

ABREVIATIONS :

CHU : centre hospitalo-universitaire
EHS : établissement hospitalier spécialisé
UDS : unité de dépistage et de soin scolaire
SRS: Scoliosis Research Society
SI: scoliose idiopathique
VS : vertèbre sommet
VLS : vertèbre limite supérieure
VLI : vertèbre limite inférieure
SII : scoliose idiopathique infantile
SJI : scoliose juvénile idiopathique
SIA : scoliose idiopathique de l'adolescent
SM : scoliose malformatrice
HV : hémivertèbre
BIP : Barre inter pédiculaire
ASI : amyotrophie spinale infantile
MPS : mucopolysaccharidose
IRM : imagerie par résonnance magnétique
TDM : tomodensitométrie
EFR : étude de la fonction respiratoire
CVF : capacité vitale forcée
VEMS : volume d'expiration maximale forcée par seconde
EDF : Plâtre en extension Dérotation Flexion
TLSO: *thoraco lumbo sacral orthosis*
CTM: Cheneau-Toulouse-Munster
CAEN : corset à appui électif nocturne
CFAO : conception fabrication assistée par ordinateur
VDS : *ventral derotation spondylodesis*
VEPTR : *Vertical expendable prosthesis titanium rib*
IMC : indice de masse corporelle
H3S2: *tree hooks, tow screws*
ISG: instrumentation sans greffe
DTT: dispositif de traction transverse (connecteur)
NSN : nombre de sujets nécessaires
LCR : liquide céphalo-rachidien
CIA : communication inter auriculaire
CIV : communication inter ventriculaire
SS : scoliose syndromique
SNM : scoliose neuromusculaire
CVF : capacité vitale forcée
CPT : capacité pulmonaire totale
PMI : protection materno-infantile

TABLE DES MATIERES :

Abréviations :	III
Table des matières :	IV
INTRODUCTION, PROBLEMATIQUE	1
I. INTRODUCTION	2
II. PROBLEMATIQUE	2
III. HISTORIQUE	3
IV. ASPECTS EPIDEMIOLOGIQUES	9
1. PREVALENCE	10
2. INCIDENCE	11
3. DEFINITION DE LA SCOLIOSE.....	12
ANATOMIE ET CROISSANCE DU RACHIS	13
I. RAPPELS ANATOMIQUES DU RACHIS.....	14
1. DESCRIPTION DU RACHIS SELON L'ETAGE	16
A. Le rachis cervical	16
B. Le rachis thoracique.....	16
C. Le rachis lombaire.....	16
D. Le rachis sacré.....	17
E. Le rachis coccygien	17
2. DESCRIPTION DE LA VERTEBRE TYPE	18
A. L'arc antérieur.....	18
B. L'arc postérieur.....	19
1. Les pédicules	19
2. Les lames.....	20
3. Le processus épineux	20
4. Les processus transverses	20
5. Les processus articulaires postérieurs	20
6. Le foramen vertébral	20

3.	<i>ELEMENTS D'ANATOMIE FONCTIONNELLE DU RACHIS</i>	21
A.	Rôle des corps et des disques	21
B.	La stabilité rachidienne	23
II.	CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DU RACHIS.....	23
1.	<i>La période embryonnaire.....</i>	23
2.	<i>La période fœtale.....</i>	25
3.	<i>La période post natale</i>	27
III.	LA CROISSANCE PULMONAIRE.....	29
ETIOPATHOGENIE DES SCOLIOSES.....		30
I.	LES FACTEURS GENETIQUES.....	31
II.	LES FACTEURS BIOCHIMIQUES.....	32
1.	<i>La mélatonine</i>	32
2.	<i>La calmoduline.....</i>	32
3.	<i>La ghreline</i>	32
III.	LES FACTEURS TISSULAIRES	32
IV.	LES FACTEURS MORPHOLOGIQUES.....	33
1.	<i>Le système nerveux central.....</i>	33
2.	<i>Les anomalies de croissance du rachis.....</i>	33
3.	<i>Rôle de la posture érigée et des muscles para vertébraux</i>	33
V.	LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX	34
DIAGNOSTIC DE LA SCOLIOSE.....		35
I.	LE DIAGNOSTIC CLINIQUE	36
1.	<i>L'interrogatoire.....</i>	36
2.	<i>L'examen physique général</i>	37
3.	<i>L'examen du tronc</i>	37

II. LE DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE	40
1. <i>Bilan en radiographie standard</i>	40
A. Le cliché de face	40
B. Le cliché de profil	42
C. Les clichés en inclinaison latérale	43
D. Evaluation radiographique de l'âge osseux	44
E. Les classifications radiologiques	45
1. Classification de King.....	45
2. Classification de Lenke	46
2. <i>La tomodensitométrie</i>	47
3. <i>Imagerie par résonance magnétique.....</i>	48
4. <i>La Scintigraphie osseuse</i>	49
5. <i>Le système EOS[®]</i>	50
III. LE DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE	52
1. <i>La scoliose idiopathique.....</i>	54
A. Chez le nourrisson.....	54
B. La scoliose idiopathique infantile (SII):	55
C. Les scolioses juvéniles idiopathiques (SJI)	56
D. La scoliose idiopathique de l'adolescent (SIA).....	56
2. <i>Les scolioses malformatives congénitales</i>	58
A. Les hémivertèbres.....	59
B. Les barres.....	61
C. Les vertèbres binucléées.....	62
3. <i>Les scolioses neuromusculaires.....</i>	64
4. <i>Les scolioses dystrophiques et métaboliques.....</i>	67
5. <i>Les scolioses douloureuses.....</i>	68
6. <i>Les scolioses post-infectieuses et post-traumatiques</i>	71
7. <i>Les scolioses après irradiation et après chirurgie</i>	71
IV. RETENTISSEMENT FONCTIONNEL	72
1. <i>Retentissement respiratoire</i>	72
2. <i>Retentissement neurologique.....</i>	73

3. <i>Retentissement douloureux</i>	73
4. <i>Retentissement psychologique et esthétique</i>	74
TRAITEMENT DES SCOLIOSSES	75
I. LES METHODES ORTHOPEDIQUES.....	76
1. <i>Les corsets plâtrés</i>	77
A. Le plâtre Elongation-Dérotation-Flexion (EDF)	77
B. Plâtre d'élongation de Stagnara-Donaldson-Engh.....	79
2. <i>Les corsets non plâtrés</i> :.....	80
A. Le corset de Milwaukee	81
B. Les corsets poly valvés	81
C. Les corsets mono valvés	83
3. <i>La kinésithérapie</i>	86
A. La méthode Mézières	86
B. La méthode quadrupédique de Klapp	86
C. La Méthode de Von Niederhöffer.....	87
D. La méthode de Schroth.....	87
E. La méthode de Sohier	87
F. Le side-shift.....	87
II. LES TRAITEMENTS CHIRURGICAUX	88
1. <i>L'épiphiostèse convexe</i> :.....	89
2. <i>L'arthrodèse vertébrale avec instrumentation</i>	91
A. Correction et fusion par voie postérieure.....	92
1. La technique de Harrington	92
2. Technique de Luque	94
3. Technique de Cotrel-Dubousset.....	95
4. Techniques de cintrage in situ	96
5. Technique de correction par translation.....	97
B. Correction et fusion par voie antérieure	98
1. L'instrumentation antérieure convexe de Dwyer	99
2. La plaque de Poulquen	99
3. L'instrumentation « ventral derotation spondylodese » (VDS) de Zielke	100
4. L'instrumentation segmentaire antérieure	100

3. <i>Les instrumentations sans arthrodèse</i>	101
A. Les distracteurs costaux (<i>Vertical expendable prosthesis titanium rib =VEPTR</i>)	102
B. Les tiges de croissance magnétiques	103
C. Les guides de croissance	104
1. Le Shilla	105
2. Le Luque Trolley	105
D. Les tiges de croissances avec réserve connectées par domino	106
4. <i>La gibbectomy</i>	109
Partie pratique.....	111
I. OBJECTIFS de l'étude	113
1. <i>Objectif principal.....</i>	113
2. <i>Objectifs secondaires</i>	113
II. PROTOCOLE DE L'ETUDE	113
1. <i>MATERIEL ET METHODES.....</i>	113
A. Type d'étude	113
B. Population étudiée	113
C. Critères d'inclusion	113
D. Critères de non inclusion	114
E. Critères d'exclusion.....	114
F. Durée de l'étude	114
G. Taille de l'échantillon	114
2. <i>DÉROULEMENT DE L'ETUDE</i>	115
A. RECUEIL DES DONNEES CLINIQUES ET PARA-CLINIQUES DU PATIENT	115
1. La fiche médicale.....	115
2. La fiche technique	116
B. RECUEIL DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE	116
III. RESULTATS	118
1. <i>CARACTÉRISTIQUES ANTHROPOLOGIQUES</i>	118
A. Age de diagnostic.....	118
B. Répartition selon le sexe.....	119
C. Année de diagnostic.....	121
D. Origine géographique	122

E.	Scolarité	123
F.	Nombre de fratrie	124
G.	Antécédents personnels et familiaux	125
2.	<i>PRESSENTATION CLINIQUE</i>	127
A.	Motifs de consultation	127
B.	Côté de la gibbosité	128
C.	Siège de la gibbosité	130
D.	Flèche de la gibbosité	130
E.	Ménarches	132
F.	Stigmates cutanés	132
3.	<i>ETOIOLOGIES DE LA SCOLIOSE</i>	133
A.	Répartition des scolioses selon les étiologies	133
B.	Les malformations associées aux scolioses congénitales	135
C.	Types d'anomalies vertébrales dans les scolioses malformatives	137
4.	<i>PRESSENTATION RADIOLOGIQUE</i>	139
A.	Localisation des vertèbres sommet	139
B.	L'angle de Cobb-Lippmann	140
1.	L'angle de Cobb initial	140
2.	L'angle de Cobb final à la sortie de l'étude	141
C.	L'équilibre sagittal	141
1.	L'équilibre sagittal selon l'étiologie de scoliose	141
2.	L'équilibre sagittal dans les scolioses malformatives selon le type de la malformation vertébrale	143
D.	Test de Risser	144
5.	<i>RETTENTISSEMENT RESPIRATOIRE</i>	145
6.	<i>TRAITEMENTS</i>	146
A.	Evaluation de la correction globale	146
B.	Correction en fonction du type de traitement	147
C.	Correction obtenue par épiphysiodèse convexe	150
IV.	DISCUSSIONS	152
1.	<i>CARACTERISTIQUES ANTROPOLOGIQUES</i>	153
A.	Age et sexe	153
B.	Année de diagnostic et origine géographique	153
C.	Fratrie et scolarité	154

D. La consanguinité	154
2. PRESENTATION CLINIQUE	155
A. Circonstances de découverte.....	155
B. Caractère de la gibbosité	155
C. Critères cliniques de maturité osseuse	157
3. ETIOLOGIES DES SCOLIOSSES.....	157
A. Répartition des scolioses selon les étiologies	157
B. Analyse des malformations associées aux scolioses malformatives congénitales	159
C. Analyse des anomalies vertébrales scoliogènes	163
4. ANALYSE RADIOLOGIQUES DES SCOLIOSSES	165
A. L'angle de Cobb au diagnostic	166
B. L'angle de Cobb à la sortie de l'étude.....	166
C. L'équilibre sagittal.....	166
D. Test de Risser	167
E. Commentaires.....	168
5. ANALYSE DES RESULTATS DES PROCEDES THERAPEUTIQUES	169
6. LE RETENTISSEMENT RESPIRATOIRE :.....	186
V. RECOMMANDATIONS :.....	188
VI. CONCLUSION :	190
TABLE DES ILLUSTRATIONS	192
INDEX DES TABLEAUX	199
ANNEXES	201
REFERENCES :.....	207

CHAPITRE 1 :

INTRODUCTION, PROBLEMATIQUE

Rapport-gratuit.com

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



I. INTRODUCTION

La scoliose chez l'enfant est une pathologie fréquente, grevée d'une morbimortalité très lourde. Elle représente un problème majeur de santé publique, au coût de prise en charge le plus élevé parmi toute la pathologie orthopédique pédiatrique.

La scoliose est un symptôme, c'est une réponse obligatoire de la colonne vertébrale à un processus torsionnel dont les étiologies sont multiples^[1]. Ceci dit, on ne parle plus « d'une scoliose » mais plutôt « des scolioses » chez l'enfant qui se manifestent toutes par une déviation rachidienne ; leurs étiologies et leurs topographies sont multiples et variables d'un enfant à un autre nécessitant des protocoles de prise en charge bien définis à chaque situation.

La découverte d'une scoliose chez un enfant s'entoure rapidement de plusieurs notions de handicap, de mystères et surtout d'ignorance. Dans une réflexion presque automatique, nous associons cette pathologie à la jeune fille adolescente qui doit porter son corset jour et nuit jusqu'à la fin de la croissance ; ou au contraire chez le petit écolier qui doit porter son cartable alourdi par ces manuels scolaires ! Ces dernières années ont été très riches en découvertes en matière d'explorations, d'analyses morphologiques et de traitements ; mais il reste sûrement beaucoup à savoir sur cette pathologie.

II. PROBLEMATIQUE

L'histoire naturelle de la scoliose est variable selon l'âge de son apparition, chaque scoliose obéit à une évolution qui lui est propre, certaines scolioses se stabilisent en pré-pubertaire puis subitement une aggravation peut survenir à la puberté avec des conséquences cardio-respiratoires et neurologiques qui peuvent être fatales pour l'enfant. Les répercussions psychologiques pour l'enfant et sa famille sont toujours là.

En pratique courante, une scoliose idiopathique est l'apanage de la fille en période d'adolescence (7 à 9 filles pour un garçon) et est droite dans les trois quarts des cas, alors que les malformations congénitales vertébrales sont très polymorphes échappant au diagnostic précoce. Nous continuons à recevoir des scolioses à des stades très avancés difficiles à corriger.

Dans le monde, la prévalence des scolioses varie d'un pays à un autre ; en France, elle est de 2 à 4% (fondation Y. Cotrel, 2017) et au Canada elle est de 2 à 3 % pour les scolioses idiopathiques. Une étude récente en Chine réalisée sur 11024 enfants scolarisés (6 à 13 ans) publiée en mai 2016 évoque une prévalence de 2.6%. En Algérie, une étude menée en 2011 au service de réadaptation physique de Tixraïne (centre d'Algérie) a montré une prévalence estimée à 2.38%^[2]. A l'ouest algérien, aucune prévalence des scolioses chez l'enfant n'est disponible.

Cependant, toutes ces publications sont menées sur un seul type de scoliose (dans la plupart idiopathique) à des âges précis (enfants scolarisés surtout) ; mais qu'en est-il pour le reste des scolioses congénitales, infantiles, neuromusculaires et syndromiques ?

La prise en charge actuelle des scolioses chez l'enfant à l'ouest algérien est confrontée à des difficultés liées à l'absence d'un centre spécialisé, et se fait d'une façon sporadique dans quelques services ici et là.

L'insuffisance du dépistage précoce contribue malheureusement à l'observation de cas très graves de scoliose rendant le traitement plus lourd et plus difficile et aboutit à des situations dramatiques.

Nous vous proposons de dresser un état des lieux à l'ouest algérien pour déterminer les points forts et les points faibles de cette prise en charge et surtout de réunir toutes les conditions nécessaires et suffisantes du traitement des scolioses chez l'enfant.

III. HISTORIQUE

« On ne connaît bien une science que lorsqu'on en sait l'histoire. » Auguste Comte (1798–1857)

Plusieurs cas de scoliose ont été rapportés dans la littérature ; le plus connu est « le bossu de Notre-Dame de Paris » de 1482 apparu dans le roman de Victor Hugo en 1831 ; ce n'est certainement pas le premier cas décrit. La scoliose était vécue comme une malédiction ou une vengeance des Dieux et était acceptée comme telle. Les archéologues et les anthropologues ont trouvé des squelettes tordus appartenant à des ères anciennes de l'histoire.

L'histoire du traitement de la scoliose débute, comme bien souvent en médecine, avec Hippocrate (460-377 av J-C) dont les travaux ont été connus en occident grâce à la traduction réalisée par Ibn Sina (Avicenne en 980). C'est lui en effet, le premier qui a décrit cette déformation de la colonne vertébrale, et qui a écrit longuement sur la façon de corriger les déformations du rachis « Ce n'est pas qu'une vertèbre se soit beaucoup déplacée mais, chacune ayant cédé un peu, la somme du déplacement est considérable » avançant ainsi un traitement d'élongation et pression progressive; contraire au lâché brutal du malade fixé à un cadre. Nous ne nous attarderons pas à détailler tous les noms qui ont marqué l'histoire de la scoliose car rapidement et depuis le XVII^e siècle plusieurs personnes se sont intéressées aux scolioses traumatiques, idiopathiques et surtout tuberculeuses avec les abcès inguinaux ; **Ambroise Paré**, vers 1550, fut le premier, peut-être, à isoler la scoliose de l'adolescence et à proposer ce qui semble être l'ancêtre des orthèses (*fig. 1*)

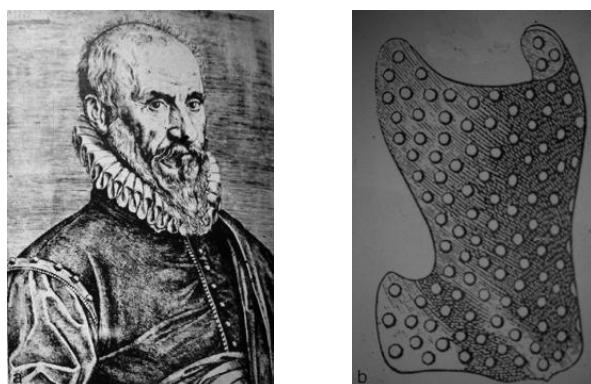


fig. 1: Ambroise Paré et son « corselet » en fer^[1]

Au XVIII^e siècle, le terme « rickets » fut employé chez les anglophones pour désigner les déformations du rachis en croissance, inspiré du « rikets » du rachitisme. Le principe d'élongation a été rapidement adoptés de différentes manières de traction bipolaire ou sous l'effet de l'apesanteur ; la confection des corsets était assurée par les armuriers qui maîtrisaient la confection des boucliers et armures.

- L'ouvrage *L'Orthopédie ou L'Art de prévenir et de corriger dans les enfants les difformités du corps* de **Nicolas Andry**, publié en 1741, aura beaucoup plus de succès et sera traduit en plusieurs langues (en anglais dès 1743). Il est surtout fameux par le néologisme et par la gravure bien connue de l'arbre tors soutenu par un tuteur (*fig. 2*), devenu le symbole des orthopédistes à travers le monde (et qui faut-il souligner ne concernait pas la colonne vertébrale

mais la courbure des membres inférieurs). Les traitements proposés par **Andry** s'adressaient essentiellement à des attitudes scoliotiques, les « tortuosités »

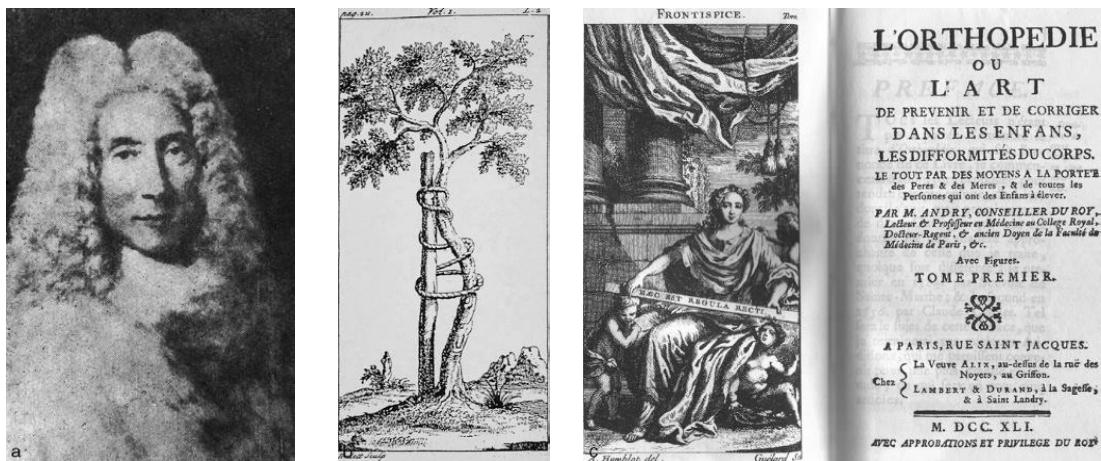


fig. 2: N. Andry, auteur de L'Orthopédie, où figure la gravure de l'arbre tors

Au XIX^e siècle, l'essor de l'anatomie pathologique permet des descriptions plus précises de la scoliose dont l'étiologie reste mystérieuse, mais les travaux de Pott, David et Delpech ont permis de rattacher les gibbosités angulaires à la tuberculose. Des maisons de « redressement du dos » (*fig. 3*) sont apparues ici et là assurant étirements (sur des échelles ou cadres) et contentions par corsets.

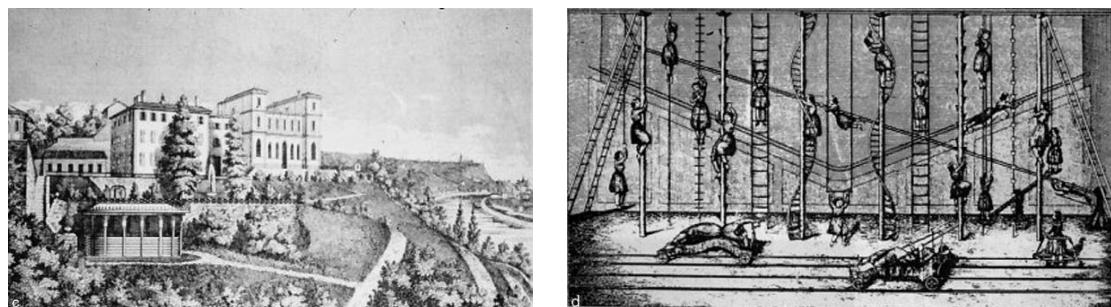


fig. 3: Institut de Pravaz « orthopédique et pneumatique » à Lyon

Les rétractions musculaires ont été décrites par Jules Guérin dans les années 1830, et des myotomies et des ténotomies des muscles para spinaux ont été réalisées inaugurant ainsi l'aire de la chirurgie. La gymnastique appelée cinésithérapie s'aidant de machines impressionnantes va très rapidement se développer.

Avec l'apparition de la radiographie(1895), les résultats de l'étirement et de la contention externe étaient mieux évalués et souvent médiocres car le traitement était souvent très tardif, raison pour laquelle la chirurgie commença à faire sa place dans l'arsenal thérapeutique. C'est aussi à cette période que sont réalisées quelques tentatives chirurgicales : Wilkins (1888) puis Hadra (1901) au Texas tentent des ligatures intervertébrales par fil métallique ; Chipault (Paris, 1897) – neurochirurgien – invente une griffe-plaque réglable. Volkmann (1899) puis Hoffa (1896) font des résections de gibbosité à visée cosmétique, mais c'était des prouesses isolées. Codivilla suggère la résection d'une hémivertèbre dès 1901, mais c'est Von Lackum et Smith qui oseront cette intervention en 1924, suivis par Royle en Australie.

La période entre les deux guerres « les trente glorieuses » était un tournant déterminant dans le développement du traitement orthopédique bien codifié, l'apparition de la greffe osseuse du rachis ainsi que son instrumentation notamment la tige de Harrington. Cobb et Lipmann en 1940 ont défini l'angle de la courbure qui porte leur nom à ce jour. L'étude de l'évolution des courbures scoliotiques a été bien établie par madame Duval-Beaupére sur une série plus importante. Le traitement de la scoliose va s'inscrire dans plusieurs voies qui sont schématiquement au nombre de quatre:

- les corsets correcteurs et les corsets de maintien ;
- la correction par halo ;
- la chirurgie postérieure et la technique de Harrington (et ses dérivés) ;
- la chirurgie antérieure par thoraco-phrénico-laparotomie.

- Les corsets plâtrés correcteurs :

L'adjonction d'une composante d'élongation au cadre original d'Abbott (*fig. 4*) donnera naissance au cadre EDF (élongation, dérotation, flexion) développé à l'Institut Calot de Berck-Plage vers 1960. Ces corsets furent aussi utilisés en préparation à l'intervention chirurgicale.

Les corsets de maintien sont nécessaires chez l'enfant en croissance pour attendre l'âge de la stabilisation ou de l'intervention. D'abord en cuir moulé et armé, si difficile à bien réaliser même sur un bon moulage, puis en plexidur armé aux valves réglables (Lecante), plus récemment corset modulaire de Boston (J. Hall et H. Watts) en 1983 le Professeur Remaoun M.K.

avait publié un travail remarquable sur ce corset et a réussi par l'occasion son introduction dans l'arsenal thérapeutique dans l'ouest algérien.

. L'appareil à appui mandibulo-occipital de W. Blount (corset de Milwaukee, *fig. 5*) sera développé aux États-Unis dès 1945 et n'est pas sans rappeler le principe des tous premiers corsets.

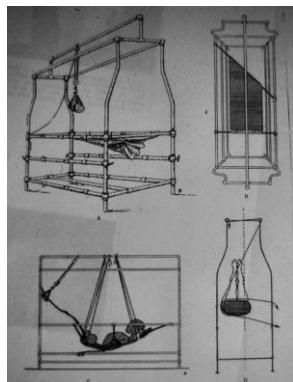


fig. 4: cadre d'Abbott



fig. 5: Blount et son corset (dit « de Milwaukee »)

- Le halo crânien :

La technique du halo crânien fut développée au centre de Rancho Los Amigos (États-Unis) pour traiter les formes les plus sévères de la poliomyélite. Elle permet une élongation en décubitus. La technique fut étendue à d'autres cas sévères : halo sur ceinture plâtrée pelvienne (Stagnara) et aussi sur halo métallique pelvien, mis au point à Hong-Kong par H. Hodgson, Li et O'Brien. Actuellement, il est devenu incontournable pour la préparation des cas sévères de scoliose à la chirurgie.

- La chirurgie et la technique de Harrington (et ses dérivés) :

Pour prévenir la détérioration des résultats des traitements orthopédiques, l'arthrodèse par greffe osseuse fut proposée au début du XXe siècle, comme celle déjà utilisée sur le mal de Pott, par de l'os spongieux ou de greffon tibial. L'anesthésie était rudimentaire, les pertes sanguines et le taux d'infections étaient très élevés. Un peu plus tard, l'avivement des facettes articulaires fut introduit.

Plusieurs montages ont vu le jour utilisant des tuteurs métalliques sur la concavité ou la convexité se fixant sur les apophyses transverses ou sur les épineuses par des lacs ou crochets.

Paul Harrington a développé à Houston un matériel d'ostéosynthèse postérieure fait de tige et des crochets (*fig. 6*) ouvrant ainsi la voie à des améliorations constantes des matériaux, des techniques de pose et des moyens d'ancre sur le rachis^[3], comme celle de Résina (Portugal) en 1963 (fils interépineux arrimés sur des tiges) ou celle de Luqué (Mexico), permettant une fixation segmentaire sous-lamaire. Le vissage pédiculaire s'inscrira dans ce développement (King, Rey, Roy-Camille).



fig. 6: P. Harrington (Houston)

- L'abord vertébral antérieur:

Là encore, c'est le traitement du mal de Pott qui ouvre cette voie à la suite des travaux d'Ito (Tokyo) en 1934 et de Hodgson (Hong-Kong) en 1957. Ce sera une étape nouvelle du traitement des formes les plus graves, permettant une ostéosynthèse antérieure selon A. Dwyer de Sydney (agrafes et câble convexe sous tension), selon K. Zielke de Bad-Wildungen (agrafes et tige) ou selon J.C. Pouliquen (plaqué vissée). Toutes ces méthodes ne dispensaient pas d'une greffe soigneuse. Il faut mentionner la recherche originale développée par P. Stagnara, A. Dubost-Perret et C. Mérieux, qui constituent à Lyon dès 1957 la première banque d'os à partir d'os de veau lyophilisé. Cette expérience tombera assez vite en désuétude, remplacée par la greffe d'os autologue prélevé sur la crête iliaque, puis par les substituts osseux.

La période contemporaine est marquée par les progrès dans le dépistage, dans les techniques d'imagerie, les matériaux plus légers des contentions, les réductions chirurgicales plus puissantes avec des fixations multi segmentaires sous anesthésie plus adaptée.

En Algérie, le traitement des scolioses est passé par plusieurs étapes. Après l'indépendance, la scoliose n'était certainement pas une priorité vue la situation chaotique générée par le colonialisme français. L'absence de dépistage a généré des cas de déformations rachidiennes majeures. Le traitement orthopédique était la seule issue pour les patients scoliotiques. Puis arriva l'ère des transferts à l'étranger pour chirurgie surtout vers la France et la Jordanie grâce à la prise en charge de la caisse nationale d'assurance. Depuis les années 80, plusieurs équipes d'orthopédie ont amorcé le traitement chirurgical (arthrodèse) dans l'algérois et à l'est sans réelle continuité vue la lourdeur de cette chirurgie ; les équipes de rééducation continuaient tant bien que mal de prendre en charge ces patients en collaboration avec les centres d'appareillage. Sur l'annuaire des publications universitaires d'Alger, nous avons retrouvé très peu de travaux concernant les scolioses de l'enfant , seuls deux thèses répertoriées [4] ; « *Les Scolioses infantiles : problèmes de physiopathologie et de traitement* » du Docteur Laïdi Salah en 1982 et celle du Docteur Kaced Horia intitulée « *Dépistage de la scoliose en milieu scolaire* » en 2001. A Oran, la thèse du Professeur Remaoun en 1983 a exposé les problèmes de la scoliose à l'ouest algérien et réussi à initié le corset de Boston dans le traitement de la scoliose. La clinique de chirurgie infantile du CHU Oran a développé le traitement orthopédique par corset plâtré sur cadre de Cotrel et orthèses, puis a réussi à introduire le traitement chirurgical (tige de Harrington et arthrodèse) sans réelle continuité.

Avec l'ouverture du service d'orthopédie pédiatrique à l'EHS Boukhrifa AEK de Canastel sous l'égide du Professeur Azzouz, les scolioses de l'enfant ont pris une place pondérante de l'activité par l'introduction du traitement chirurgical dès 2004 en plus du traitement orthopédique déjà existant malgré les difficultés d'appareillage.

IV. ASPECTS EPIDEMIOLOGIQUES

La scoliose est un problème majeur de santé publique, en termes de mortalité, de morbidité et de coût, avec un impact économique considérable sur le système de santé. Pour proposer le meilleur traitement et optimiser l'utilisation des ressources du système de santé, la stratification des étiologies et des risques de complications est essentielle.

1. PREVALENCE

Dans le monde, la prévalence des scolioses varie d'un pays à un autre ; en France, elle est de 2 à 4% (fondation Y. Cotrel, 2017) et au Canada et en Suisse, elle est de 2 à 3 % pour les scolioses idiopathiques^[5]. Une étude récente en chine réalisée sur 11024 enfants scolarisés (6 à 13 ans) publiée en mai 2016 évoque une prévalence de 2.6%.

Une équipe nord américaine a publié un article sur *Eurospine journal* en 2016 a trouvé une prévalence de 13,4% de la scoliose thoracique chez les adultes asymptomatiques âgés de 25 à 64 ans sur les radiographies thoraciques ambulatoires de routine. 11,6% des patients ont présenté une courbure coronale entre 10 ° et 19 °. Contrairement aux études antérieures évaluant les courbes thoraciques asymptomatiques chez les patients âgés^[6].

La scoliose idiopathique de l'adolescent est une maladie fréquente avec une prévalence globale de 0,47 à 5,2% dans la littérature actuelle^[7]. Le sex-ratio varie de 1,5/ 1 à 3/ 1 et augmente considérablement avec l'âge. En particulier, la prévalence des courbes avec un angle de Cobb plus élevé est nettement plus élevé chez les filles que chez les garçons: le ratio femmes/hommes passe de 1,4/ 1 dans les courbes de 10 à 20° jusqu'à 7,2/ 1 dans les courbes. La prévalence de la scoliose est non seulement influencée par le sexe, mais aussi par des facteurs génétiques et l'âge d'apparition.

Selon le *Rapport National sur le Développement Humain des nations unis en Algérie*, un programme de dépistage scolaire de la scoliose a débuté en 2008, 11 786 cas ont été diagnostiqués en 2013, dont 56,3% ont été pris en charge par les UDS et 37,8% ont été orientés en consultation spécialisée^[8]. Ces données obtenues des programmes de dépistage scolaire doivent être interprétés avec prudence, puisque les méthodes et les cohortes des différentes études ne sont pas comparables en tant que groupes d'âge des cohortes et les critères diagnostiques diffèrent sensiblement. Nous avons besoin de données d'études avec des normes claires de critères de diagnostic et étudier des protocoles comparables les uns aux autres^[7].

En Algérie, une étude menée en 2011 au service de réadaptation physique de Tixraïne (centre d'Algérie) a publiée une prévalence estimée à 2,38%. A l'ouest algérien, aucune prévalence des scolioses chez l'enfant n'est disponible.

2. INCIDENCE

L'incidence (qui est le nombre de nouveaux cas sur une durée de temps généralement annuelle) peut être évaluée de deux façons : soit en réexaminant des individus d'une cohorte à des intervalles réguliers pour identifier ceux qui ont développé une déviation rachidienne, ou en utilisant des systèmes de surveillance dans lesquels les sujets développant une scoliose pour la première fois sont identifiés. Plusieurs études ont utilisé la première ou la deuxième approche. L'incidence brute, c'est-à-dire sans ajustement sur l'âge dans la population générale, est estimée à 1/1000 par an selon une étude suisse publiée en 2017^[5].

Le nombre d'études de série de patients suivis et traités pour scoliose a explosé ces dernières années comme le démontre le diagramme sur la fig. 7^[9]

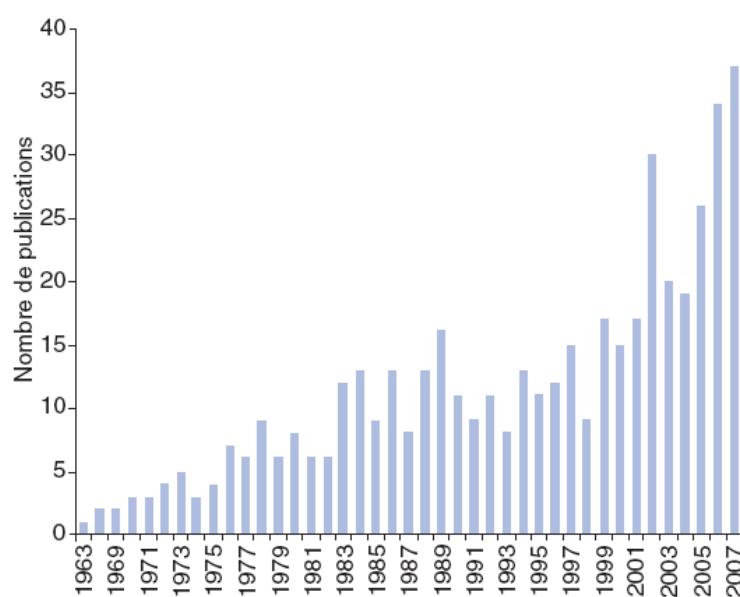


fig. 7: nombre de publications sur le suivi et traitement orthopédique des scolioses^[9]

Cette incidence est très difficile à déterminer car elle est souvent calculée sur des statistiques hospitalières ou des populations d'écoliers et pour des étiologies très différentes. Aussi la définition préalable de la pathologie n'est pas unanime dans toutes les séries. L'exercice quotidien à la consultation montre bien qu'il y a une nette augmentation du nombre de cas diagnostiqués surtout asymptomatiques.



3. DEFINITION DE LA SCOLIOSE

Le terme «scoliose» dérive du mot grec ancien " Skolios " (courbe, tordu) et a été créé par Galien (130-201 A-J). Elle est définie, selon la Scoliosis Research Society (SRS), comme étant une déviation latérale de la colonne vertébrale avec un angle de courbure radiologique (angle de Cobb) de plus que 10°. C'est une déviation sinueuse de la colonne vertébrale dans les trois plans de l'espace (tridimensionnelle) : inclinaison dans le plan frontal, rotation des vertèbres dans le plan horizontal et inversion des courbures dans le plan sagittal^[1, 10]. Il s'agit d'une déformation non réductible, contrairement à l'attitude scoliotique qui disparait avec la correction de l'agent causal. Une déviation du rachis est considérée comme une scoliose quand l'angulation est égale ou supérieure à 10 degrés.

CHAPITRE 2

ANATOMIE ET CROISSANCE DU RACHIS

I. RAPPELS ANATOMIQUES DU RACHIS

Il est nécessaire de rappeler quelques notions fondamentales d'anatomie descriptive de la colonne vertébrale pour pouvoir situer les anomalies liées à la scoliose.

La colonne vertébrale, ou rachis, est un élément axial du corps qui fait la liaison entre le crâne et les membres supérieurs via la ceinture scapulaire, et avec les membres inférieurs par la ceinture pelvienne^[11]. C'est un axe flexible de 60 à 70 cm de long chez l'adulte, constitué de l'empilement des vertèbres et renforcé par de nombreux muscles qui lui donnent sa rigidité. Le rachis est composé par l'empilement de 24 vertèbres différentes les unes des autres selon la région. Il est composée de proximal en distal par sept vertèbres cervicales (C1 à C7), douze thoraciques (T1 à T12) et cinq lombaires (L1 à L5). Il se termine par les pièces sacrées au nombre de cinq ainsi que le coccyx (*fig. 8*).

