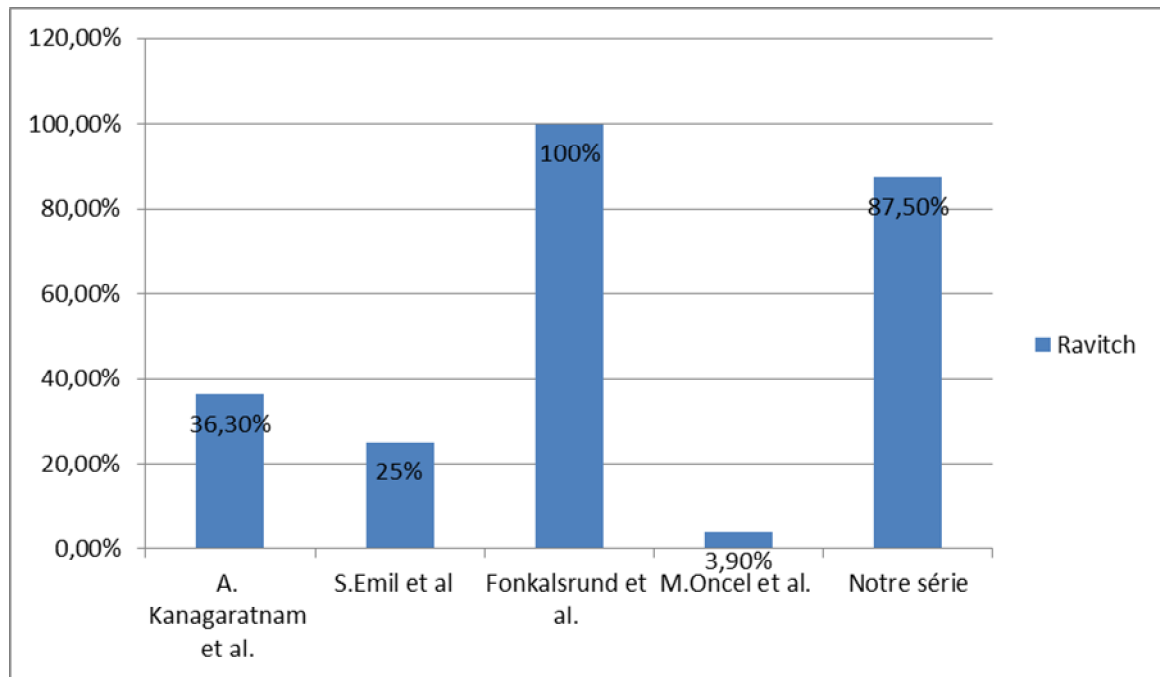
Dans la série d'A.Kanagaratnam et al. qui rassemble 1 432 patients, 36,3% des cas étaient opérés par la technique de Ravitch. [55]

Dans la série de S.Emil et al 25% des patients ont été opérés par la méthode Ravitch. [56]

Dans la série d'EW.Fonkalsrund et al. , l'ensemble des patients présentaient un pectus excavatum, ils ont tous été opérés par la méthode Ravitch. [43]

Lors de l'étude de M.Oncel et al. , 3,9% des patients ont été opérés par cette technique. [35]

Au sein de notre étude, 87,5% des cas ont été opérés par cette méthode.



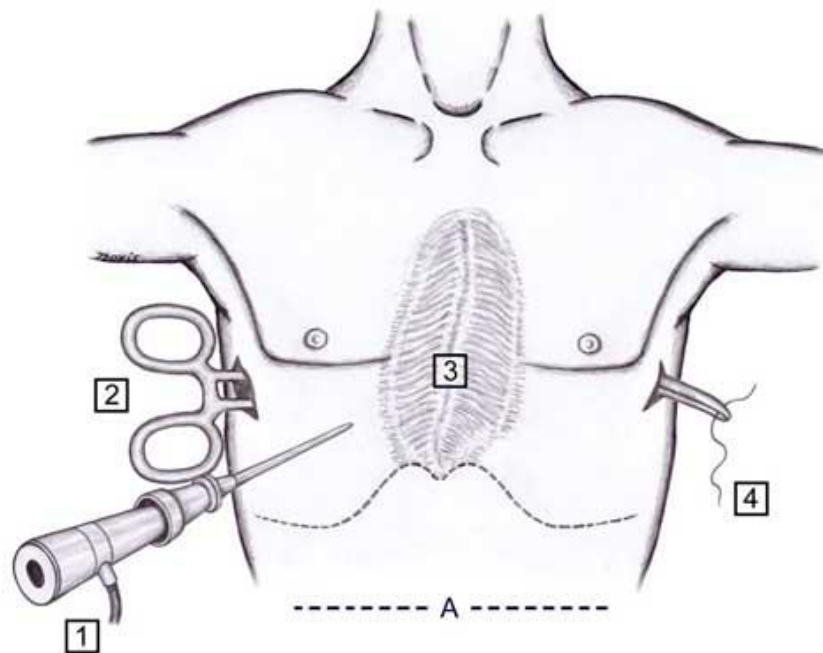
**Graphique 8** : comparaison des séries concernant la méthode Ravitch

❖ **Technique de NUSS :**

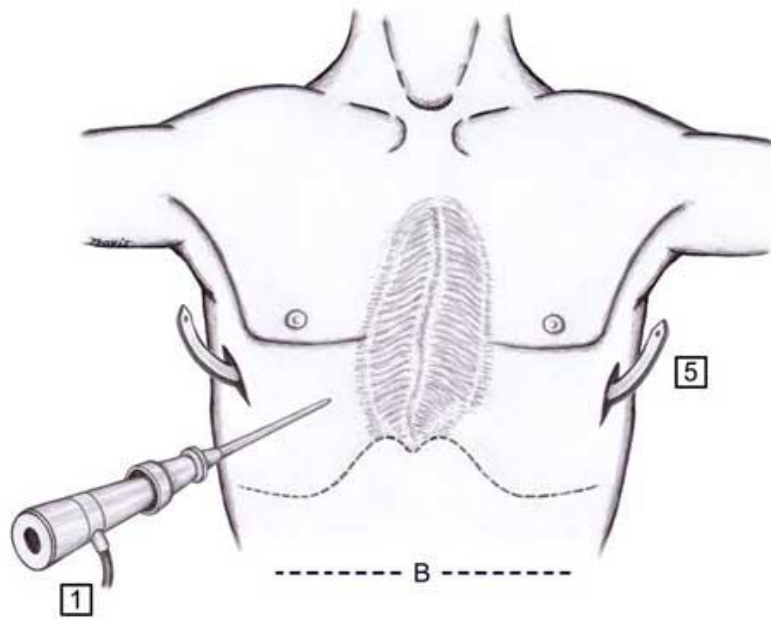
Plus communément dénommée « Nuss » ou « MIRPE » (Minimally invasive repair of pectus excavatum), elle a pour objectif de traiter le pectus excavatum par un abord chirurgical trans-thoracique à minima du plastron chondrosternal. Deux courtes incisions latérothoraciques, à l'aplomb de la déformation, autorisent le passage, sous contrôle thoracoscopique, d'un guide (dont la concavité est dirigée vers le haut) immédiatement en arrière du plastron chondrosternal déformé ; puis la mise en place d'une (ou plusieurs) barre(s) (Lorentz pectus bar ou Nuss bar), pré cintrée(s) en salle d'opération en fonction de la déformation à corriger. Celle-ci, introduite dans le thorax à travers un espace intercostal, ressort de la paroi du côté opposé. Elle est retournée convexité vers le haut et ses extrémités sont fixées latéralement à la paroi externe par l'intermédiaire de stabilisateurs et/ou de fils d'acier encerclant les

côtes. La barre remodèle le plastron chondro-sternal déformé par compression interne, au prix du maintien en place pour une période de 2 à 4 ans. Au terme de ce délai, une deuxième intervention est requise pour procéder à l'ablation du matériel.