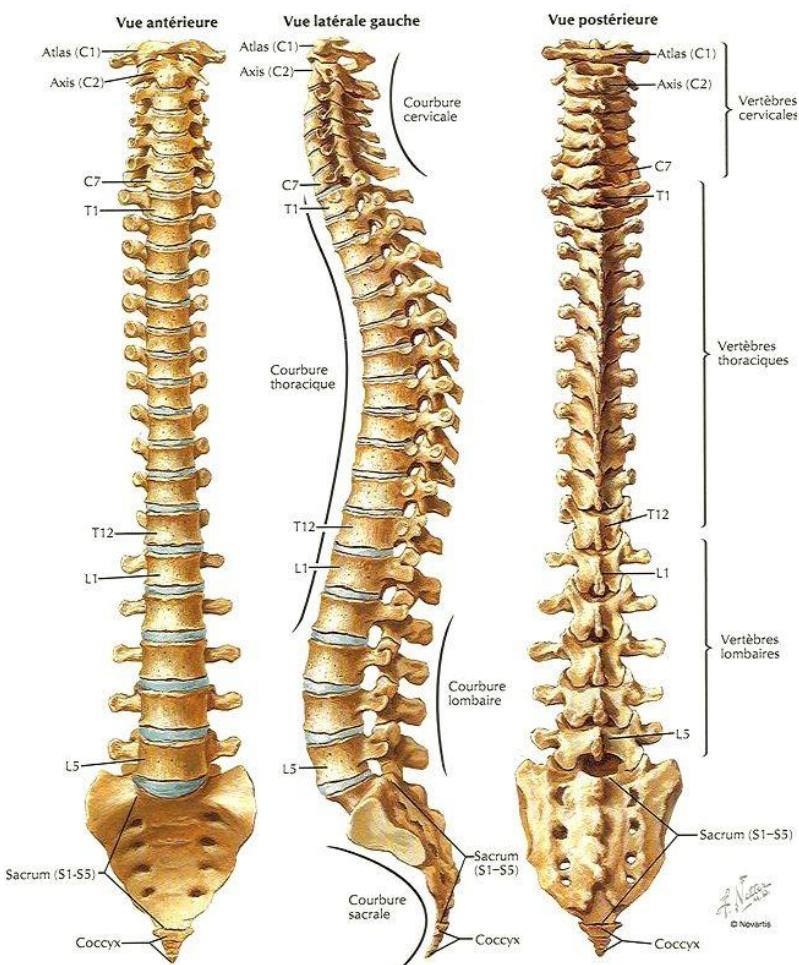


fig. 8: vue antérieure, profil et postérieure du rachis^[12]

Le rachis présente des courbures dans le plan sagittal :

- Les courbures cervicale et lombaire ont une concavité dorsale : on parle de lordoses.
- Les courbures thoracique et sacro-coccygienne ont une concavité ventrale ; on parle de cyphoses.

Dans le plan frontal, le rachis est normalement rectiligne, avec des repères palpatoires (fig. 9):

- Sur la ligne médiane, le processus épineux de C7 est saillant, facilement palpable.
- Celui de T3 est situé au même niveau que l'épine de la scapula.
- Celui de L4 est situé sur la ligne qui relie les 2 crêtes iliaques.

Au sein du rachis, dans le canal vertébral, se situe la moelle épinière.

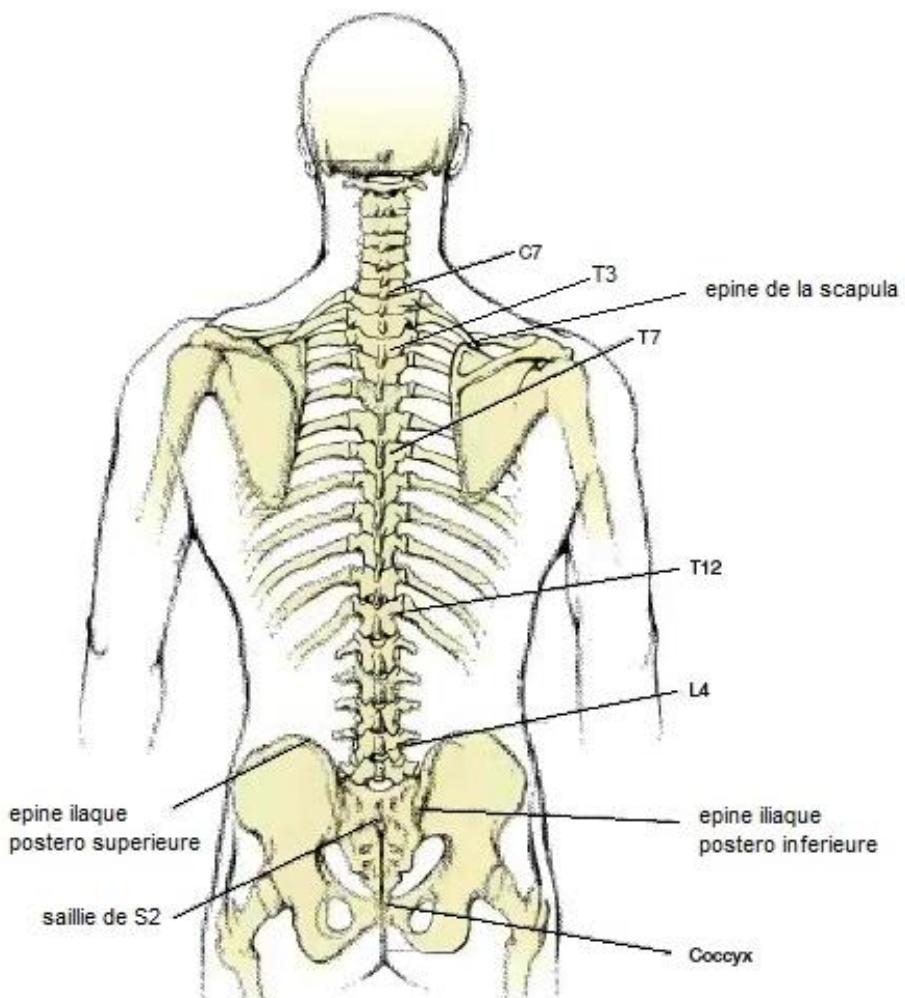


fig. 9: repères postérieurs palpables du rachis

1. DESCRIPTION DU RACHIS SELON L'ETAGE

Le rachis est une véritable charpente articulée de l'organisme, divisée en étages dont la fonction est différente. Cette tige osseuse n'est pas rectiligne ; elle présente plusieurs courbures dans le plan antéropostérieur qui correspondent à autant de régions différentes. Elle se présente globalement sous la forme de S inversé, le rachis est composé de 33 (ou 34) vertèbres réparties au sein de cinq segments rachidiens. De haut en bas, on remarque (*fig. 10*):

A. Le rachis cervical

Il est situé au niveau du cou, il comporte sept vertèbres référencées par la lettre C (C1 à C7). Le rachis cervical est la connexion entre la tête et le corps. Sa mobilité permet le mouvement de la tête dans les trois dimensions, permettant ainsi l'orientation dans toutes les directions. Le rachis cervical joue un rôle prépondérant dans la mobilité de la tête dans toutes les directions. Cette portion cervicale se présente sous la forme d'une courbure à convexité antérieure.

B. Le rachis thoracique

Il est composé de douze vertèbres thoraciques, dénommées par les lettres T (T1 à T12). Il a une mobilité réduite mais permet une optimisation de l'ampliation thoracique lors des mouvements respiratoires du fait de la sa courbure en cyphose opposée à celle du rachis cervical et lombaire (lordose). Le rachis dorsal forme une courbure postérieure appelée cyphose.

C. Le rachis lombaire

Cette partie de la colonne vertébrale comprend cinq vertèbres lombaires, classées de L1 à L5. Cette portion lombaire se présente avec une courbure convexe en avant. La partie lombaire représente le soutien mécanique de l'ensemble de la colonne vertébrale car elle est située tout en bas, et s'articule avec le bassin. Les vertèbres sont cubiques, massives, adaptées au soutien. Le rachis lombaire permet la mobilisation du tronc dans les différents plans de l'espace et correspond à l'étage le plus souvent concerné par la chirurgie.

D. Le rachis sacré

Le rachis sacré ou sacrum comporte cinq vertèbres soudées à l'âge adulte, classées de S1 à S5. Il est incliné d'environ 45 degrés en arrière, forme la partie postérieure du bassin et en assure ainsi la solidité.

E. Le rachis coccygien

Plus connu sous le nom de coccyx, cette partie se compose de quatre ou cinq vertèbres soudées entre elles, qui contrairement aux autres, ne sont pas dénommées par une lettre. Le coccyx est un vestige osseux correspondant à la queue des mammifères. Il ne présente pas grand intérêt en anatomie ou en médecine, si ce n'est qu'il est souvent le siège de douleurs lors d'un choc violent sur les fesses ou même de fractures. Il se présente avec la portion sacré avec une courbure plus marquée que toutes les autres, concave en avant : cette région s'appelle sacro-coccygienne ou pelvienne.

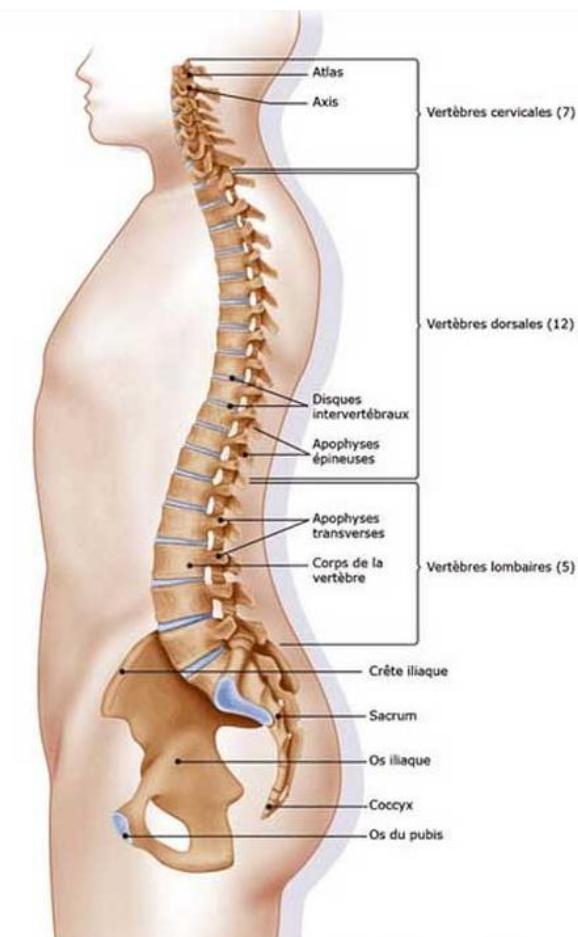


fig. 10: disposition générale des vertèbres sur une vue de profil^[13]

2. DESCRIPTION DE LA VERTEBRE TYPE

Une vertèbre est formée d'un corps vertébral (ou arc antérieur) et d'un arc postérieur, qui circonscrivent le foramen vertébral (*fig. 11*).

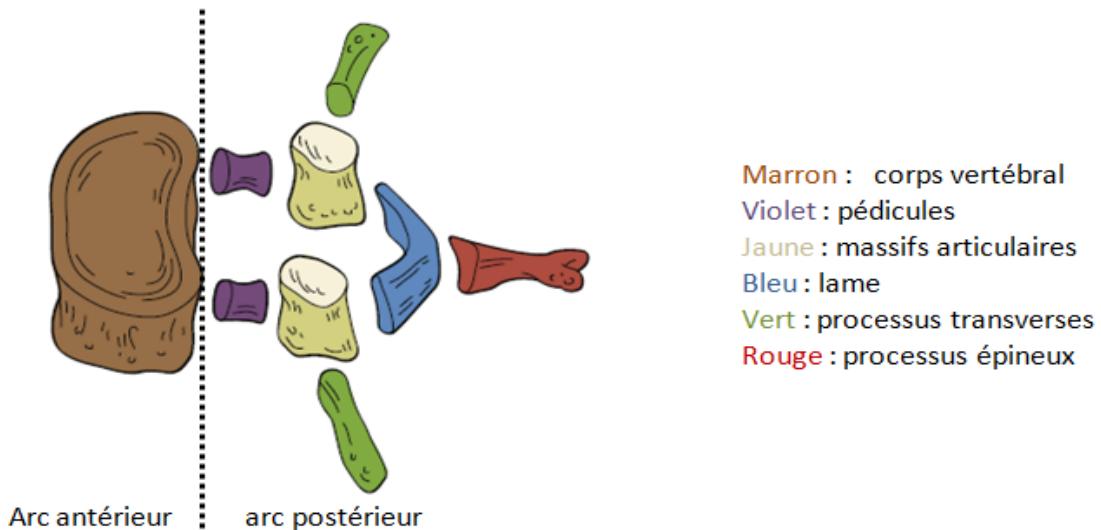


fig. 11: vue éclatée d'une vertèbre type

A. L'arc antérieur

C'est le corps vertébral, il a globalement la forme d'un segment de cylindre à grand axe vertical. Ses faces supérieure et inférieure, ou plateaux vertébraux, sont légèrement excavées et criblées de foramen vasculaires au centre, plus compactes en périphérie. Elles entrent chacune en rapport avec un disque intervertébral. Sa circonférence est concave dans le sens horizontal dans ses portions antérieure et latérales (*fig. 12*). En arrière elle est plane et forme la paroi antérieure du foramen vertébral^[11, 14].

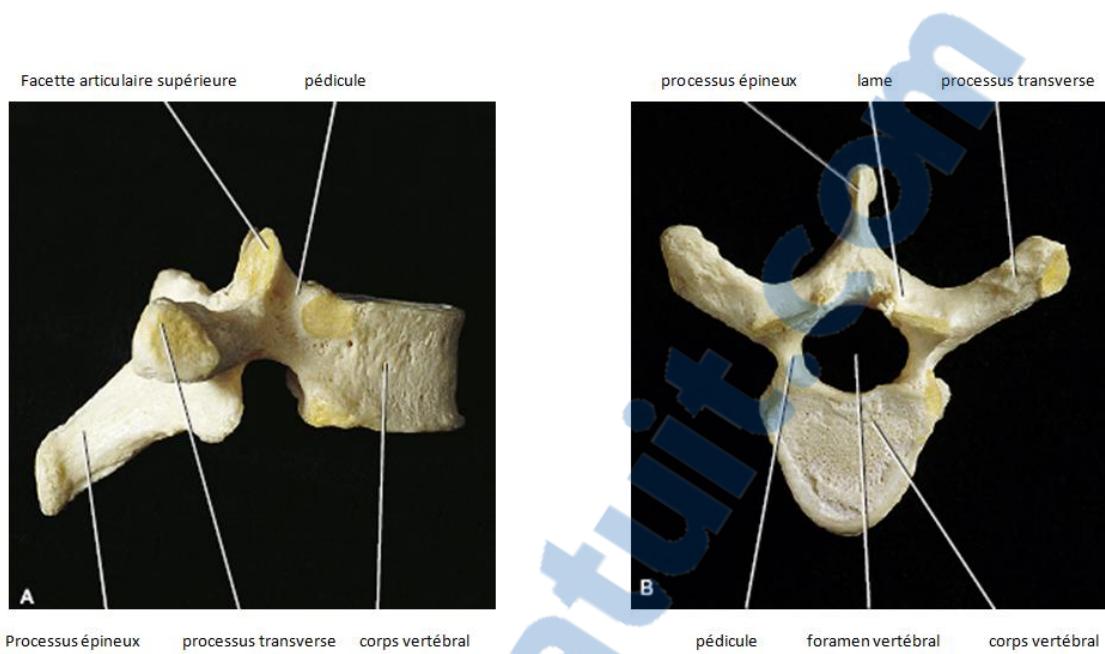


fig. 12: vertèbre type: A, vue latérale B, vue supérieure [14]



fig. 13: vertèbre type: C, vue inférieure [14]

B. L'arc postérieur

1. Les pédicules

Ce sont deux tiges osseuses étroites et horizontales qui unissent la base du processus transverse à la partie postéro-latérale du corps vertébral. Ils limitent latéralement le foramen vertébral. Leurs bords présentent chacun une incisure vertébrale, beaucoup plus échancrée au

niveau du bord inférieur, qui forment avec les incisures des vertèbres adjacentes les foramens vertébraux (ou trous de conjugaison) qui livrent passage aux nerfs spinaux (*fig. 12*).

2. *Les lames*

Ce sont deux lames osseuses quadrilatères, minces et aplatis qui présentent une direction oblique en bas, en arrière et médialement. Elles forment la paroi postéro-latérale du foramen vertébral. Leur extrémité latérale prolonge les pédicules au niveau de la naissance des processus transverses ; leurs extrémités médiales s'unissent l'une à l'autre sur la ligne médiane au niveau de la base du processus épineux (*fig. 12*).

3. *Le processus épineux*

C'est une saillie postérieure allongée qui naît au niveau de la jonction des deux lames. Il adopte une direction postéro-caudale sur la ligne médiane (*fig. 13*).

4. *Les processus transverses*

Ils se détachent de chaque côté de la vertèbre à la jonction des pédicules et des lames, et se dirigent obliquement en arrière et latéralement.

5. *Les processus articulaires postérieurs*

Aussi appelés zygapophyses, ce sont quatre surfaces situées à la jonction des pédicules et des lames qui servent à l'articulation des vertèbres entre elles. Les deux processus articulaires supérieurs se dressent verticalement au-dessus de la base des processus transverses ; leur facette articulaire regarde en haut et en arrière. Ils entrent en rapport avec les processus inférieurs de la vertèbre sus-jacente, qui ont une orientation inverse (*fig. 13*).

6. *Le foramen vertébral*

Compris entre la face postérieure du corps vertébral et le processus épineux, il est large et triangulaire dans les régions cervicale et lombaire, et quasiment circulaire au niveau thoracique. Il forme avec les foramens sus et sous-jacents le canal vertébral, encore appelé canal rachidien (*fig. 12*).

3. ELEMENTS D'ANATOMIE FONCTIONNELLE DU RACHIS

Au-delà de sa fonction de protection du système nerveux, le rachis constitue le véritable pilier central du corps, avec à la fois une fonction de stabilité et de mobilité, et doit pour cela concilier rigidité et souplesse ; rigidité grâce à la structure osseuse ; souplesse grâce aux disques intervertébraux, aux articulations intervertébrales et aux différents ligaments :

A. Rôle des corps et des disques

Le corps vertébral a plutôt un rôle de support, alors que l'arc postérieur a un rôle dynamique. Les corps vertébraux peuvent supporter des charges très importantes, jusqu'à 600 kg selon certains auteurs.

Ils s'adaptent localement aux contraintes en augmentant leur surface et leur volume au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'étage lombaire. Ils possèdent des corticales épaisses, et l'architecture des trabécules de l'os spongieux permet une dispersion des contraintes vers le disque sous-jacent mais aussi vers les différents processus (fig. 14).

Les disques intervertébraux ont un rôle d'amortissement et de répartition des pressions. Ils sont plus épais au niveau lombaire (environ 9 mm en moyenne) qu'aux étages thoracique (5 mm) et cervical (3 mm), et le rapport entre l'épaisseur du disque et la hauteur des corps vertébraux adjacents augmente dans les zones à plus forte mobilité (fig. 15).

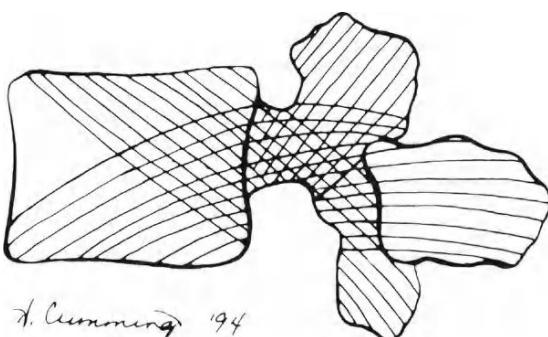


fig. 14: l'architecture trabéculée de l'os spongieux d'une vertèbre



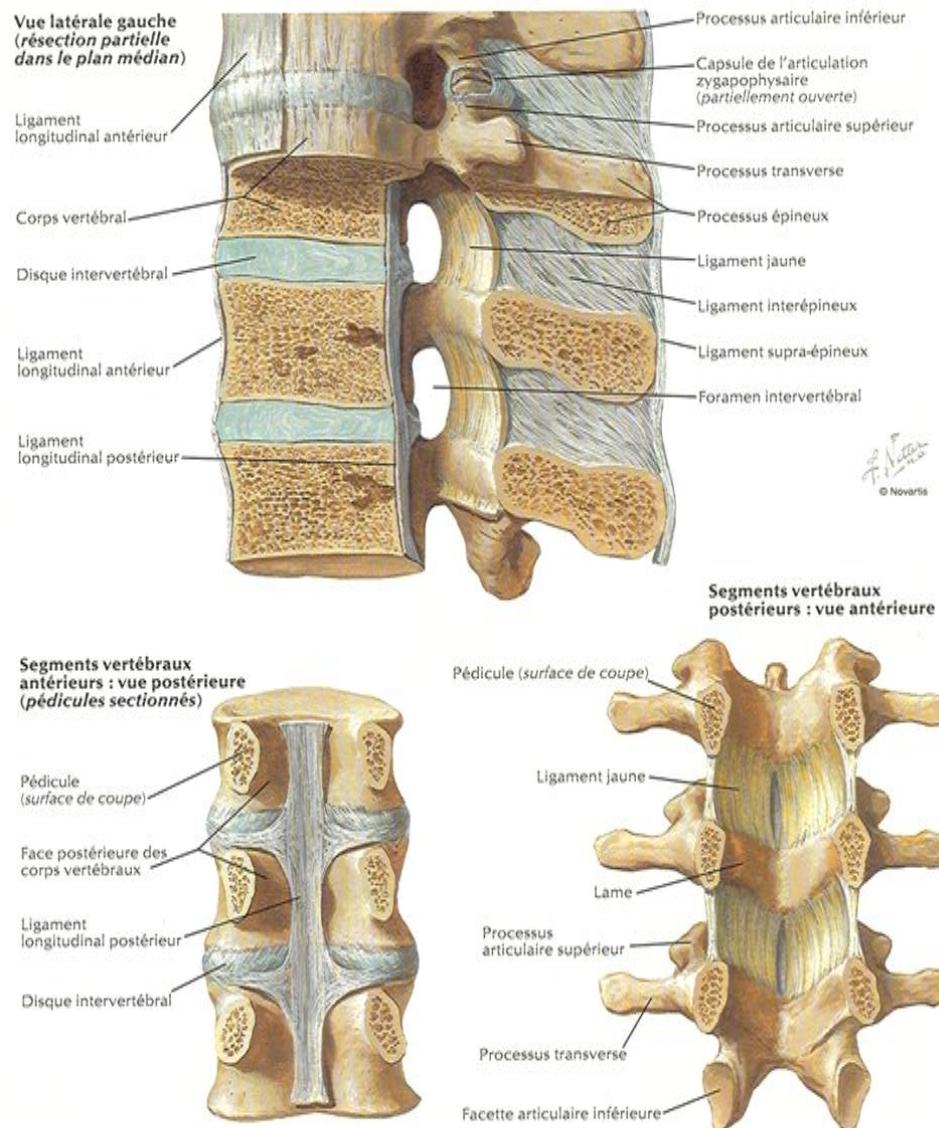


fig. 15: disques et ligaments intervertébraux^[15]

Pour rappel, chaque disque est constitué de deux parties :

- L'annulus fibrosus, périphérique, formé de couches fibreuses concentriques dont l'obliquité varie d'une couche à l'autre, ce qui le rend très résistant aux forces de flexion, de torsion et de cisaillement.
- Le nucleus pulposus, noyau central gélatineux composé à plus de 80% d'eau, ni innervé ni vascularisé, qui a véritablement un rôle de rotule. Il se déplace vers l'avant lors des mouvements de flexion, vers l'arrière lors des mouvements d'extension et contre-latéralement lors de l'inclinaison latérale du rachis. Sous l'effet des pressions exercées, il a tendance à se

déshydrater progressivement au fil de la journée, ce qui induit une diminution de la hauteur totale du rachis en fin de journée ; il se réhydrate lors du repos en décubitus^[11].

B. La stabilité rachidienne

La stabilité intrinsèque du rachis est assurée à la fois par le triple appui vertébral (corps et zygapophyses) et par les différentes structures fibreuses : annulus fibrosus, ligaments longitudinaux antérieur et postérieur, ligaments jaunes, ligaments inter épineux et sur épineux.

La stabilité extrinsèque dépend des muscles érecteurs qui permettent, par de faibles contractions, une adaptation continue de la posture.

Entre le sacrum et l'occiput, le rachis permet des mouvements dans les trois plans de l'espace qui sont la somme de mouvements intervertébraux d'amplitude limitée.

II. CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DU RACHIS

La connaissance du développement du rachis est essentielle pour la compréhension de la survenue des scolioses malformatives ; un rappel embryologique succinct puis des notions sur la croissance de la colonne vertébrale depuis la neurulation jusqu'à maturation sont indispensables afin de comprendre certaines étiologies des scolioses chez l'enfant. Le rachis a une croissance qui va être variable au cours de l'enfance, il faut comprendre comment cela se développe^[16].

1. La période embryonnaire

Il s'agit de processus complexes très intriqués et différents d'un étage à l'autre, mais d'une synchronisation temporo-spatiale parfaite ; nous en détaillerons les étapes marquantes :

Alors que la gastrulation a déjà commencé à partir de la ligne primitive pour former le mésoderme, un contingent de cellules part de l'extrémité crâniale de la ligne primitive, le nœud de Hensen, et s'infiltra sur la ligne médiane entre l'épiblaste et l'entoblaste, en direction de la membrane pharyngienne; c'est le processus notochordal avec formation du 3^e feuillet, le mésoblaste (*fig. 16*). Du 18^e au 27^e jour, le tube neural s'individualise (la neurulation).

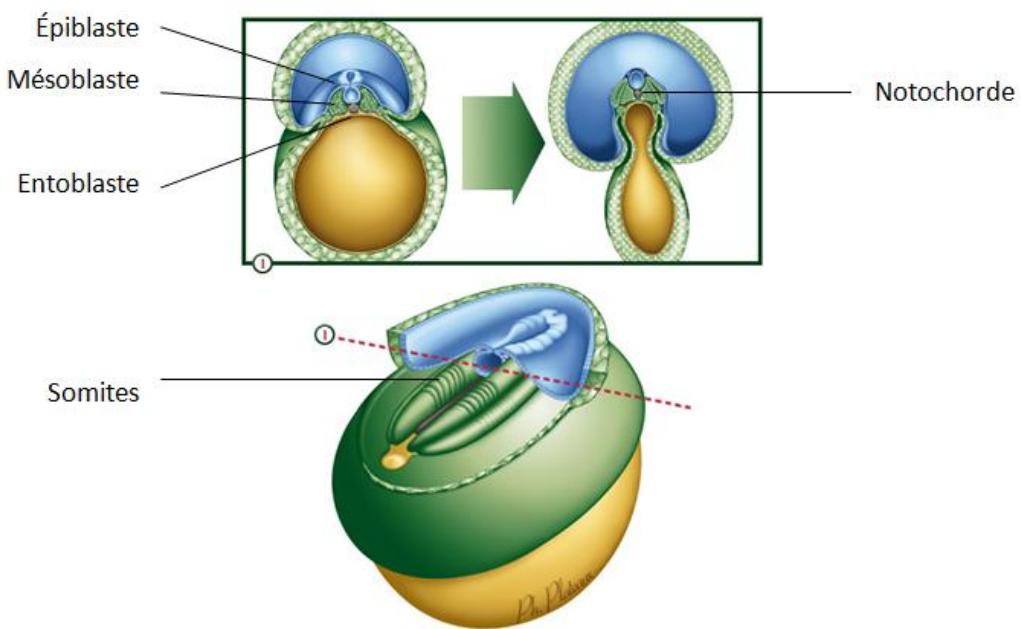


fig. 16: 3^e semaine de la vie embryonnaire, formation du mésoblaste et somites^[17]

20^e jour, le tube neural se divise en somites (5 à 7 paires au début) qui se divisent en sclérotomes (*fig. 17*) en dedans et en myotomes en dehors. La migration des cellules du sclérotome au tour de la chorde et du tube neural forme le corps vertébral et l'arc postérieur de la vertèbre.

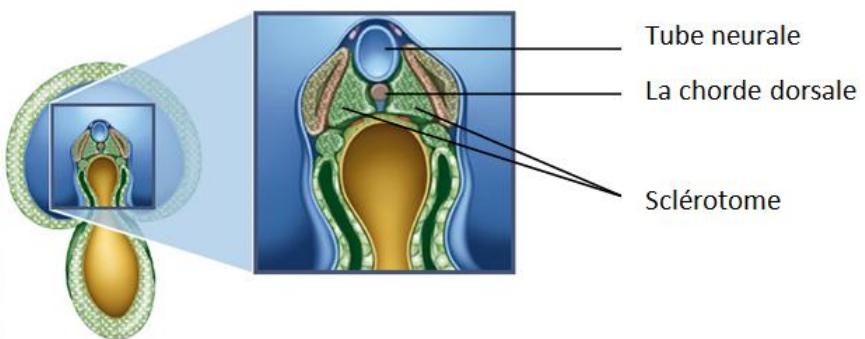


fig. 17: 4^e semaine de la vie embryonnaire, constitution des sclérotomes^[17]

Chaque corps vertébral est d'origine inter segmentaire. Chaque sclérotome va présenter, à son tour, une organisation en partie crâniale incluant le futur disque intervertébral et en partie caudale. L'organisation métamérique vasculo-nerveuse met en évidence un nerf segmentaire dans la partie crâniale des sclérotomes, et un vaisseau segmentaire dans la zone séparant deux sclérotomes. Une migration va alors se faire avec la partie caudale d'un sclérotome supérieur rejoignant la partie crâniale du sclérotome sous-jacent pour former le futur corps vertébral. La chorde régresse sauf au niveau du disque intervertébral où elle s'étale pour ébaucher le nucleus pulposus [17, 18].

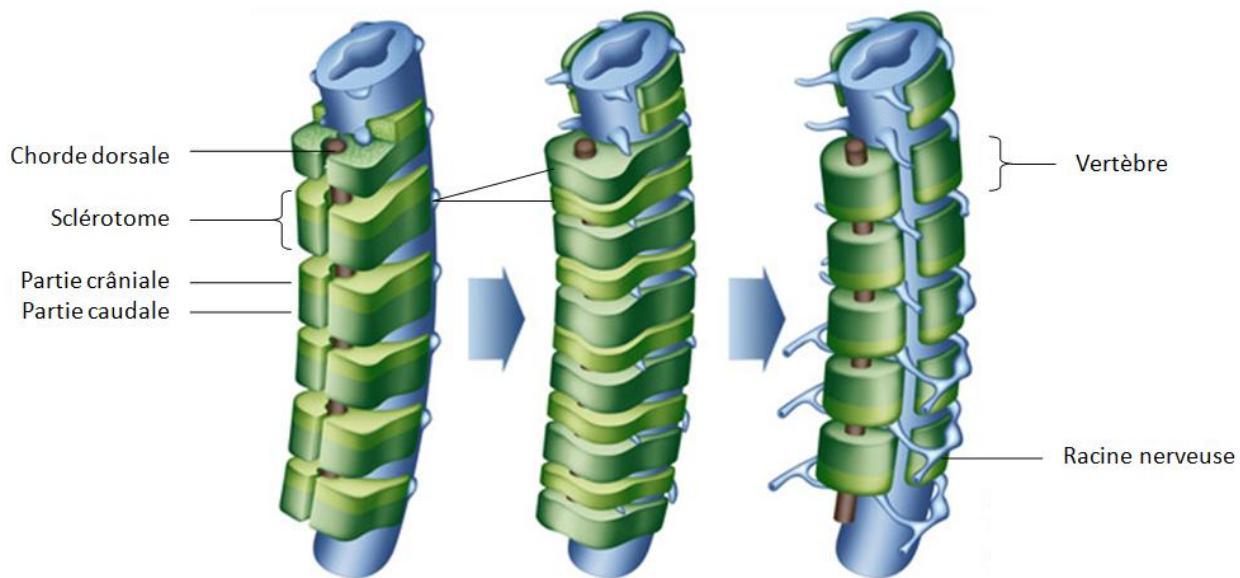


fig. 18: 5^e semaine de la vie embryonnaire, formation du corps vertébral

2. La période fœtale

La période fœtale s'étend de J60 à la naissance. Elle correspond au début de l'ossification vertébrale ; le corps vertébral (*fig. 19A*) se transforme en cartilage tandis que la chorde régresse (sauf au niveau du disque intervertébral où les restes chordaux s'étalent et constituent l'ébauche du nucleus pulposus).

Cette différenciation cartilagineuse va donc s'étendre progressivement aux cellules sclerotomiales (*fig. 19B*) qui ont migré autour du tube neural : elles formeront ainsi les autres parties des vertèbres et prolifèreront latéralement pour donner naissance aux processus costaux (*fig. 19C*).

L'ossification des vertèbres est de type enchondrale, l'ossification des vertèbres est un processus très lent : les premiers centres primitifs apparaissent au niveau des corps vertébraux cartilagineux (*fig. 19D*) au cours du troisième mois dans la région dorsal puis s'étend aux autres régions (*fig. 20*). Les points d'ossification des arcs vertébraux n'apparaissent qu'au quatrième ou cinquième mois^[17].

Les centres secondaires n'apparaîtront qu'après la naissance et l'ossification ne se terminera qu'après la puberté. Bien évidemment, il s'agit là de formation du squelette axial ; plusieurs processus d'organogénèse sont concomitants expliquant en partie les associations malformatives qui peuvent exister.

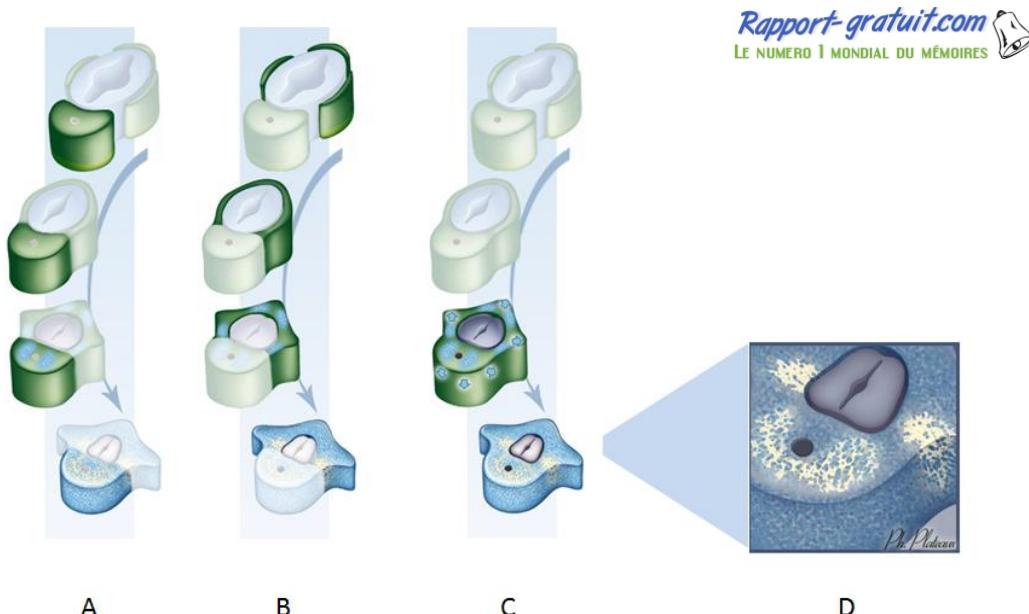


fig. 19: ossification enchondrale, A: corps vertébral, B: l'arc postérieur, C: différenciation cartilagineuse, D: apparition des points d'ossifications primaires

Pendant la période fœtale, les proportions changent. Au 2^{ème} mois de la vie intra-utérine, la colonne vertébrale représente deux tiers environ de la longueur du corps. Cette proportion se modifie peu à peu, au fur et à mesure que se développent les membres inférieurs. L'ossification apparaît tout d'abord dans la région dorsale, et puis de là, elle progresse vers la région lombaire et vers la région cervicale. Le noyau d'ossification du corps vertébral change de morphologie. Il est au début ovoïde et devient avec le temps rectangulaire^[19].

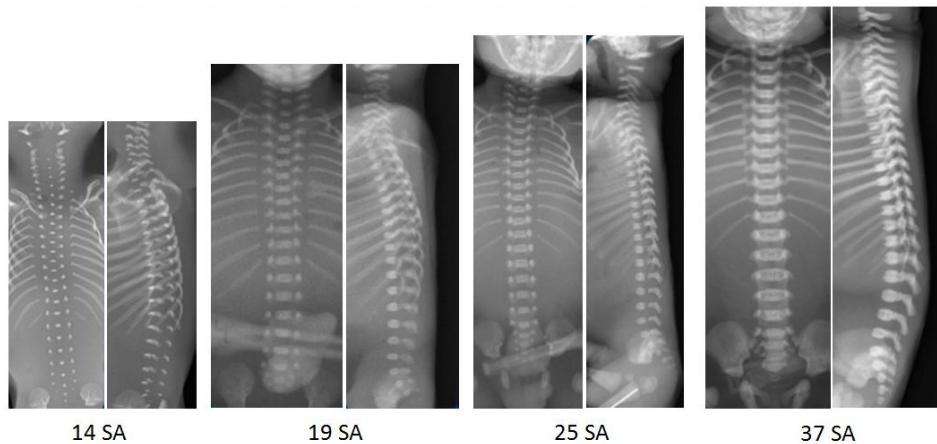


fig. 20: évolution de l'ossification enchondrale du rachis appréciée par radiographie [19, 20]

3. La période post natale

Seulement 30% du rachis est ossifié à la naissance. Le corps vertébral d'une vertèbre dorsale mesure environ 7 mm de hauteur ; La taille assise mesure 35 cm. Les vertèbres présentent trois centres d'ossification : un pour la partie antérieure centrale, un pour chaque arc postérieur. La longueur en fin de croissance aura presque triplé. Le corps vertébral ressemble à un grain de café sur une radiographie de profil (*fig. 20, fig. 21*).