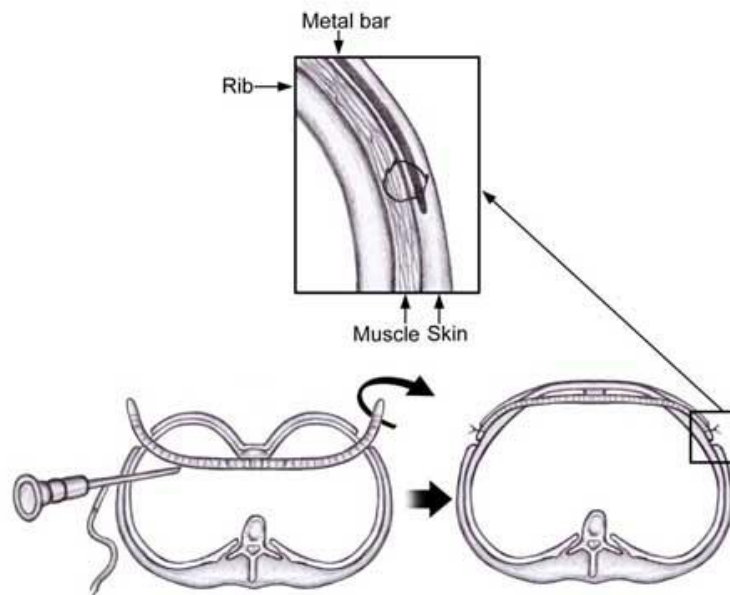
La technique de NUSS est une procédure chirurgicale qui nécessite une courte durée d'hospitalisation et peut être envisageable chez l'enfant, contrairement à la méthode de Ravitch. En outre, elle permet au patient opéré de reprendre son activité sportive après 2 mois. [52]



**Figure 19 :** Technique mini-invasive pour la correction du pectus excavatum (3) avec thoroscopie (1). Un long clamp qui passe d'un côté à un autre (2), pour saisir la bande ombilicale (4), qui va guider le passage de la barre du pectus derrière le sternum [77]



**Figure 20 :** Après avoir passé derrière le sternum, la barre du pectus (5), sous contrôle thoracoscopique, et avant d’être retournée. On note la concavité de la barre et orientée vers le haut. [77]



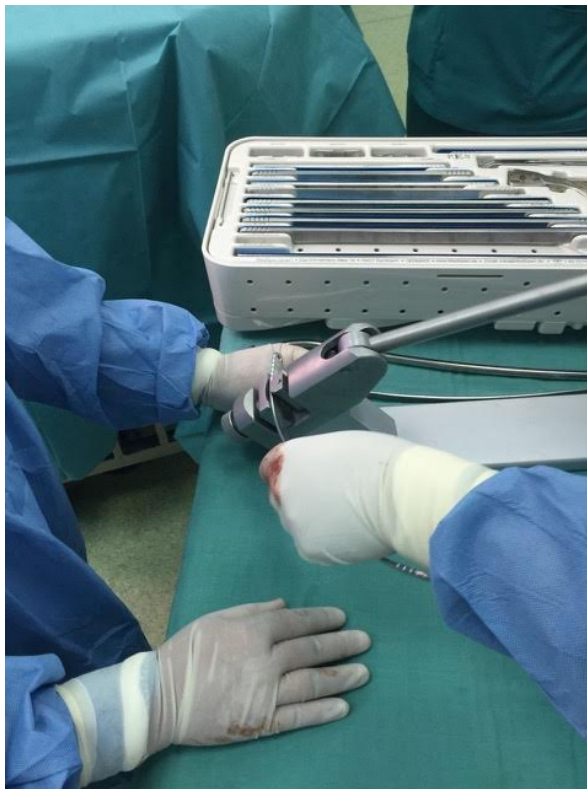
**Figure 21 :** La fixation de la barre se fait par des stabilisateurs latéraux [77]



**Figure 22 :** Installation d'un patient ayant un pectus excavatum



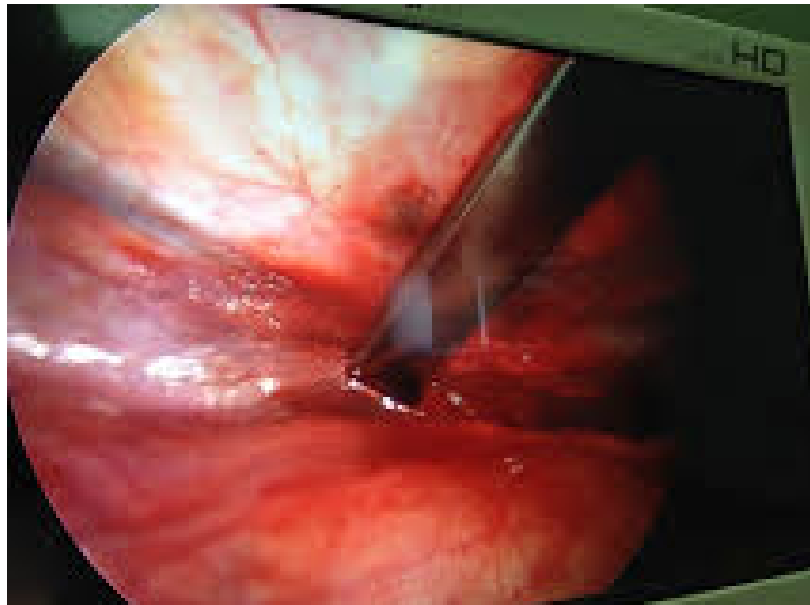
**Figure 23 :** Passage du guide en transmédiastinal sous contrôle endoscopique chez l'un de nos patients ayant un pectus excavatum



**Figure 24 :** Ajustement de la courbure de la barre de Nuss avant son introduction chez l'un de nos patients ayant un pectus excavatum



**Figure 25 :** Mise en place de la barre de Nuss chez l'un de nos patients ayant un pectus excavatum



**Figure 26 :** Le passage de la barre de Nuss entre le péricarde et le sternum chez l'un de nos patients ayant un pectus excavatum



**Figure 27 :** Le retournement de la barre de Nuss chez l'un de nos patients



**Figure 28 :** Stabilisateur de la barre de Nuss chez l'un de nos patients ayant un pectus excavatum



**Figure 29** : Radiographie postopératoire de notre patient opéré par la méthode de Nuss

La technique de Nuss comporte de multiples complications péri-opératoires. Les perforations cardiaques constituent une des complications spécifiques de la méthode. Elles se produisent lors de l'introduction intra thoracique du guide, ou de la barre elle-même. Les occlusions aiguës de la veine cave inférieure se présentent par une instabilité hémodynamique, une oligurie et une distension abdominale. [78] Actuellement, la mise en place de la barre est effectuée sous contrôle visuel direct par thoracoscopie, minimisant le risque de lésions d'organes.

Il existe aussi des complications graves postopératoire et à moyen terme, comme le déplacement secondaire de la barre, qui est la complication la plus fréquente dans les revues de littérature. Elle peut causer des lésions vasculaires et hémorragiques retardées d'origine pariétale, des lésions retardées de la crosse aortique et aussi des hémorragies d'origine pulmonaire. L'infection de la barre qui constitue aussi une autre source d'événement indésirable grave. Puis viennent en troisième position dans cette hiérarchie de complications postopératoire les épanchements péricardiques. On note aussi l'existence de phénomènes d'intolérance à la barre, qui est liés à une allergie au nickel ou chrome. [78]

Dans notre série un seul patient a été abordé par cette technique, du faite que le pectus excavatum est rare, on a eu seulement 2 cas.

L'expérience de la technique de Nuss a débuté au sein de notre service.

#### ❖ **Technique d'Abramson :**

Il s'agit d'une technique modifiée de la procédure de Nuss pour la correction du pectus carinatum, consistant principalement à la pose d'une barre métallique en pré-sternal et fixé des deux coté de la paroi thoracique par des plaques métalliques. [59]

Un cathéter est placé chez le patient avant la chirurgie. Une ligne horizontale est tracée sur l'emplacement avec le plus haut degré de protrusion sur la paroi thoracique antérieure, afin de choisir l'emplacement des incisions.

Deux incisions transversales ont été réalisées des deux côtes, environ 2,5 cm de chaque côté. Les fibres du muscle grand pectoral sont séparées. Les deux côtés des deux côtes avoisinantes sont choisis et inciser de 1 cm à travers le périoste

Pendant que la ventilation est interrompu, les côtes ont été encerclées en sous périoste par rugine raspatoire puis avec un cathéter d'aspiration pour servir comme une gaine des fils métalliques afin d'éviter le pneumothorax. Après la mise en place des fils d'acier, la gaine d'aspiration-cathéter est enlevée et le patient relié au ventilateur à nouveau, ou bien des agrafes costales mises en sous périostés qui sont utilisés actuellement comme dans notre cas.

Des stabilisateurs avec rainure pour la barre sont ajustés et avec deux trous de vis sont placés perpendiculairement sur les côtes et renforcés par les fils des deux côtés.

La barre de taille appropriée, avec des rainures sur les deux côtés est ajusté dans les stabilisateurs, a été sélectionnée en utilisant un modèle tout en comprimant le sternum avec la main de manière convexe. A l'aide de pinces, un passage sous-cutané vers le sternum est crée des deux côtés et un drain thoracique avec un trocart est dirigé d'une incision à une autre, postérieurement au pectoral majeur, puis à travers le pectoral majeur près de son origine près du sternum.



**Figure 30** : Image en per-opératoire chez un patient lors d'une intervention d'Abramson

Le trocar est ensuite enlevé de la lumière du tube, et la barre est insérée dans celle-ci avec la concavité tournée vers l'arrière, puis retirée à travers le passage pré-sternal. En comprimant la barre sur le sternum, on place les stabilisateurs à nouveau sur les deux bords appropriés et on fixe à l'aide de deux vis métalliques des deux côtés.

La fermeture de l'incision se fait plan par plan. Une radiographie thoracique est ensuite réalisée en postopératoire afin de visualiser le positionnement de la barre et rechercher un pneumothorax.