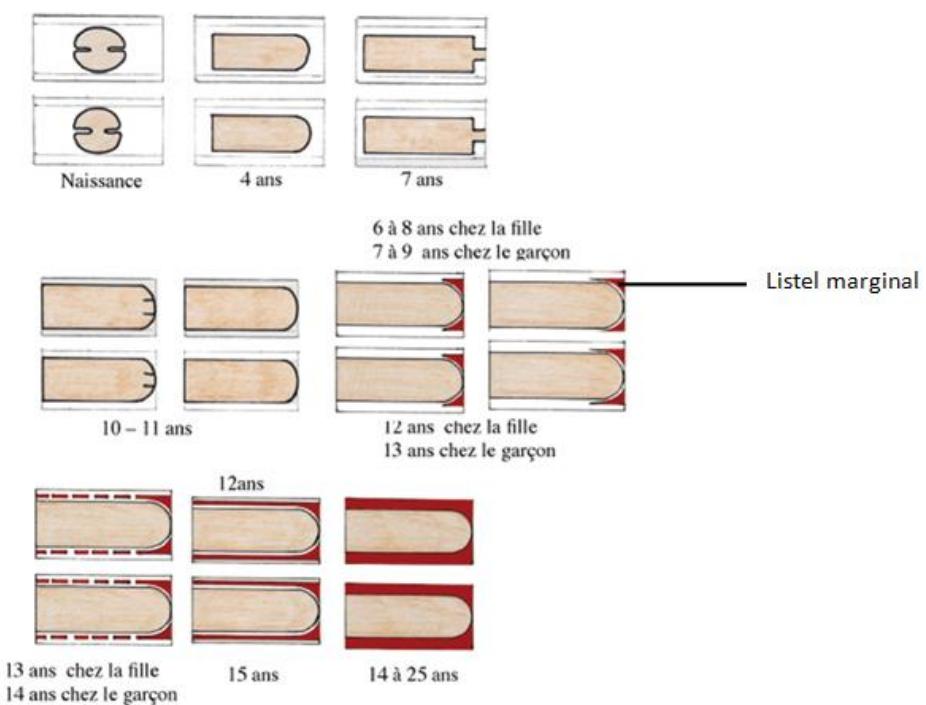


fig. 21: L'ossification du corps vertébral évolue en fonction de l'âge :le listel marginal [19]

Les cinq premières années de vie sont caractérisées par une forte croissance du rachis puis se ralentit pour reprendre une autre courbe ascendante à la puberté où apparaissent les noyaux secondaires au niveau de l'arc postérieur et le listel marginal (*fig. 21*) ; plus tôt chez la fille (vers 11-12 ans) que chez le garçon (vers 13 ans). Cette croissance ralentit après la fermeture des cartilages conjugaux du coude. La moyenne de la taille assise ainsi que la vitesse de croissance différent chez le garçon et chez la fille comme illustrée sur les travaux de Diméglio^[19].

Les courbures sagittales dites physiologiques sont acquises et dépendantes de la verticalisation (*fig. 22*), le fœtus à trois mois a une grande courbure en "C" puis à quatre mois apparaît l'angle sacro-vertébral. De la naissance à un an, les courbures rachidiennes dépendant du calendrier neurologique. La tenue de la tête annonce la lordose cervicale ensuite la tenue du tronc, la cyphose thoracique, la verticalisation s'accompagne de la courbure lombaire pour aboutir à un équilibre sagittal à quatre courbures.



fig. 22: développement des courbures physiologiques sur le plan sagittal

III. LA CROISSANCE PULMONAIRE

La croissance du thorax et du poumon est concomitante à la croissance du rachis mais à des vitesses différentes ; la multiplication des alvéoles est un processus bien entamé avant la naissance, mais qui va se poursuivre après, selon une courbe ascendante jusque vers 5 à 6 ans, puis va parvenir à un plateau. Dès l'âge de 8 ans, la multiplication des alvéoles est arrêtée.

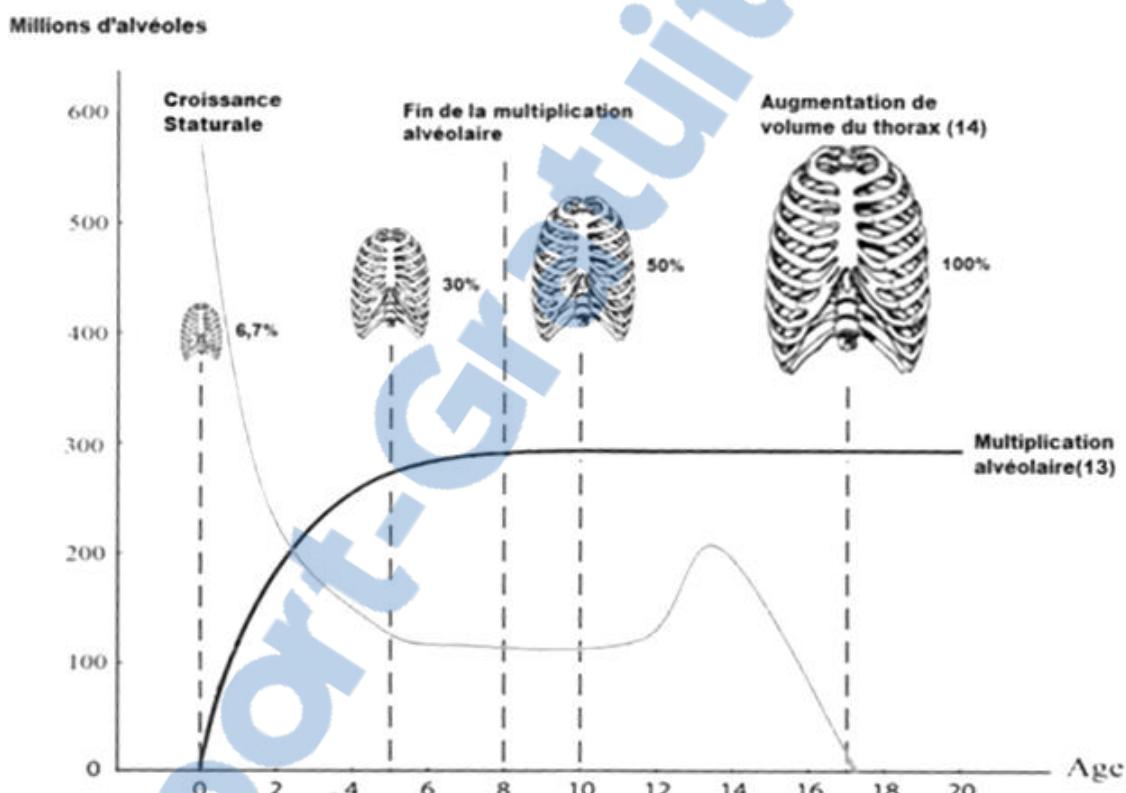


fig. 23: comparaison de la croissance de la taille, nombre d'alvéoles pulmonaires et du volume du thorax^[21]

La croissance en volume se multiplie par trois pendant la poussée de croissance pubertaire. C'est dire l'importance d'une prise en charge respiratoire dès la plus jeune enfance, notion qui commence à être connue, mais qui n'est que rarement mise en pratique. Après cet âge de 8 ans, les éléments grandissent en volume, mais ne grandissent plus en nombre^[22].

CHAPITRE 3

ETIOPATHOGENIE DES SCOLIOSES

L'étiopathogénie des scolioses reste un sujet de débat d'actualité, certes non encore bien élucidée, mais de nombreuses équipes y travaillent encore. Celles-ci concluent toutes à une étiopathogénie complexe et multifactorielle^[23] au sein de laquelle les influences génétiques, biochimiques, tissulaires, biomécaniques et même environnementales joueraient un rôle déterminant. Il est évident que les scolioses par malformations vertébrales obéissent à des dysfonctionnements de l'organogénèse du rachis, entrant parfois dans le cadre de syndromes poly malformatifs, à l'inverse de la scoliose idiopathique où le rachis né sans malformation visible mais développe par la suite des courbures pathologiques sous l'influence de plusieurs facteurs, d'ailleurs le terme « idiopathique » traduit une certaine méconnaissance de la cause qui induit cette déformation tridimensionnelle ; nous allons détailler les facteurs influençant connus à ce jour :

I. LES FACTEURS GENETIQUES

Actuellement, la contribution de la génétique dans le développement de la scoliose est un fait établi, quoique depuis très longtemps soupçonnée vue la fréquence élevée de cette affection chez les filles ; certaines formes sont liées au chromosome X.

À ce jour, plusieurs gènes associés ont été soupçonnés de causer la scoliose au sein de différentes populations, mais le gène en cause dans la forme familiale restait inconnu. Une mutation du gène POC5 sur le chromosome 5 avec plusieurs variantes (p.A455P et p.A429V) a été découverte chez cinq patients atteints de SI dans les travaux de S.A. Patten à Montréal publié en 2015 et soutenus par la fondation Yves Cotrel^[24].

Plusieurs autres pistes de recherche en génétique incriminent des mutations sur les chromosomes 9, 16, 19 avec des modes de transmission à expression variable et pénétrance incomplète^[23] et finalement attestent qu'il existe une « histoire familiale » chez les patients scoliotiques.

II. LES FACTEURS BIOCHIMIQUES

1. La mélatonine

Des travaux expérimentaux , conduits par Thillard en 1959, sur des poulets ayant subit une pinéalectomie ont montré une augmentation de la fréquence de la scoliose jusqu'à 62% ^[25]. Elle chute à 20% après supplémentation en mélatonine. Aussi il a été retrouvé un taux sérique plus bas chez certaines espèces présentant une scoliose. Cependant il n'existe pas à ce jour une étude qui établie une relation de cause à effet formelle entre le déficit en mélatonine et la SI pour l'homme.

2. La calmoduline

La calmoduline plaquettaire intervient dans la réaction biochimique en cascade qui induit la contraction musculaire. Son taux élevé a été évoqué comme facteur prédictif de l'évolution de la SI^[26], à l'inverse une stabilisation de l'évolution d'une courbure par un traitement a été suivi d'une chute du taux de la calmoduline. Une comparaison entre les taux de cette substance sur les muscles para vertébraux a retrouvé une diminution du coté concave^[27].

3. La ghreline

Il s'agit d'une hormone secrétée par l'estomac et qui intervient dans la sensation de faim. Un taux plasmatique élevé semble jouer un rôle dans l'apparition d'une SI^[28, 29].

III. LES FACTEURS TISSULAIRES

Il est difficile de différencier entre une anomalie tissulaire préexistante ou secondaire à la scoliose. Un déficit en collagène de type 3 ainsi qu'un taux bas de 25% de glycosaminoglycanes dans le nucleus pulposus ont été retrouvé en cas de scoliose^[30].

IV. LES FACTEURS MORPHOLOGIQUES

1. Le système nerveux central

Les scolioses sont retrouvées dans de nombreuses pathologies neurologiques, centrales ou périphériques. Si la scoliose apparaît plutôt secondaire dans les affections neuromusculaires, le rôle initial de mécanismes neurologiques a été évoqué dans les scolioses idiopathiques de l'adolescent. En effet, des anomalies de la proprioception, du contrôle postural, de la fonction vestibulaire et de l'activité électro encéphalographique ont été rapportées^[1].

D'autres auteurs ont évoqué l'existence d'une moelle trop courte comme facteur étiologique, mais la rareté des troubles neurologiques en préopératoire et après traitement par distraction remet en cause cette théorie^[31].

2. Les anomalies de croissance du rachis

L'asymétrie de croissance vertébrale a également été évoquée comme facteur étiologique. En effet, la croissance vertébrale en hauteur se fait par ossification enchondrale comme déjà vu précédemment au niveau des deux extrémités du corps vertébral.

Or, un cartilage de croissance soumis à des forces de compression voit sa vitesse de croissance diminuer, tandis qu'un cartilage soumis à des forces de distraction la voit au contraire augmenter^[32]. Il a été aussi stipulé qu'il existe une asymétrie de croissance des cartilages de la vertèbre sans malformation vraie.

3. Rôle de la posture érigée et des muscles para vertébraux

La bipédie, une spécificité humaine, est avancée comme une étiologie probable de la scoliose sous l'effet des forces de cisaillement qui peuvent induire une rotation vertébrale ; la question qui reste en suspend est que pourquoi certains individus développent la scoliose et d'autre non.

Le rôle des muscles para vertébraux est incontestable dans le maintien de l'équilibre et la posture de la colonne vertébrale. Des études ont démontré une augmentation de l'activité électromyographique de ces muscles ainsi que la densité en fibres musculaires de type1, mais il est difficile de distinguer s'il s'agit d'une cause ou d'une adaptation à la torsion vertébrale^[33].

V. LES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX

Ces facteurs sont incriminés dans la genèse de véritables malformations vertébrales, tel l'effet tératogène de certains médicaments pris pendant la grossesse (l'acide valproïque en est un exemple) ou l'effet de radiations ionisantes aussi certaines maladies maternelles tel le diabète.

Les données épidémiologiques ont montré des variations ethniques et géographiques des fréquences des scolioses malformatives ; soit en relation avec des facteurs génétiques ou des habitudes alimentaires ; d'ailleurs, c'est cette participation probable de facteurs nutritionnels qui a conduit à une supplémentation systématique des femmes enceintes en acide folique dans les premiers mois de la grossesse en prévention du risque de dysraphie (ou du spina bifida qui est aussi une malformation du rachis).

Beaucoup de théories ont été émises sur ces facteurs induisant des malformations très hétérogènes du tube neural mais en réalité il existe une intrication et une addition de tous ce qui a été cité plus haut, et l'on parle d'étiologie multi factorielle.

CHAPITRE 4

DIAGNOSTIC DE LA SCOLIOSE

L'examen clinique du rachis fait partie intégrante de l'examen orthopédique d'un enfant, le diagnostic d'une scoliose est, dans la majorité des cas, clinique par la découverte d'une gibbosité ; la radiographie est certes essentielle mais reste un examen complémentaire. Nous allons détailler tout d'abord l'examen clinique, le diagnostic radiographique puis le diagnostic étiologique.

I. LE DIAGNOSTIC CLINIQUE

La méthodologie de l'examen clinique est la même quel que soit l'âge de l'enfant, elle s'efforce de répondre à des questions précises :

- Est-ce que c'est une scoliose ?
- Quelles sont ses caractéristiques ?
- Quelles sont ses conséquences ?
- Quelle est son étiologie ?
- Est-elle évolutive ?

Cette démarche doit être minutieuse, répétée et bien notée et datée sur le dossier médical, car elle est la base de toute décision thérapeutique souvent lourde de conséquences.

1. L'interrogatoire

Il est le premier temps de cet examen. Il précise les antécédents personnels, familiaux et insiste sur le déroulement de la grossesse et de l'accouchement. Le motif de consultation doit ressortir ; s'agit-il d'une découverte fortuite lors d'un examen de routine ou découverte par la famille ?

La douleur n'est pas habituelle lors des scolioses dites idiopathiques de l'adolescent. Son existence doit faire suspecter une forme secondaire.

Il est nécessaire de noter la date des ménarches chez la fille ainsi que la scolarité et l'activité physique surtout chez l'adolescent.

2. L'examen physique général

L'examen clinique s'effectue chez un enfant en sous vêtements, il début par les prises du poids et de la taille debout et assise. Ensuite, nous procédon à l'examen de l'aspect global du thorax, à la recherche d'une déformation, et de la ligne des épineuses à la recherche d'un dysraphisme tels qu'une touffe de poils (*fig. 24*), un angiome, une fistule (*fig. 25*) ou une tuméfaction (c'est le syndrome cutané du dysraphisme spinal). La peau doit être bien inspectée à la recherche de taches café au lait en faveur d'une neurofibromatose.



fig. 24: touffe de poils sur la ligne médiane (syndrome cutané du dysraphisme) (EHS Canastel)



fig. 25: fistule ou dépression sur la ligne médiane (syndrome cutané du dysraphisme) (EHS Canastel)



L'examen se poursuit par l'appréciation des amplitudes articulaires des quatre membres et par la recherche d'une hyperlaxité ligamentaire et de toute anomalie orthopédique sur les mains et les pieds. Ensuite, un examen neurologique complet doit être effectué comportant l'évaluation des réflexes ostéotendineux, cutanéo-abdominaux et cutanéo-plantaires. L'examen neurologique se termine par l'appréciation de la force musculaire et de la sensibilité profonde et superficielle. La longueur des deux membres inférieurs est mesurée au ruban mètre à la recherche d'une inégalité.

3. L'examen du tronc

L'examen du dos se fait dans les trois plans de l'espace.

Sur le plan frontal, il faut toujours compenser une inégalité de longueur des membres inférieurs, si elle existe, par une planchette glissée sous le pied du côté court. On utilise les

épines iliaques postérieures comme repères pour apprécier l'équilibre du bassin. Le fil à plomb est placé sur l'épineuse de C7, il doit passer sur le pli inter fessier ; ainsi tout débord des épineuses ou de ce pli sur le fil à plomb est considéré comme un déséquilibre du tronc. On peut mesurer la flèche latérale qui est la distance entre le fil et le sommet du déséquilibre.

L'équilibre de la ceinture scapulaire est apprécié par la hauteur des épaules. Dans les courbures thoraciques, thoraco-lombaires et lombaires, on note l'accentuation du pli de la taille sur la concavité et un effacement du pli du côté convexe (*fig. 26*).



fig. 26: asymétrie des plis de la taille

Souvent négligé lors de l'examen d'une scoliose, l'équilibre sagittal est effectué pour rechercher des troubles des courbures physiologiques, l'utilisation du fil à plomb tendu depuis l'épineuse de C7 mesure en millimètres les flèches sagittales au niveau de T1, T7, L3 et S2. Aussi la scoliose est souvent associée à une cyphose ou une lordose pathologique.

L'examen penché en avant en position assise ou debout (si cela est possible) permet de mettre en évidence la gibbosité. L'enfant se met face à l'examineur, se penche en avant comme s'il fait la prière, pieds joints, tête enroulée, mains jointes tentant à toucher le sol ; la gibbosité apparaît comme une saillie d'un hémi thorax ou d'une fosse lombaire sur le même niveau qui se mesure en millimètre grâce à un scoliomètre ou à une règle horizontale qu'on positionne sur la gibbosité^[34].

Les gibbosités thoraciques sont plus importantes que les lombaires dans des scolioses à angle égal car le mouvement de rotation est plus amplifié sur les premières par la présence de côtes (*fig. 27*).

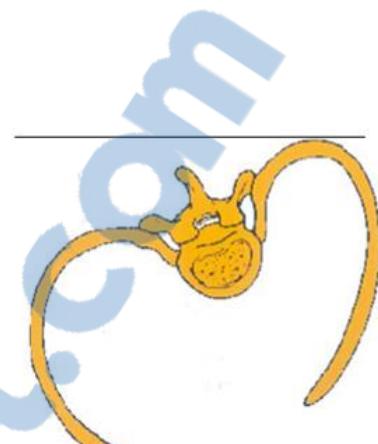


fig. 27: amplification de la hauteur de la gibbosité thoracique par les côtes.

L'examen clinique dynamique du tronc doit préciser la souplesse du rachis :

- par la distance entre l'extrémité des doigts et le sol en position penchée en avant qui prend cependant aussi en compte une éventuelle rétraction des ischio-jambiers;
- par les amplitudes de mobilité du tronc en inclinaison latérale et en rotation;
- par la réductibilité en décubitus ventral et en bout de table, hanches fléchies, de la cyphose dorsale et de la lordose lombaire.

L'attitude scoliotique est, sur le plan clinique, une déviation latérale pure sans gibbosité ; et sur le plan radiologique, il existe une courbure du rachis, sans rotation des corps vertébraux. Elle se réduit en position couchée.

Une courbure latérale, sans gibbosité, sans rotation des corps vertébraux sur leur axe, qui se corrige en position couchée, est une attitude scoliotique.

La cause la plus fréquente est l'inégalité de longueur des membres inférieurs avec obliquité du bassin qui peut être évaluée cliniquement et précisée par un cliché de face de l'ensemble des deux membres inférieurs en position couchée.

Il existe d'autres causes :

- bassin oblique par attitude vicieuse de hanche ou rétraction du tenseur du fascia lata
- anomalies des genoux : genu valgum, varum ou recurvatum surtout unilatéral ;
- pieds plats ;

- troubles de la torsion du squelette des membres inférieurs.

La première appréciation de ces troubles est clinique et le complément d'imagerie sera demandé en fonction des orientations.

L'évaluation de la croissance de l'enfant s'effectue cliniquement en utilisant la classification de Tanner se basant sur le développement mammaire, les poils pubiens et les organes génitaux (Annexe 1).

II. LE DIAGNOSTIC RADIOGRAPHIQUE

L'imagerie joue un rôle très important dans toutes les étapes du diagnostic au suivi de la scoliose. Le choix des examens doit être réfléchi et bien orienté en fonction des étiologies. De nouvelles explorations moins irradiantes sont apparues que nous détaillerons plus loin

1. Bilan en radiographie standard

Pour confirmer le diagnostic de scoliose chez l'enfant, les radiographies du rachis en entier de face et de profil (de la base du crâne au sacrum avec visualisation des crêtes iliaques) sont indispensables, de préférence debout^[35]. Ce bilan radiographique doit utiliser les techniques les moins irradiantes, puisque les organes radiosensibles sont dans le champ d'exploration (seins, moelle osseuse, thyroïde, organes génitaux)^[36]. Ceci implique de limiter le nombre de clichés au strict minimum nécessaire et d'adopter une technique numérique avec réduction effective de la dose. La surveillance de l'irradiation est très importante en radio pédiatrie. En effet, l'organisme en croissance des enfants est extrêmement radiosensible, et il a été montré que la répétition des examens a un effet cumulatif, et qu'il y a une relation directe entre la dose et le risque de cancer de la thyroïde, du sein, de la peau, et de leucémie^[37].

A. Le cliché de face

Chaque courbure scoliotique est caractérisée par trois vertèbres principales d'intérêt. Les deux vertèbres limites (supérieure VLS et inférieure VLI) correspondent aux vertèbres les plus inclinées dans le plan frontal et permettent le calcul de l'angle de Cobb, tandis que la vertèbre apicale (ou sommet VS) est définie par la vertèbre la plus éloignée dans le plan frontal de la ligne

médiane. Cette vertèbre est également celle qui présente dans le plan axial le maximum de rotation au niveau de la courbure.

L'angle de Cobb est l'angle formé par la droite passant par le plateau supérieur de la vertèbre limite supérieure et la droite passant par le plateau inférieur de la vertèbre limite inférieure (fig. 28)

Pour la société de recherche sur les scolioses (Scoliosis Research Society), le diagnostic est porté lorsqu'il existe sur la radiographie de face une courbure rachidienne de plus de 10°.

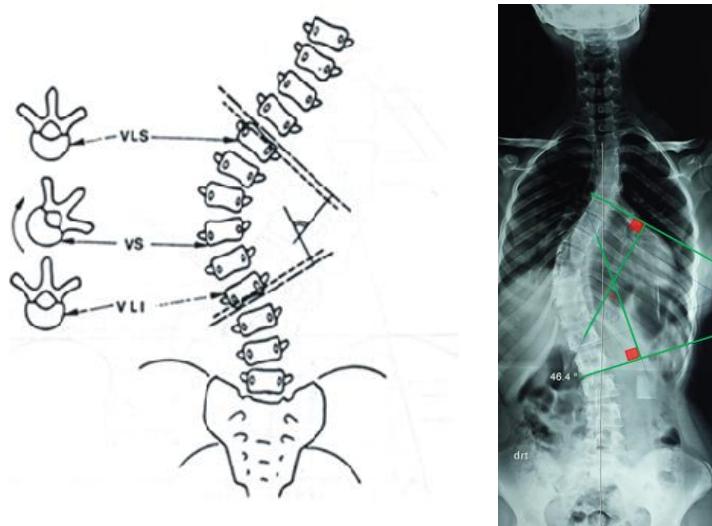


fig. 28: mesure de l'angle de Cobb; VLS, VS, VLI

La rotation vertébrale s'apprécie au niveau de la vertèbre sommet. Le corps vertébral tourne vers la convexité, tandis que l'apophyse épineuse tourne vers la concavité de la vertèbre.

Cette rotation s'évalue par deux méthodes:

- la méthode de Cobb est la plus utilisée. Elle apprécie le déplacement de l'épineuse par rapport au pédicule et au bord vertébral dans la concavité de la courbure. La rotation est aussi cotée en 1, 2, 3 ou 4 croix (fig. 29 A)
- la méthode de Nash et Moe^[38] apprécie le déplacement du pédicule du côté convexe vers le côté concave. La rotation est ici aussi classée de 0 à 4 croix (fig. 29 B)



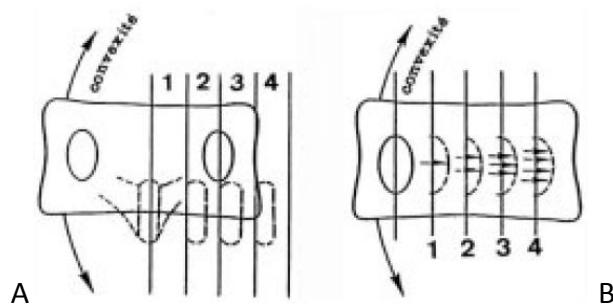


fig. 29:Évaluation de la rotation : (A) par la méthode de Cobb, (B) par la méthode de Nash et Moe.

Les courbures scolioïques sont tout d'abord décrites et classées en fonction de la localisation de leur vertèbre apicale (ou vertèbre sommet). Ainsi sont distinguées les courbures:

- **cervico-thoraciques** : dont le sommet se situe au niveau de C7 ou T1
- **thoraciques** : ayant un apex localisé entre T2 et T11
- **thoraco-lombaires** : dont le sommet correspond aux vertèbres T12 ou L1
- **lombaires** : avec une vertèbre apicale située entre L2 et L5

Par définition, le côté de la scoliose, droit ou gauche, correspond à l'emplacement de la convexité dans la courbure rachidienne ; si il existe deux courbures ou plus, c'est la courbure avec un angle de Cobb important qui est dite « la principale », l'autre est appelée contre-courbure. Lorsque deux courbures sont à angles égaux, la scoliose est dite « double majeurs ».

Le nombre et la forme des vertèbres et des côtes sont analysés pour déceler une anomalie malformatrice responsable du déséquilibre du rachis.

B. Le cliché de profil

La radiographie de profil renseigne sur les courbures physiologiques régionales ; la cyphose dorsale se mesure par l'angle formé par la tangente au plateau vertébral inférieur de T12 et la tangente au plateau supérieur de la première vertèbre dorsale visible (T3 ou T4), la lordose lombaire est mesurée par l'angle formé par la tangente au plateau vertébral supérieur de L1 et la plaque sacrée (fig. 30).

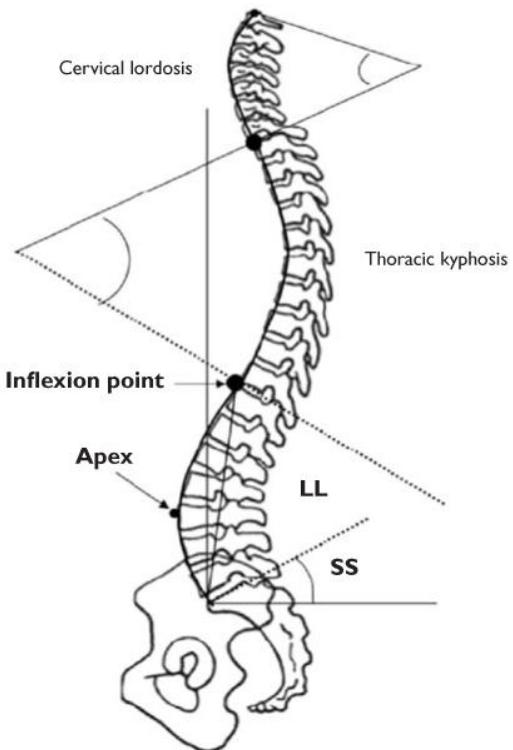


fig. 30: l'équilibre sagittal du rachis (LL : lordose lombaire ; SS : pente sacrée.)^[39]

C. Les clichés en inclinaison latérale

Les clichés standard de face et de profil peuvent être complétés par des clichés en inclinaison latérale connus sous le nom de « *bending* », afin d'apprécier la réductibilité des courbures et la dérotation éventuelle et de préciser les courbures principales des contre-courbures, avant un traitement chirurgical. Ces clichés en inclinaison permettent de déterminer à quel niveau placer le matériel. Ils sont réalisés en position couchée, en décubitus dorsal. La réductibilité d'une courbure droite s'évalue en inclinaison droite, celle d'une courbure gauche en inclinaison gauche (fig. 31). On peut également effectuer des clichés en traction, qui permettent d'évaluer le degré et l'endroit de réduction de la courbure (fig. 32).

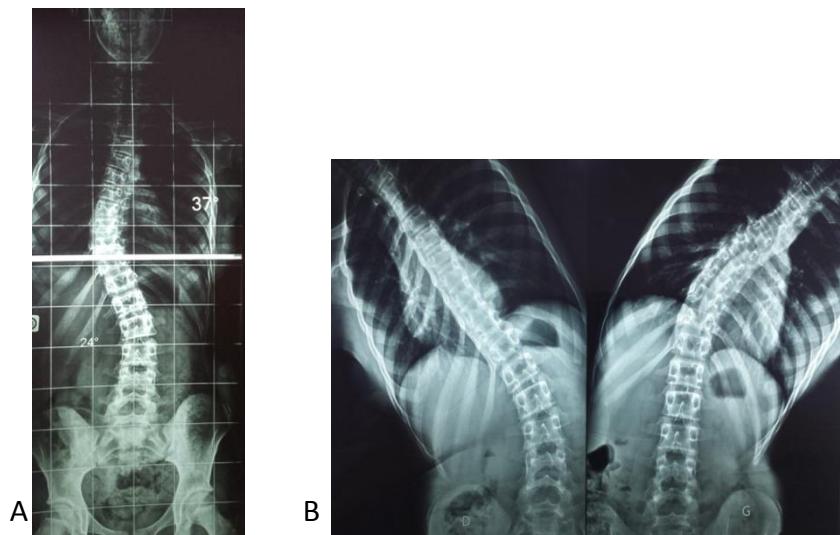


fig. 31: A cliché de face, B clichés en inclinaison latérale droite et gauche

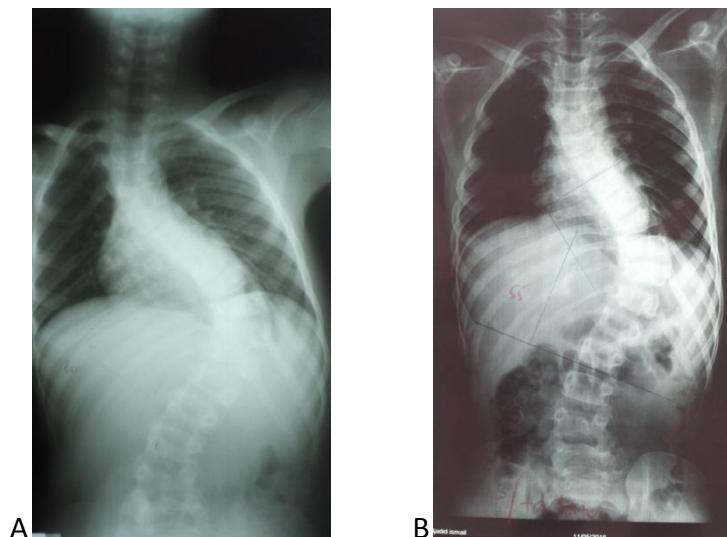


fig. 32: cliché de face sous traction par halo crânien (A: debout, B: sous traction)

D. Evaluation radiographique de l'âge osseux

Celle-ci est importante pour apprécier l'évolutivité de la scoliose en fonction de la maturation osseuse, car pendant la période pubertaire, il y a une progression rapide de la scoliose. On réalise une radiographie de la main et du poignet gauche de face (méthode de Greulich et Pyle), et on analyse la maturation des crêtes iliaques sur le cliché du rachis de face (test de Risser).

Le test de Risser (*fig. 33*) consiste en l'analyse du point d'ossification des crêtes iliaques, coté de 0 à 5, « 0 » correspondant à l'absence de point d'ossification et « 5 » à la fusion complète du point avec l'aile iliaque. Le point d'ossification apparaît vers 13–14 ans chez la fille et 15–16 ans chez le garçon, la scoliose peut avoir été diagnostiquée bien avant; dans ce cas, on se base sur l'aspect des cartilages en Y pour évaluer la maturation osseuse. La terminaison de l'ossification et la fusion avec l'aile iliaque se font en 3 ans^[40].

La plus grosse erreur d'interprétation est de confondre les stades 0 et 5. En cas d'hésitation, il faut regarder le cartilage de conjugaison de l'extrémité supérieure du fémur et le point apophysaire de l'ischion. S'ils sont ouverts et actifs, il s'agit d'un Risser 0. Si l'épiphysiodèse est acquise, il s'agit d'un Risser 5^[38].



fig. 33: test de Risser, ossification de la crête iliaque (SRS)

E. Les classifications radiologiques

1. Classification de King

En 1983, King et coll. ont défini une classification des scolioses idiopathiques en cinq types, afin de déterminer les niveaux de fusion pour l'instrumentation de Harrington, avec laquelle la correction était obtenue par distraction pure (*fig. 34*)^[41]:

- **King type I** : Déformation en S dans laquelle les deux courbures, thoracique et lombaire, traversent la ligne médiane, avec une courbure lombaire plus importante et plus rigide que la thoracique.

- **King type II** : Déformation en S dans laquelle les deux courbures, thoracique et lombaire, traversent la ligne médiane, avec une courbure thoracique prédominante.

- **King type III** : Courbure thoracique principale avec une contre-courbure lombaire ne dépassant pas la ligne médiane.

- **King type IV** : Longue courbure thoracique dans laquelle L5 est centrée sur le sacrum, mais avec une vertèbre L4 incluse et inclinée dans le sens de la courbure thoracique.

- **King type V** : Double courbure thoracique, dans laquelle T1 est inclinée du côté de la convexité de la courbure thoracique principale.

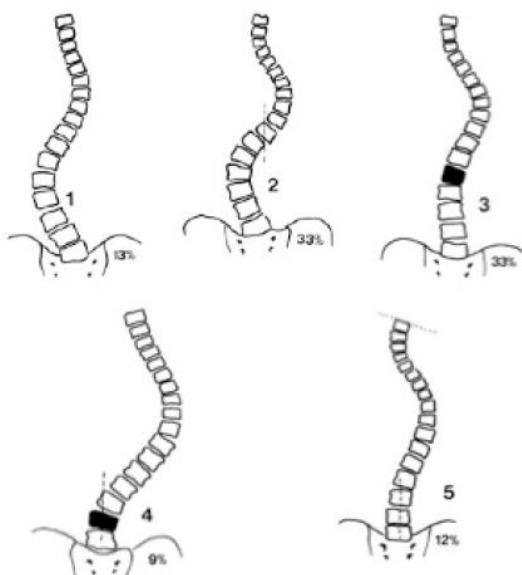


fig. 34: classification de King [41]

Le principal inconvénient de cette classification était qu'elle ne reposait que sur la radiographie de face, et que l'équilibre sagittal du rachis n'était pas pris en compte. Cette classification n'est presque plus utilisée.

2. Classification de Lenke

Lenke Propose en 1998 une nouvelle classification^[42], fondée sur l'analyse de la face et du profil, distinguant six types de courbures, un modificateur lombaire (A, B ou C) et un modificateur thoracique (-, N ou +)

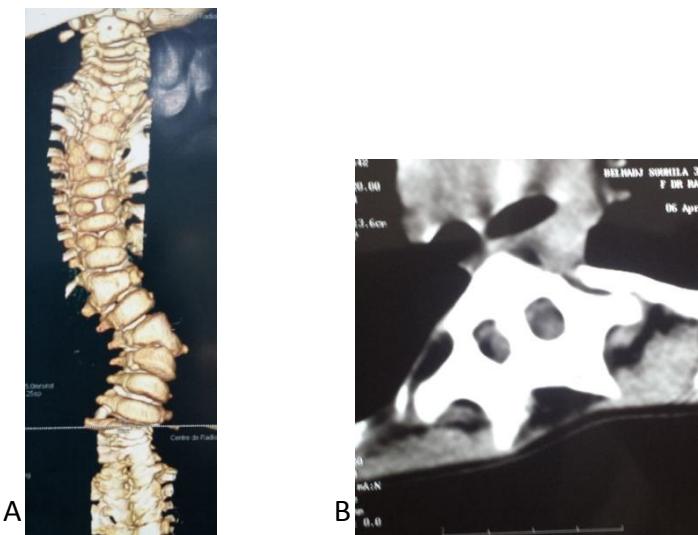
Son principal défaut est le nombre élevé de sous-types de courbures (42 au total), et donc son utilisation difficile en pratique courante (Annexe 2). Elle demeure toutefois la

classification la plus utilisée actuellement par les chirurgiens du rachis, notamment dans le monde anglo-saxon.

2. La tomodensitométrie

L'acquisition est hélicoïdale. On réalise des reconstructions 2D et 3D (*fig. 35*). Cet examen a des indications très précises, compte tenu du surcroît d'irradiation qu'il entraîne. Le niveau lésionnel est précisé, afin de limiter l'examen à une ou plusieurs zones d'intérêt. Il est indiqué dans les situations suivantes^[43] :

- scoliose douloureuse et lésion en radiologie standard ou niveau lésionnel en scintigraphie (ostéome ostéoïde, kyste anévrismal (*fig. 51*), ostéoblastome, spondylolisthésis...) ;
- bilan pré chirurgical de malformations congénitales complexes ;
- analyse des pièces osseuses sur lesquelles doit être implanté du matériel chirurgical, en particuliers dans les dysplasies osseuses ;
- évaluation du retentissement de la scoliose sur l'arbre trachéobronchique. Certaines scolioses avec cyphose importante (le plus souvent non idiopathiques) entraînent une telle déformation de la cage thoracique que la trachée et les bronches souches sont déplacées et peuvent être comprimées par les corps vertébraux ;
- évaluation postopératoire : recherche de complications post chirurgicales :
 - complications précoces infectieuses (recherche d'un abcès) ;
 - complications tardives : infection chronique, déplacement du matériel, pseudarthrose, fracture d'un pédicule, altération de la correction de la scoliose, signes cliniques de compression radiculaire.



**fig. 35:aspects TDM de malformations vertébrales; A: reconstruction 3D d'une mosaique vertébrale,
B: diastématomyolie osseuse**

3. Imagerie par résonance magnétique

Son but principal est de visualiser la totalité de l'axe médullaire incluant la charnière cervico-occipitale. On recherche une malformation de Chiari 1, un syrinx, une attache basse de moelle, une tumeur.

Les séquences de base sont des coupes dans le plan sagittal des courbures, pondérées T2. L'examen est souvent long, du fait de l'existence de plusieurs courbures pathologiques et de l'impossibilité d'avoir l'ensemble de la moelle en une seule acquisition.

Ensuite, en fonction des anomalies retrouvées, on réalisera des coupes axiales centrées, et/ou une injection de produit de contraste, en particulier à la recherche d'une tumeur médullaire.

Les indications formelles de l'IRM sont :

- les scolioses neurologiques : scoliose douloureuse (IRM à la place de la scintigraphie), suspicion de tumeur intracanalaire ou para vertébrale, signe neurologique, abolition uni- ou bilatérale des réflexes cutanés abdominaux ;
- les scolioses malformatives ;

- les scolioses inhabituelles : existence de trois courbures ou plus, courbure thoracique gauche (*fig. 36*) ou lombaire droite, courbure cervicale.

Il est important de savoir en début de traitement si une scoliose est idiopathique ou non, et donc de bien repérer quels enfants ont besoin d'autres examens radiologiques que les radiographies. L'augmentation du nombre d'IRM réalisées a fait diminuer le nombre de scolioses dites « idiopathiques », avec en particulier une augmentation du nombre de diagnostics de malformation de Chiari 1 avec cavité syringomyélique (*fig. 36*).

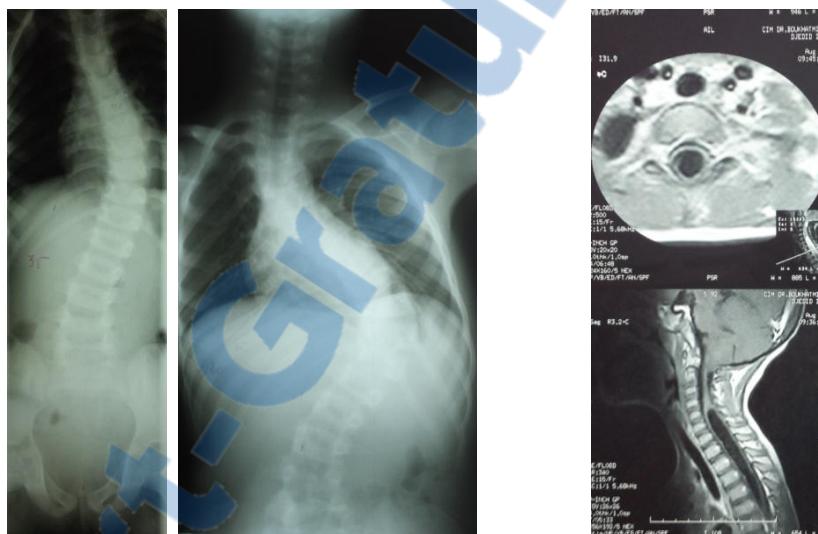


fig. 36: scoliose thoracique gauche d'allure idiopathique rebelle au traitement orthopédique, IRM: syringomyélie

4. La Scintigraphie osseuse

Il s'agit d'une scintigraphie classique avec un traceur marqué au 99 mTc. Elle est indiquée dans les scolioses douloureuses sans anomalie sur les clichés standards. On cherche une hyperfixation qui indique un niveau lésionnel, sur lequel peut ensuite être centré un examen tomodensitométrique pour un diagnostic étiologique. La lésion la plus fréquente est l'ostéome ostéoïde, qui du fait de sa petite taille peut passer inaperçu sur les radiographies, donne une hyperfixation en scintigraphie et est très bien vu en scanner (petite lacune osseuse arrondie, bien limitée, avec ostéosclérose périphérique importante).

Afin de faciliter la demande d'examens radiographiques et leur ordre, un arbre décisionnel d'indication a été proposé sur la *fig. 37*^[2] :

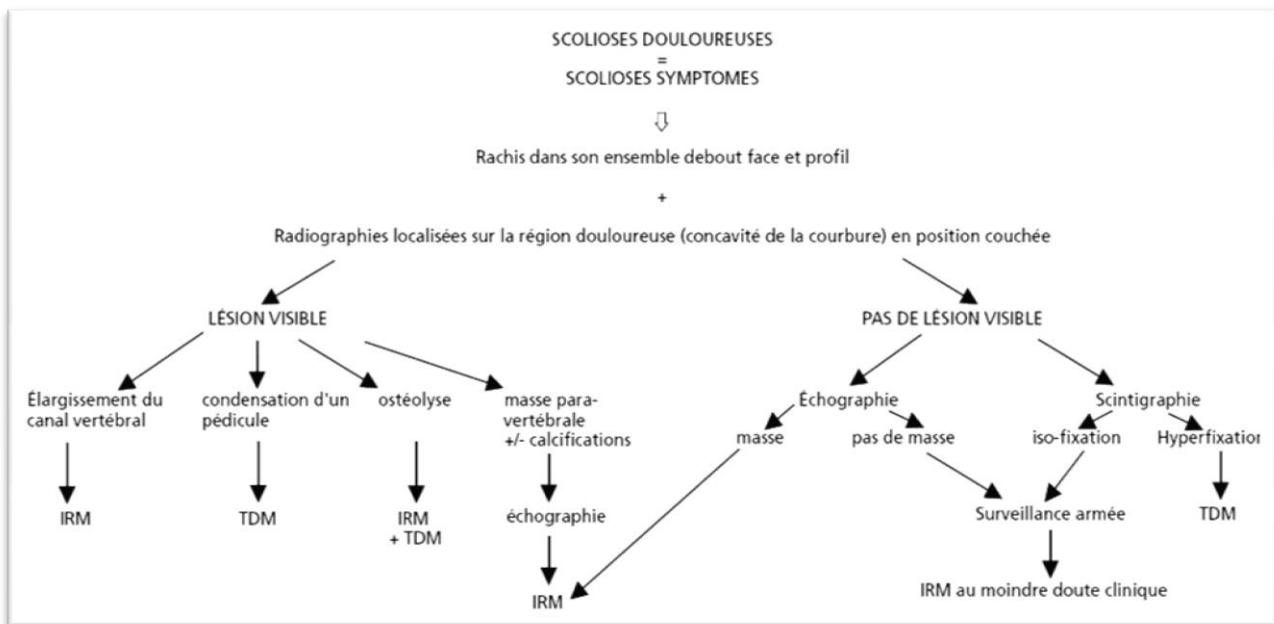


fig. 37: Stratégie de diagnostic devant une scoliose douloureuse (symptôme).

5. Le système EOS®

EOS est un système d'imagerie médicale permettant l'acquisition simultanée de deux images radiographiques, face et profil, en limitant la dose de rayons X absorbée par le patient. Le système s'appuie sur la haute sensibilité d'un détecteur gazeux (chambre à fils) inventé par Georges Charpak (ce qui lui a valu le prix Nobel de physique en 1992)^[44].

Il comprend un tube à rayons X classique et surtout un détecteur de particules à gaz fonctionnant avec du xénon (*fig. 38*). L'interaction des photons avec le xénon après la traversée du corps du patient produit un nuage d'électrons qui est amplifié. Ceci permet, à partir d'une faible information, d'obtenir un signal très important et de réduire de manière spectaculaire la dose de rayonnement utilisée. Les images sont obtenues selon la technique de balayage, ligne par ligne. Tube à rayons X et détecteur se déplacent ensemble, selon un mouvement vertical.

Les données recueillies sous forme numérique sont traitées et analysées et permettent des reconstructions multiples 2D et 3D. Enfin, il s'agit d'une cabine dans laquelle on place le patient avec deux ensembles tube-détecteur mis en position orthogonale. L'acquisition simultanée, par exemple de la face et du profil, garantit la fiabilité et la reproductibilité des données et la précision des reconstructions.

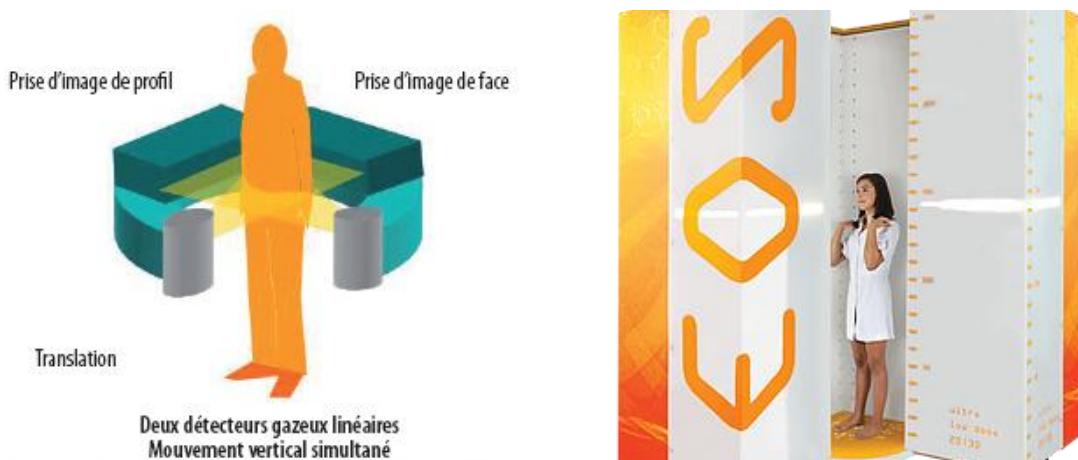


fig. 38: Système EOS® ; présentation schématique des 2 détecteurs gazeux, photographie du système

La réduction des doses de rayons X est considérable, de l'ordre de 80 à 90 % par rapport à la radiographie conventionnelle^[44].

Depuis sa création, ce système ne cesse d'avoir de nouvelles applications sur le rachis telles que :

- la diminution des radiations ionisantes par des protocoles « microdose »,
- la possibilité de réaliser des clichés en inclinaison et en suspension,
- l'acquisition de nouvelles vues en 3D notamment la vue supérieure (le plan horizontal décrit par J. Dubousset, fig. 39),
- la modélisation 3D de la cage thoracique avec analyse précise de la gibbosité,
- l'évaluation des résultats du traitement orthopédique des scolioses^[45] et même chirurgical
- établir un score prédictif sur l'évolution des courbures scoliotiques^[46, 47]

Ce système n'est pas encore accessible à tous les centres en France et inexistant en Algérie.



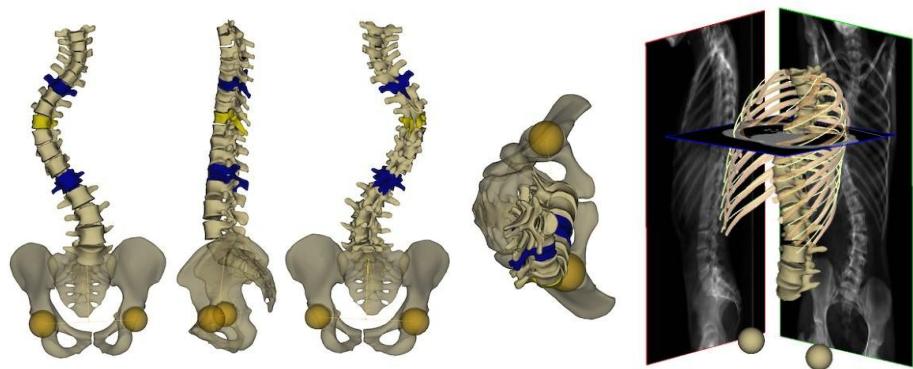


fig. 39: exemple d'images acquises par le système EOS®

III. LE DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE

L'évocation d'une scoliose évoluant en lien avec une pathologie sous-jacente, autrement dit scoliose secondaire, doit rester la préoccupation première de l'orthopédiste qui voit le patient pour la première fois.

La scoliose idiopathique survient sans cause décelable chez un enfant en bonne santé. Par définition, elle apparaît et évolue pendant la période de croissance sans lien avec une autre pathologie pouvant entraîner une déviation scoliotique, ce qui la différencie donc des scolioses dites secondaires. La scoliose idiopathique a des caractéristiques cliniques et évolutives bien connues. En termes de fréquence, elle est largement représentée avec 70 % des cas (dont 10 à 15 % peuvent évoluer vers une aggravation). Nous retenons une nette prédominance féminine (5 à 6 filles pour 1 garçon) et l'existence d'une prédisposition familiale. Elle est le plus souvent de type thoracique ou à double courbure thoracique droite lombaire gauche.

Ce sont les caractéristiques inhabituelles de la scoliose qui vont interpeller le médecin : scoliose sévère, évolution rapide, âge d'apparition plus précoce, incurvation inhabituelle, association à une cyphose, douleur, raideur...

Identifier la nature idiopathique d'une scoliose impose donc d'éliminer une étiologie (**Tableau 1**)^[48] dès la première consultation, qui comporte un interrogatoire et un examen clinique complet ainsi qu'un bilan radiographique correct. On distingue donc les étiologies suivantes :

SCOLIOSES IDIOPATHIQUES Infantiles (0-3 ans) Juvéniles (3-10 ans) De l'adolescent (10 ans à la fin de la croissance)
AUTRES SCOLIOSES
CONGÉNITALES (malformations vertébrales) • Troubles de la formation – Vertèbre cunéiforme – Hémivertèbre libre ou fusionnée • Troubles de la segmentation – Barre intervertébrale unilatérale – Fusion costale
NEUROLOGIQUES • Dysraphismes et malformation médullaires – Méningocèle – Myéloméningocèle – Moelle attachée – Anomalies de Chiari – Syringomyélie – Diastématomyélie • Neuropathies * Origine centrale – Infirmité motrice centrale – Dégénérescence spino-cérébelleuse (Friedreich, Charcot-Marie-Tooth, Roussy-Levy) – Tumeurs médullaires * Origine périphérique – Poliomyélite – Sclérose latérale amyotrophique – Arthrogrypose – Dysautonomie – Arthrogrypose neurogène • Myopathies – Arthrogrypose musculaire – Dystrophie musculaire (Duchenne - Becker – Fascio-scapulo-humérale - Myotonique) – Hypotonies congénitales
DYSPLASIQUES • Dysplasies squelettiques – Nanisme diastrophique – Dysplasies spondylo épi et métaphysaires – Micropolysaccharidoses (Morquio) – Autres maladies de surcharge • Dysplasies mésenchymateuses (ectodermique et méso dermique) – Neurofibromatose – Marfan – Elhers Danlos
DIVERSES (secondaires) – Post irradiation – Post infectieuses – Post traumatiques – Post chirurgicales
DOULOUREUSES

Tableau 1: classification des étiologies des scolioses d'après Ostreich

1. La scoliose idiopathique

C'est une déformation structurale du rachis apparaissant et évoluant pendant la période de croissance sans relation avec tout autre processus pathologique décelable, contrairement aux scolioses secondaires. Plusieurs groupes d'âge sont à différencier, Yves Cotrel^[49] a défini la répartition des scolioses idiopathiques infantiles diagnostiquées avant trois ans, les scolioses juvéniles 1, 2 et 3 et enfin les scolioses de l'adolescent.

A. Chez le nourrisson

Ce type de scoliose est constaté dans la première année de la vie, avant l'acquisition de la station assise et un peu plus fréquemment chez le garçon. Elle est authentique avec gibbosité et rotation vertébrale. Une radiographie est nécessaire pour éliminer une malformation vertébrale. Cette scoliose est spontanément résolutive dans la grande majorité des cas sans le recours à aucun traitement (fig. 40).

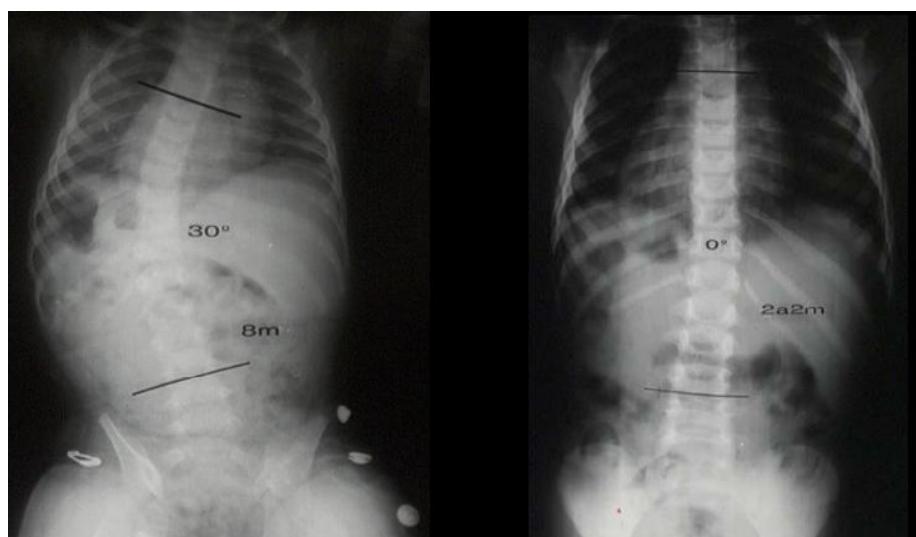


fig. 40: radiographie d'un nourrisson présentant une scoliose idiopathique spontanément résolutive (C. Morin)

B. La scoliose idiopathique infantile (SII):

Diagnostiquée avant l'âge de trois ans, elle peut avoir une évolution très rapide dite « maligne » parfois rigide et incomplètement réductible ; sans traitement ou même parfois avec une thérapeutique bien conduite, cette scoliose peut aboutir à des angles supérieurs à 100°.

Il existe un groupe de SII qui peut avoir une résolution spontanée et un autre groupe qui répond bien à un traitement orthopédique.

La SII est plus fréquente chez le garçon (3/2), il s'agit plus souvent de courbures thoraciques basses gauches^[50], avec une mono-courbure ; l'apparition d'une courbure secondaire signifierait que c'est une scoliose évolutive^[51].

La prévision d'évolutivité des SII est appréciée par la mesure des angles costovertébraux de la vertèbre sommet décrits par Mehta^[52] en deux critères (*fig. 41*) :

- L'angle de Mehta est la différence des angles formés d'une part par les droites passant par le milieu des têtes et des cols des côtes du sommet de la courbure, d'autre part la médiatrice du plateau inférieur de la vertèbre apicale. L'angle du côté convexe devant être soustrait de l'angle du côté concave. Si cette différence est <20° la courbure a des chances d'être résolutive dans 85 à 90% des cas ;
- L'analyse du chevauchement des côtes sur le corps de la vertèbre apicale, un empiètement de la tête de la côte convexe sur le corps de la vertèbre sommet est facteur d'aggravation de la courbure.

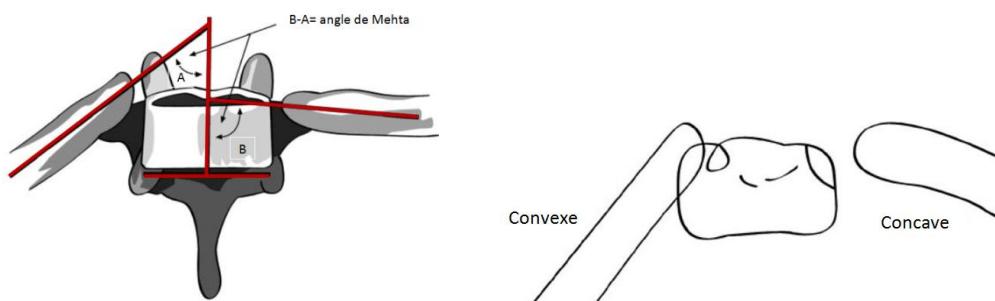


fig. 41: mesure de l'angle de Mehta à gauche, empiètement de la côte sur le corps vertébral à droite

C. Les scolioses juvéniles idiopathiques (SJI)

Entre l'âge de 3 à 6 ans, il n'y a pas de différence de sex-ratio, alors qu'après 10 ans, il est de 8 filles pour un garçon. Il s'agit le plus souvent de courbures thoraciques droites, lombaires gauches ; et les courbures thoraciques gauches deviennent plus suspectes vis-à-vis d'une étiologie neurologique. Elles peuvent régresser spontanément mais aussi reprendre des formes malignes dans la période pubertaire.

On distingue les :

- SJI 1 : apparaissant entre 3 et 7 ans
- SJI 2 : entre 7 et 11 ans
- SJI 3 : jusqu'à l'âge des premières règles

Selon Mac Master et Robinson, la SJI est une entité bien différente de la scoliose idiopathique de l'adolescence (SIA) exposée sur une plus courte période à la croissance rachidienne, s'aggravant moins, plus lentement et nécessitant moins de décision de chirurgie en fin de croissance^[53].

D. La scoliose idiopathique de l'adolescent (SIA)

Il s'agit là d'une scoliose qui survient sans cause décelable chez un enfant en bonne santé. Par définition, elle apparaît et évolue pendant la période de croissance sans lien avec une autre pathologie pouvant entraîner une déviation scoliotique^[54] (fig. 42).

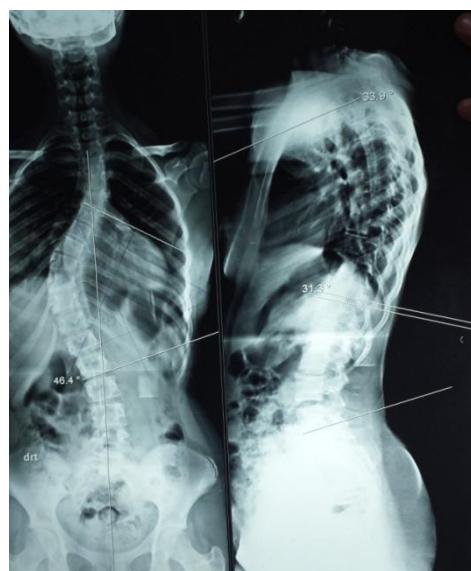


fig. 42: radiographie de face et de profil d'une fille de 13 ans présentant une SIA droite, Risser 1 (EHS Canastel)

La forte croissance du rachis au moment de la puberté requiert une grande vigilance, l'apparition d'une scoliose à cet âge semble avoir de faible chance de régression spontanée tout au contraire, elle risque de s'aggraver de plus en plus.

Depuis les travaux de madame Duval-Beaupère [55, 56], on sait que l'histoire naturelle des scolioses idiopathiques répond à des règles bien définies d'évolution linéaire de l'angle de Cobb dans le plan frontal, avec deux périodes successives (fig. 43) :

- la première, s'étendant de la naissance au début de la puberté, est caractérisée par une aggravation angulaire annuelle dessinant une pente p1,
- la seconde, plus courte mais de pente p2 beaucoup plus abrupte, débute en même temps que les premiers signes pubertaires au point P (premiers poils pubiens, saillie du mamelon), s'étend au-delà du pic de vitesse de croissance et de la date d'apparition des premières règles pour finir à maturation osseuse, la fin de la croissance du rachis étant annoncée pour madame Duval par le début de la soudure de l'apophyse iliaque (point R, test de Risser positif ou Risser 4 des auteurs français) .
- Une troisième pente p3 d'aggravation progressive à l'âge adulte est maintenant bien admise.

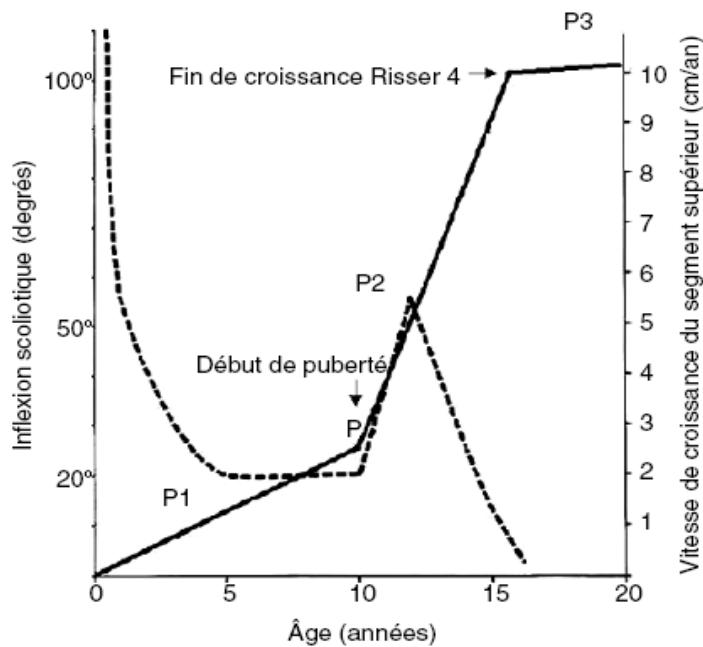


fig. 43: Courbes de Duval-Beaupère; Rapports entre l'aggravation angulaire d'une scoliose (en trait plein) et la vitesse de croissance du segment supérieur (en trait discontinu).

2. Les scolioses malformatives congénitales

C'est un groupe de scolioses assez particulières et très polymorphes. Ces malformations peuvent concerter les vertèbres et le tube neural. Les conséquences sont observées sur la croissance vertébrale (par diminution du potentiel de croissance), sur la statique rachidienne (scoliose, cyphose ou lordose) et sur le plan neurologique par l'atteinte secondaire médullaire et/ou radiculaire.

Les malformations sont isolées ou peuvent s'intégrer dans des syndromes plus complexes tels que le syndrome de Noonan (malformation syndrome d'origine génétique qui se manifeste par un aspect particulier des traits du visage, des malformations du cœur, ectopie testiculaire chez le garçon, une surdité et une petite taille avec scoliose).

L'acronyme VACTER désigne les initiales des malformations qui peuvent s'associer (V pour vertébrale, A pour ano-rectale, C pour cardiaque, T pour trachéale, E pour œsophage, R pour rénale ou radiale). Il est possible de retrouver des malformations au sein du canal médullaire tel que la diastématomyélie (*fig. 48 B*), la moelle basse attachée, les lipomes ou même des dysraphismes spinaux ; d'autres malformations costales peuvent coexister à type de synostoses ou des agénésies.

Le diagnostic de la malformation est assez aisé sur une simple radiographie standard et doit être complété par une TDM avec reconstruction 3D pour analyser les malformations vertébrales, ainsi qu'une IRM si une malformation médullaire est suspectée. Deux classifications sont proposées par Y. Cotrel^[57] et Winter^[58] qui décrivent les mêmes anomalies différemment (**Tableau 2, Tableau 3**)

I	Défaut de segmentation	Antérieur Postérieur Latéral Postérolatéral Antérolatéral Complet
II	Défaut de formation	Antérieur Postérieur Latéral Antérolatéral Antérieur central (« aile de papillon »)
II	Défaut mixte	Hémivertèbre + barre Hémivertèbre non segmentée

Tableau 2: Classification des malformations congénitales du rachis d'après Cotrel.

I	Formation vertébrale	Antérieure (a : absence complète CV, b : absence partielle CV, c : absence plusieurs CV) Antérolatérale Latérale (a : complet : hémivertèbre, b : partiel, vertèbre cunéiforme)
II	Segmentation vertébrale	Complète (bloc antérieur et postérieur) Antérieure (a : bloc des corps ; b : bloc partiel des corps) Latérale Postérolatérale Postérobilatérale
III	Soudure vertébrale	Antérieure (corps binucléaire en « aile de papillon ») Postérieure (spina bifida)

CV : corps vertébral.

Tableau 3: Classification des malformations congénitales du rachis d'après Winter.

Nous n'aborderons que les malformations vertébrales élémentaires « scoliogènes » pour simplifier la question, les hémivertèbres sont les plus fréquentes, puis les barres et les aplasies vertébrales antérieures et les binucléées :

A. Les hémivertèbres

Le terme d'hémivertèbre regroupe des anomalies où, sur un métamère, il y a l'absence complète d'une moitié, définie selon un axe antéropostérieur de vertèbre avec persistance d'une partie plus ou moins importante, jamais complète, de la moitié restante (*fig. 44*).



fig. 44: reconstruction scannographique 3D d'une hémivertèbre L1 L2

Trois hypothèses pathogéniques sont postulées^[18]:

- Un décalage se produit, lorsque la migration cellulaire du sclerotome est induite par la chorde, entre les métamères droit-gauche où un segment x droit se joint au segment x-1 gauche (fig. 45a)
- Un non développement d'une hémimaquette mésenchymateuse lors des condensations cellulaires inter segmentaires (fig. 45b)
- La disparition d'une hémivertèbre est d'origine vasculaire (fig. 45c)

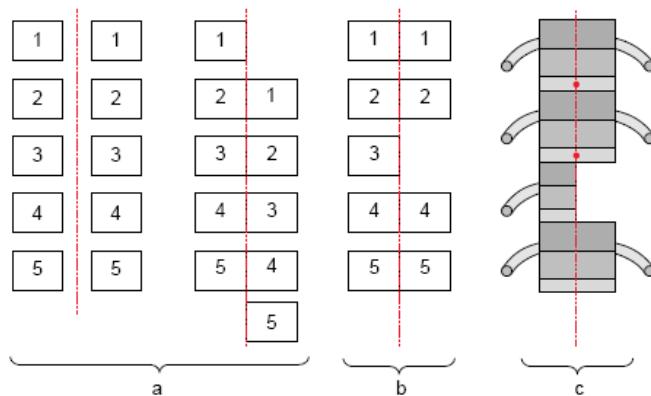


fig. 45: les trois hypothèses pathogéniques de formation d'un hémivertèbre^[18]

Ces hémivertèbres peuvent être uniques ou multiples, alternées, libres, semi-segmentées ou complètement fusionnées (fig. 46).



fig. 46: A: radiographie d'une scoliose malformatrice par hémivertèbres alternées et vertèbres binucléées ;

B : reconstruction 3D d'une TDM du même patient (EHS Canastel)

L'évolution naturelle des hémivertèbres est très difficile à prévoir ; en effet, les hémivertèbres alternées sont réputées peu évolutives mais ceci n'est vrai que si elles sont proches l'une de l'autre. En cas d'hémivertèbres alternées à distance, elles peuvent être au contraire très évolutives (à condition qu'elles soient libres) car elles génèrent chacune une courbure malformatrice qui va dans le sens de la courbure compensatrice de l'autre hémivertèbre (fig. 35). Ces hémivertèbres multiples peuvent être plus nombreuses que deux et elles peuvent aussi être non pas alternées mais homolatérales. Elles sont alors très évolutives si elles sont libres. Selon le niveau de l'hémivertèbre, les évolutions sont différentes. Ainsi, les hémivertèbres jonctionnelles lombosacrées et thoracolombaires, lorsqu'elles sont évolutives, entraînent des courbures où la translation l'emporte sur l'angulation^[18].

B. Les barres

Il s'agit de coulées osseuses ostéo-cartilagineuses qui s'ossifient complètement en cours de croissance. Elles peuvent n'être que cartilagineuses à la naissance donc non visibles radiologiquement, réunissant deux ou plusieurs métamères vertébraux à un endroit variable de la circonférence vertébrale. Ces barres peuvent être asymétriques ou symétriques.

Les barres asymétriques peuvent être purement latérales, souvent accompagnées de synostoses costales, et génératrices d'une scoliose très évolutive (fig. 47). Elles peuvent être

postéro-latérales. Dans ce cas, elles débordent plus ou moins largement des hémi-lames sur les articulaires et les transverses. Elles vont entraîner des lordo-scolioses très évolutives. Beaucoup plus rares sont les barres antérolatérales à l'origine de cyphoscolioses évolutives. Les barres inter-pédiculaires latérales symétriques sont scoliogènes, et les inter-corporales antérieures pures sont génératrices de cyphose.

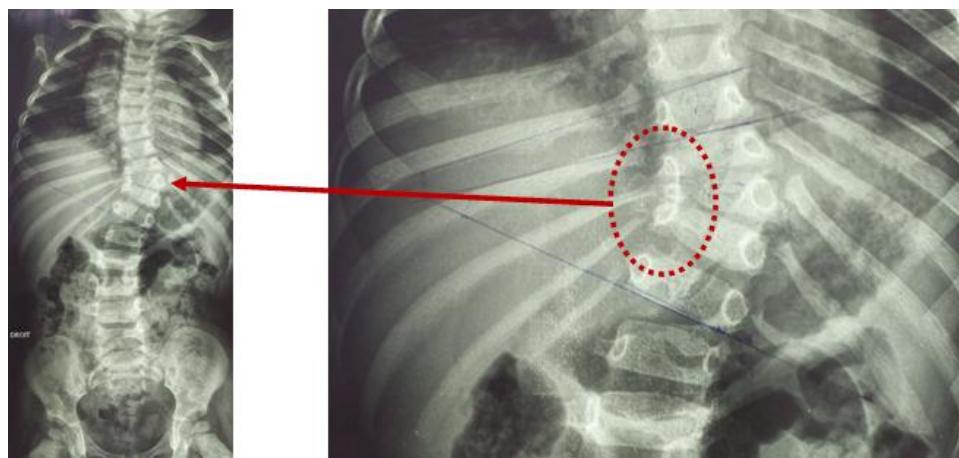


fig. 47: radiographie d'une scoliose malformatrice sur une barre inter pédiculaire T9, T10, T11 droite

C. Les vertèbres binucléées

Encore appelées vertèbres en « aile de papillon ». Il s'agit de vertèbres présentant un arc postérieur complet mais où le corps vertébral se réduit à deux noyaux d'ossification séparés par un espace clair vertical radiologique. Cet espace est comblé par du tissu cartilagineux et/ou fibreux. Ce somatoschisis antérieur doit bien sûr faire penser à un possible canal neuroentoblastique ou à une méningocèle antérieure. Mais on retrouve assez fréquemment cette anomalie isolée et donc, en l'absence de signe clinique particulier, il n'y a pas d'indication à compléter tout de suite le bilan par une exploration neuroviscérale. Il faut savoir que les deux hémicorps peuvent être plus ou moins agénésiques dans leur partie antérieure (fig. 35 A).

Toutes ces malformations sont élémentaires et peuvent s'associer et être soit compensatrices ou au contraire toxique avec un fort potentiel d'évolution rapide ; l'association de barre latérale asymétrique et d'une hémivertèbre controlatérale est l'exemple type d'une évolution défavorable très rapide (fig. 48).



fig. 48: A : radiographie de face d'une fille de 3 ans avec une barre inter-pédiculaire droite et hémivertèbre controlatérale évolutive.

B : diastématomyélie associant barre inter pédiculaire droite et hémivertèbre gauche

Une cartographie des évolutions possibles, lorsque plusieurs malformations s'associent, a été proposée afin de faciliter la compréhension de la prévision des déformations en scoliose, lordose ou cyphose^[18] (fig. 49).

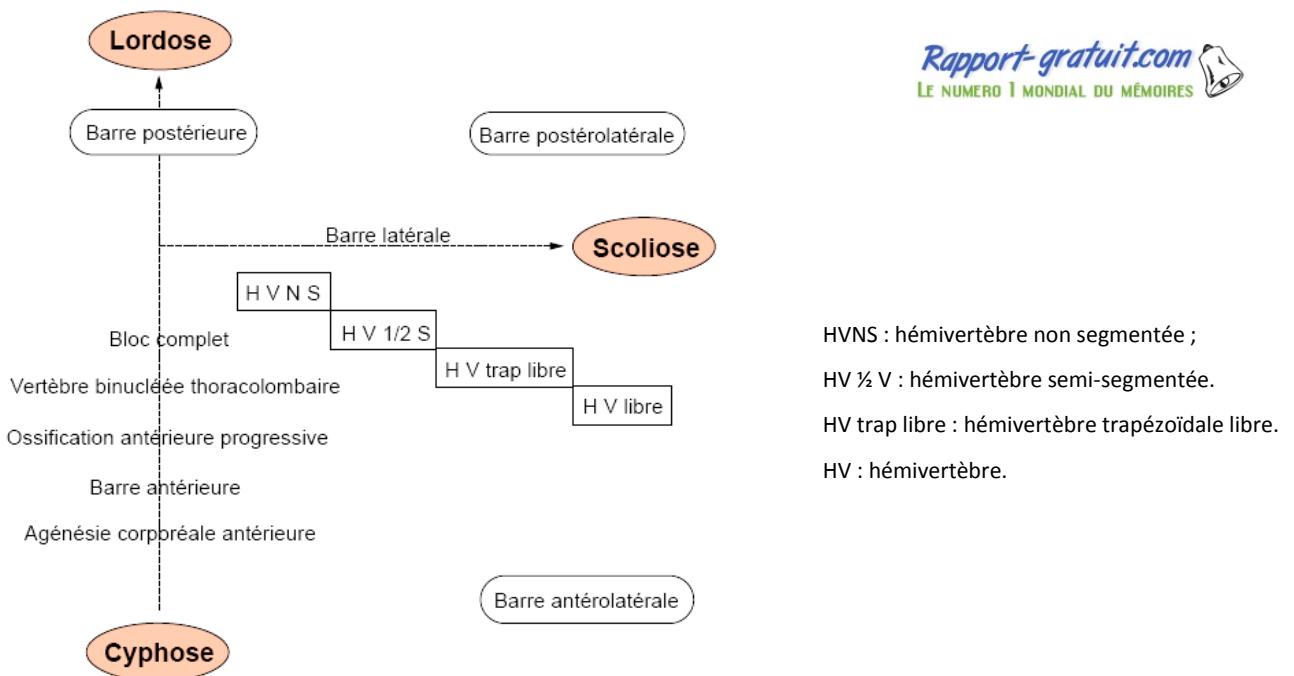


fig. 49:Cartographie des évolutions prévisibles en fonction des déformations élémentaires^[18]

3. Les scolioses neuromusculaires

L'évocation d'une scoliose évoluant en lien avec une pathologie sous-jacente, notamment un déficit neurologique, est une question très courante en pratique. La déformation du rachis est la résultante d'un désordre neurologique ou musculaire, l'enquête étiologique permet de guider l'examen clinique puis la demande d'examens complémentaires ; nous citerons les trois groupes d'atteintes :

- une affection neurologique par atteinte du système nerveux central et/ou du système nerveux périphérique et musculaire ;
- les affections neuromusculaires constitutionnelles regroupant les myopathies, les neuropathies périphériques, les maladies du motoneurone (amyotrophie spinale antérieure, poliomyélite), les blocs neuromusculaires ;
- les atteintes du système nerveux central, parmi lesquelles on distingue les lésions médullaires (syringomyélie, malformation de Chiari...), les atteintes cérébrales clastiques, en particulier de type circulatoire fixé des infirmités motrices cérébrales (IMC), les pathologies dégénératives du système nerveux central.