**Figure 31 :** Radiographie thoracique de face postopératoire suite à l'intervention d'Abramson

Dans notre étude, 6,25 % des cas ont été abordé par la technique d'Abramson.

**c. Complément de chirurgie plastique :**

L'indication d'une intervention de chirurgie plastique dépendra de l'ampleur des facteurs physiologiques et psychologiques.

La chirurgie plastique est indiquée pour obtenir une augmentation du tissu mou afin de dissimuler la déformation de la paroi ou du sternum, ce qui implique l'utilisation d'une autogreffe, telle que le transfert de graisse autologue, ou des implants synthétiques comme « prothèse de silicone sur mesure ». Chez les femmes, l'hypoplasie concomitante du sein doit être traitée.

❖ **Prothèse pariétale en silicone sur mesure :**

La réalisation de la prothèse nécessite une prise d'empreinte du thorax du patient. Il peut s'agir d'une prise d'empreinte « externe » à partir d'un moulage thoracique, ou bien d'une prise d'empreinte interne virtuelle, à partir de coupes tomodynamétriques. [25]



- a. Empreinte en négatif du thorax.
- b. Positif de l'empreinte.
- c. Amputation du sein.
- d. Prise d'empreinte de la dépression.

**Figure 32 :** Moulage en plâtre [25]



a  
b  
c

- a. Coupe tomodensitométrique passant par le point le plus profond du pectus.  
 b. Sont représentés en rouge les contours d'une prothèse moulée virtuellement sur le plan cutané.  
 c. Sont représentés en jaune les contours de la prothèse moulée sur le plan chirurgical.

**Figure 33** : Illustration de la différence de forme entre une prothèse réalisée à partir d'une conception assistée par un ordinateur et celle réalisée à partir d'un moulage en plâtre. [25]

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale. Le patient est installé en décubitus dorsal strict, bras en abduction à 90°. La durée de l'intervention est d'environ une heure.



**Figure 34** : Technique de la mise en place d'un implant en silicone [25]

Le patient sort alors du service avec un vêtement de contention avec appui sternal, à porter jour et nuit pendant un mois au minimum. La réalisation d'un geste musculaire contre-indique au patient le port de charge lourde et le sport pendant 3 mois. Le patient est revu au 8e jour après sa sortie. L'examen clinique recherche la présence d'un épanchement séreux péri-prothétique. Lorsqu'il est trop abondant, il est ponctionné. Plusieurs ponctions itératives peuvent être nécessaires avant de l'assécher. Le port de la contention élastique sera d'autant plus long qu'il y aura eu un sérome. [25]

Des cas de diffusion des molécules de silicone dans la circulation sanguine ont été rapportés puisque la prothèse n'est pas protégée.



**Figure 35 :** Boléro de contention avec appui sternal [25]

À la différence des deux techniques présentées dans le chapitre précédent, la mortalité est nulle et la morbidité excessivement faible.

La complication la plus fréquente est le développement d'un épanchement séreux lymphatique péri-prothétique dans les suites immédiates de l'intervention. En moyenne, une ou deux ponctions sont nécessaires afin qu'il se tarisse. [25]

#### ❖ **Les implants mammaires :**

La reconstruction prothétique du sein est indiquée surtout dans le syndrome de Poland, mais la position sous-cutanée et la qualité médiocre des téguments exposent à un risque plus important de complications à type d'exposition de prothèse et de coque. [28]

De plus, les résultats esthétiques restent discutables. En effet, la prothèse reconstruit le sein, mais ne comble pas le défaut infra-claviculaire et ne reconstruit pas le pilier axillaire antérieur. [28]

Les implants ronds restent le plus utilisés.



**Figure 36 :** Exemple de reconstruction isolée par implant mammaire rond chez une femme présentant un syndrome de Poland stade II à droite. [28] L'implant mammaire reconstruit le sein mais ne comble pas le défaut infra-claviculaire

#### ❖ **Grefe autologue de cellules adipeuses selon Coleman :**

La greffe autologue de cellules adipeuses, selon la technique de Coleman, permet de traiter le défaut infra-claviculaire et de restaurer le pilier axillaire antérieur. Il s'agit d'une technique simple et rapide. Malheureusement, cette technique ne pourra être proposée chez le sujet maigre, en raison de l'absence de sites donneurs. [28]

Le dessin préopératoire trace le contour de la zone atrophique pectorale se prolongeant vers la région axillaire (pilier axillaire antérieur) ; on repère le néosillon mammaire inféro-externe. Le prélèvement et le traitement de la graisse (centrifugation) sont réalisés selon la technique décrite par Coleman. La réinjection est réalisée selon un treillis tridimensionnel. [28]

Lors d'une séance, la quantité moyenne de graisse injectée pour combler la dépression infra-claviculaire est d'environ 100 ml [78]. En moyenne, deux séances sont nécessaires, mais leur nombre reste variable en fonction de la sévérité de l'atteinte et des réserves de graisse du patient.

La principale complication est la cystostéatonécrose [78] ; le seul aléa une insuffisance de résultat.



**Figure 37 :** Technique de Coleman chez une jeune patiente présentant un stade I de syndrome de Poland. Injection de Lipostructure® pour combler le défaut infra-claviculaire [28]

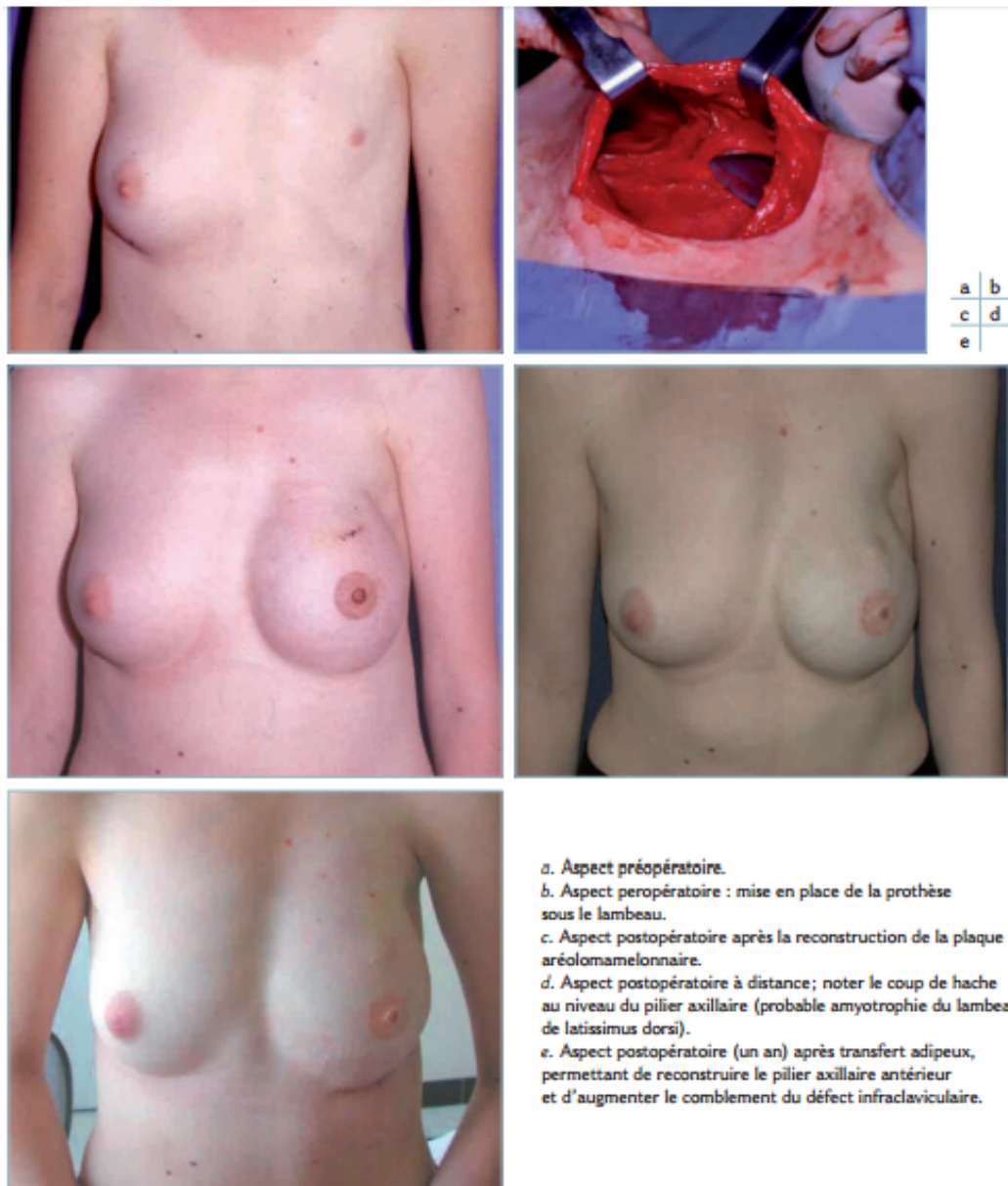
### ❖ **L'expansion cutanée :**

Cette technique peut-être utile pour la reconstruction des anomalies sévères. Elle s'effectue en deux temps opératoires, avec un intervalle (période de gonflage) de 3 mois. Du fait de la minceur de l'enveloppe cutanée, il existe un risque de coque et d'exposition de la prothèse.