L'examen neurologique reprend tout son importance ici, et doit être méthodique :

- l'examen de la trophicité (amyotrophie, hypertrophie musculaire, décollement des omoplates) ;
- l'étude de la marche quand c'est possible : plantigrade, sur les pointes et les talons ; l'appui monopodal, le saut monopodal et bipodal ;
- l'observation de l'action de s'asseoir et se relever du sol, de la chaise, de se rasseoir de la position allongée, de lever les bras ;
- la recherche d'éventuels raccourcissements musculotendineux ;
- l'examen attentif des pieds (creux internes, plus rarement plats raides) ;
- l'examen des réflexes ostéotendineux aux quatre membres ;
- la recherche d'une atteinte des voies longues (syndromes pyramidal, extrapyramidal, cérébelleux, sensitif profond), d'une anomalie du tonus.

La démarche diagnostique consiste donc à distinguer des troubles moteurs qui ne sont pas liés à un déficit de la force musculaire mais à un dysfonctionnement cérébral, d'autant plus qu'il existe un retard mental, une spasticité, des mouvements anormaux, une épilepsie, une microcéphalie, etc.

Lorsque ceux-ci ont été écartés, il importe de reconnaître le déficit de la force musculaire et de distinguer ensuite son origine musculaire, neurogène ou de la jonction neuromusculaire.

En cas de suspicion d'une myopathie, on recherche donc une diminution de la force musculaire. Il est essentiel de déterminer la répartition topographique du déficit musculaire pour orienter l'étiologie. Est-ce la racine des membres ou leurs extrémités? La face, les muscles oculomoteurs, la cavité bucco pharyngée, le tronc et les muscles respiratoires sont-ils touchés?^[59]

On retient en règle qu'au cours des myopathies, le déficit de la force musculaire touche préférentiellement :

- les racines des membres (les neuropathies affectent plutôt les extrémités) ;
- les muscles para vertébraux et les abdominaux (contrairement aux neuropathies) ;
- la face et la cavité bucco pharyngée (contrairement aux amyotrophies spinales) ;
- le diaphragme autant que les autres muscles respiratoires (intercostaux, notamment) alors qu'il est longtemps respecté dans l'amyotrophie spinale.

Le déficit peut ne se manifester que sous la forme d'une fatigabilité musculaire, parfois associée à des douleurs à type de myalgie ou liées à des contractures. Le déficit est révélé à la station debout prolongée, par une difficulté à courir, à monter les marches, à effectuer une activité les bras levés ou à porter une charge un peu lourde. Les chutes inhabituelles chez l'enfant ont une importante valeur sémiologique^[60].

La syringomyélie s'accompagne d'une scoliose dans plus de 50 % des cas. La syringomyélie, cavité liquidienne présente au sein du tissu médullaire, s'étend sur au moins deux segments médullaires. Elle peut se développer en association à une malformation de Chiari qui correspond à une descente des amygdales cérébelleuses associée à une diminution de taille de la fosse postérieure.

Une scoliose thoracique gauche, double et triple thoracique, et plus généralement toute scoliose à courbure inhabituelle doivent faire évoquer le diagnostic. Il en est de même devant toute scoliose douloureuse, ou scoliose avec cyphose, ou lorsque le début est rapide chez un enfant de moins de 10 ans. L'examen neurologique met en évidence un syndrome centromédullaire se traduisant par une anesthésie au froid et/ou au chaud et une anesthésie douloureuse en regard des métamères concernés ainsi qu'une abolition des réflexes cutanéo-abdominaux.

Les amyotrophies spinales infantiles (ASI) se caractérisent par un déficit progressif de la force musculaire prédominant en région proximale et aux membres inférieurs. Trois formes sont distinguées par leur retentissement fonctionnel. Le type I débute dans le premier trimestre, est rapidement létal sans véritable acquisition motrice ni complication orthopédique. Le type II, où l'enfant acquiert la position assise, débute dans le premier semestre. Le type III débute après l'acquisition de la marche. L'association du déficit musculaire proximal à une aréflexie et des fasciculations linguales fait rechercher une délétion ou une mutation ponctuelle du gène SMN d'emblée. Les enfants porteurs d'un type II ou d'un type III sévère sont sujets à une scoliose (dans 30 à 90 % des cas selon les séries)^[61], de type paralytique et progressive. Elle se présente avec une longue courbure thoracique ou thoracolombaire, associée à un bassin oblique (*fig. 50*).



fig. 50: garçon atteint d'une amyotrophie spinale antérieure, noter le bassin oblique et la chute du tronc en avant (EHS Canastel)

4. Les scolioses dystrophiques et métaboliques

La scoliose peut accompagner certaines maladies générales d'origine mésodermique et ectodermique tel que les phacomatoses, maladie de Marfan, maladie d'Ehlers-Danlos, la neurofibromatose, Sclérose tubéreuse de Bourneville ...

Certaines phacomatoses présentent des manifestations ostéoarticulaires. Dans le cas de la neurofibromatose de type I (NF1) ou maladie de von Recklinghausen, où les taches café au lait sont caractéristiques, deux types de scoliose sont décrits :

- la scoliose dystrophique, le plus souvent dorsale moyenne ou basse, caractérisée par une forte incurvation, à court rayon, et une forte rotation apicale. Elle peut s'associer à une cyphose. Les vertèbres dystrophiques sont souvent localisées à quatre ou cinq segments et prennent la forme de diabolos avec des corps cunéiformes et des arcs postérieurs grêles (ou « *scalloping* » des corps vertébraux). Le festonnement est lié à la dysplasie mésodermique qui fragilise l'os ;
- la scoliose non dystrophique : il faut savoir que ces courbures scoliotiques peuvent évoluer et devenir dystrophiques.

Dix à 30 % des patients NF1 développent une scoliose^[62]. Inversement, 2 % des cas de scoliose sont liés à une neurofibromatose.

Un torticolis, une raideur, une perte de la lordose cervicale ou des cervicalgies associés doivent faire explorer le rachis cervical à la recherche d'une instabilité, d'une lésion intracanalaire (telle qu'un neurofibrome plexiforme), de lésions dystrophiques.

Les autres principales phacomatoses concernées par une scoliose sont :

- la maladie de von Hippel-Lindau caractérisée par le développement de tumeurs touchant le système nerveux central, la rétine, les reins, les surrénales, le pancréas. L'existence d'hémangioblastomes intramédullaires entraîne une cyphoscoliose ;
- dans la sclérose tubéreuse de Bourneville ou l'angiomatose de Sturge-Weber, les déformations rachidiennes ne sont pas plus fréquentes.

Certaines maladies métaboliques à localisation osseuse (mucopolysaccharidoses, homocystinurie, maladie de Gaucher...) peuvent être associées à une scoliose dite syndromique.

L'atteinte ostéoarticulaire peut être spécifique de certaines maladies métaboliques avec ou sans expression neurologique : mucopolysaccharidoses (MPS), glycoprotéinoses sont liées à un déficit d'une enzyme lysosomiale spécifique. Au cours de ces maladies de surcharge, les glycosaminoglycans sont accumulés dans les tissus. Elles sont suspectées devant l'apparition de traits dysmorphiques faciaux (traits épais), d'une macrocrânie, d'un ralentissement de la croissance, de la présence d'autres anomalies squelettiques.

Il faut rechercher, dans ces cas particuliers, une instabilité crâniorachidienne avec agénésie ou hypoplasie de l'odontoïde, car le risque en est la mort subite par compression du bulbe (surtout MPS type IV ou maladie de Morquio et VI ou maladie de Maroteaux-Lamy). Des clichés d'IRM dynamiques sont effectués en hyperextension et hyperflexion du bulbe.

5. Les scolioses douloureuses

La douleur est un symptôme d'alerte devant toute scoliose. Elle doit faire rechercher une lésion causale qui peut être paravertébrale, vertébrale ou intra-canalaire^[63]. Les étiologies sont multiples.

En effet, les scolioses, idiopathiques en particulier, ne sont pas douloureuses. Elles peuvent le devenir, mais c'est toujours secondairement, chez un enfant qui présente une scoliose connue, en phase d'aggravation péri-pubertaire avec des douleurs mécaniques qui siègent, le plus souvent, dans la convexité et sans raideur.

À l'inverse, dans les scolioses symptômes, la douleur est le symptôme initial. Elle s'accompagne d'une contracture musculaire avec raideur et la courbure s'installe en même temps ou après l'apparition de la douleur qui siège plutôt dans la concavité de la courbure.

Cette scoliose douloureuse est secondaire à une lésion latéralisée (**Tableau 4**) paravertébrale, vertébrale ou intra-canalaire^[38]. Elle provoque une contracture des muscles paravertébraux homolatéraux qui génère la courbure. Si la lésion est méconnue, l'hyperpression dans la concavité va entraîner un trouble de la croissance au niveau de la synchondrose neuro-

centrale et du listel marginal. La courbure qui était initialement réductible va progressivement se structuraliser, ce qui explique qu'elle puisse persister après ablation de la cause.

Une scoliose douloureuse n'est pas une scoliose habituelle, c'est une scoliose symptôme qui impose une enquête étiologique pour rechercher une lésion causale au sommet, et dans la concavité de la courbure.

Il faut toujours commencer l'exploration radiologique par des clichés simples, face et profil, avec des clichés localisés sur le sommet de la courbure. Deux situations peuvent se présenter selon qu'il y ait une lésion visible ou pas.

Si la lésion est visible, il peut s'agir^[38] :

- d'un élargissement du canal médullaire avec érosion et amincissement des pédicules ; cet aspect oriente vers une tumeur intracanalaire médullaire ou extra-médullaire et c'est l'indication formelle d'une IRM ;
- d'une ostéocondensation pédiculaire ou d'un hémio-arc postérieur ; il faut alors évoquer un ostéome ostéoïde, un ostéoblastome ou une malformation de l'hémio-arc postérieur opposé (agénésie, hypoplasie) : il faut pratiquer un examen TDM ;
- d'une ostéolyse qui peut toucher le corps (granulome oesinophile, Ewing) ou l'arc postérieur (kyste anévrismal, *fig. 51* ; ostéoblastome) : il faut réaliser une IRM et, quelquefois compléter par un examen tomodensitométrique pour la mise en évidence de calcification de la matrice tumorale (ostéoblastome) ;
- d'une masse para-vertébrale sans ou avec calcification : il faut alors réaliser une IRM (neuroblastome ?) pour évaluer la masse et son éventuelle extension intra-canalaire à un ou plusieurs niveaux.

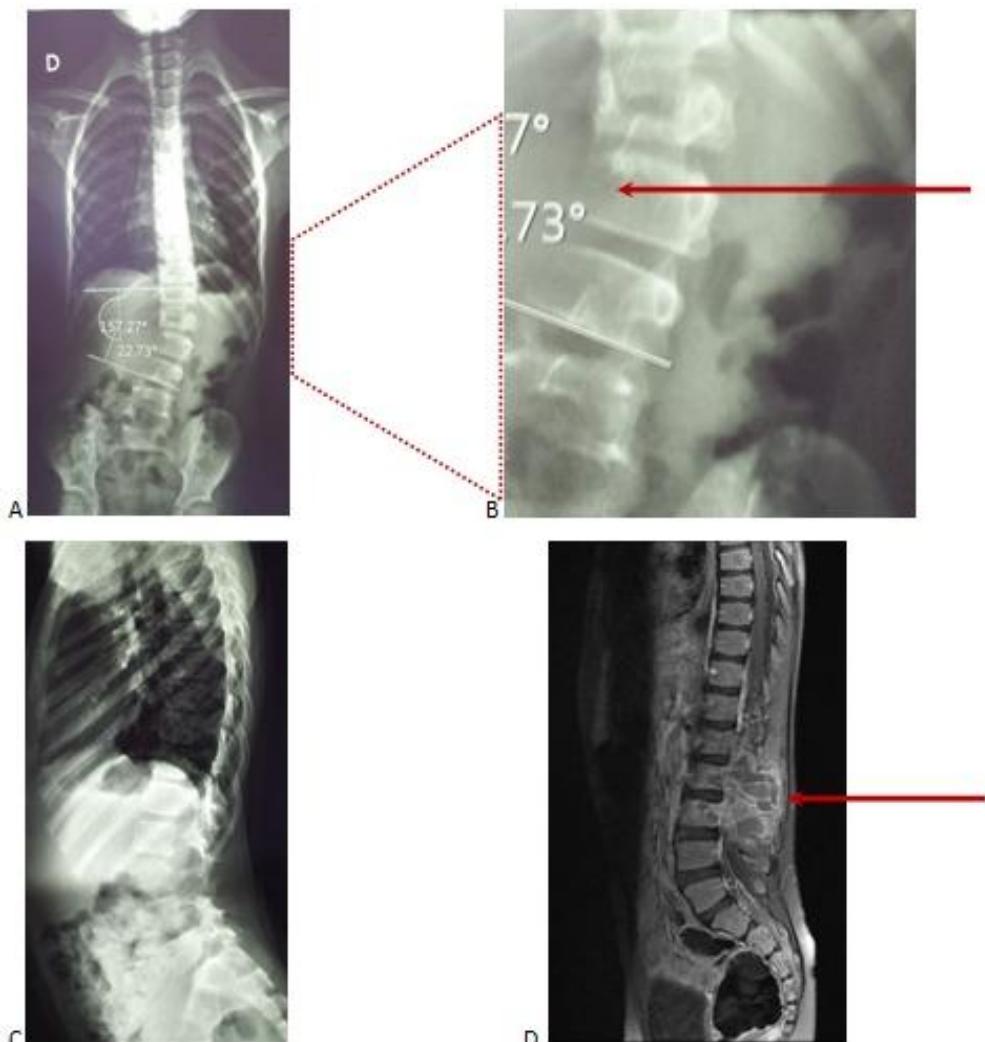


fig. 51: scoliose douloureuse chez un garçon de 13 ans (EHS Canastel)

- A : radiographie de face ;
- B : agrandissement montrant un effacement des pédicules L1 et L3 (œil de la vertèbre) droit ;
- C : profil avec déminéralisation de L2 L3 ;
- D : IRM en T1 objective un kyste anévrismal.

Si la lésion n'est pas visible, il faut se guider par une scintigraphie qui recherche une hyperfixation et orientera les examens morphologiques la TDM ou l'IRM.

Le tableau qui suit illustre les étiologies des scolioses douloureuses connues.

Lésions vertébrales	Lésions para-vertébrales	Lésions intra-canalaires
Maladie de Scheuermann	Tumeurs neurogènes : – neuroblastomes – ganglioneuromes – neurofibromes (neurofibromatose)	Tumeurs intra-médullaires : – astrocytomes – épendymomes – métastases de médiulloblastome – hémangioblastome (Von Hippel Lindau)
Spondylolyses		
Tumeurs rachidiennes bénignes		
• corps vertébral : granulome éosinophile		
• arc postérieur :	Tumeur costales :	
– ostéome ostéoïde	– bénignes : ostéome ostéoïde	
– ostéoblastome	– malignes : Ewing	Tumeurs extra-médullaires :
– kyste anévrismal		– neurofibromes (neurofibromatose) – schwannomes
Tumeurs rares : chondromes, ostéochondromes, dysplasie fibreuse.	Autres tumeurs des parties molles : – rhabdomyosarcome – divers	Malformations vasculaires
Tumeurs rachidiennes malignes :		Dysraphismes occultes
– Ewing		
– lymphomes		
– ostéosarcome (exceptionnel)		

 Tableau 4: Étiologie des scolioses douloureuses^[38]

6. Les scolioses post-infectieuses et post-traumatiques

Les infections (spondylite ou spondylodiscite) et les traumatismes peuvent également générer des déformations cunéiformes latérales avec scoliose bien que, là aussi, les blocs acquis en cyphose soient plus fréquents.

7. Les scolioses après irradiation et après chirurgie

L'exemple en est le néphroblastome. L'irradiation est devenue exceptionnelle dans cette indication, depuis une quinzaine d'années. Le champ d'irradiation couvrait largement la loge rénale incluant le bord homolatéral du rachis et souvent, le bord supérieur de l'aile iliaque. Les points apophysaires secondaires étaient stérilisés dans le champ d'irradiation, tandis qu'ils restaient normaux du côté opposé. La croissance était donc asymétrique, avec une déformation cunéiforme latérale des vertèbres qui induisait une scoliose dont la concavité est tournée vers le côté irradié. L'irradiation du point apophysaire de l'aile iliaque était responsable d'un défaut de développement unilatéral de l'aile iliaque souvent associé. L'atteinte musculaire jouait également un rôle par atrophie du côté irradié.

Les laminectomies Pour tumeur médullaire ou neuroblastome, elles induisent plutôt des troubles de la statique sagittale avec des instabilités antéropostérieures, mais, une scoliose peut être associée.

La chirurgie thoracique pour malformation ou tumeur intra-thoracique), sont susceptibles d'induire des scolioses thoraciques par blocage de la croissance du côté de la synostose.

IV. RETENTISSEMENT FONCTIONNEL

Dans la grande majorité des cas, la scoliose idiopathique, en période de croissance, n'entraîne aucun retentissement fonctionnel, contrairement à la scoliose à début précoce ou par malformation vertébrale grave peuvent aboutir à des situations dramatiques en absence de tout traitement.

1. Retentissement respiratoire

Il est toutefois à craindre dans l'évolution des courbures thoraciques graves. Les déformations du thorax s'accentuent progressivement au fur et à mesure de l'aggravation angulaire et de la rotation des vertèbres. Dès que la rotation est importante, le gril costal subit des déformations complexes :

- du côté de la convexité, les côtes sont verticalisées et le développement de l'hémithorax s'en trouve entravé. Dans les formes sévères, les côtes peuvent venir au contact les unes des autres et l'expansion respiratoire devenir pratiquement inexisteante ;

- du côté de la concavité, les côtes sont horizontalisées, le développement respiratoire et pulmonaire est meilleur, mais les espaces intercostaux se rétrécissent, diminuant la fonction musculaire et la souplesse du squelette.

Dans les formes évoluées, dont la courbure dépasse 80°, la déformation thoracique peut entraîner une modification du jeu diaphragmatique et un déplacement des organes du médiastin. Il s'ensuit un retentissement d'abord respiratoire, puis cardiaque avec hypertrophie ventriculaire droite. Ces troubles, qui peuvent être gravissimes, sont le fait des scolioses dorsales d'apparition précoce, avant 7 ou 8 ans. La déformation de l'hémithorax convexe empêche non seulement le bon fonctionnement, mais aussi la croissance du poumon correspondant. Ceci explique le mauvais résultat sur l'état cardio-respiratoire des procédés orthopédiques ou chirurgicaux de correction de la scoliose^[10].

Des perturbations de la fonction respiratoire, principalement restrictives, sont classiquement décrites dans les scolioses idiopathiques de l'adolescent pour les courbures thoraciques sévères dépassant les 100°^[64]. L'origine principale de ces troubles est une altération de la fonction mécanique du diaphragme et de la paroi thoracique du fait de la déformation tridimensionnelle du thorax.

Plusieurs études récentes ont toutefois souligné le fait que le retentissement respiratoire avait probablement été sous-estimé jusqu'à présent, avec des perturbations cliniquement significatives retrouvées chez des patients pourtant porteurs de scolioses modérées.

En effet, des valeurs de capacité vitale forcée (CVF) et de volume d'expiration maximale forcée par seconde (VEMS) inférieures à 65% des valeurs théoriques, traduisant selon la Société Américaine du Thorax une insuffisance respiratoire modérée, ont été rapportées dans 20% à 41% des patients^[65].

2. Retentissement neurologique

La survenue de troubles médullaires, en rapport avec l'évolution spontanée d'une déformation scoliotique, ne se produit que dans des formes très sévères avec dislocation rotatoire thoracique. C'est une éventualité si exceptionnelle que la constatation de troubles neurologiques, même mineurs, doit rechercher une affection vertébro-médullaire associée, dont la scoliose peut être le symptôme prédominant. Par contre, les complications neurologiques représentent toujours un risque potentiel au cours du traitement chirurgical de toute scoliose même modérée. Des précautions pré- et per opératoires sont indispensables.

3. Retentissement douloureux

La scoliose idiopathique de l'enfant ou de l'adolescent n'entraîne pas habituellement de douleurs. Toute manifestation douloureuse d'une certaine importance et durable doit attirer l'attention et faire rechercher une anomalie associée, en particulier tumorale, infectieuse, inflammatoire ou dystrophique (**cf : 5-Les scolioses douloureuses**)

4. Retentissement psychologique et esthétique

Le retentissement psychologique est particulièrement difficile à évaluer. Il dépend d'un grand nombre de facteurs, dont le principal est classiquement l'esthétique.

L'image de soi-même que ressent chaque scolioïque est a priori surtout liée à l'importance de la déformation, et tout spécialement de la gibbosité. En pratique, l'appréciation personnelle de sa propre apparence physique ne semble pas si directement liée au siège et au degré de la déformation. Certains sont très affectés pour une asymétrie minime alors que d'autres ne le sont pas pour des déformations sévères. L'aspect cosmétique est une préoccupation personnelle qui ne doit pas être minimisée.

Le retentissement esthétique en fonction de l'âge du patient est également diversement apprécié. Il est souvent considéré comme mieux toléré par l'adulte d'âge moyen que par l'adolescent et l'adulte plus jeune. Là encore, les modes de vie et les modes vestimentaires changent, adolescents et adultes sont probablement plus soucieux de leur apparence qu'autrefois. Les conditions culturelles et climatiques ont une influence certaine.

À tout âge, la préoccupation esthétique et vestimentaire peut être la raison majeure de la consultation chirurgicale. Elle ne doit pas être sous-estimée, mais envisagée avec une extrême prudence, car plus la demande esthétique est importante, plus la déception du résultat du traitement risque d'être forte, surtout si l'état psychologique est fragile^[66].

CHAPITRE 5

TRAITEMENT DES SCOLIOSSES

Une fois diagnostiquée, la scoliose doit être suivie par des examens cliniques et radiologiques répétés permettent d'en apprécier l'évolutivité. L'aggravation en période de croissance impose de mettre en œuvre un traitement, souvent orthopédique dans un premier temps mais pouvant être chirurgical en cas d'évolutivité ou de déformation importante. L'enjeu de cette prise en charge est d'aboutir en fin de période de croissance à une déformation scoliotique modérée, compatible avec une vie active normale à l'âge adulte^[67]. C'est pourquoi le programme thérapeutique doit être clair, correctement défini et adapté tout au long de la croissance.

L'adhésion du jeune patient et de son entourage aux traitements, parfois longs et contraignants, doit être acquise et maintenue durant cette période ce qui nécessite un suivi particulièrement rigoureux.

I. LES METHODES ORTHOPEDIQUES

Traiter orthopédiquement une scoliose a pour objectif de réduire le mieux possible la ou les courbures scoliotiques et de maintenir cette correction durant la période de croissance. La correction des courbures par le corset peut s'accompagner d'une réduction ou d'une suppression des asymétries de croissance et peut permettre une amélioration de la déformation, notamment chez les enfants les plus jeunes. À l'adolescence le traitement orthopédique n'a pour but que de freiner l'aggravation de la scoliose afin de parvenir en fin de croissance à une déformation stable à l'âge adulte. De nombreux types de corsets orthopédiques amovibles peuvent être proposés en fonction de l'âge du patient et du type de déformation. Le port de ces appareils peut faire suite au port d'un corset plâtré ou être décidé d'emblée. Il est important de débuter un traitement orthopédique lorsque l'évolutivité de la scoliose a été prouvée de façon certaine par la répétition de plusieurs examens cliniques et radiographiques. Dans certains cas, le mauvais pronostic de la déformation fait poser des indications précoces de traitements orthopédiques chez des enfants jeunes avant la période de croissance rapide du rachis. L'observance du traitement est parfois insuffisante et source de reprise évolutive de la déformation^[9].

Le patient et sa famille doivent être bien prévenus que le corset ne « guérit » pas la scoliose et qu'il peut même parfois ne pas être suffisant pour prévenir une évolution imposant un traitement chirurgical. Cette information, qui doit être donnée dès le début du traitement par corset, permet, dans bien des cas, d'éviter incompréhension et déception de l'enfant et de ses proches^[67].

Le traitement orthopédique des scolioses en période de croissance mérite de conserver une place prépondérante par son efficacité indiscutable et sa relative innocuité comparée aux traitements chirurgicaux.

1. Les corsets plâtrés

A. Le plâtre Elongation-Dérotation-Flexion (EDF)

La correction est obtenue par des forces d'élongation (E), de dérotation (D) et de flexion latérale du rachis (F). Le plâtre est confectionné dans le cadre d'Abbott-Cotrel. L'élongation s'exerce entre les sangles pelviennes et la fronde occipito-mentonnière (*fig. 52*). Elle doit rester modérée, que le plâtre soit réalisé avec ou sans anesthésie de préférence sous contrôle d'un dynamomètre. L'enfant est muni de deux maillots en jersey, coutures dirigées vers l'extérieur, puis une couche de feutre (ou de coton cardé) est appliquée sur tous les appuis osseux.



fig. 52: cadre de Cotrel, patiente en traction de préparation pour la confection d'un EDF (EHS Canastel)

Après repérage du niveau d'application des bandes de dérotation, les chemises plâtrées sont passées alternativement sur la face postérieure et antérieure du tronc, renforcées par des bandes circulaires. Les bandes de correction sont alors mises en place et tendues jusqu'à ce que le plâtre durcisse. Il s'agit de bandes de toile destinées à déroter la colonne scoliotique par appui d'arrière en avant sur les gibbosités. On utilise une bande pour les courbures thoraciques simples et deux bandes pour les courbures combinées. L'application des forces de dérotation peut également être « manuelle » par l'opérateur, directement par moulage des zones d'appui à la main^[9].

Il s'agit là d'appliquer une force de pression transversale passive sur la cage thoracique tout en exerçant une force de traction longitudinale. La mise sous tension des bandes de dérotation se fait avec contrôle de l'équilibre du tronc, du bassin et de la ceinture scapulaire. La flexion latérale peut être réalisée par le déplacement de la tête par rapport au tronc.



fig. 53: corset plâtré EDF en cours de réalisation et ouverture des fenêtres d'expansion (réalisé à l'EHS Canastel)

Les découpes du plâtre (ou fenêtres) doivent permettre l'expansion thoracique (*fig. 53, fig. 54*), assurer la liberté des articulations des hanches et des épaules, tout en conservant suffisamment de pouvoir correctif et de solidité. En avant, une grande fenêtre thoracique est découpée, asymétrique pour conserver des possibilités de modelage de la gibbosité thoracique antérieure concave. En arrière, une fenêtre d'expansion concave est aménagée. Cette fenêtre postérieure doit dépasser la ligne des épineuses afin d'éviter toute poussée lordosante, ce qui pourrait induire une lordose thoracique.

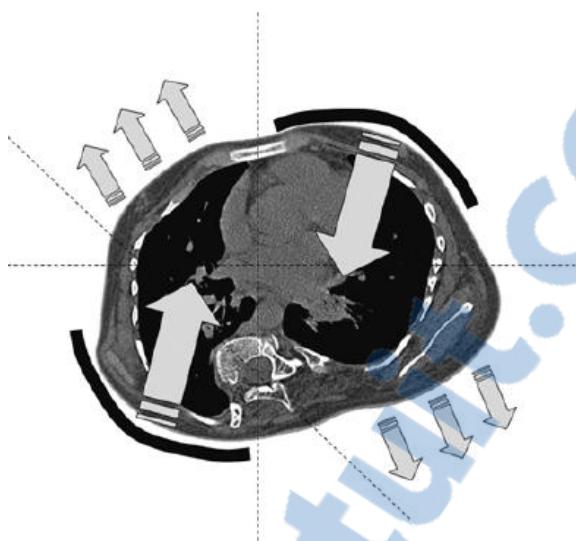


fig. 54: choix des fenêtres d'expansion thoracique et des points de moulage sur un corset^[68]

Une IRM est demandée pour toute scoliose à début précoce (infantile ou juvénile), mais on attend habituellement l'âge où elle peut être effectuée sans anesthésie générale (en général 3 ans)^[68].

La survenue du syndrome de la pince mésentérique (fait de vomissements et douleur abdominales épigastriques et dû à la compression extrinsèque de la troisième portion du duodénum, entre l'artère mésentérique supérieure et le plan aorto-rachidien)^[69] est rare mais doit faire rapidement vider l'estomac et recouper le plâtre avec une bonne hygiène alimentaire (fractionner les repas et éviter les boissons gazeuses). Il est habituel de revoir l'enfant en consultation pour ajouter des feutres sur les appuis de la gibbosité, et dépister la survenue d'escarre (qui oblige parfois à bivalver le plâtre voire l'enlever). Le plâtre sera gardé pendant 4 à 6 semaines et peut être répété 3 à 5 fois avant la mise en place du corset amovible.

B. Plâtre d'élongation de Stagnara-Donaldson-Engh

Ce plâtre est d'une grande utilité en cas de scoliose importante et raide. La réduction progressive des déformations sévères est permise par l'élongation graduelle de ridoirs (vis à pas inversés) placés entre deux pièces plâtrées indépendantes, un corset minerve et une ceinture iliaque (fig. 55). Il est possible de soulager l'appui sur la mandibule en y associant une légère traction par halo crânien. Il peut servir de préparation, de quelques semaines, d'une chirurgie rachidienne.



fig. 55: plâtre d'élongation progressive avec appui occipito-mentonnier et ridoirs^[9]

2. Les corsets non plâtrés :

Le port de ces appareils peut faire suite au port d'un corset plâtré ou être décidé d'emblée en fonction de l'importance ou du type de déformation. Leurs formes, les caractéristiques des matériaux utilisés et leurs modes d'action sont extrêmement variables. Autant dire qu'aucun corset n'est « parfait » ni surtout « universel » et que les décrire tous serait fastidieux. En fait, il existe plusieurs grandes familles qui permettent au prescripteur un choix judicieux pour chaque patient.

Les corsets sont fabriqués soit :

- à partir d'un négatif acquis sur patient par moulage d'un plâtre ; puis un positif, par coulage de plâtre dans le négatif, le « mannequin » obtenu est retouché pour que le matériel thermo-formable soit déposé sur ce dernier.
- en polyuréthane ou en polyvinyle alcool directement moulé sur le patient sans passer l'étape négatif-positif.
- en utilisant l'outil informatique par acquisition de photos numériques ou modélisation, à l'aide de capteurs optiques de relief, facilitant l'élaboration d'un positif sur une mousse puis l'orthèse est moulée dessus (La CFAO ou conception fabrication assistée par ordinateur est dénommée CAD/CAM ou *computer aid design/computer aid manufacturing* par les Anglo-Saxons).

Nous allons décrire quelques corsets du moins les plus connus :

A. Le corset de Milwaukee

Caractérisé par la présence de pièces pré hyoïdiennes et occipitales, il est bien accepté chez les petits enfants (beaucoup moins bien chez les adolescents) et exerce peu de contraintes sur la cage thoracique à condition d'éviter la sangle sous axillaire.

Il est le type même du corset « actif » dont l'enfant essaye de s'extraire, prenant en particulier appui sur les coussinets occipitaux chaque fois qu'il regarde en l'air. Des mains correctrices peuvent également être ajoutées et jouer un rôle soit passif soit de « rappel à l'ordre ». Il s'agit de l'une des seules orthèses efficaces dans les courbures cervico-thoraciques et thoraciques hautes, au-dessus de T6 (*fig. 56*).



fig. 56: corset de Milwaukee

B. Les corsets poly valvés

Le précurseur en est le corset lyonnais en « plexidur » mis au point par Stagnara en 1950, s'intégrant dans un protocole thérapeutique « lyonnais » débuté par deux corsets plâtrés EDF laissés en place 2 mois chacun. Il en reproduisait fidèlement les appuis et a parfois été responsable de déformations thoraciques, tout particulièrement quand il était employé chez les très jeunes enfants. Le corset 3 valves de Michel et Allègre arrive 20 ans plus tard, moins contraignant, pouvant éventuellement s'affranchir des corsets plâtrés préalables. Cette orthèse est caractérisée par sa ceinture pelvienne asymétrique et des valves qui n'ont plus un rôle de maintien, mais visent surtout à obtenir des réactions de redressement à partir d'un mouvement

de translation du tronc sur le bassin entre la valve iliolombaire convexe et la valve pelvienne (*fig. 57*). Les indications électives de ce corset sont les courbures lombaires et thoracolombaires.



fig. 57: corset à trois valves

En cas de double courbure une correction supplémentaire de la composante thoracique peut être obtenue dans le corset 4 valves (*fig. 58*) des mêmes auteurs.

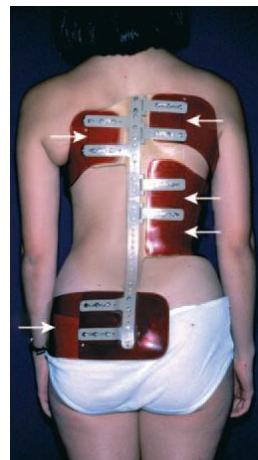


fig. 58: corset à quatre valves

Le corset de détraction Garchois, surtout connu pour son efficacité dans les courbures paralytiques, peut être utilisé en lieu et place du corset de Milwaukee dans les scolioses infantiles, car il est facile à mettre en place, non contraignant sur le plan respiratoire et facilement réglable dans toutes ses dimensions (*fig. 59*).



fig. 59: corset garchois

L'adjonction d'une tête permet d'accentuer la correction obtenue par la force de détraction et évite de recourir à des forces contraignantes sur le grill costal (*fig. 59*). Le corset Berckois à valves modulaires est composé de valves préformées dont le montage et la découpe définitive sont réalisés sur le patient.

Le corset 3D léger, souple et esthétique, est indiqué en cas de lordose thoracique qu'il serait susceptible d'améliorer. Il est de réalisation technique délicate.

C. Les corsets mono valvés

Le corset TLSO (*thoraco lumbo sacral orthosis*) de Minneapolis et le corset dit «de Boston» (*fig. 60*) furent au début des années 1970 les premières structures monobloc, courtes, à ouverture postérieure, utilisant des modules préfabriqués en délordose lombaire et destinées aux seules scolioses lombaires et thoracolombaires. Des corsets plus enveloppants, de fabrication rapide, mais partant d'une « correction médicalisée » des déformations (sur table de Cotrel pour le *body jacket* de Wilmington, en suspension pour le TLSO de Kohler) peuvent s'attaquer aux thoraciques et aux doubles courbures. Très utilisé, le corset de Cheneau-Toulouse-Munster (CTM) comprend une multitude de zones d'appui convexe auxquelles répondent un nombre tout aussi important de zones d'expansion concave (*fig. 61*).

Il existe des corsets montés sur sièges roulants, adaptés aux patients para ou tétraplégiques, dotés de sangles qui maintiennent le tronc et/ou la tête sur le siège avec des moulages gardant les hanches en abduction.



fig. 60: corset de boston



fig. 61: corset Cheunau-Toulouse-Münster (CTM)

Des corsets mono valves en hypercorrection tel le Charleston ou le corset à appui électif nocturne (CAEN) sont proposés pour des traitements nocturnes, s'adressant a priori à des courbures uniques thoraciques basses, thoracolombaires ou lombaires^[34] (fig. 62).

Cette hypercorrection peut être utilisée pour obtenir la correction dans l'appareillage des courbures uniques, relativement souples. Le principe d'action de ces corsets est d'obtenir une hypercorrection de la courbure en compensant la réduction du temps de port par cette hypercorrection. Ces corsets sont exécutés d'après un moulage réalisé en corrigeant la scoliose à l'aide d'un billot. Du fait du port uniquement nocturne, l'observance du traitement est souvent meilleure.



fig. 62: corset nocturne en hypercorrection

En conclusion, Le choix d'un corset dépend de l'âge de début du traitement, du type de courbure que l'on souhaite corriger et de l'habitude du prescripteur. Les orthèses cervico-thoraco-lombo-sacrées comme le corset de Milwaukee sont d'une grande aide pour les scolioses thoraciques ou thoracolombaires chez l'enfant jeune à thorax fragile. Il faut les utiliser avec prudence en cas d'hypocyprose thoracique car celle-ci risque d'être aggravée par le traitement orthopédique.

Les orthèses thoraco-lombo-sacrées sont nombreuses. Leur efficacité est uniquement due au système appui/contre-appui, entraînant parfois des déformations thoraciques et un retentissement respiratoire si la contrainte est trop importante sur le thorax encore immature d'un sujet jeune.

Il ne faut pas oublier que^[10, 67] :

- tout traitement orthopédique doit être encadré par une kinésithérapie appropriée, respiratoire et musculaire, effectuée avec et sans corset ;
- les scolioses raides doivent être assouplies préalablement par des corsets plâtrés type EDF ;
- aucun corset ne contrôle efficacement les courbures thoraciques supérieures.

Enfin, si un traitement orthopédique bien conduit peut prétendre à stopper l'aggravation, inéluctable avec la croissance, d'une scoliose évolutive, il n'apporte qu'exceptionnellement une véritable correction à long terme. Ce résultat peut paraître modeste, mais il est capital, car il

permet dans bon nombre de cas de stabiliser une courbure scoliotique à un angle raisonnable et ainsi d'éviter une correction chirurgicale. Pour éviter les éventuelles déceptions en fin de traitement, il est essentiel de bien informer, dès le début du traitement, le patient et sa famille qui espèrent toujours une « guérison » complète, malheureusement pas toujours acquise.