### ❖ **Les lambeaux :**

Les lambeaux pédiculés (latissimus dorsi, rectus abdominis), ou libres (latissimus dorsi controlatéral, gluteus maximus) sont actuellement peu employés.

Leur inconvénient principal est la quantité limitée de tissu apporté. Les anastomoses sont préférentiellement effectuées sur les vaisseaux mammaires internes.



**Figure 38 :** Reconstruction chez une jeune femme présentant un stade II de Poland à gauche par lambeau pédiculé de latissimus dorsi associé à un implant mammaire. Ce temps a été précédé par une expansion cutanée. Lors d'un troisième temps opératoire, un transfert de graisse a été réalisé pour reconstruire le pilier axillaire antérieur et augmenter le remplissage du défaut infra-claviculaire. Résultats à distance après reconstruction de l'aréole. [28]

## **7. Résultats :**

### **a. Suites opératoires:**

Après avoir été opéré, le patient doit bénéficier d'une surveillance attentive pour guetter les complications postopératoires.

Dans la série de A.Wutrz et al. Les complications précoces postopératoire rapportés étaient : retard de cicatrisation par lymphorrhée prolongée chez 6 patients, sepsis chez 2 patients, hématome chez 2 patients, un pneumothorax chez un patient, un épanchement pleural chez 2 patients, pneumopthie chez 2 patients, atélectasie chez un patient et une embolie pulmonaire chez un patient. [60]

Dans la série de I.Hysri et al. la morbidité était dominée par l'infection pulmonaire qui été retrouvé chez 3 patient, un épanchement lymphatique sous-cutané chez 3 patients, un épanchement pleural chez un seul patient, puis un accident vasculaire cérébral chez un seul patient. [33]

Dans la série d'E. Kelly et al, on retrouve un pneumothorax chez 772 patients (68,7%), un syndrome d'Horner chez 174 patients (15,5%), une infection au site de suture chez 11 patients (1%), une infection pulmonaire chez 6 patients (0,6%), un hémithorax chez 6 patients (0,6%), une péricardite chez 5 patients (0,5%) suivi d'un épanchement pleural chez 3 patients (0,3%). Aucun de décès n'a été noté. [60]

Dans la série de Dong-Kun Zhang et al. , la morbidité était dominée par le pneumothorax chez 18 patients, suivie de l'épanchement pleural chez 5 patients, hémithorax chez un patients, infection pulmonaire et atélectasie chez 4 patients, infection au site de suture chez 3 patients. [62]

Dans la série de R. Kabbaj et al. , on note un pneumothorax chez 37 patients, un épanchement pleural chez 2 patients, pneumopathie chez 2 patients, sepsis chez 2 patients et un épanchement péricardique. [50]

Dans la série de H.Abramson et al. , on note défaut de cicatrisation chez 8 patients, formation de sérome chez 6 patients, une rupture de fil chez 3 patients, un pneumothorax chez un patient, une infection chez un patient. [63]

Dans la série de C.Castellani et al. on retrouve parmi les complications postopératoires 10 patients avec un épanchement pleural, 3 pneumothorax 2 pneumonie, 1 pneumopéricarde et 1 atélectasie. [53]

Dans la série de HJ. Park et al , on note un pneumothorax chez 23 patients, sérome chez 11 patients, un hémithorax chez 3 patients, péricardite chez 5 patients. [81]

Comme on peut le remarquer à travers ce tableau comparatif, la technique de Ravitch a peu complications postopératoire. Quant à la technique de Nuss entraîne des complications graves en postopératoire tels que les épanchements pleuraux ou cardiaques, rupture de fil et la formation de sérome, mais aussi le déplacement de la barre dans les complications tardives.

Dans notre série, on a noté une seule complication postopératoire un sepsis chez un seul patient, vue la 87,5% de nos patients ont été abordés par la méthode de Ravitch.

**Tableau 9** : comparaison des séries concernant les complications postopératoires

	A.Wurtz et al. [60]	I.Hysri et al. [33]	E.Kelly et al. [60]	Dong- Kun Zhang et al. [62]	R.Kabbaj et al. [50]	H.Abramson et al. [63]	C.Castellani et al. [53]	HJ.Park et al. [81]	Notre série
<b>Epanchement pleural</b>	-	8,3%	0,3%	0,8%	2,9%	-	16,9%		-
<b>Pneumothorax</b>	0,5%	-	68,7%	2,8%	53%	2,5%	5,1%	6,9%	-
<b>Pneumopathie</b>	1%	25%	0,6%	0,7%	2,9%	-	3,4%		-
<b>Sepsis</b>	1%	-	-	-	2,9%	-	-	-	6,25%
<b>Défaut de cicatrisation</b>	2,9%	-	-	-	-	20%	-	-	-
<b>Hémothorax</b>	-	-	-	0,2%	-	-	-	0,9%	-
<b>Infection</b>	-	-	1%	0,5%	-	2,5%	-	-	-
<b>Atélectasie</b>	0,5%	-	-	0,6%	-	-	1,7%	-	-
<b>pneumopéricarde</b>	-	-	-	-	-	-	1,7%	-	-
<b>Péricardite</b>	-	-	0,4%	-	-	-	-	1,5%	-
<b>Rupture de fil</b>	-	-	-	-	-	7,5%	-	-	-
<b>Sérome</b>	-	-	-	-	-	15%	-	3,3%	-

## **b. Satisfaction :**

Après la réparation du pectus excavatum par la technique de Nuss, on note une amélioration des épreuves d'effort.

Dans la série d'EW.Fonkalsrund et al. on retrouve d'excellent résultats avec un taux de satisfaction de 97%. [43]

Dans la série d'A.Wurtz et al. on note d'excellent résultats chez 176 patients (86,3%), de bon résultats chez 26 patients (12,7%) et résultats moyen chez deux patients (1%). [60]

Dans la série de D.Nuss et al. on note d'excellent résultats chez 540 patients (86,5%), de bon résultats chez (10,3%), résultats moyen chez 15 patients (2,4%) et un échec chez 8 patients (1,3%). [64]

Dans la série de Dong-Kun Zhang et al. on note d'excellent résultats chez 504 patients, de bon résultats chez 105 patient, résultats moyen chez 28 patients et pauvre chez 2 patients. [62]

Dans la série de H.Abramson et al. on note d'excellent résultats chez 10 patients, de bon résultats chez 4 patient, résultats moyens chez 4 patients et pauvre chez 2 patients. [63]

Dans la série de M.Yûksel et al. on retrouve 16 patients ayant d'excellent résultats, 1 patient avec de bon résultats et un seul échec chez un patient ayant une forme asymétrique. [59]

**Tableau 10** : Comparaison des séries concernant les résultats postopératoire

	<b>Résultats</b>			
	Excellent	Bon	Moyen	Pauvre ou échec
<b>A.Wurtz et al. [32]</b>	86,3%	12,7%	1%	-
<b>D.Nuss et al. [64]</b>	86,5%	10,3%	2,4%	1,3%
<b>DK. Zhang et al. [62]</b>	78,9%	16,4%	4,4%	0,3%
<b>H.Abramson et al. [63]</b>	50%	20%	20%	10%
<b>M.Yûksel et al. [59]</b>	89%	5,5%	-	5,5%
<b>Notre série</b>	75%	-	18,75%	6,25%

Concernant les résultats de réparation par la technique de Nuss, on note une amélioration des épreuves d'effort dans les revues de littérature.