3. La kinésithérapie

La kinésithérapie a pris une place prépondérante dans le traitement de la scoliose et continue à être prescrite par nombreux praticiens, et pourtant Stagnara l'avait souligné dans un ouvrage datant de 1978 « il existe souvent un décalage excessif entre les prétentions théoriques et l'efficacité réelle » de la kinésithérapie dans la scoliose et qu'elle « intervient presque constamment dans le traitement »^[70]. Elle est pratiquée selon plusieurs méthodes :

A. La méthode Mézières

Selon le concept de Françoise Mézières, les muscles sont solidaires entre eux et se comportent comme un seul muscle, s'organisant en quatre chaînes musculaires reliées entre elles, ces muscles sont toniques et trop courts ; La scoliose est une lordose qui a tourné.

Le travail dans cette méthode est global et associé à une libération respiratoire car un déséquilibre de statique entraîne un blocage en inspiration. Les séances sont hebdomadaires, prolongées et maintenues jusqu'à la fin de la croissance^[71].

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRE

B. La méthode quadrupédique de Klapp

Pour Rudolf Klapp, la scoliose est causée en partie par la position érigée de l'homme^[72]. Une installation progressive de contractures et d'enraissement au niveau des ligaments, des muscles et des disques. La position de travail est donc quadrupédique, avec un positionnement des ceintures et du tronc qui dépend de la courbure rachidienne. Cette méthode requiert une hospitalisation de 4 à 6 semaines pendant lesquelles la vie se déroule en position quadrupédique, avec un relais par trois séances ambulatoires par semaine sur une période non déterminée mais pouvant être prolongée.

C. La Méthode de Von Niederhöffer

Son principe est de renforcer les muscles transverses trop faibles pour corriger la courbure qui s'ouvre. Les exercices sont de type isométriques, contre résistance, avec, pour chaque exercice, une phase de mise en tension progressive, puis une contraction statique et un relâchement progressif jusqu'à relâchement complet. Chaque exercice doit être répété 3 ou 4 fois avec deux séances quotidiennes, en auto-rééducation.

D. La méthode de Schroth

Le rachis est constitué de trois blocs, ou quatre, si l'on considère la structure ilio-lombaire. Ces différents éléments deviennent des pyramides tronquées, glissant les unes par rapport aux autres chez le scoliotique^[73]. Katharina Schroth, elle-même scoliotique et traitée par corset et tiges, a développé sa méthode en face d'un miroir. Le patient est placé dans une position corrigée passivement à l'aide de cales. De manière active, il réalise un auto-agrandissement associé au temps inspiratoire et au dégagement de la partie concave. La respiration permet, au travers d'inspirations maximales, de localiser l'expansion thoracique vers la concavité, alors que lors de l'expiration le patient vide la partie convexe donc la gibbosité.

E. La méthode de Sohier

Selon Raymond Sohier, la scoliose a une origine multifactorielle, mais une fois la déviation déclenchée, des facteurs rachidiens et extra-rachidiens, mécaniques, viennent créer un cycle « auto-déviatoire »^[72]. L'objectif est donc de corriger la statique en ciblant chacun des facteurs intervenant dans ce cycle. Le kinésithérapeute applique des techniques manuelles visant à libérer les « grippages » articulaires, les troubles d'engagement du mouvement et les contractions musculaires anormales, puis enseigne des exercices d'auto-rééducation. Selon le type d'exercice, la durée et la fréquence des séances varient : 5 à 6 séances espacées d'un jour pour une relaxation articulaire, 5 minutes par jour pour les exercices actifs d'autocorrection et 30 à 45 minutes pour les postures passives.

F. Le side-shift

Son principe, énoncé par Mehta, repose sur une autocorrection active : la courbure scoliotique se développe sur la base d'une « pile » de vertèbres obliques, qui deviennent la cible

des forces déformantes^[74]. Il est donc enseigné au patient comment ré-axer son tronc dans la direction opposée à la convexité de la courbure primaire. La correction est pratiquée en position assise pour lutter contre la lordose, avec des sessions de 10 à 12 fois trente minutes sur une semaine pour son apprentissage.

Si l'association corset-rééducation a fait la preuve de son efficacité dans le traitement orthopédique de certaines scolioses, ce n'est pas le cas du traitement kinésithérapique seul^[70].

Il peut être indiqué de prescrire de la kinésithérapie dans la scoliose idiopathique, mais il est nécessaire d'en expliquer les principes et objectifs à l'adolescent et à sa famille à la lumière des données actuelles de l'*evidence based medecine*. Par contre, elle retrouve toute sa place dans la prévention de l'installation des scolioses structurées des paralysés.

Elle ne permet pas de freiner seule l'évolution d'une courbure et, lorsqu'elle est prescrite, elle ne nécessite pas d'être maintenue en continu jusqu'à la fin de la croissance. Ainsi, des temps particuliers du traitement comme l'annonce du diagnostic, la mise en place d'un corset ou son sevrage justifient sa prescription. Concernant la méthode à utiliser, elle a peu d'importance si tant et qu'elle soit bien maîtrisée par le thérapeute et adaptée à l'adolescent. Enfin, il semble important qu'au cours des séances, le kinésithérapeute revête un rôle d'éducateur, puisque l'adolescent à moyen ou à long termes aura besoin de connaître les principes classiques de posture rachidienne afin de ménager un rachis fragilisé par la scoliose^[70].

II. LES TRAITEMENTS CHIRURGICAUX

Le traitement chirurgical d'une scoliose chez l'enfant a pour but de corriger au mieux la déformation rachidienne dans les trois plans de l'espace et à prolonger cette correction en fusionnant, en un bloc osseux continu, un certain nombre de vertèbres qui participent à la courbure scoliotique. Les buts du traitement chirurgical des scolioses ont peu varié dans les dernières décennies. Finalement, c'est les techniques de pose et les matériaux qui se sont améliorés. L'arthrodèse rachidienne reste l'objectif final du traitement chirurgical. Cette arthrodèse d'une étendue plus ou moins grande du rachis déformé doit aboutir à un tronc correctement équilibré au-dessus du bassin de face et de profil^[75]. Ce type de traitement n'est

pas dénué de complications bien que rares mais graves et doivent être constamment recherchées et prévenues.

Il est parfois utile de passer par une préparation préopératoire, par une traction par halo crânien sur le plan du lit ou sur un fauteuil roulant ; ou par un plâtre d'élongation de Stagnara-Donaldson-Engh (*fig. 55*) pour les scolioses sévères. Nous allons détailler les principes des techniques chirurgicales appliquées aujourd'hui sans trop s'attarder sur les voies d'abord et le type de matériel d'ostéosynthèse qui sont en nette progression que se soit la qualité ou les techniques de pose.

1. L'épiphysiodèse convexe :

Cette technique est appliquée aux malformations congénitales vertébrales qui imposent une prise en charge précoce vu les risques évolutifs des courbures engendrées en scoliose et ou en cyphose. Leur correction chirurgicale nécessite d'en comprendre la genèse et de visualiser les zones malformatives responsables de la déformation. La fréquence des associations malformatives est telle qu'un bilan complémentaire général et local est indispensable. Il comprend une IRM et une tomodensitométrie avec reconstructions tridimensionnelles pour apprécier la morphologie de la moelle et de l'hémivertèbre – libre ou segmentée, hémisegmentée ou fusionnée. Le type de l'hémivertèbre, son mode de progression sur la courbure scoliotique ou cyphotique, et sa position dans l'espace, permettant d'imaginer la déformation maximale selon les vecteurs identifiés sur les coupes frontales, sagittales et axiales, sont les éléments nécessaires à l'établissement d'une stratégie thérapeutique^[76].

L'une des alternatives pour corriger ou ralentir la progression de la courbure est l'épiphysiodèse de la convexité de la région malformatrice. Elle repose sur le principe de la poursuite de la croissance sur le versant opposé à la malformation. Elle tente de prévenir l'apparition des éventuelles déformations compensatrices sus- et sous-jacentes (*fig. 63*).

L'indication idéale serait une hémivertèbre segmentée dont la localisation rend l'excision très difficile ou impossible, sans autre anomalie associée. Toutefois, d'autres anomalies sont susceptibles d'être concernées par cette indication d'hémi-épiphysiodèse. C'est le cas des barres ou hémiblocs vertébraux concaves, pour lesquels l'épiphysiodèse empêche l'aggravation de la déformation, sans espoir de correction en raison de l'absence de zones de croissance concaves.

Pour la plupart des auteurs, l'indication des épiphysiodèses convexes concerne des courbures inférieures à 40°, chez des enfants de moins de 5 ans. L'efficacité serait meilleure en région lombaire qu'en région thoracique [77, 78].

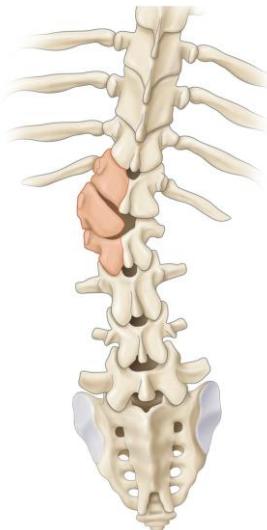


fig. 63:Zone rosée schématisant la zone d'épiphysiodèse postérieure sur l'hémi-arc sus et sous jacents

Le nombre de niveaux à « déser » fait l'objet d'une réflexion, il faut en effet supprimer l'effet de croissance de la vertèbre malformatrice, mais également corriger la courbure déjà instaurée. Dans cette perspective, il est recommandé d'effectuer une épiphysiodèse des vertèbres sus- et sous-jacentes à la malformation (*fig. 63*). La désé concerne donc les disques et plaques de croissance adjacents à l'hémivertèbre, mais également ceux des vertèbres immédiatement au-dessus et au-dessous de la malformation^[76]. Un corset plâtré est mis à la sortie du bloc suivi d'un corset de maintien pour quelques mois ; la révision de greffe n'est pas systématique.

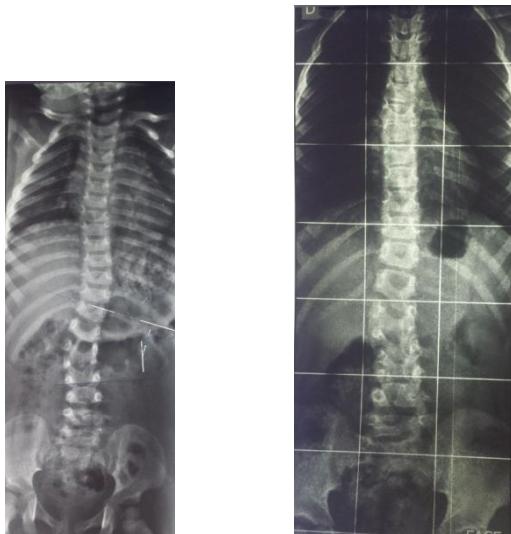


fig. 64: résultat à long terme d'une épiphysiodesis réalisée pour hémivertèbre L1-L2 droite (opéré à l'EHS Canastel)

Cette technique peut être réalisée en complément à une vertebrectomie par voie antérieure et postérieure ou par voie postérieure pure transpédiculaire avec évidemment corporial (eggshell chez les anglo-saxons), le gain angulaire est immédiat nécessitant une mise en place d'une instrumentation en compression afin de fixer la correction^[18] et avoir un effet blount like^[79](fig. 65).



fig. 65: épiphysiodesis convexe avec instrumentation courte en compression L2-L3 (opéré à l'EHS Canastel)

2. L'arthrodèse vertébrale avec instrumentation

L'arthrodèse ou « greffe » vertébrale est, depuis de nombreuses années, associée à une ostéosynthèse. Mais seule la fusion osseuse est capable d'assurer la qualité du résultat à long



terme. En l'absence de consolidation de la greffe, toutes les ostéosynthèses sont vouées à la rupture et à la faillite mécanique^[67].

L'arthrodèse peut être :

- ▶ postérieure, par avivement des arcs postérieurs, résection des articulaires et apposition de greffons;
- ▶ antérieure, intersomatique, par excision discale et avivement des plateaux vertébraux, avec ou sans greffons interposés ;
- ▶ combinée, antérieure et postérieure.

Elle demande un délai de consolidation compris entre 6 mois et 1 an. Pendant cette longue période, l'ostéosynthèse assure la correction de la déformation, ce qui permet une reprise de vie active, sans nécessité d'une contention externe par corset, et avec un minimum de précautions. L'étendue de l'arthrodèse sur le rachis scoliotique répond à des règles strictes. Classiquement, toutes les vertèbres, qui participent par leur rotation à la courbure traitée, doivent être incluses dans l'arthrodèse, sur les deux versants : concavité et convexité. Ce type de traitement n'est appliqué que chez l'enfant en fin de croissance par crainte de bloquer le développement du tronc et du thorax.

A. Correction et fusion par voie postérieure

L'arthrodèse était utilisée seule, sans matériel d'ostéosynthèse. Le plâtre pré- et postopératoire était le seul garant de la correction de la déformation. Le greffon rigide, encastré entre les épineuses (tibia, os lyophilisé), avait une tenue précaire et obligeait à une longue immobilisation postopératoire. Initialement limitées aux épineuses et aux lames, les pseudarthroses étaient fréquentes. Depuis 1960, grâce aux progrès de l'anesthésie qui permettent des interventions plus longues, l'avivement est étendu en largeur d'une pointe de transverse à l'autre et on y associe une résection bilatérale des articulaires.

1. La technique de Harrington

elle comporte la mise en place d'une tige de distraction dans la concavité de la courbure scoliotique et d'un matériel de compression sur la convexité, associés à une arthrodèse vertébrale de tout le secteur instrumenté^[80] (fig. 66).

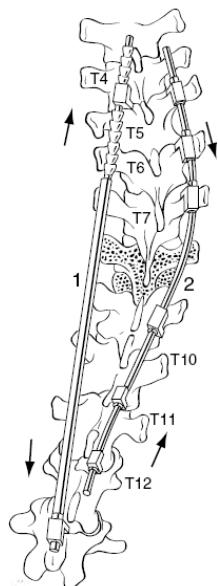


fig. 66: Instrumentation de Harrington. 1 : Tige concave mise en distraction ; 2 : tige convexe de contraction.

La tige de distraction, concave, est crantée à son extrémité supérieure. Elle est fixée aux arcs postérieurs des deux vertèbres extrêmes par l'intermédiaire de deux crochets. Le crochet inférieur est placé à cheval sur le bord supérieur de la lame de la vertèbre inférieure alors que le crochet supérieur est placé dans l'interligne articulaire qui sépare la vertèbre supérieure de la vertèbre sous-jacente. Par un phénomène de cliquet, chaque cran passé est capable de maintenir le système au degré de distraction souhaité. Le système de compression convexe, constitué d'une tige filetée solidarisée aux processus transverses, de part et d'autre de la vertèbre apicale, est considéré comme accessoire par une majorité des opérateurs, qui se contentent de la simple tige concave. Une longue immobilisation postopératoire par plâtre ou corset est nécessaire pendant une durée moyenne de un an. Cette technique a représenté un progrès considérable par rapport aux interventions plus anciennes, puisqu'elle permet, dans le même temps, de corriger la déformation et de pérenniser cette correction.

En contrepartie, elle est grevée de certaines complications, générales (neurologiques, infectieuses), mais également mécaniques avec des arrachements des crochets et des ruptures de tiges devant faire redouter une pseudarthrose ; la tige de Harrington tend à effacer les courbures physiologiques du profil rachidien. Enfin, l'instrumentation n'exerce aucune action de correction sur la rotation vertébrale.

Avec le développement progressif de l'analyse tridimensionnelle de la déformation scoliotique, la technique de Harrington a progressivement cédé la place aux instrumentations segmentaires de Luque et de Cotrel-Dubousset.

2. Technique de Luque

Proposée à partir de 1975, son but initial était d'obtenir un montage suffisamment solide pour permettre de se passer de toute contention externe postopératoire. Elle consistait en une fixation segmentaire, à chaque niveau vertébral, par l'intermédiaire de fils métalliques sous-lamaires serrés sur deux tiges longitudinales en L, placées de manière à réaliser un cadre (*fig. 67*). Grâce à la fixation segmentaire, il était alors possible, par cintrage des tiges, d'influer sur la correction de profil.

Cette technique était efficace sur les courbures souples. Les interventions étaient rapides et le matériel était peu onéreux. Le risque neurologique était cependant majoré du fait du passage des fils sous-lamaires à chaque niveau, pouvant entraîner des brèches durales ou des hématomes intracanalaires. Dans la technique initiale de Luque, il était nécessaire de garder un corset pendant les 6 mois qui suivaient l'intervention. Un système de « cadre » a remplacé les tiges en L, permettait d'accroître la stabilité du montage et de se passer complètement de contention postopératoire puis ce cadre a été étendu par deux angulations sur l'extrémité caudale qui s'inséraient directement entre les tables interne et externe de l'os iliaque ; c'est la technique de Luque Galveston^[81].

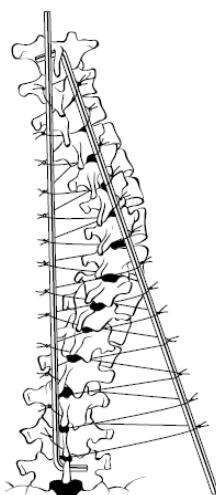


fig. 67: Instrumentation de Luque

3. Technique de Cotrel-Dubousset

Cette technique a pour but d'exercer une action spécifique aux différents niveaux de la déformation, ce qui permet une approche de correction sélective tridimensionnelle tout en réalisant un montage stable et solide, afin de se passer de toute contention externe postopératoire.

L'instrumentation initiale comporte^[57] :

- ▶ deux tiges de section constante, cylindriques rugueuses en « pointes de diamant »
- ▶ des crochets implantés le long de la colonne à des emplacements stratégiques, dirigés vers le haut ou vers le bas selon que l'on souhaite exercer une action de détraction ou de compression sur un segment donné ;
- ▶ des dispositifs de traction transversaux (DTT), au nombre de deux ou plus, qui relient les deux tiges en formant un cadre fermé d'une extrême solidité.

Grâce à la fixation segmentaire répartie le long du rachis, le cintrage donné aux tiges influe sur la forme de la colonne et permet de rétablir les courbures physiologiques de profil. La possibilité d'exercer sur la même tige, à volonté, distraction ou compression segmentaire permet d'agir électivement sur chaque segment de la colonne, en sachant que toute distraction est cyphosante et que toute compression est lordosante. La correction obtenue est nettement supérieure à celle donnée auparavant par les autres méthodes d'instrumentation par voie postérieure.

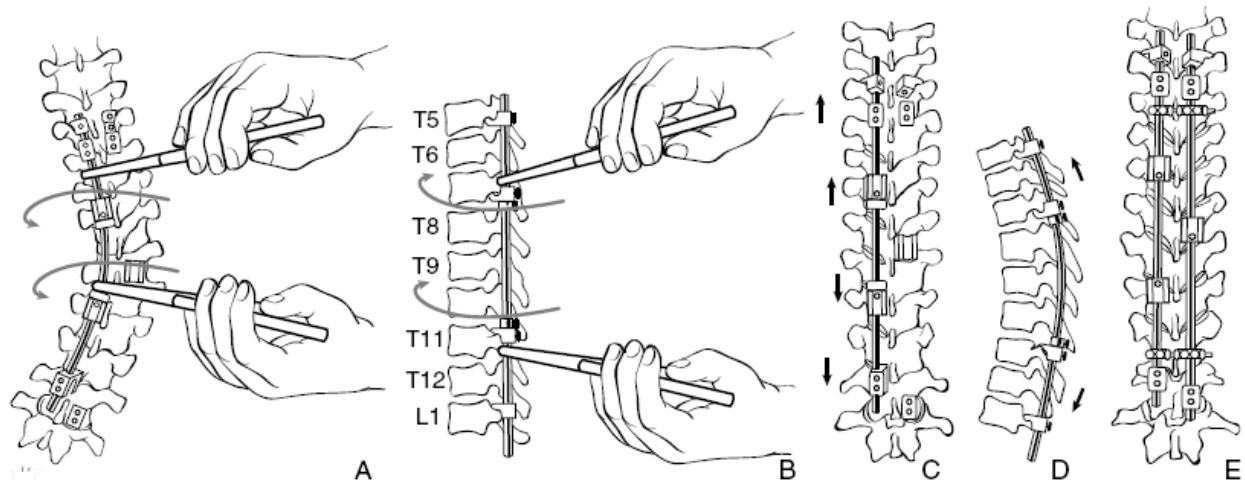


fig. 68: principes de l'instrumentation segmentaire de Cotrel Dubousset

De plus, c'est la méthode qui semble donner le meilleur rétablissement des courbures de profil. La manœuvre de rotation sur elle-même, au sein des crochets, d'une tige préalablement cintrée est capable, dans le même temps, de produire une correction dans le plan frontal, sagittal et axial et d'agir sur la déformation de face, de profil et sur la rotation vertébrale (*fig. 68 A,D*). La rigidité du montage final permet de se passer de toute immobilisation postopératoire par plâtre ou corset. La plus grande simplicité des suites opératoires et la moindre durée d'incapacité permettent ainsi de compenser en partie le coût plus élevé du matériel. Depuis 1983, la diffusion de cette technique a été rapide et la grande majorité des instrumentations segmentaires actuellement utilisées de par le monde restent très proches de la technique originale de Cotrel-Dubousset^[67].

4. Techniques de cintrage in situ

Le principe est de solidariser la tige au rachis dans sa position d'origine et de corriger la déformation rachidienne à chaque niveau progressivement et successivement dans le plan frontal et sagittal en déformant la tige qui entraîne avec elle le rachis. Cela est rendu possible par les qualités de la tige métallique qui a un grand domaine plastique et une élasticité faible, c'est-à-dire qui conserve la plus grande part de la déformation qu'on lui impose lorsqu'on la cintre.

Dans la convexité, la vertèbre sommet est instrumentée avec un relais de part et d'autre en fonction de la longueur de la zone instrumentée. Au niveau lombaire, les vertèbres limites

sont instrumentées par une vis pédiculaire et un crochet sous-lamaire à corps décalé pour assurer les vis de la vertèbre limite inférieure. Dans la convexité, toutes les vertèbres sont instrumentées. Dans la concavité, les vertèbres adjacentes aux vertèbres limites le sont également de manière à réaliser un cadre. La tige est alors amenée au niveau de chaque implant sans se soucier de la correction à donner. Chaque implant est fermé, mais non verrouillé.

Les manœuvres de correction se font dans la concavité en thoracique et dans la convexité en lombaire. Une fois la tige en place au niveau de tous les implants, on réalise un point fixe en verrouillant les deux premiers implants ; la tige est alors progressivement déformée à l'aide des fers à cintrer (*fig. 69*) au niveau de chaque implant en restant très proche de manière à mobiliser l'implant et la vertèbre^[67, 82].

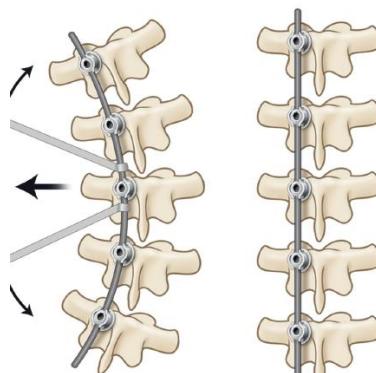


fig. 69: principe de la correction par cintrage in-situ

La correction de la scoliose est ainsi effectuée très progressivement, à chaque niveau de la déformation. La déformation peut ainsi être corrigée, plan par plan, en contrôlant très exactement les contraintes appliquées sur chaque vertèbre instrumentée.

5. Technique de correction par translation

Le principe de cette technique repose sur le cintrage préalable de la tige selon la correction optimale souhaitée et la multiplicité des implants. À l'aide de prolongateurs, le rachis va progressivement être rapproché de la tige. Pour cela, les implants doivent être auto stables. La tige est strictement maintenue durant toutes les manœuvres dans le plan de correction souhaité. Aucune manœuvre de distraction n'est nécessaire.

Elle nécessite des ancrages stables et un système de liaison ancrage–tige qui permette de relier l'un à l'autre avant toute manœuvre de réduction (*fig. 70*). Chaque ancrage, vis pédiculaire,

pince auto stable ou plaque sacrée comporte un axe fileté poly-axial qui reçoit un connecteur assurant la liaison ancrage-tige. La poly-axialité permet de positionner facilement la tige dans le plan sagittal avant toute manœuvre de réduction. Des ligaments (liens sous-lamaires(*fig. 71*)) peuvent remplacer ces ancrages métalliques^[83].

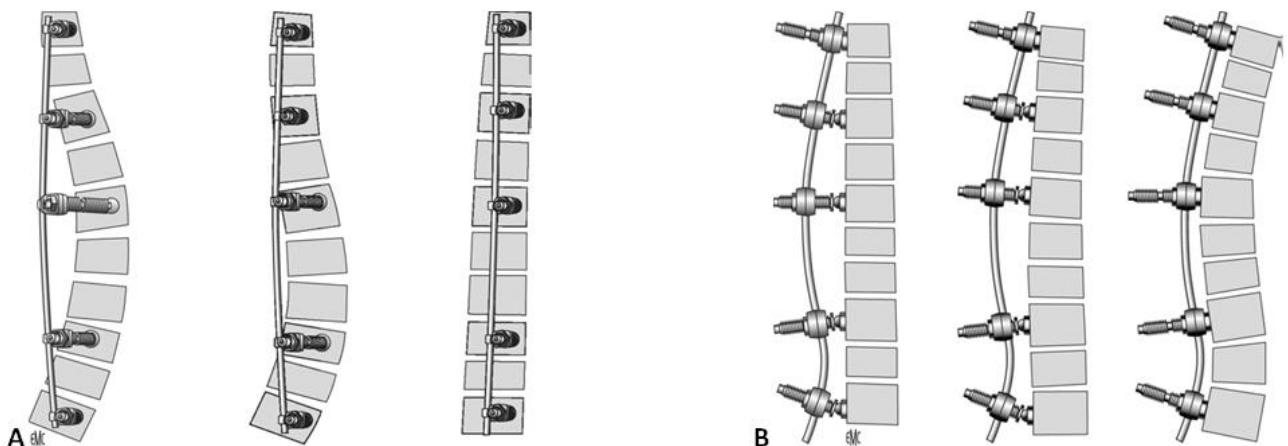


fig. 70: technique de réduction par translation, la correction est obtenue par serrage progressif des écrous sur la totalité des implants ; A : sur le plan frontal, B : sur le plan sagittal^[75]

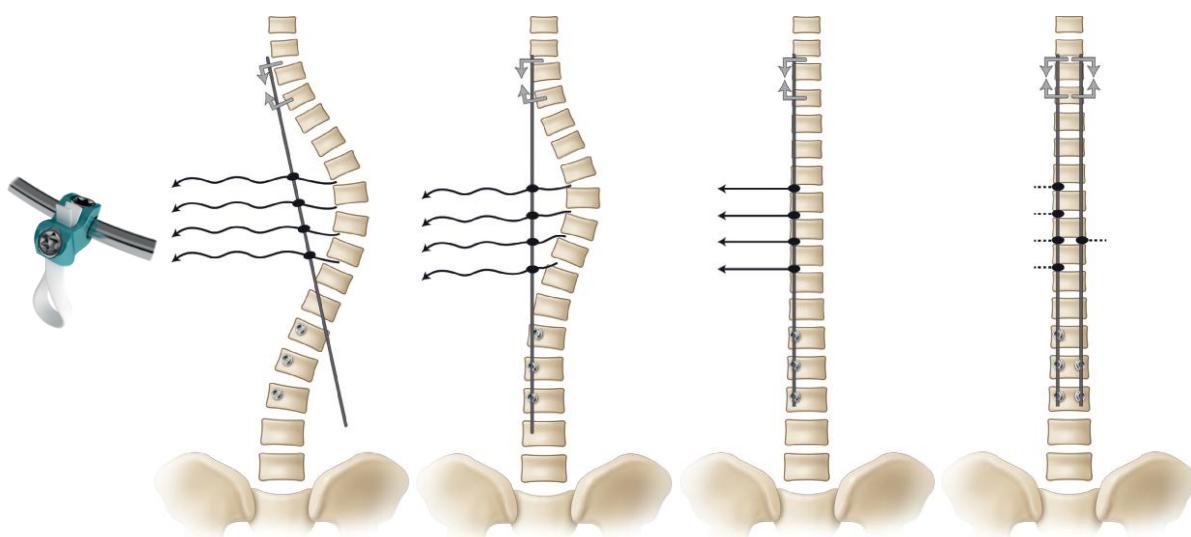


fig. 71: technique de réduction par translation par serrage progressif des liens sous-lamaires^[84]

B. Correction et fusion par voie antérieure

Par thoracotomie, lombotomie ou thoraco-phréno-lombotomie, selon le niveau et l'étendue souhaités, on peut exposer, par une voie anatomique et peu hémorragique, toute l'étendue nécessaire de la colonne. Toutes ces interventions visent généralement à pratiquer

une discectomie étagée qui doit être aussi complète que possible et étendue jusqu'au ligament vertébral postérieur qui protège le canal rachidien. Dans certains cas, l'intervention se limite à la discectomie et à l'arthrodèse. Parfois, on y associe une instrumentation permettant de corriger la déformation, le plus souvent en compression de la convexité, avec ou sans résection cunéiforme des corps vertébraux. Ces instrumentations antérieures, qui corrigent par raccourcissement de la convexité scoliotique, comportent théoriquement moins de risques neurologiques que les interventions postérieures.

1. L'instrumentation antérieure convexe de Dwyer

Elle a été développée à partir de 1964. Des vis placées transversalement, dans le plan frontal, au milieu des corps vertébraux, permettent un rapprochement de leur tête perforée, à l'aide d'un câble souple mis en tension progressivement d'une extrémité à l'autre de la courbure (fig. 72). La correction dans le plan frontal est excellente pour les courbures souples et peut atteindre ou dépasser 80 %. En revanche, elle est beaucoup moins satisfaisante dans le plan sagittal, car le rapprochement des corps vertébraux induit une tendance à la cyphose^[67].

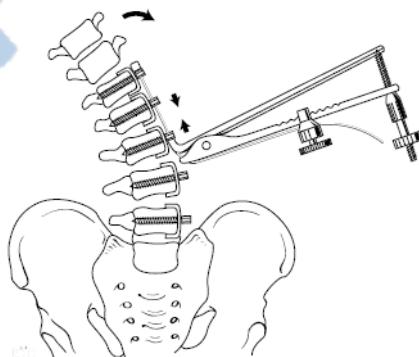


fig. 72: Instrumentation de Dwyer par vis, agrafes et câble métallique

2. La plaque de Pouliquen

À partir de 1974, Pouliquen, Rigault et Padovani ont mis au point une technique d'ostéosynthèse par plaque pour le redressement des scolioses. Cette technique de redressement antérieur du rachis par plaque (fig. 73) a été utilisée dans les scolioses de l'enfant et de l'adolescent, dans quelques cas de correction de cyphoses ou de reconstruction vertébrale de rachis traumatiques ou tumoraux^[85].

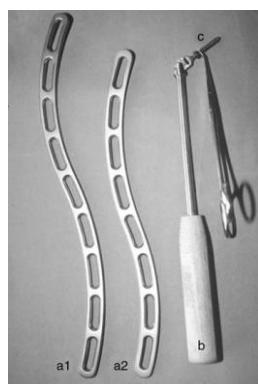


fig. 73: Plaque antérieure de Pouliken. Deux exemples de plaques

3. L'instrumentation « ventral derotation spondylodese » (VDS) de Zielke

Elle a été fondée sur le même principe que l'instrumentation de Dwyer et s'efforçait de remédier à ses inconvénients. Les vis sont reliées par une tige filetée (*fig. 74*), plus rigide, qui peut être mise en tension depuis le sommet vers les deux extrémités de la courbure et qui, à l'aide d'un « dérotateur », permet une réelle dérotation des corps vertébraux et évite en partie la cyphose parasite. La correction frontale se trouve ainsi encore améliorée.

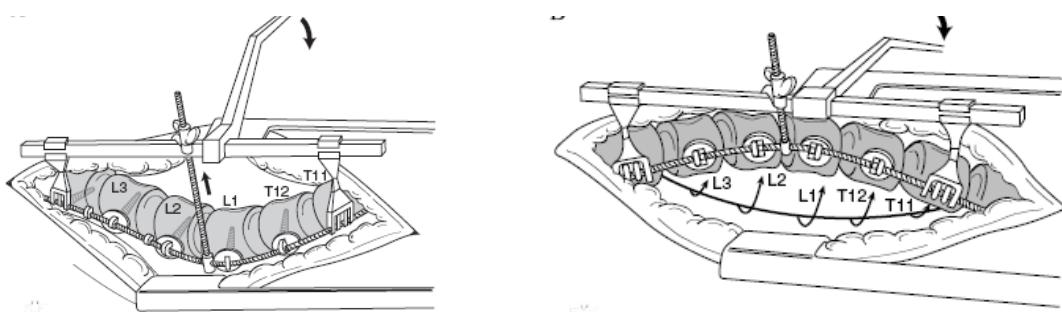


fig. 74: Principes de l'instrumentation VDS de Zielke dans le cas d'une cyphoscoliose lombaire^[86]

4. L'instrumentation segmentaire antérieure

Actuellement la technique a évolué avec l'évolution des matériaux ; en effet, l'instrumentation segmentaire par voie antérieure repose essentiellement sur l'utilisation d'une tige avec un pouvoir de dérotation et de modelage *in situ*, montée sur une ou deux vis avec agrafe sur chaque corps vertébral (*fig. 75*). En thoracique, il existe une variante innovante

utilisant la voie thoracoscopique et une modulation de croissance des vertèbres telle utilisée en orthodontie^[87].

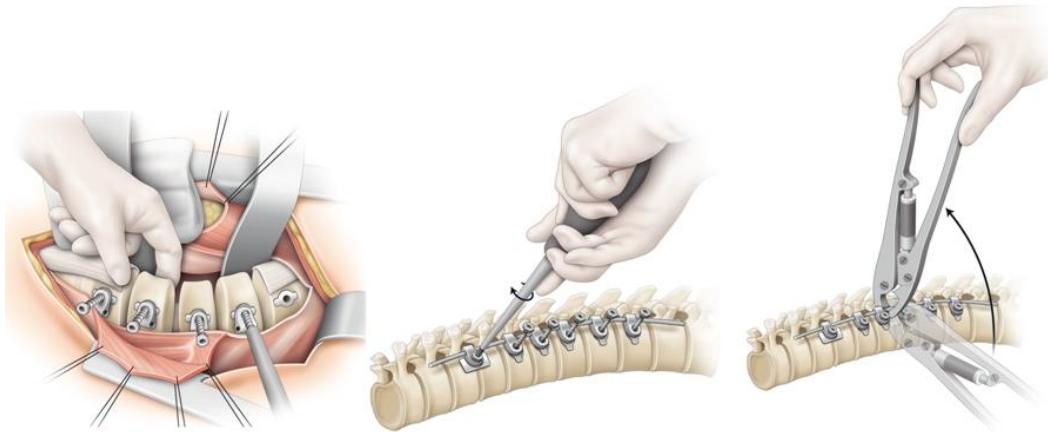


fig. 75: technique d'instrumentation segmentaire antérieure avec dérotation

3. Les instrumentations sans arthrodèse

Communément appelées « tiges de croissance », ce sont des dispositifs médicaux extensibles positionnés dans la concavité d'une scoliose comme la corde d'un arc, afin d'être allongés régulièrement pour stabiliser la déformation et respecter la croissance du thorax afin de ne pas aggraver l'insuffisance respiratoire liée à la scoliose. Elles sont utilisées essentiellement par voie postérieure.

Le principe mécanique est de fixer un dispositif de longueur modulable, aux deux extrémités de la déformation à corriger. Un premier allongement du dispositif est réalisé au moment de la pose et assure l'essentiel de la correction de la déformation. Cette correction s'effectue par un mouvement de translation axiale des vertèbres parallèlement à l'axe de la tige. Ensuite, le dispositif est allongé régulièrement afin de maintenir l'angle de Cobb stable sans brider la croissance^[88].

Les techniques actuelles reposent sur deux grands principes. Les premières appliquent une force de distraction à la colonne vertébrale par voie postérieure, dans la concavité (tige de croissance simple, VEPTR), ou de chaque côté (double tige). Elles nécessitent des interventions répétées pour l'allongement ou elles peuvent être éventuellement motorisées avec une énergie



fournie par un système magnétique. L'autre option consiste à utiliser la force de la croissance rachidienne pour faire croître le montage. Ces techniques (Luque Trolley, Shilla) qui utilisent un montage coulissant sont appelées guidage de croissance^[89].

Nous allons aborder les dispositifs connus à l'heure actuelle :

A. Les distracteurs costaux (*Vertical expendable prosthesis titanium rib =VEPTR*)

Les distracteurs costaux, essentiellement le VEPTR®, fonctionnent sur le même principe d'allongements progressifs. Ils ont été conçus pour des pathologies de la paroi thoracique (syndromes de Jeune et de Jarcho-Levin) et pour les scolioses congénitales correspondant au concept d'« insuffisance thoracique »^[88]. Plus récemment sont apparus des systèmes hybrides se fixant sur les côtes et les vertèbres (côte-côte, hybride ; côte-crochet lombaire ou côte-pelvis) (fig. 76, fig. 77).

Le principe est basé sur l'élargissement des thorax étroits afin de créer une chambre d'expansion suffisante au développement pulmonaire. Par conséquent, l'objectif premier est plus de corriger le syndrome d'insuffisance thoracique que la déformation rachidienne. Ces implants ont fait l'objet de nombreuses publications ces dernières années, critiquant ses complications fréquentes à type de rupture de tige, fracture de côtes et décrochage de l'ancre distal et insuffisance de réduction des scolioses^[89].

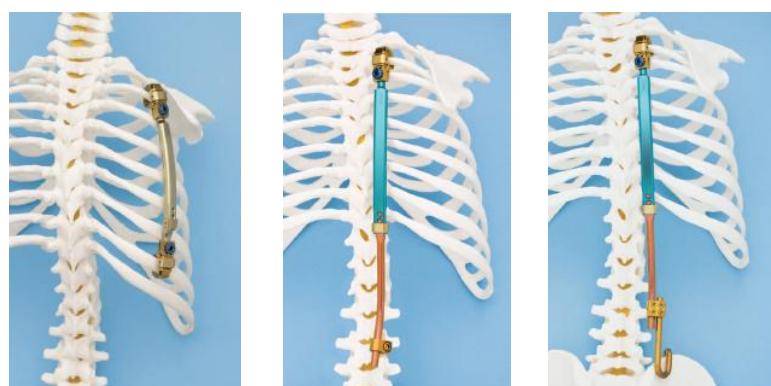


fig. 76: VEPTR avec différents type d'ancre: côte-côte, côte-rachis, côte-pelvis

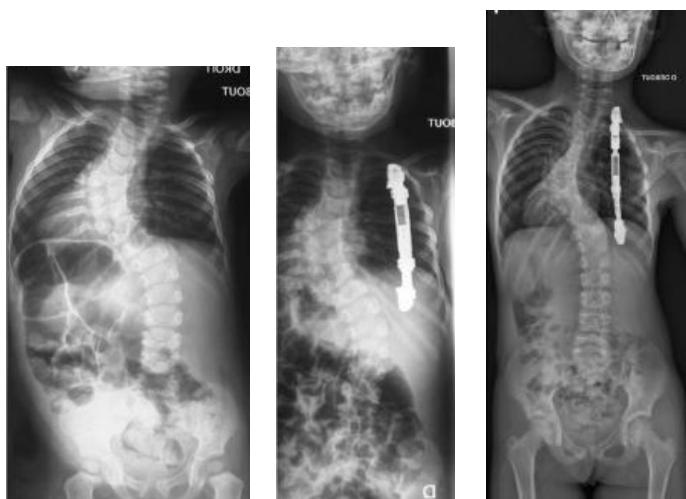


fig. 77: radiographie d'un garçon traité par VEPTR; résultat après 5 distractions^[89]

B. Les tiges de croissance magnétiques

Pour pallier l'inconvénient de devoir ré intervenir chirurgicalement pour allonger la tige et suivre la croissance du patient, des tiges dont l'allongement se fait par une force magnétique appliquée par voie transcutanée ont été développées. Actuellement, le seul système disponible est le système MAGEC®. Il comprend des tiges motorisées en titane de diamètre 4.5 mm ou 5.5 mm avec une réserve de distraction de 48 mm. Des contre-indications existent à leur utilisation : patients âgés de moins de 2 ans, pesant moins de 11 kg, ayant un IMC > 25, porteurs de pace maker ou de défibrillateur et ayant besoin d'IRM durant la période d'implantation des tiges. Le mécanisme de distraction est actionné par un aimant externe programmable après avoir repéré l'aimant interne à l'aide d'un localisateur. Les allongements se font en consultations sans la nécessité d'anesthésie ou d'analgésie à un rythme variant selon les habitudes du chirurgien (fig. 78).

Les tiges de croissance magnétique apparaissent mécaniquement fiables. Cependant, l'usage de ce dispositif avec les moyens de fixation rigide utilisés actuellement ne prémunit pas contre l'enraissement progressif de la colonne vertébrale. Le nombre d'interventions chirurgicales est significativement diminué pour les patients mais le taux de complication reste encore important, aussi le dispositif magnétique est assez encombrant ne permettant pas le cintrage des tiges à son niveau et le coût direct n'est pas négligeable^[90].

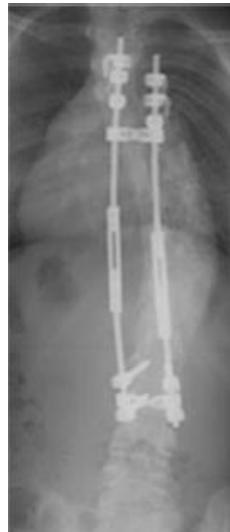


fig. 78: tiges de croissance magnétiques et le dispositif externe d'allongement^[89]

La tige Phenix a aussi été mise en place dans le but d'éviter la chirurgie itérative à l'aide d'une réserve de tige actionnée par un aimant externe. Ce dispositif a été mis à l'écart en 2009 du fait de son encombrement, de rotation indésirable du montage, de ses blocages fréquents et des fractures de tiges (fig. 79). Parallèlement, les fixations proximales et distales ont évolué pour aboutir finalement à l'instrumentation et à la conception actuelle.



fig. 79: la tige Phenix (la réserve de distraction actionnée par aimant)

C. Les guides de croissance

Deux techniques sont actuellement utilisées : la technique Shilla^[91] et les Modern Luque Trolley Rods^[92] :

1. Le Shilla

Le principe de cette instrumentation, décrite par Mc Carthy en 2008, est de contrôler la scoliose en guidant la croissance par une seule intervention réalisée par voie postérieure, sans opération itérative, ni port d'un corset. Un montage est réalisé avec deux tiges fixées à des vis pédiculaires insérées dans les vertèbres apicales (3 à 4) en fusionnant le sommet de la courbure ; aux extrémités proximales et distales des tiges, des vis pédiculaires sont insérées en extra-périosté permettant un coulissement des tiges et un guidage de la croissance du rachis (*fig. 80*).

Ce montage auto-coulissant permet un maintien de la correction obtenue mais a aussi des complications ; Le nombre conséquent de démontages du matériel peut être incriminé à la mauvaise tenue des vis dans de petits pédicules, et à l'excès de contraintes à leur niveau et des effets vilebrequin ont été rapportés^[89].

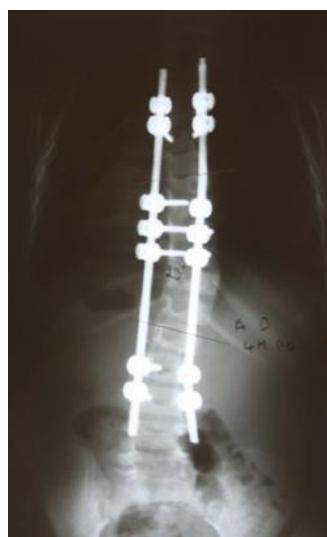


fig. 80: radiographie d'un montage type Shilla

2. Le Luque Trolley

En 2011, une technique chirurgicale (Modern Luque Trolley) modernisant la technique que Eduardo Luque avait conçue il y a 40 ans a été rapportée^[92]. Elle est constituée de points d'ancre fixes distaux avec une fusion vertébrale en association avec un système de tiges pouvant coulisser à l'apex de la déformation. Cette technique utilise des ancrages modernes (vis pédiculaires), ainsi qu'un abord chirurgical respectueux des tissus mous. L'insertion des points d'ancre coulissants doit être effectuée de façon trans-musculaire afin de limiter les risques de fusion spontanée.

Ces deux techniques réalisent tout de même des arthrodèses segmentaires et laissent une partie du rachis libre coulissant sur des guides de croissance.

D. Les tiges de croissances avec réserve connectées par domino

Ces techniques, qui peuvent être assimilées à une orthèse interne, permettent d'accompagner la croissance du tronc tout en contrôlant la déformation rachidienne, sans réaliser, en théorie, de fusion osseuse. Elles dérivent des premières expériences rapportées par Moe qui avait utilisé le matériel de Harrington [93].

Les premiers montages unilatéraux ont été réalisés en France dans les années 1970 en utilisant une tige de Harrington sous-cutanée. Ils associaient systématiquement un corset. Les ennuis mécaniques inhérents et la nécessité de retensions successives ont fait évoluer cette instrumentation vers la multiplicité des fixations proximales et distales avec l'apparition des instrumentations segmentaires, puis secondairement par l'adoption de la tige Phenix.

La fixation proximale comporte trois crochets (deux sus-lamaires et un pédiculaire). La fixation distale est assurée par deux vis pédiculaires : montage H3S2^[94] (3 hooks, 2 screws). Après une traction par halo crânien ou un plâtre d'élongation de quelque semaine, la tige en position concave ou en « dollar » est cintrée suivant le profil rachidien souhaité. De face, sa position verticale accroît sa résistance biomécanique à la rupture. Le passage de la tige se fait en intramusculaire (*fig. 81*). Les parties molles de la zone intermédiaire sont obligatoirement respectées, pour éviter tout risque d'enraïdissement et d'auto-fusion. Les voies d'abord restent assez petite en proximal et en distal sans aborder la zone concave, en mini-invasif limitant ainsi les risques de pertes sanguines.

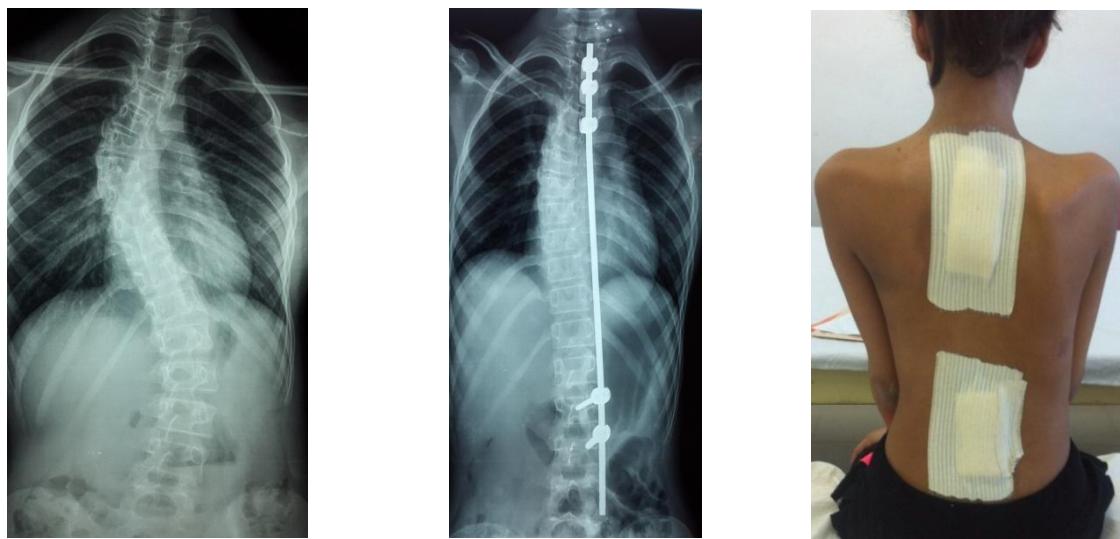


fig. 81: montage ISG H3S2 par voie mini-invasive (opérée à l'EHS Canastel)

Puis ce montage a évolué pour comporter quatre tiges mises en trans musculaire liées par des connecteurs et des DTT permettant des distractions chirurgicales régulières jusqu'à la fin de la croissance rachidienne se passant même de l'arthrodèse définitive^[95].la fixation proximale est assurée par une double pinces pédiculo-suslamaire (fig. 82 A), la fixation pelvienne a aussi évolué vers les vis ilio-sacrées reconnues pour leur solidité et leur bonne tenue en cas de bassin oblique(fig. 82 B).

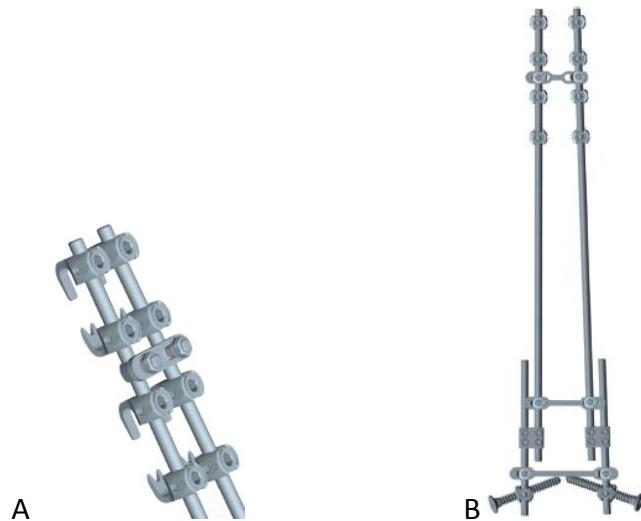


fig. 82 ; A : la fixation proximale par une double pince pédiculo-suslamaire, B : montage fait de 4 tiges avec vis ilio-sacrée et DTT

Le « *Growing Spine Study Group* » (GSSG) recommande depuis 2007 l'utilisation d'un montage à double tige de croissance plus solide sur les malades de moins de dix ans et des courbures de 60°, la mise en place des vis pédiculaires et des tiges doit être en extra périosté afin d'éviter toute fusion précoce entravant la croissance du rachis^[89]. La fréquence des allongements varie entre 6 et 12 mois selon la vitesse de croissance de l'enfant et surtout de la zone instrumentée.

Les indications de prédilection sont les scolioses à début précoce (avant 6 ans) et les scolioses neuromusculaires mais cette méthode semble être adaptée à tous types de scoliose évolutive échappant au traitement orthopédique.

En théorie, la fin d'utilisation d'une tige de croissance se décide lorsque la croissance du thorax est suffisamment avancée, de préférence après fermeture du cartilage tri radié, une arthrodèse définitive est réalisée. Certains patients présentent un enraissement tel de la colonne vertébrale après l'ablation du matériel qu'il est décidé de surseoir au geste d'arthrodèse définitive. Cette méthode est maintenant régulièrement proposée pour des patients particulièrement fragiles (maladies neurologiques, syndromique ou dégénératives)(fig. 83), surtout que la scoliose survient précocement avant que l'arthrodèse (qui reste un geste lourd) ne peut être indiquée ou que l'état général de l'enfant ne le permet^[95].

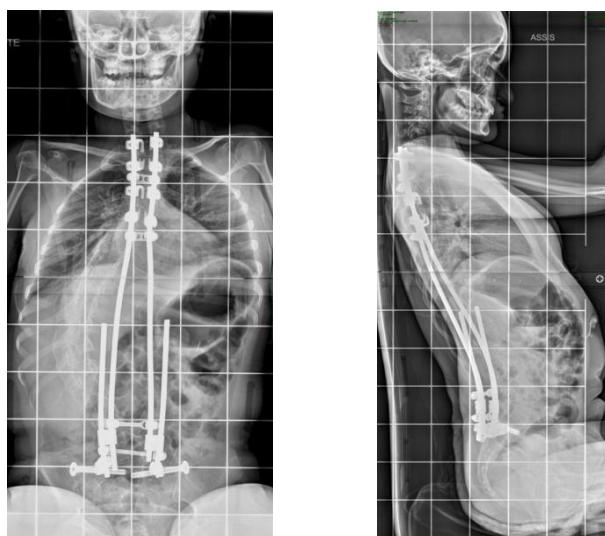


fig. 83: Instrumentation sans greffe dans une scoliose syndromique avec fixation pelvienne par vis iliosacrées et réserve de tige

Des tiges à allongement mécanique automatique appelées « NEMOST®», ne nécessitant pas de chirurgie itérative, sont à l'essai depuis plus deux ans^[96] ; les résultats préliminaires sont encourageants (fig. 84).



fig. 84: tige de croissance automatique; noter l'évolution de la différence de réserve (avec l'aimable autorisation du Dr Miladi)

4. La gibbectomy

La gibbectomy ne répond pas au but du traitement de la scoliose mais elle peut améliorer l'aspect esthétique final ; en effet même après chirurgie bien conduite avec des résultats satisfaisants, il peut persister une gibbosité mal perçue par l'enfant et ses parents. Elle consiste à ruginer les côtes participant à la gibbosité sans faire de brèche de la plèvre, à réaliser une costotomie puis retourner leur convexité dans leur lit périosté et les suturées à leurs extrémités (fig. 85).

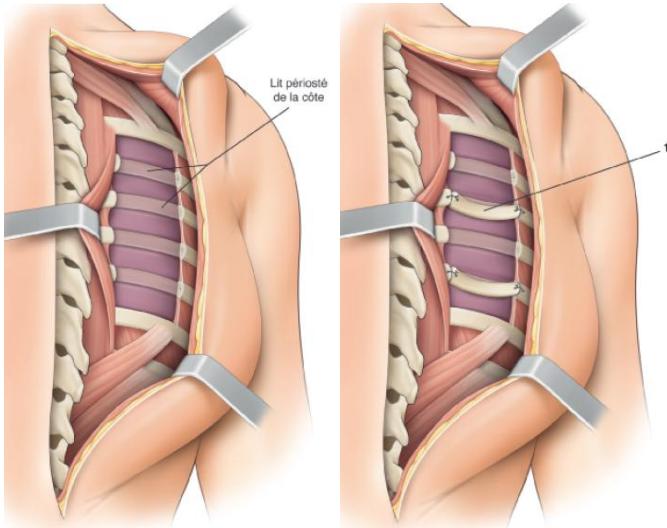


fig. 85: technique de la gibbectomy par retournement des côtes.

Compte tenue de la morbidité propre à cette chirurgie, ses indications semblent limitées aux gibbosités résiduelles thoraciques angulaires de plus de quatre centimètres, ou plus de 15° et sans retentissement respiratoire (VEMS > 70% de la capacité théorique) [97].

Partie pratique



OBJECTIFS ET PROTOCOLE D'ETUDE

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE

1. Objectif principal

- Dresser un profil épidémiologique des scolioses de l'enfant dans l'ouest Algérien suivi au niveau de l'EHS Canestel.

2. Objectifs secondaires

- Décrire les différentes étiologies des scolioses chez l'enfant.
- explorer les associations malformatives accompagnant les scolioses congénitales.
- Déterminer l'évolution des scolioses selon le type de traitement appliqué.

II. PROTOCOLE DE L'ETUDE

1. MATERIEL ET METHODES

A. Type d'étude

Etude rétrospective descriptive dont le recrutement c'est fait d'une manière prospective de tous les enfants de 0 à 15 ans porteurs de scoliose suivis et traités de l'ouest algérien.

B. Population étudiée

Pour réaliser cette étude, nous avons retenu tous les dossiers de malades suivis et traités en ambulatoire ou en hospitalisation pour scolioses durant les dix dernières années.

Les patients retenus doivent répondre aux critères suivants :

C. Critères d'inclusion

- Tous les patients présentant une scoliose structurale d'au moins 10° d'angle de Cobb quelle que soit l'étiologie.
- Age entre 0 et 15 ans (hôpital à caractère pédiatrique)

D. Critères de non inclusion

Tous les malades ayant une attitude scoliotique secondaire.

E. Critères d'exclusion

- Dossiers de patients incomplets ou inexploitables.
- Dossiers de patients dont les parents ne sont pas consentants pour l'étude.

F. Durée de l'étude

Le suivi minimum étant de deux ans, l'étude concerne les patients suivis depuis 2005 jusqu'à 2016.

G. Taille de l'échantillon

Notre étude comportera au minimum 124 patients, selon la formule :

$$n = \frac{\delta^2 p(1-p)}{i^2}$$

n : nombre de sujets nécessaires pour l'étude

δ : seuil de confiance fixé à 95% (pour le risque d'erreur *α* à 5%, *δ*=1.96)

p : prévalence théorique

i : marge d'erreur d'échantillonnage

Le nombre de sujets nécessaires (NSN) est calculé avec une prévalence estimée à 3% (estimée par la fondation Yves Cotrel), un seuil de confiance fixé à 95% et une marge d'erreur à 0.03, on prévoit 10% de plus, ce qui représente 12 sujets de plus donc NSN=134.

2. DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude est effectuée à l'hôpital pédiatrique Boukhrofa Aek de Canastel à Oran dans le service d'orthopédie pédiatrique qui est à caractère régional. Nous avons revu tous les dossiers de malades présentant une scoliose structurale et suivie en consultation ou en hospitalisation.

A. RECUIEL DES DONNEES CLINIQUES ET PARA-CLINIQUES DU PATIENT

Les dossiers des malades retenus sont exploitables à deux niveaux :

1. *La fiche médicale*

Pour le recueil des données cliniques et le suivi des patients présentant une scoliose. La fiche doit comporter :

- L'interrogatoire qui comporte l'identification, les antécédents personnels et familiaux du malade, les circonstances de découverte et les délais de prise en charge de la maladie.
- Un examen clinique complet.
 - o les examens radiologiques :
 - radiographie standard du rachis en totalité de face et de profil
 - scanner rachidien
 - imagerie par résonance magnétique
 - échographie abdominopelvienne
 - urographie intraveineuse et scintigraphie rénale dans le cadre de recherche et d'exploration de malformations rénales associées.
 - o Examens d'exploration neurophysiologique :
 - l'électromyographie
 - les potentiels évoqués somesthésiques et sensoriels
 - o Examens biologiques :
 - bilan sanguin standard
 - étude génétique et bilan hormonal
 - o Exploration cardiaque et respiratoire :
 - Echo cœur et EFR

2. La fiche technique

Elle est utilisée pour le recueil des données de suivi clinique et radiologique : mesure de la gibbosité, angle de Cobb, topographie de la scoliose, siège de la rotation vertébrale, de la malformation vertébrale et des malformations associées si elles existent ; ainsi que le recueil des types de traitements prescrits, évolutivité des courbures en cours de traitement, rythme des contrôles (Annexe 3). Ces déterminations de valeurs des angles sont toutes prises par un seul médecin pour minimiser les biais de mesure.

B. RECUIEL DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE

Une fois la fiche technique remplie par l'examineur pour chaque patient et pour chaque consultation, la saisie et l'analyse des données s'est faite sur logiciel SPSS version 20.

Les variables quantitatives ont été représentées par des moyennes et leurs écart-type, et les variables qualitatives par des fréquences relatives (%).

Les comparaisons ont été faites par les tests paramétriques :

- Le test du Khi 2 pour les variables qualitatives.
- Le test de t de Student ou le test ANOVA à un facteur pour les variables quantitatives.
- Le test F de Fisher-Snedecor pour la comparaison de plusieurs moyennes.

Les relations entre les variables sont déterminées pour un seuil de signification $p \leq 0,05$.

Analyse univariée : calcul des *Odds-ratios* bruts et leurs intervalles de confiance.

Analyse multi variée par la méthode de régression logistique binaire « stepwise ».

RESULTATS

III. RESULTATS

Notre étude concerne tous les patients suivis dans notre service depuis le 1 mars 2005, 166 patients ont été recrutés jusqu'au 20 décembre 2016 et suivis pendant au moins deux années. Trois patients ont été perdus de vue depuis leur recrutement.

1. CARACTERISTIQUES ANTHROPOLOGIQUES

A. Age de diagnostic

L'âge moyen au diagnostic était de 6.4 ± 4.8 ans avec des extrêmes de 0 à 15 ans (**Tableau 5**). Il y avait une différence significative entre les deux sexes illustrée sur la boîte à moustache (*fig. 86*). Concernant les paramètres de positionnement, le mode et la médiane étaient proches de la moyenne en faveur d'une population symétrique.

sexe	âge moyen \pm Ecart-Type _{95%} (ans)	médiane	Extrêmes	p
garçon	5.8 ± 4.8	4.5	0 -14.8	
fille	6.8 ± 4.8	6.6	0.1-15	NS
total	6.4 ± 4.8	5.5	0 - 15	

Tableau 5: répartition de l'âge selon le sexe

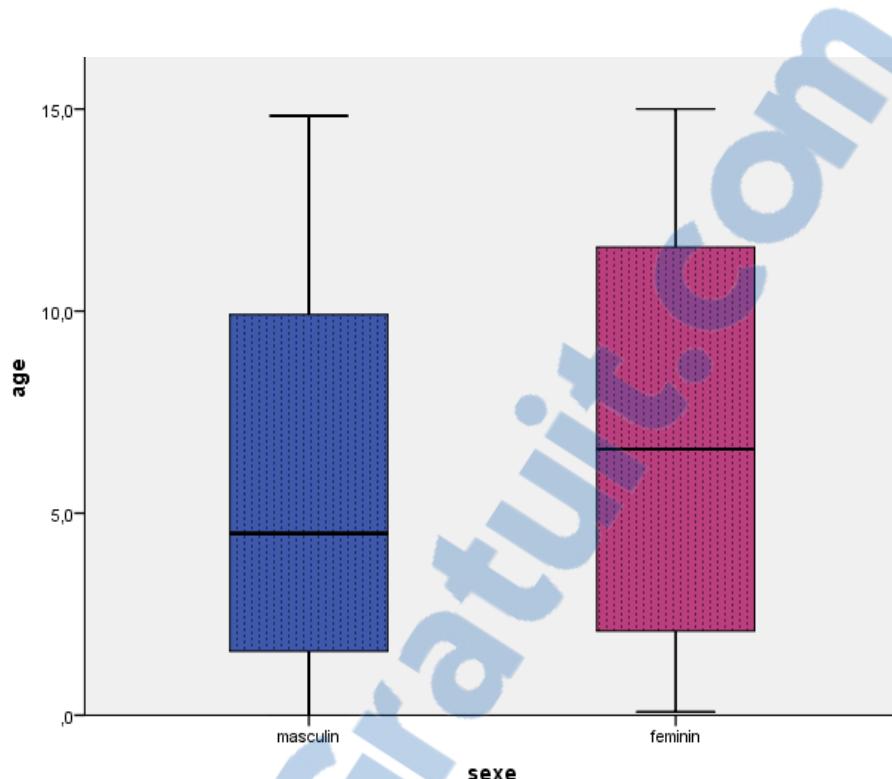


fig. 86: boîte à moustache de l'âge selon le sexe

B. Répartition selon le sexe

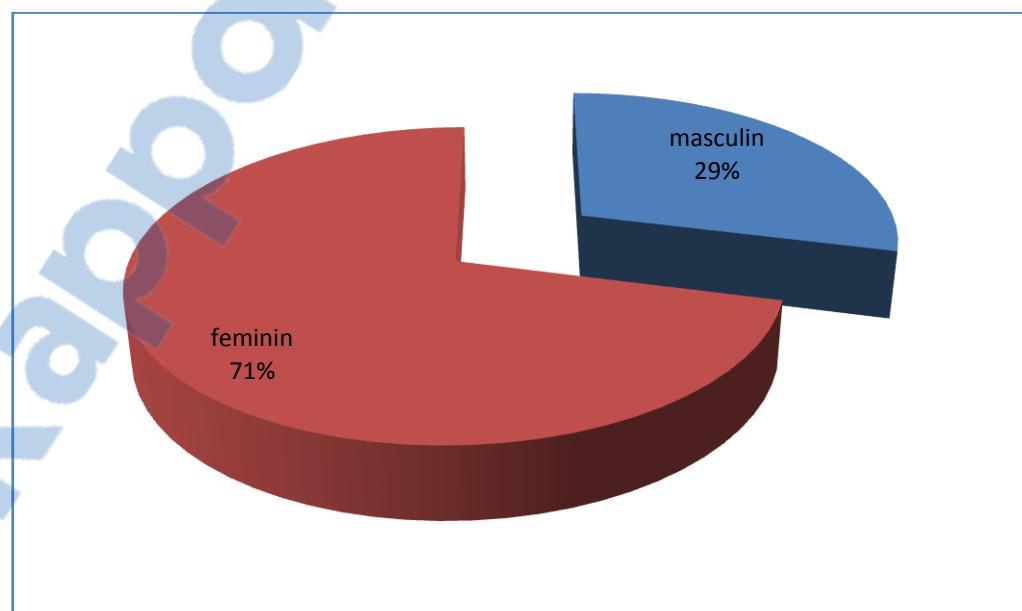


fig. 87: répartition de la série selon le sexe

Il existait une nette prédominance féminine avec un sex-ratio de 0.40 (3 garçons pour 7 filles). La stratification des résultats en classes de trois ans a démontré que la prédominance féminine et omniprésente à toutes les tranches d'âge analysées (fig. 88).

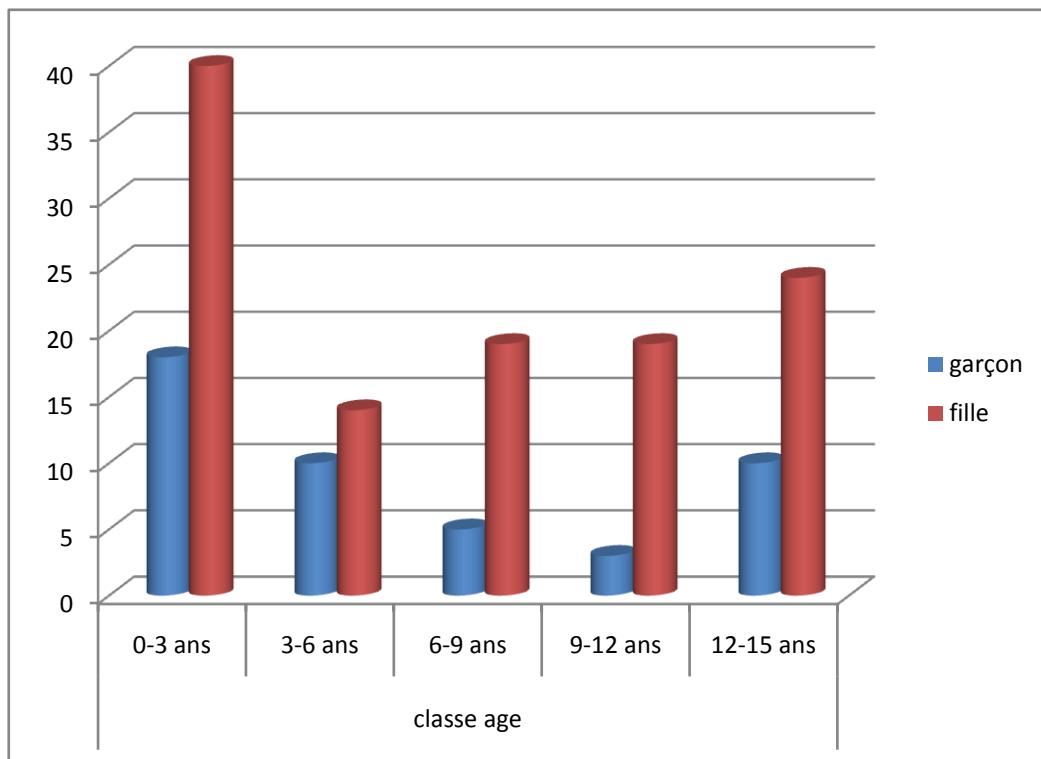
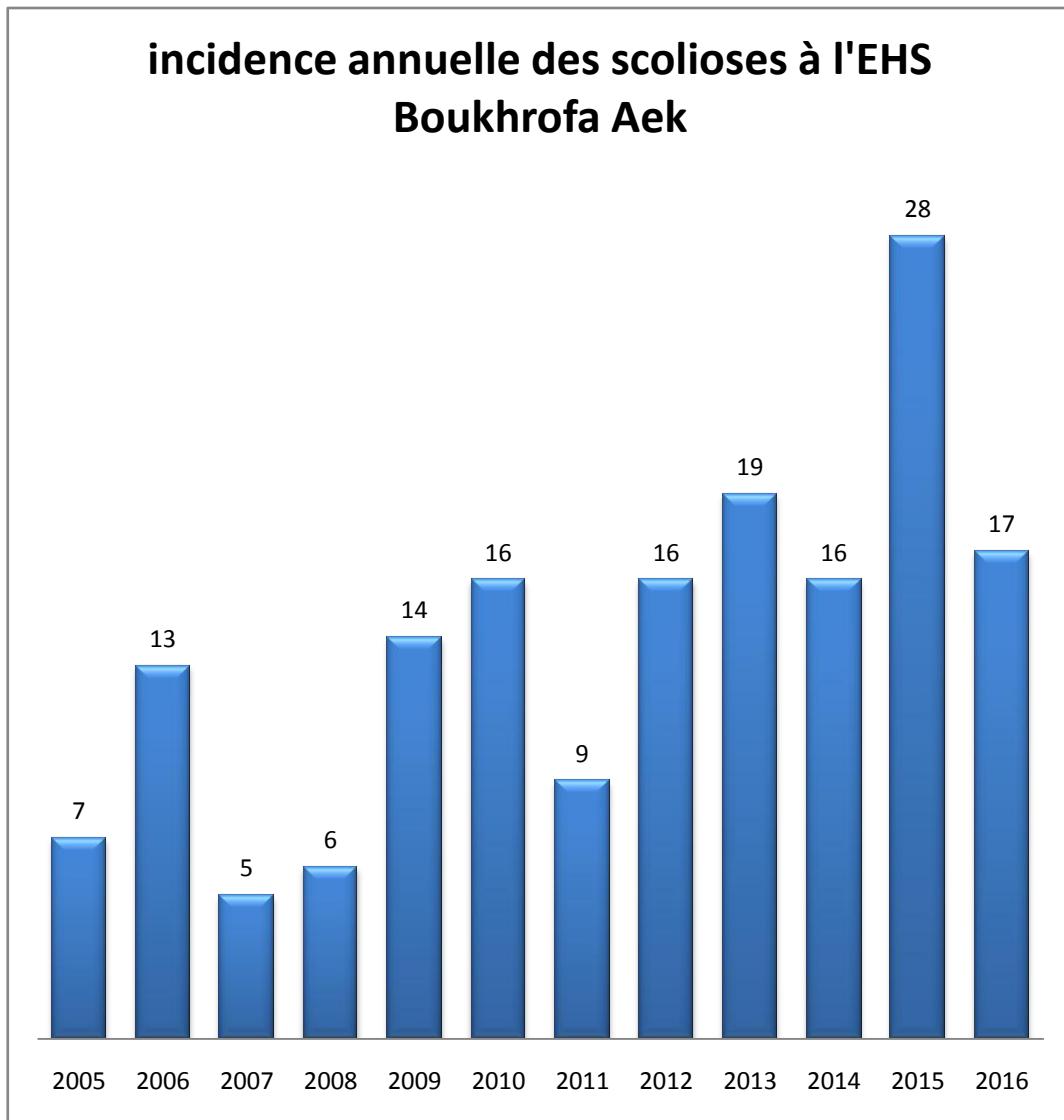


fig. 88: répartition des sexes par tranche de trois ans d'âge

C. Année de diagnostic



L'incidence moyenne des scolioses était de 16 nouveaux cas par an. On a noté une nette augmentation du nombre de cas observés depuis l'ouverture du service d'orthopédie pédiatrique.



D. Origine géographique

Plus de 45% de nos patients proviennent de la wilaya d'Oran, près de 20% de notre série habite la wilaya de Mostaganem et la wilaya de Relizane. Les autres patients sont originaires des différentes wilayat de l'ouest Algérien (*fig. 89*).

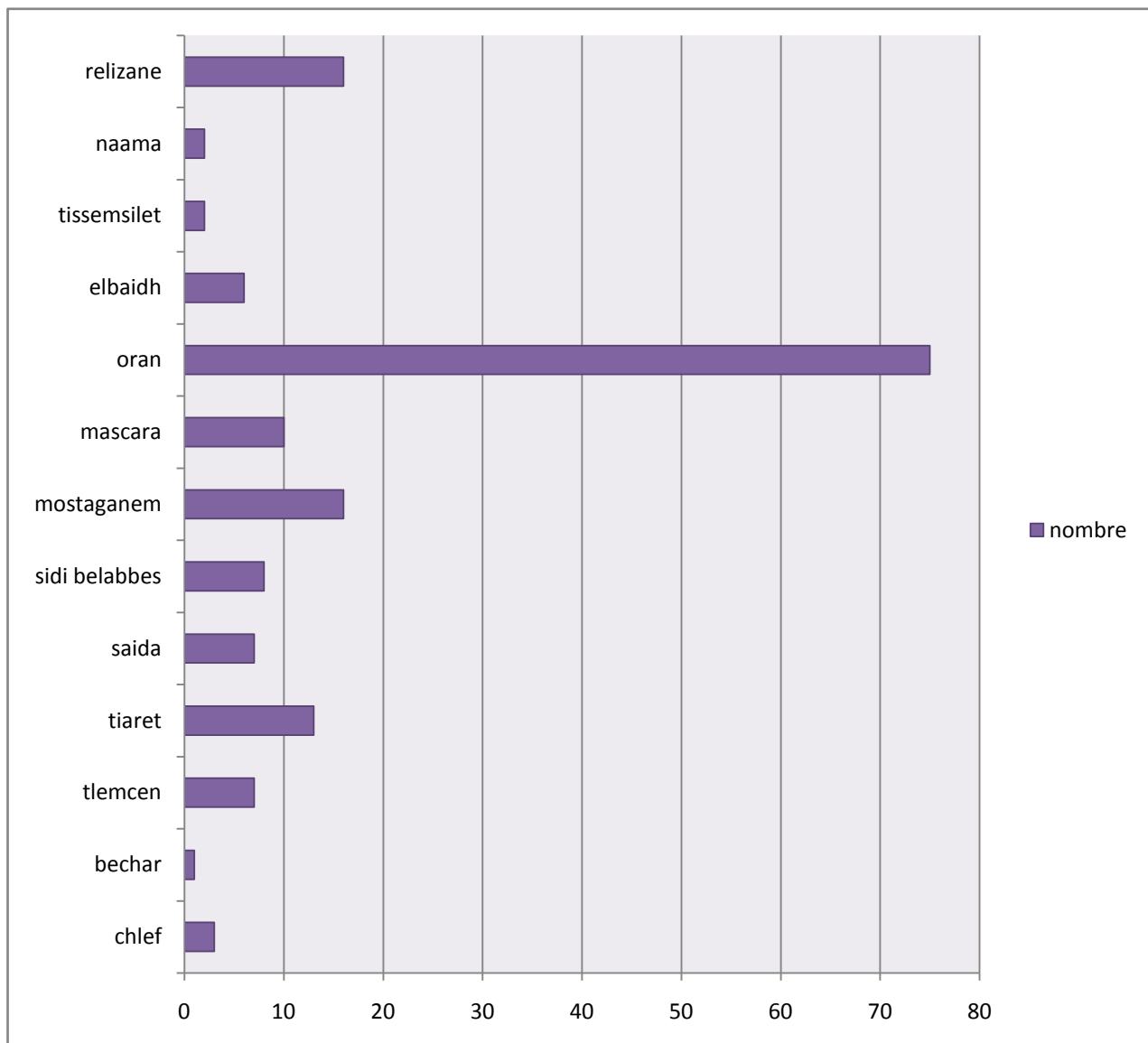


fig. 89: provenance des patients

E. Scolarité

Les patients non scolarisés représentaient 47.6% de notre série, 23,5% des patients étaient scolarisés à l'école primaire et 27.7% provenaient de l'école moyenne le plus souvent par le biais de l'orientation médicale des Unités de Dépistage et de Soins scolaires des écoles (UDS) ; (fig. 90).