Dans la série d'O.A.Bawazir et al. on retrouve : [82]

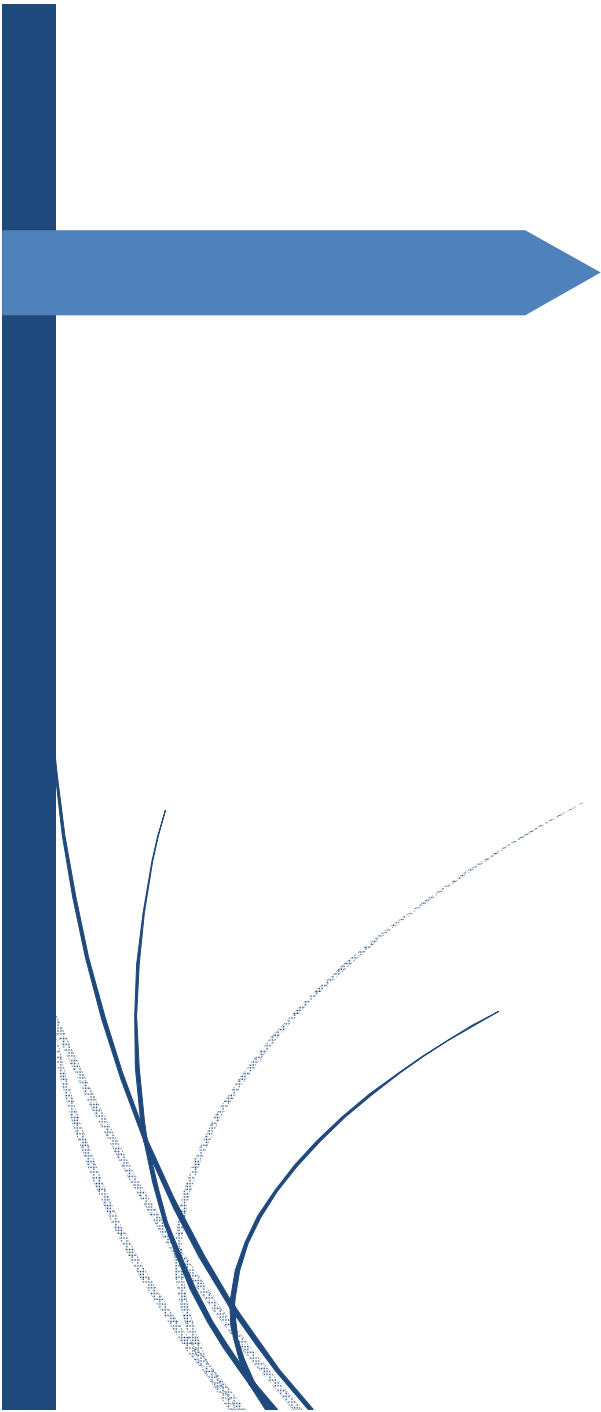
	Preoperative	Postoperative (3 mo)	Postoperative (21 mo)	After bar removal
n	40	32	20	10
$\dot{V}O_2$ max (L/kg per min)	1.63 ± 0.10 (68.3 ± 2.4)	1.39 ± 0.10 (61.9 ± 3.12)	1.83 ± 0.15 (68.5 ± 3.9)	2.06 ± 0.15 (70.7 ± 3.8)
Anaerobic threshold ( $\dot{V}O_2$ max % expected)	21.41 ± 1.78	18.40 ± 1.18	24.51 ± 2.39	22.62 ± 2.10
Minute volume breathing at maximal exercise (L/min)	67.76 ± 4.10 (78.5 ± 4.2)	62.89 ± 3.89 (70.2 ± 3.2)	71.06 ± 5.41 (74.0 ± 4.5)	69.86 ± 4.42 (79.5 ± 12.9)
Maximal heart rate (beats/min)	176 ± 4 (87.0 ± 1.3)	75 ± 6 (87 ± 1.1)	179 ± 3 (87.5 ± 1.7)	173 ± 10 (89 ± 2.0)

**Figure 39** : Epreuve d'effort après réparation d'un pectus excavatum [55]

Dans la série de MH. Malek et al. on retrouve : [83]

Parameters	PSI									
	Overall (n = 21)		3.0-3.9 (n = 3)		4.0-4.9 (n = 9)		5.0-5.9 (n = 4)		≥ 6.0 (n = 5)	
	Mean	% Ref	Mean	% Ref	Mean	% Ref	Mean	% Ref	Mean	% Ref
$\dot{V}O_2$ max, L/min	2.14	75	2.57	86	2.04	74	1.44	62	2.63	80
$\dot{V}O_2$ 0, L/min	1.16	41	1.37	47	1.12	41	0.81	37	1.25	38
$\delta\dot{V}O_2/\delta W$ , mL/min/W	10.6		11.0		10.0		11.2		10.8	
on- $\tau\dot{V}O_2$ ,	37.4		34.7		34.7		33.9		39.2	
off- $\tau\dot{V}O_2$ ,	41.6		46.5		37.2		45.8		40.1	
<i>fc</i> rest, min	84		84		87		92		74	
<i>fc</i> max, min	185	98	185	98	177	91	176	91	174	87
$\dot{V}O_2/fc$ , mL	12.4	85	13.9	89	11.9	84	9.2	77	14.9	92
RPE, Borg scale†	15.4		16.0		16.1		13.5		15.4	

**Figure 40** : Epreuve d'effort après réparation d'un pectus excavatum [56]



*Conclusion*

Les déformations congénitales de la paroi thoracique antérieure sont des anomalies dont l'étiologie et l'implication génétique reste méconnue.

Une meilleure connaissance de l'histoire naturelle, du retentissement fonctionnel et des moyens thérapeutiques orthopédiques et chirurgicaux des déformations de la paroi thoracique antérieure devrait accroître leur prise en charge effective, actuellement faible au regard de leur prévalence.

Le pectus carinatum représente la déformation congénitale thoracique antérieure la plus fréquente dans notre contexte, touchant surtout le sexe masculin.

Un bilan radiologique bien détaillé est nécessaire, afin d'évaluer la sévérité de la déformation, mais aussi de la quantifier, par le biais de la radiographie standard du thorax face et profil et d'une tomodensitométrie thoracique. Suivi d'une évaluation pré thérapeutique psychologique et fonctionnelle.

Parmi l'arsenal thérapeutique, de nos jours, les techniques classiques et les nouvelles approches nous permettent de choisir l'approche la plus appropriée pour le patient, selon l'expérience et la préférence du chirurgien, mais en particulier selon les besoins cliniques et psychologiques individuels.

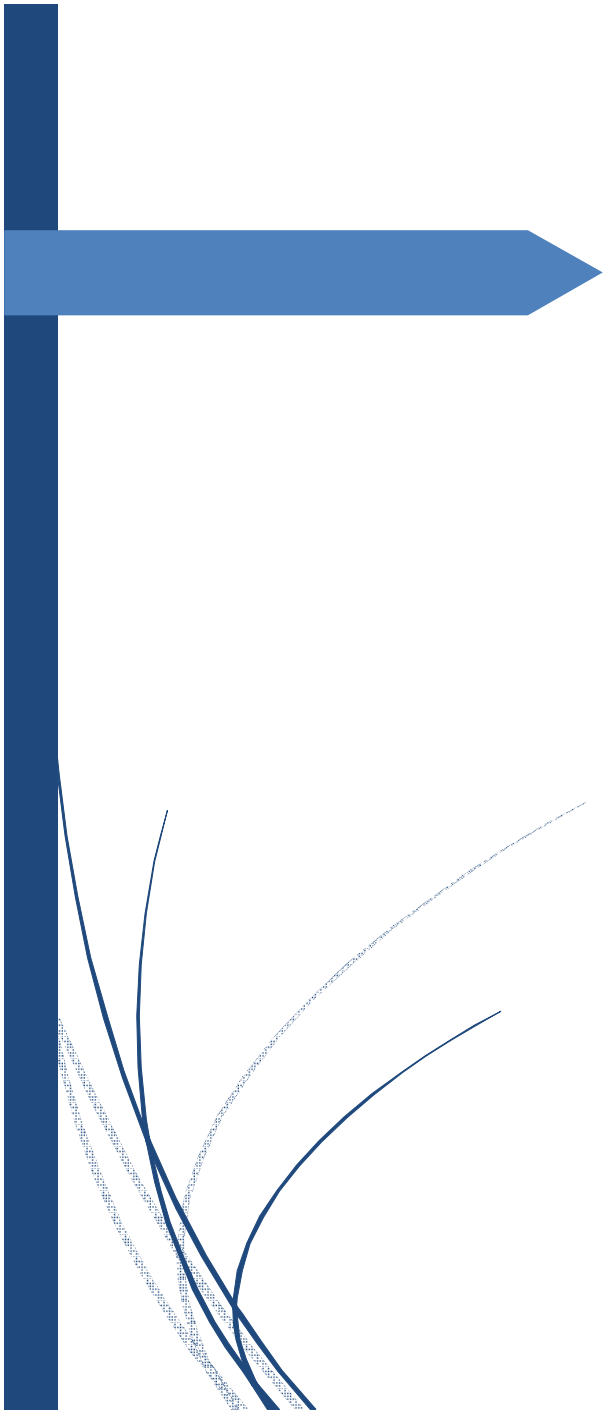
Le pectus excavatum est généralement corrigé par différentes techniques chirurgicale. En revanche, en raison des risques inhérents d'une chirurgie majeure, seuls les cas sévères de pectus carinatum sont opérés, on préconise un traitement conservateur.

La méthode de Ravitch une technique chirurgicale adaptée à leur pathogénie et applicable, sans exception, à toutes leurs variantes anatomiques. Mise en œuvre chez l'adolescent en fin de croissance, ou chez l'adulte, elle procure des résultats esthétiques satisfaisants, au prix d'une faible morbidité et sans mortalité.

La technique mini-invasive de Nuss est une technique révolutionnaire de correction des pectus excavatum. Cette technique chirurgicale nous aide à obtenir de bons résultats et une satisfaction du patient, or qu'il existe de nombreuses complications graves, dont la perforation cardiaque.

Cette déformation nécessite parfois des gestes de chirurgie plastiques si la motivation à la correction est purement morphologique, afin de redessiner la paroi thoracique chez les patients présentant une déformation thoracique sévère ou de réaliser une reconstruction prothétique du sein chez les femmes présentant une asymétrie mammaire.

Une approche multidisciplinaire est recommandée pour la prise en charge des déformations congénitales de la paroi thoraciques dans toute leur complexité.



## *Résumés*

## RESUME

**Titre :** La chirurgie des déformations congénitales de la paroi thoracique antérieure.

**Auteur :** OUADNOUNI SARAH

**Mots clés :** Déformation, paroi thoracique antérieure, pectus carinatum, pectus excavatum, Ravitch

Les déformations de la paroi thoracique antérieure affectent le plastron chondrosternal selon deux modalités, déformation en creux ou pectus excavatum et les déformations en protrusion ou pectus carinatum.

Nous avons réalisé une étude rétrospective de 2012 à 2016, la première à l'échelle nationale, de 2012 à 2016 concernant 16 patients au service de chirurgie thoracique au Centre Hospitalier Universitaire Ibn Sina de Rabat.

Nous avons noté un âge moyen des patients est de 20,62 ans, avec des extrêmes allant de 16 à 26 ans avec une forte prédominance masculine de 87%. On a noté aussi le trait familial chez 12,5% des cas. L'examen clinique a retrouvé un aspect marfanoïde chez 2 patients. Quant aux signes fonctionnels, 25% étaient asymptomatiques, tandis que 37% présentaient une douleur thoracique accompagnées de dyspnée, 25% une dyspnée, suivi de 13% présentant une dyspnée seule. Notre série a été dominée par le pectus carinatum qui représentait 62,5% des cas, suivi du pectus excavatum dans 12,5%.

Tous nos patients ont bénéficié d'une spirométrie, une échographie cardiaque, une radiographie et une TDM thoracique.

Une ostéo-chondroplastie a été réalisée chez 14 patients, la technique de Nuss chez un patient et la technique d'Abramson chez le patient restant. Les suites opératoires étaient simples, hormis un sepsis chez un patient. Le taux de mortalité était nul. 12 patients étaient très satisfaits des résultats, 3 patients partiellement satisfait. On a noté qu'un seul échec dans notre série.

Les déformations thoraciques nécessitent une collaboration médicochirurgicale, notamment dans le bilan préopératoire. Elles sont surtout représentées au Maroc surtout par le pectus carinatum dans notre série qui ont été abordés par la méthode de Ravitch.

## ABSTRACT

**Title:** Surgery of congenital deformities of the anterior thoracic wall.

**Author:** OUADNOUNI Sarah

**Keywords:** Deformation, anterior thoracic wall, pectus carinatum, pectus excavatum, Ravitch

The anterior chest wall's deformities affect the chondrosternal plastron according to two modalities, hollow deformation "pectus excavatum" and deformations in protrusion "pectus carinatum".

We conducted a retrospective study from 2012 to 2016, the first nationwide, on 16 patients from the department of thoracic surgery in Ibn Sina's University Hospital in Rabat.

The patients average age was 20.62 years, with extremes ranging from 16 to 26 years with a strong male prevalence of 87%. The family trait was also noticed in 12.5% of the cases. The clinical examination found a marfanoid aspect in 2 patients. As for functional signs, 25% were asymptomatic, while 35% had chest pain, 25% had chest pain accompanied by dyspnea, followed by 13% with only dyspnea. Our series were dominated by pectus carinatum which accounted in 62.5% of the cases, followed by pectus excavatum in 12.5%.

All our patients benefited from spirometry, cardiac ultrasound, x-ray and thoracic CT.

Osteo-chondroplasty was performed in 14 patients, the Nuss technique in one patient and the Abramson technique in the remaining patients. The surgical follow-ups were simple, except for patient who presented a sepsis. The mortality rate was zero. 12 patients were very satisfied with the results, 3 patients were partially satisfied. Only one failure was noted in our series.

Thoracic deformities require medical and surgical collaboration, especially during the preoperative phase. They are represented in Morocco mainly by the pectus carinatum which were in our series approached by the method of Ravitch.

## الملخص

**العنوان:** جراحة تشوه الجدار الصدري الأمامي الخلقى

**المؤلفة:** سارة الوادنونى

**الكلمات الأساسية:** التشوه – الجدار الصدري الأمامي – الصدر الجُؤجُي – الصدر اللجفي – تقنية

رافيتش

يصيب تشوه الجدار الصدري الأمامي الحَيْرُومَ العُضْرُوفِيَّ القَصِيَّ عن طريق التشوه التجويفي (الصدر اللجفي) أو التشوه التَّبَارُزِي (الصدر الجُؤجُي).

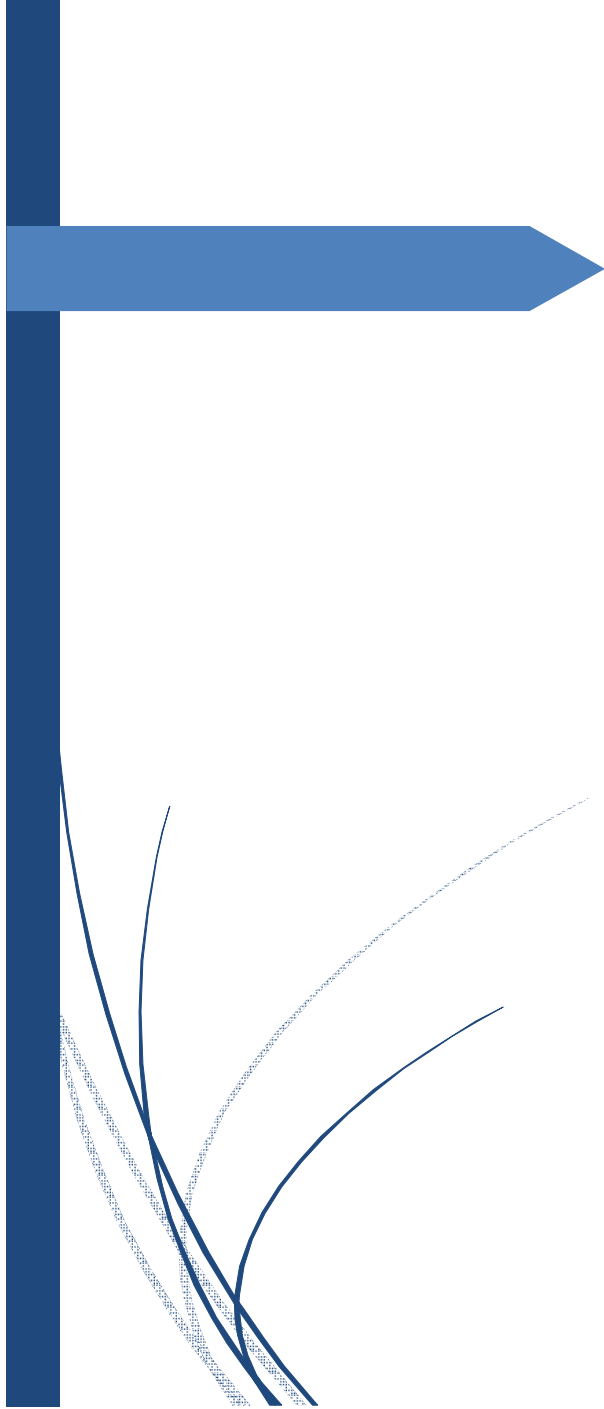
لقد قمنا بدراسة استعادية هي الأولى من نوعها على المستوى الوطني، من 2012 إلى 2016 ، لـ 16 مريض في مصلحة الجراحة الصدرية بالمركز الاستشفائي ابن سينا بالرباط.

بلغ متوسط الأعمار 20.62 سنة مع طرفي العمر من 16 إلى 26، وهيمنة ذكورية بنسبة 87% ، كما وجدنا القسمة العائلية عند 12.5 % من الحالات، ووجدنا عند الفحص السريري المنظر مَرَفَانِيَّ الشَّكْلِ عند مريضين، أما الأعراض الوظيفية فكانت عديمة بنسبة 25% ، والآلام الصدرية بنسبة 37%، و الآلام الصدرية مع ضيق التنفس بنسبة 25% ، وضيق التنفس وحيدا بنسبة 13% . ولقد هيمن الصدر الجُؤجُي في هذه السلسلة من الحالات بنسبة 62.5% مقابل 12.5% بالنسبة للصدر اللجفي.

استفاد جميع المرضى من قياس السَّعَةِ الرِّئَوِيَّةِ ومن التخطيط بالصدى القلبي ومن التصوير الإشعاعي ومفراس صدريين.

أنجز رأب عظمي غظروفي عند 14 مريضا، وتقنية نوس لدى مريض، وتقنية أمبرامسون لدى الآخر المتبقي. كانت المرحلة التالية للعملية عادية ماعدا عند مريض واحد الطي أصيب بإنتان، وكان معدل الوفيات منعدما. أما النتائج فكانت جيدا عند 12 مريضا، وجيدا جزئيا عند 3 مرضى، وفاشلة عند مريض واحد.

تتطلب التشوهات الصدرية تعاوننا طبيا وجراحيا في ما يخص التقييم القبل العملياتي، وتتمثل في المغرب في الشكل الجُؤجُي في هذه السلسلة من الحالات، وقد عولجت بتقنية رافيتش.



## *Bibliographie*

- [1] Bauhinus J. *Observationum medicarum. Liber II, observ. 264*, Francfurti 1600; p. 507.
- [2] Brochhausen C, et al. Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;14(6):801–6.
- [3] Kelly RE. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17(3):181–93.
- [4] Coulson W. Deformities of the chest. *Lond Med Gaz.* 1820;4:69–73.
- [5] Ashrafi an H. Images in thorax. *Thorax.* 2013;68:1081.
- [6] Sauerbruch F. *Die Chirurgie der Brustorgane.* Berlin: Springer; 1920. p. 437.
- [7] Robicsek F, Watts LT, Fokin AA. Surgical repair of pectus excavatum and carinatum. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):64–75.
- [8] Huckaby L, Rajeev Prasad R. Minimally invasive repair of pectus excavatum in an adolescent with a history of a median sternotomy as an infant. *Journal of Pediatric Surgery Case Reports.* 2014;2(10): 443–5.
- [9] Antonoff MB, et al. When patients choose: comparison of Nuss, Ravitch, and Leonard procedures for primary repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2009;44(6):1113–9.
- [10] Nuss D, Kelly RE, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 1998;33:545–52.

- [11] Casamassima MGS, et al. Perioperative strategies and technical modifications to the Nuss repair for pectus excavatum in pediatric patients: a large volume, single institution experience. *J Pediatr Surg.* 2014;49(4): 575–82.
- [12] Torre M, et al. Absorbable stabilisation of the bar in minimally invasive repair of pectus excavatum. *Eur J Pediatr Surg.* 2008;18(6):407–9.
- [13] Gürkök S, et al. The use of absorbable material in correction of pectus deformities. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;19(5):711–2.
- [14] A. Chichery, A. André, E. Bozonnet, J-P. Chavoïn Syndrome de Poland, mise au point sur le traitement en 2009
- [15] Anton H. Schwabegger *Congenital thoracic wall Deformities : Diagnosis, Therapy and Current Developments*, Springer Wien New York 2011
- [16] Rouvière H, Delmas A. *Anatomie humaine (descriptive, topographique et fonctionnelle.)*, Tome 2 tronc 4e Edition Masson 1997.
- [17] Kamina P. *Anatomie clinique. Tome 3, thorax et abdomen. 3e Edition* Maloine 2009.
- [18] Lahlaidi A. *Anatomie topographique. Volume III, le thorax.* 1986
- [19] Netter F. *Atlas de Pneumologie* 2003.
- [20] Drake R.L, Vogl W, Mitchell A.W.M. *Gray's anatomy for students.* Elsevier Masson SAS 2006.

- [21] Rouvière H, Delmas A, Delmas V. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Tome II Tronc. 15<sup>ème</sup> édition. Paris : Masson 2002 [révisée par V. Delmas].
- [22] Mercier R, Vanneuville G. Le Thorax. Paris : E.P.R.I 1975.
- [23] Carrier G, Frechette E, Ugalde P, et al. Correlative anatomy for the sternum and ribs, costo vertebral angle, chest wall muscles and intercostal spaces, thoracic outlet. Thorac Surg Clin. 2007;17:521-8.
- [24] Robert Y, Rabattu P-Y, Selek L, Chaffanjon P. Anatomie et biomécanique du thorax antérieur Anatomy, Elsevier Masson SAS pour la Société française de rhumatologie 2015.
- [25] A. Andre, E.Bozonnet, M.Dahan, J-P.Chavoin. Pectus excavatum : correction chirurgicale par la mise en place d'une prothèse pariétale en silicone sur mesure,. Doi : 10.1016/B978-2-294-70949-4.50011-6
- [26] Revue des maladies respiratoires 2007 ; 24 : 107-20
- [27] Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine, version 2016-1
- [28] A. Chichery, A.Andre, E.Bozonnet, J-P.Chavoin.Syndrome de Poland, mise au point du traitement en 2009
- [29] Malformations de la paroi thoracique, M.Conti, B.Cavestri, L.Benhamed, H.Porte, A.Wurtz, Malformations de la paroi thoracique, 2009 Elsevier Masson SAS.
- [30] R. Dubois, R.Kohler, J-R.Jouve Déformations de la paroi thoracique de l'enfant et de l'adolescent, 2016 Elsevier Masson SAS.

- [31] Michele Torre, Giovanni Rapuzzi, Vincenzo Jasonni, et Patricio Varela<sup>3</sup>. Chest Wall Deformities: An Overview on Classification and Surgical Options. 2012, ISBN: 978-953-51-0010-2, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/topics-in-thoracicsurgery/chest-wall-deformities-an-overview-on-classification-and-surgical-options>.
- [32] A Wurtz, L Benhamed , I Hysi ,N Rousse , M Conti , R Nevière Résultats à long terme de la correction des déformations de la paroi thoracique antérieure de l'adolescent et l'adulte par sternochondroplastie simplifiée. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2015, 14 (2) : 051-058
- [33] Ilir Hysi<sup>1\*</sup>, André Vincentelli<sup>1</sup>, Francis Juthier<sup>1</sup>, Lotfi Benhamed, Natacha Rousse, Jean-Marc Frapier, Fabien Doguet, Alain Prat, Alain Wurtz Chirurgie cardiaque et traitements des déformations de la paroi thoracique antérieure : quand et par quelle technique ?..Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire 2015 ; 19(1) : 22-26
- [34] R. JANCOVICI, JP. ARIGON, F. PONS Chirurgie des malformations du thorax : Expérience de l'Hôpital Percy 1988-2006. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2007, 6 (4) : 09-19
- [35] CARDIOVASCULAR JOURNAL OF AFRICA • Vol 24, No 8, September 2013318
- [36] Jan M. Cobben<sup>a,b</sup>, Roelof-Jan Oostrac, Fleur S. van Dijk<sup>d</sup> Pectus excavatum and carinatum, european journal of medical genetics XXX (2014) 1-4 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmg.2014.04.017>

- [37] B. Cavestri, A.Wurtz, R.Nevière, B.Aguilaniu, B.Wallaert. Explorations fonctionnelles à l'exercice des patients présentant un pectus excavatum. *Revue des maladies respiratoires* (2010) 27,717-723 DOI : 10.1016/j.rmr.2010.06.015
- [38] Anastassios C. Koumbourlis, Charles J. Stolar Lung Growth and Function in Children and Adolescents With Idiopathic Pectus Excavatum. *Pediatric Pulmonology* 38:339–343 (2004). DOI : 10.1002/ppul.20062
- [39] R. Neviere, D. Montaigne, L, Benhamed, M.Catto, JL.Edme, R. Matran, A. Wurtz Cardiopulmonary response following surgical repair of pectus excavatum in adult patients. *European journal of cardio-thoracic surgery* 40 (2011) e77-e82. Doi :0.1016/j.ejcts.2011.03.045
- [40] M. Conti, C. Rossella, H. Porte, A. Wurtz Traitement chirurgical des malformations de la paroi thoracique antérieure. 2006 Elsevier SAS DOI: 10.1016/S0246-0467(06)43566-2
- [41] St Peter SD, Juang D, Garey CL, Laituri CA, Ostlie DJ, Shrap RJ, Snyder CL. A novel measure for pectus excavatum : the correction index. *J Pediatr Surg* 2011 Dec ; 46 (12) : 2270-3.
- [42] J. Nloga, G. Grosdidier Réparation des déformations de la paroi thoracique antérieure : ostéochondroplastie modelante et stabilisation par attelle-agrafe.42-481( 2005) - Doi : 10.1016/S1241-8226(05)39121-3
- [43] Fonkalsrud EW, Dunn JCY, Atkinson JB : Repair pf pectus excavatum deformities : 30 years experience with 375 patients. *Ann Surg* 2000 ; 231 : 443-8

- [44] M. Conti, C. Rossella, H. Porte, A. Wurtz Traitement chirurgicale des malformations de la paroi thoracique antérieure. Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie [44-210] DOI: 10.1016/S0246-0467(06) 43566-2
- [45] Anastassios, C. Koumbourlis Pectus deformities and their impact to pulmonary physiology. Paediatric Respiratory Reviews ·November 2014 DOI: 10.1016/j.prrv.2014.10.009
- [46] Anton H. Schwabegger Congenital thoracic wall deformities : diagnosis, therapy and current developments 2011 Springer-Verlag/Wien
- [47] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/omim>
- [48] A. van Aalst, J.Ducan Phillips, A.Micheal Sadove Pediatric Chest Wall and Breast Deformities. Plas Reconstru Surg 2009 ; 124 :38-49
- [49] JP. Chavoïn, JL.Grolleau, B.Lavigne, D.Darbas, M. Dahan, P.Pomard Chirurgie des malformations du thorax. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique, 45-671, 1998, 12 p.
- [50] Kabbaj R, Burnier M, Kohler R, Loucheur N, Dubois R, Jouve JL. Correction chirurgicale mini-invasive du pectus excavatum de l'enfant et de l'adolescent. Rev Chir Orthop 2014, 100(souspresse).
- [51] Anastassios C. Koumbourlis. Pectus excavatum: Pathophysiology and clinical characteristics. Paediatric Respiratory Reviews 10 (2009) 3–6.Doi: j.prrv.2008.12.002

- [52] F. Lavrand. Chirurgie des déformations thoraciques. DESC Chirurgie pédiatrique 11 mars 2015
- [53] Frank-Martin Häcker, Joanna Zuppinger, Sergio B. Sesia. Le traitement conservateur du thorax en entonnoir par cloche à aspiration. *Forum Med Suisse* 2014;14(45):842–849
- [54] S.K. Kolvekar, H.K. Pilegaard (eds.), *Chest Wall Deformities and Corrective Procedures*, Springer International Publishing Switzerland 2016. DOI 10.1007/978-3-319-23968-2\_1
- [55] Aran Kanagaratnam, Steven Phan, Vakhtang Tchantchaleishvili, et Kevin Phan. Ravitch versus Nuss procedure for pectus excavatum: systematic review and meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016 Sep; 5(5): 409–421. doi: 10.21037/acs.2016.08.06
- [56] Sherif Emil, Jean-Martin Laberge , David Sigalet , Robert Baird. Pectus carinatum treatment in Canada: current practices. *Journal of Pediatric Surgery* (2012) 47, 862–866. doi:10.1016/j.jpedsurg.2012.01.035
- [57] JL Jouve, S Pesenti, E Peltier, E Durbec Vinay, K Bin, F Lauany. La technique de Nuss dans le pectus excavatum de l'enfant et l'adolescent. Indications et limites. e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2015, 14 (1) : 100-103. DOI : 10.14607/emem.2015.1.100
- [58] Park HJ, Lee SY, Lee CS, Youm W, Lee KR. The Nuss procedure for pectus excavatum: evolution of techniques and early results on 322 patients. *Ann Thorac Surg.* 2004 Jan;77(1):289-95.

- [59] Mustafa Yu'ksel, Korkut Bostanci, Serdar Evman. Minimally invasive repair of pectus carinatum using a newly designed bar and stabilizer: a single-institution experience. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 40 (2011) 339—342. doi:10.1016/j.ejcts.2010.11.047
- [60] Ala Stanford Frey, Victor F. Garcia, Rebecca L. Brown, Thomas H. Inge, Frederick C. Ryckman, Aliza P. Cohen, Greg Durrett, Richard G. Azizkhan. Nonoperative management of pectus carinatum. *Journal of Pediatric Surgery* (2006) 41, 40 – 45. doi:10.1016/j.jpedsurg.2005.10.076
- [61] Robert E. Kelly, Jr, MD, Michael J. Goretsky, MD, Robert Obermeyer, MD, Marcia Ann Kuhn, MD, Richard Redlinger, MD, Tina S. Haney, RN, MSN, Alan Moskowitz, MStat, and Donald Nuss, MB, ChB. Twenty-One Years of Experience With Minimally Invasive Repair of Pectus Excavatum by the Nuss Procedure in 1215 Patients. *Annals of Surgery* Volume 252, Number 6, December 2010. Doi: 10.1097/SLA.0b013e3181effdce
- [62] Dong-Kun Zhang, Ji-Ming Tang, Xiao-Song Ben, Liang Xie, Hai-Yu Zhou, Xiong Ye, Zi-Hao Zhou, Rui-Qing Shi, Pu Xiao, et Gang Chen. Surgical correction of 639 pectus excavatum cases via the Nuss procedure. *J Thorac Dis.* 2015 Sep; 7(9): 1595–1605. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.09.30
- [63] Horacio Abramson, José D'Agostino, Sebastián Wuscovi. A 5-year experience with a minimally invasive technique for pectus carinatum repair. *Journal of Pediatric Surgery* (2009) 44, 118–124. doi:10.1016/j.jpedsurg.2008.10.020

- [64] Donald Nuss, MB, ChB, FACS, FRCS(c), FAAP. Minimally invasive surgical repair of pectus excavatum. *Seminars in Pediatric Surgery* (2008) 17, 209-217. doi:10.1053/j.sempedsurg.2008.03.003
- [65] Dawn E. Jaroszewski et Eric W. Fonkalsrud. Repair of Pectus Chest Deformities in 320 Adult Patients: 21 Year Experience. *Ann Thorac Surg* 2007;84:429 –33. doi:10.1016/j.athoracsur.2007.03.077
- [66] Eschapasse H, Gaillard J. Thorax en entonnoir. Généralités. Traitement chirurgical. *Poumon Cœur* 1978 ; 34 : 231-236.
- [67] Ribal JP, Glanddier G, Jacquemet LR. Résultat à distance du traitement chirurgical du thorax en entonnoir par la méthode de Jung. À propos de 32 cas. *J Chir (Paris)* 1985 ; 122 : 117-120.
- [68] Brown AL. Pectus excavatum (funnel chest). *J Thorac Surg* 1939 ; 9 : 164-184.
- [69] Garnier C. Expérience personnelle sur 120 cas. In : Symposium sur le thorax en entonnoir (Paris 1963). *Rev Chir Orthop* 1964 ; 50 : 415-434
- [70] Marks MW, Argenta LC, Lee DC. Silicone implant correction of pectus excavatum : indications and refinement in technique. *Plast Reconst Surg* 1984 ; 74 : 52-58
- [71] Martin F. Les déformations du plastron sterno-chondrocostal et leur traitement chez l'adulte. [thèse]. Nancy, 1976
- [72] Ravitch MM. The operative correction of pectus carinatum (pigeon breast). *Ann Surg* 1960 ; 151 : 705.

- [73] Witz JP. Les malformations congénitales de la paroi thoracique. *Poumon Cœur* 1974 ; 30 : 35-37.
- [74] Coskun Z, Turgut H, Demirsoy S, Cansu A. The prevalence and effects of Pectus Excavatum and Pectus Carinatum on the respiratory function in children between 7-14 years old. *Indian Journal of Pediatrics* 2010;77:1017–9.
- [75] Wang Y, Chen G, Xie L, Tang J, Ben X, Zhang D, et al. Mechanical factors play an important role in pectus excavatum with thoracic scoliosis. *Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2012;7:11.
- [76] Rowland T, Moriarty K, Banever G. Effect of pectus excavatum deformity on cardiorespiratory fitness in adolescent boys. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005; 159:1069–73.
- [77] Andre Hebra. Nuss procedure for pectus excavatum technique. Octobre 23, 2016. <http://emedicine.medscape.com/article/1970203-overview>
- [78] A. Wurtz, L.Benhamed, I.Hysi, N.Rousse, M.Conti. Rapport bénéfice/risqué de la réparation du pectus excavatum par la technique de Nuss.
- [79] Pinsolle V, Chichery A, Grolleau JL, Chavoïn JP. Autologous fat injection in Poland's syndrome. *JPRAS* 2008 ; 61 : 784-91.
- [80] C. Castellani, J.Windhaber, PH.Schober et ME.Hoellwarth. Exercise performance testing in patients with pectus excavatum before and after Nuss procedure. *Pediatr Surg Int* (2010) 26:659–663. DOI 10.1007/s00383-010-2627-0

- [81] Park HJ, Lee SY, Lee CS. Complications associated with the Nuss procedure: analysis of risk factors and suggested measures for prevention of complications. *J Pediatr Surg.* 2004 Mar;39(3):391-5; discussion 391-5.
- [82] Osama A. Bawazir, Mark Montgomery, Joyce Harder, David L. Sigalet. Midterm evaluation of cardiopulmonary effects of closed repair for pectus excavatum. *Journal of Pediatric Surgery* (2005) 40, 863–867. doi:10.1016/j
- [83] MH.Malek, EW.Fonkalsrund, et CB. Cooper. Ventilatory and Cardiovascular Responses to Exercise in Patients With Pectus Excavatum. *CHEST / 124 / 3 / SEPTEMBER, 2003*

## *Serment d'Hippocrate*

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

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

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

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

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

والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس - الرباط  
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 62

سنة: 2017

## جراحة تشوه الجدار الصدري الأمامي الخلفي

### أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم: .....

من طرف

الآنسة: سارة الوادوني

المزودة في: 17 ماي 1991 بالرباط

### لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: التشوه - الجدار الصدري الأمامي - الصدر الجرجني - الصدر اللجفي -  
تقنية رافيتش.

### تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد: سمير المعزوز

أستاذ في الجراحة التجميلية والترميمية

مشرف

السيد: محمد بوشايخ

أستاذ في جراحة الصدر

السيد: عبد الله عشير

أعضاء

أستاذ في جراحة الصدر

السيد: ياسين الوادوني

أستاذ في جراحة الصدر