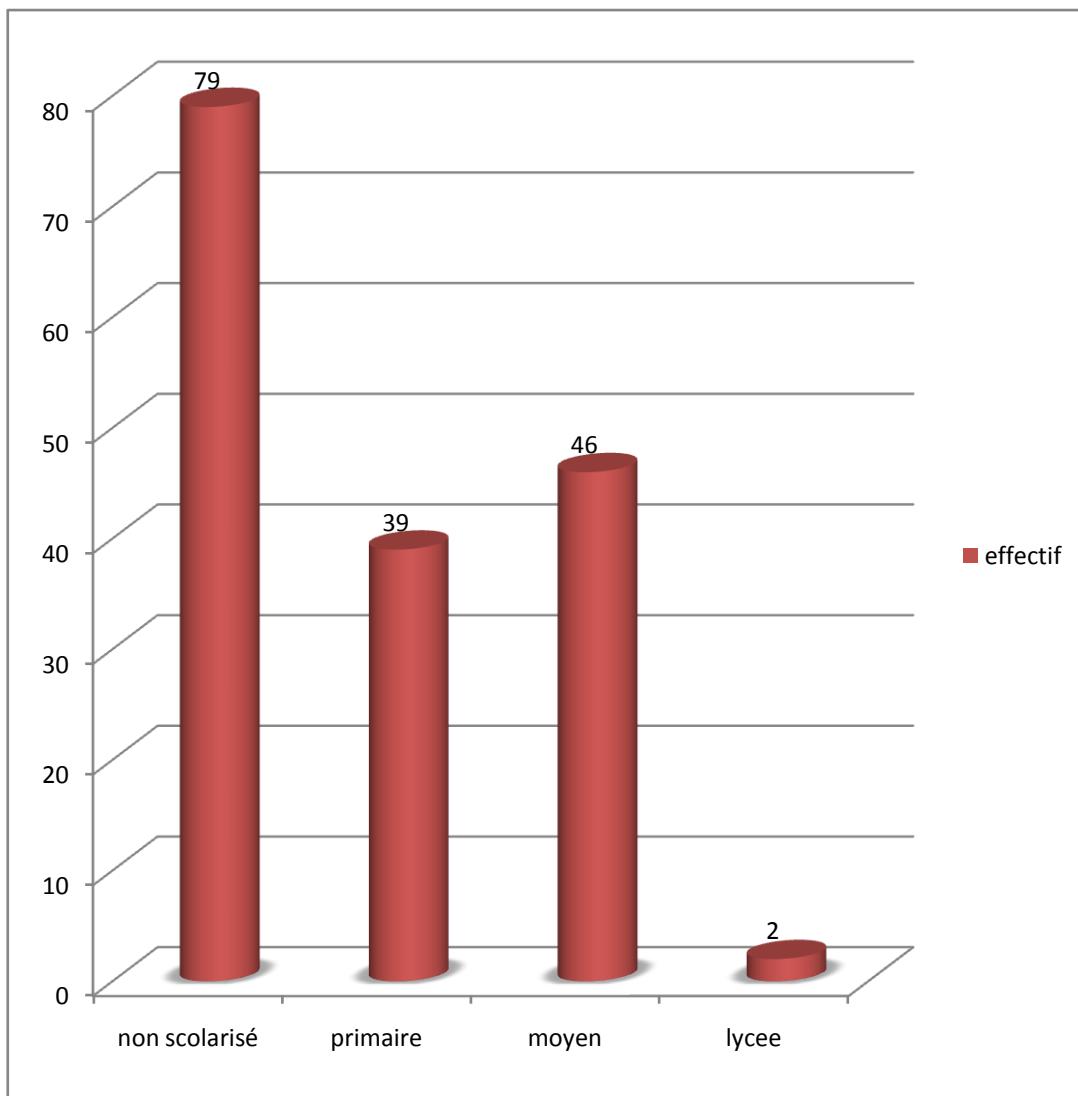


fig. 90: répartition des enfants en fonction de la scolarité

F. Nombre de fratrie

Nous avons analysé le nombre de fratrie des patients présentant des scolioses, plus 65% des patients avaient plus d'un frère ou sœur (*fig. 91*), avec une moyenne de 2.73 ± 1.25 , une médiane à 3 et des valeurs extrêmes entre 0 et 6. Plus de 50% des patients présentant une scoliose malformatrice avaient un ou deux frères au moment du diagnostic (**Tableau 6**).

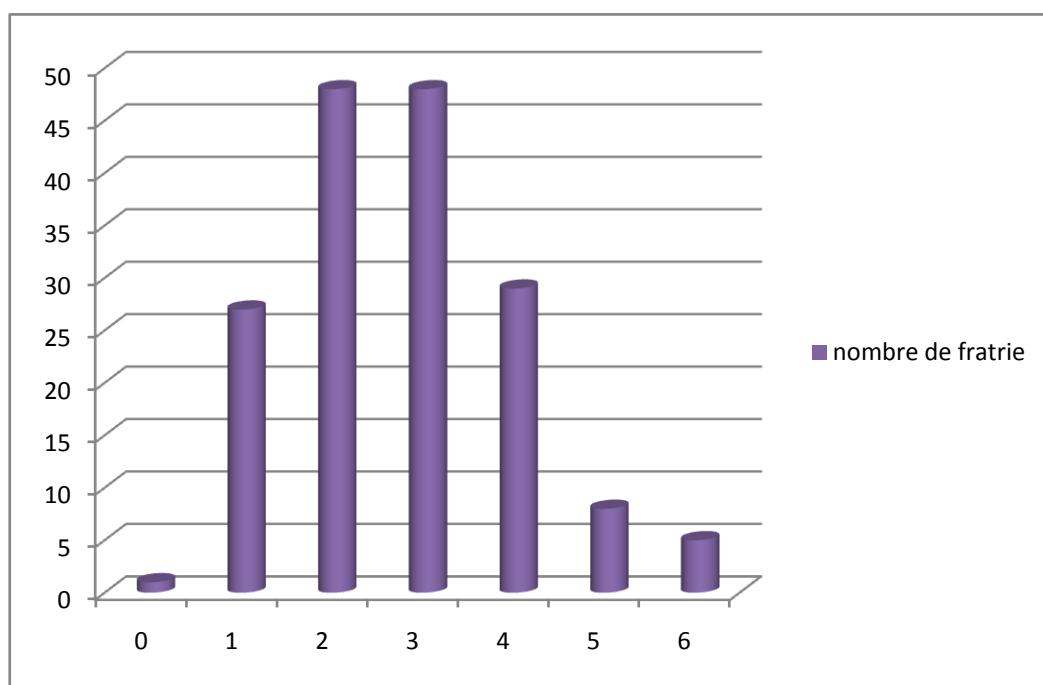


fig. 91: nombre de la fratrie des patients de notre série

	étiologies						p
	idiopathique	malformatrice	Neuromuscul.	syndromique	tumorale		
nombre de fratrie	0	0	1	0	0	0	<0.022
	1	3	23	0	0	1	
	2	3	39	3	2	1	
	3	16	22	3	6	0	
	4	11	17	0	0	0	
	5	1	7	0	0	0	
	6	1	3	1	0	0	

Tableau 6: répartition du nombre de fratrie selon les étiologies des scolioses

G. Antécédents personnels et familiaux

Nous avons relevé des antécédents pathologiques chez 18.7% des patients étudiés, parfois se confondant avec l'étiologie de la scoliose secondaire tel que des réanimations néonatales (5.4%) et des souffrances néonatales, méningites, syndrome de Marfan ou convulsion hyperthermique. Les antécédents familiaux de scoliose n'étaient retrouvés que dans deux cas comme illustré sur le tableau qui suit :

	nombre	Pourcentage
Aucun antécédent	135	81,3
convulsion hyperthermique	1	0,6
tumeur médiastinale	1	0,6
gémellarité	1	0,6
maladie cœliaque	1	0,6
Hyper tension artérielle	1	0,6
Syndrome de Noonan	1	0,6
antécédent familial de scoliose	2	1,2
méningite	1	0,6
syndrome de Marfan	1	0,6
spina bifida	6	3,6
réanimation néonatal	9	5,4
muccopolysacaridose	1	0,6
appendicite	2	1,2
albinisme	1	0,6
végétation	2	1,2
Total	166	100

Tableau 7: les antécédents retrouvés lors du diagnostic des scolioses

La consanguinité a été retrouvée dans un cas sur dix sur l'ensemble des scolioses (10.8%). L'étude de deux groupes de scolioses, malformatives et non malformatives, par rapport à la présence ou non d'une notion de consanguinité a révélé que cette dernière n'apparaît pas comme facteur de risque de survenue d'une malformation vertébrale avec un *Odds ratio* = 1.287 et un intervalle de confiance entre 0.434 et 3.815 (**Tableau 8**).

		scolioses		Total	<i>Odds-ratio</i> $IC_{95\%}$
		malformatrice			
consanguinité	absente	99	49	148	
	présente	13	5	18	1.287
Total		112	54	166	

Tableau 8: comparaison de deux groupes de scolioses malformatrice/non malformatrice par rapport à la consanguinité

2. PRESENTATION CLINIQUE

A. Motifs de consultation

La constatation d'une gibbosité était le motif de consultation le plus fréquent à 77% ; néanmoins les déformations thoraciques constituaient 17% des circonstances de découverte (*fig. 92*) ; il s'agissait souvent d'une protrusion d'un hémithorax ou d'une dépression sur la paroi thoracique en rapport avec une pathologie costale malformatrice (*fig. 93*).

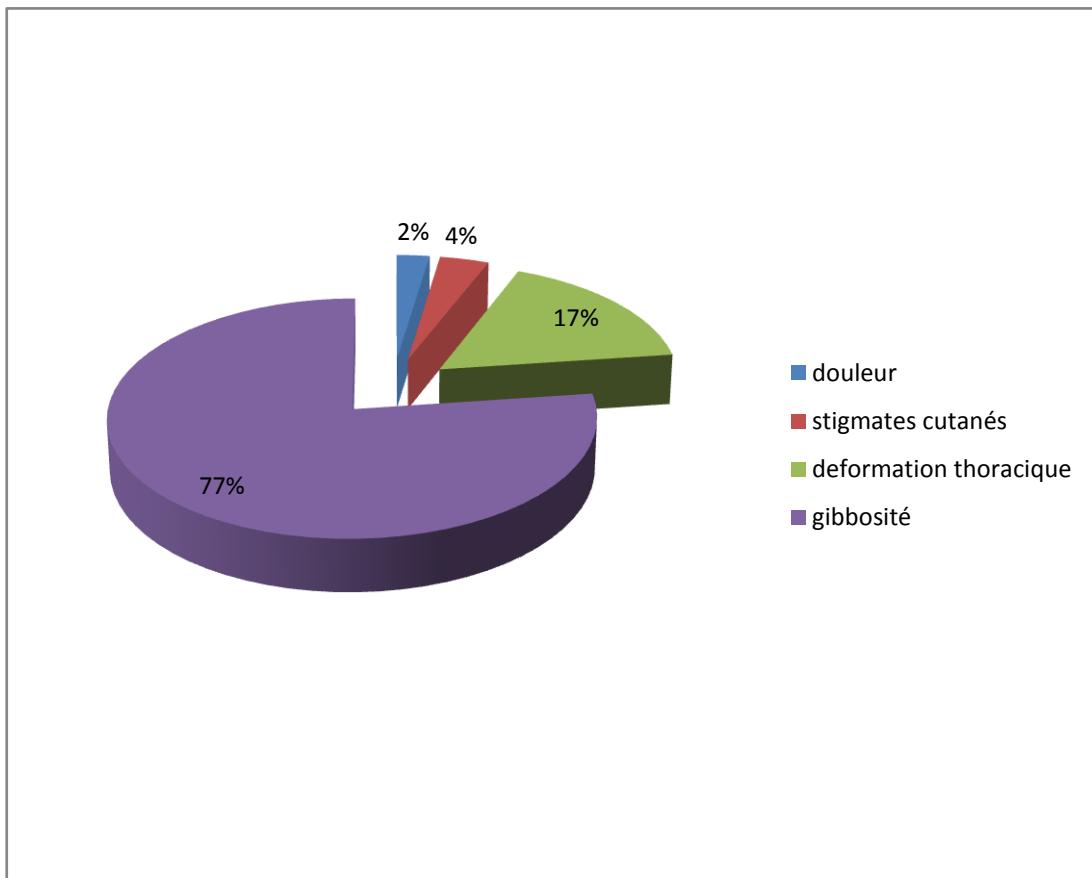


fig. 92: fréquences des motifs de consultation pour une scoliose.

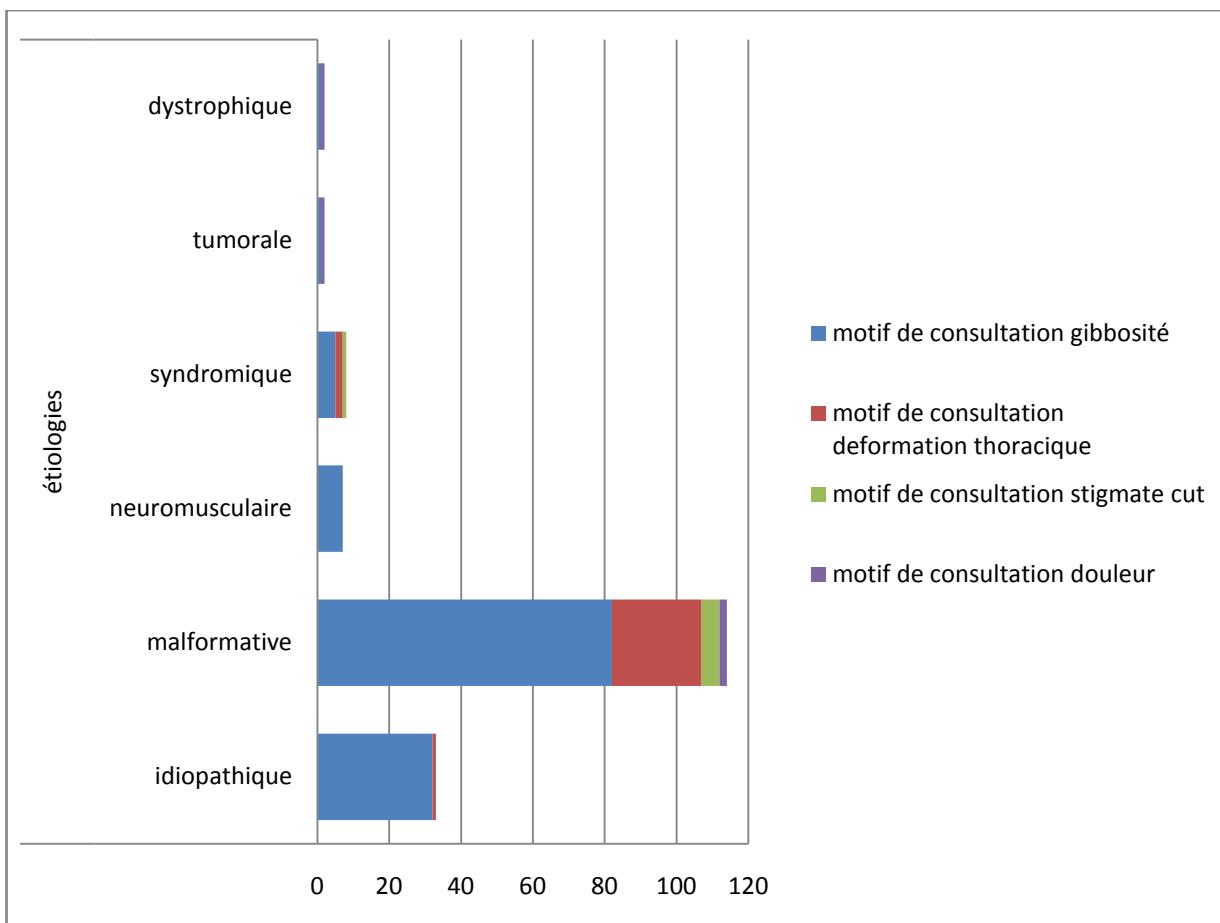


fig. 93: répartition des circonstances de découverte selon les étiologies

B. Coté de la gibbosité

Le coté de la gibbosité détermine le sens de la rotation vertébrale, il était influencé par l'étiologie ; en effet, la gibbosité était droite dans les deux tiers des scolioses idiopathiques (SI), sans différence de côté dans les scolioses malformatives (SM) et latéralisée à gauche dans les scolioses neuromusculaires. (fig. 94). Nous avons noté une grande variabilité du côté selon l'âge dans les SI ; gauche dans la petite enfance et plutôt droite dans les SI juvéniles II, III et celles de l'adolescent (fig. 95).

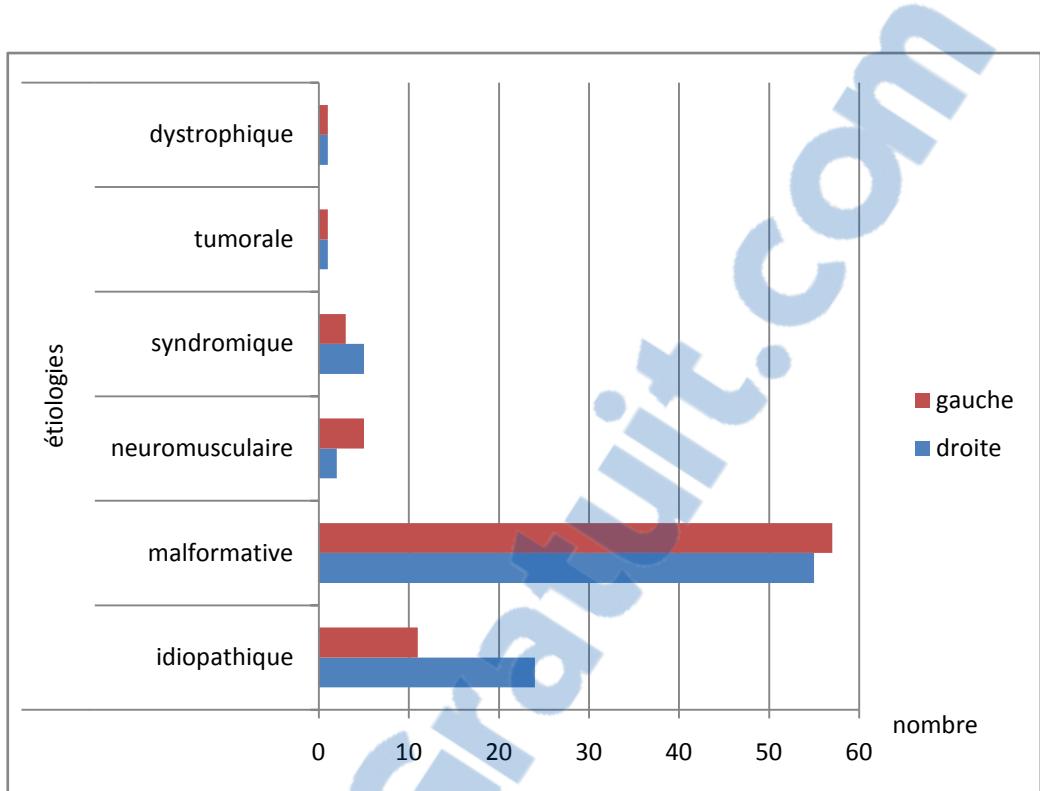


fig. 94: répartition du coté de la gibbosité selon les étiologies de scoliose

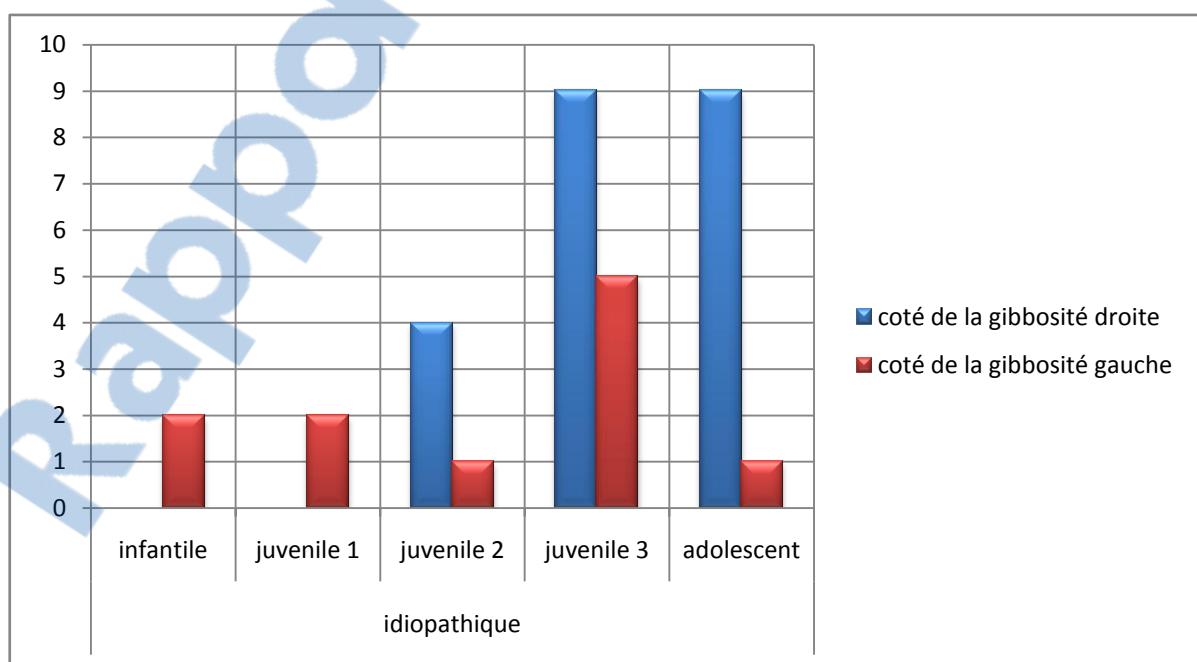


fig. 95: coté de la gibbosité dans les scolioses idiopathiques selon l'âge.

C. Siège de la gibbosité

La localisation thoracique de la gibbosité était de 64% et de 20% pour la localisation lombaire. Les charnières cervico thoraciques et thoraco lombaire semblaient moins affectées (*fig. 96*).

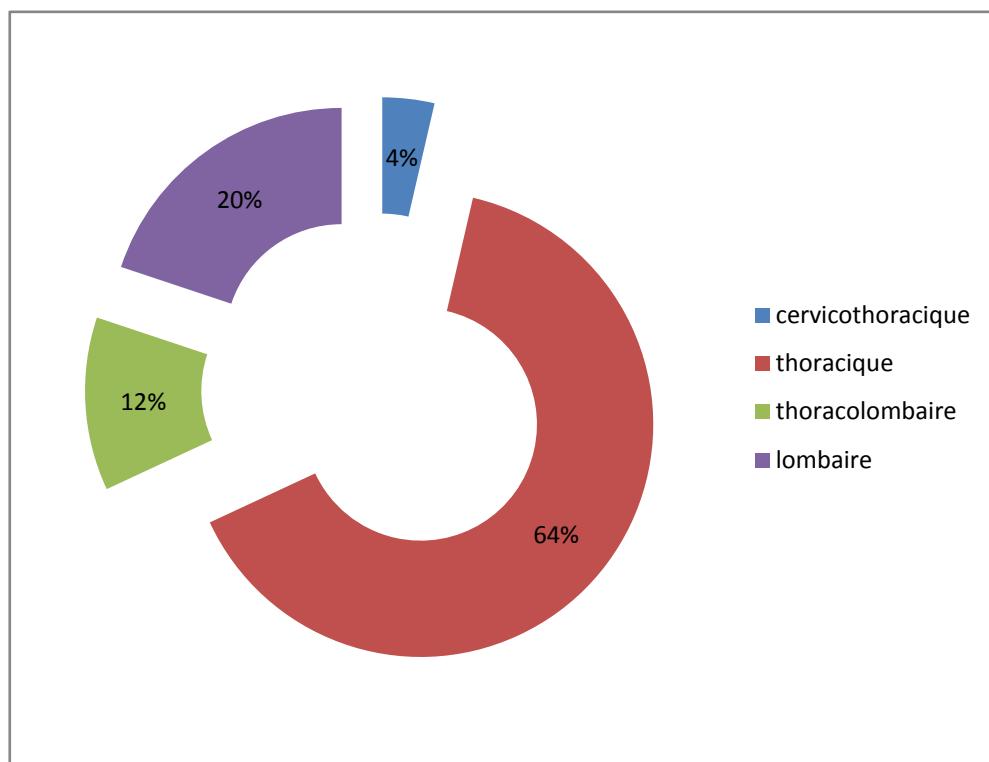


fig. 96: fréquences des localisations de la gibbosité

D. Flèche de la gibbosité

La flèche de la gibbosité était mesurée en centimètres avec une moyenne de 2.2 ± 1.2 cm et des extrêmes de 0.3 à 5.3 cm en thoracique, et une moyenne de 1.5 ± 0.8 cm et des extrêmes de 0.3 à 3 cm en thoracolombaire. Cette moyenne diminue sensiblement sur la localisation lombaire à 1.2 ± 0.7 cm et une plage de 0.3 à 2.8 cm illustrée sur la boîte à moustaches (*fig. 97*).

La comparaison des moyennes de la flèche de la gibbosité des localisations thoracique et lombaire a retrouvé une différence significative au test ANOVA 1F($p < 0.0001$) (**Tableau 9**)

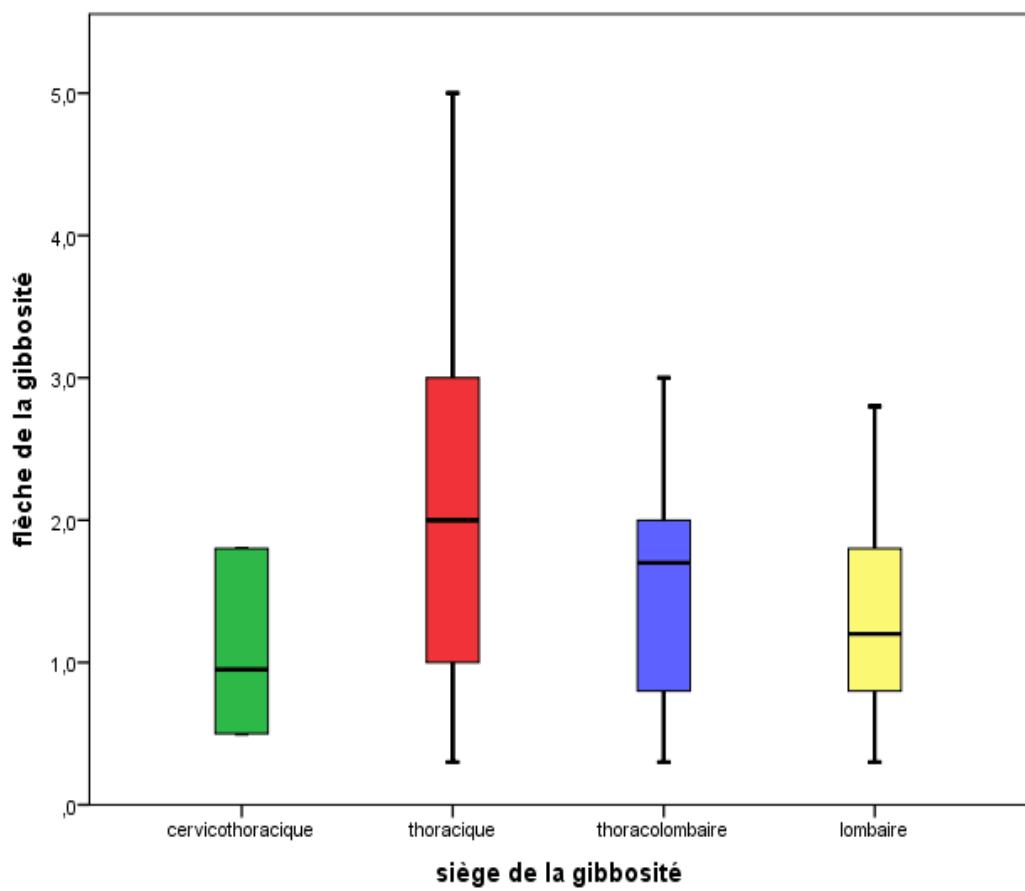


fig. 97: boite à moustache des flèches de la gibbosité en fonction du son siège

siège de la gibbosité	Moyenne ± Ecart-Type _{95%}	médiane	extrêmes	Valeur p
Cervico thoracique	1.1 ± 0.7	1	0.5 – 1.8	
thoracique	2.2 ± 1.2	2	0.3 - 5	ANOVA 1F
thoracolumbaire	1.5 ± 0.8	1.7	0.3 - 3	P < 0.0001
lombaire	1.2 ± 0.7	1.2	0.3 - 2.8	

Tableau 9: comparaison des moyennes des flèches des gibbosités en fonction du siège



E. Ménarches

L'apparition des premières règles a été analysée chez les filles de plus de dix ans toutes étiologies confondues qui étaient au nombre de 44. La moitié de ces filles n'avaient pas encore leurs ménarches au moment du diagnostic.

F. Stigmates cutanés

Les stigmates cutanés de dysraphisme rachidien étaient présents dans 17.5% des scolioses malformatives, la comparaison de deux groupes de scolioses malformatives et non malformatives par rapport à la présence ou non de stigmates cutanés avait objectivé une liaison significative avec un *Odds ratio* OR=11.522 (nettement supérieur à 1) à un IC_{95%} entre 1.503 et 88.309.

3. ETIOLOGIES DE LA SCOLIOSE

A. Répartition des scolioses selon les étiologies

La répartition des scolioses selon les étiologies a objectivé une prédominance des scolioses malformatives (SM) à 69% et 20% pour les scolioses idiopathiques (SI). Le reste des étiologies était réparti en 5% et 4% pour les syndromiques et les neuromusculaires respectivement (*fig. 98*).

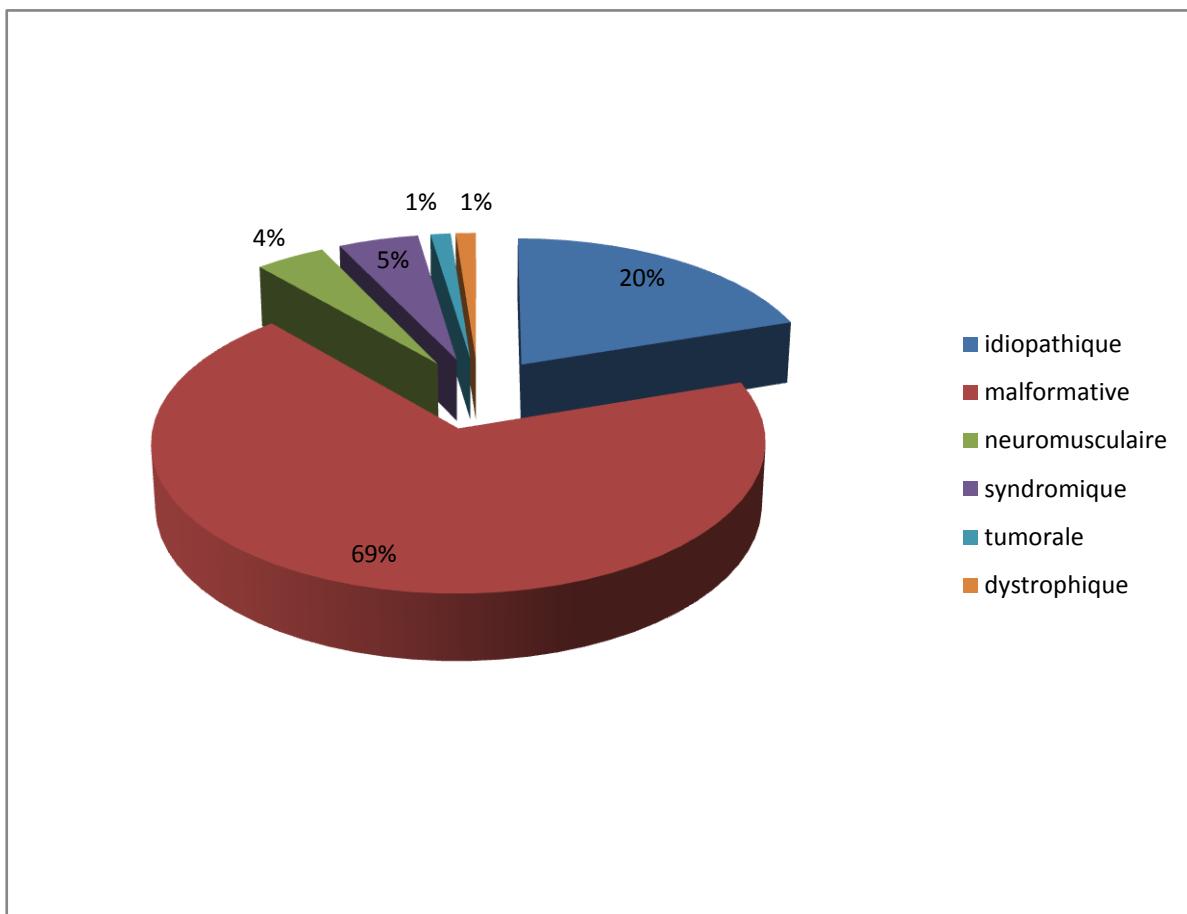


fig. 98: fréquences des différentes étiologies de scolioses

Les scolioses idiopathiques (SI) étaient divisées en strates selon l'âge (

fig. 99), les taux se présentaient comme suit : les SI infantiles (6%), les SI juvéniles I (6%), SI juvéniles II (15%), les SI juvéniles III (43%) et celles de l'adolescent (30%).

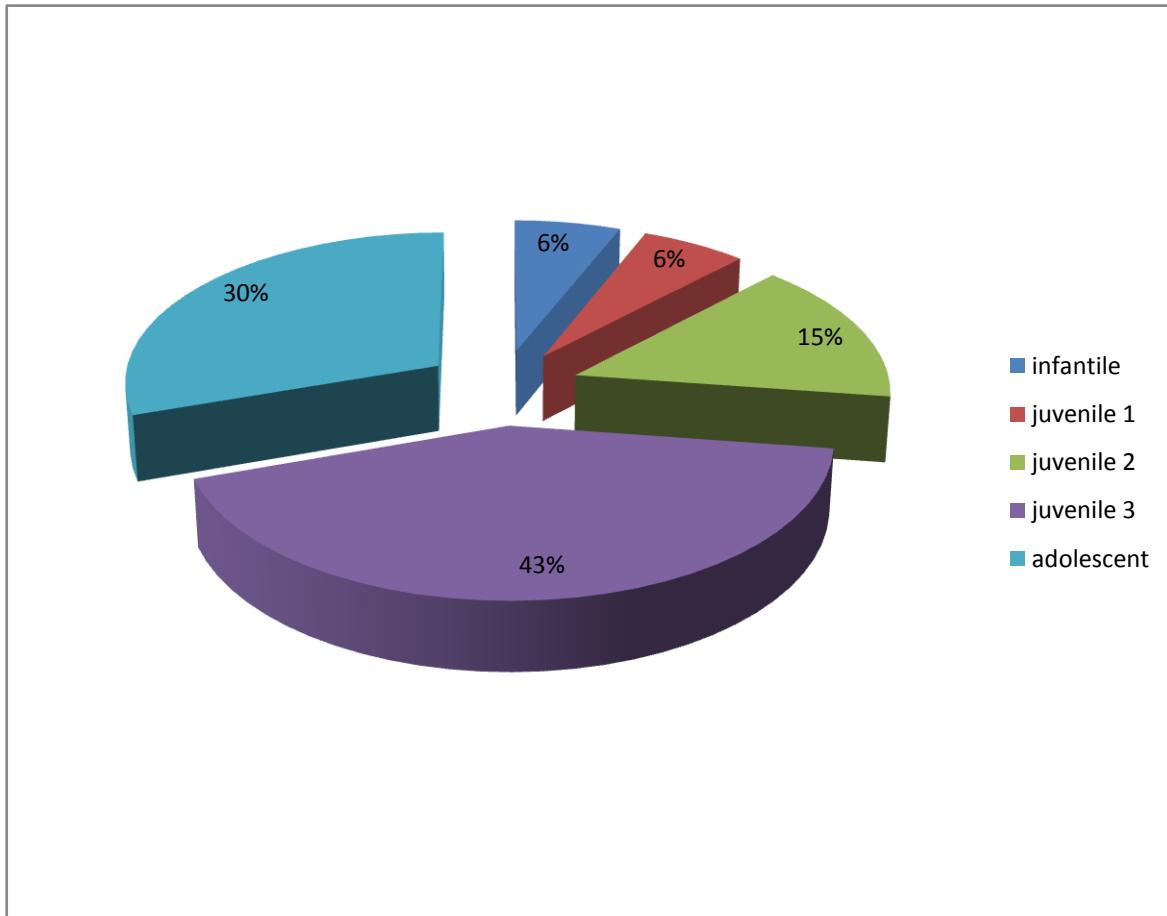


fig. 99: fréquences des différents types des scolioses idiopathiques observées

L'âge de diagnostic des scolioses varie aussi en fonction des étiologies telles illustrées sur le tableau qui suit :

étiologies	Moyenne d'âge ± écart-type (ans)	médiane	extrêmes	p
idiopathique	11.2 ± 3.4	12	0.3 – 15	
malformatrice	4.6 ± 4.0	2.9	0.1 – 15	
neuromusculaire	7.9 ± 3.1	6.8	5.2 – 13.3	ANOVA 1F F=18.258
Syndromique	8 ± 5.0	9.1	0 – 13.0	P<0.0001
tumorale	11 ± 3.6	11	8.5 – 13.6	
dystrophique	14.3 ± 0.4	14.3	14 – 14.5	

Tableau 10: comparaison des âges moyens de diagnostic des scolioses

Plus des deux tiers des scolioses malformatives étaient diagnostiqués avant l'entrée à l'école ; pour les scolioses idiopathiques, 17.1% et 68.6% des cas aux classes primaires et moyennes respectivement.

B. Les malformations associées aux scolioses congénitales

Les scolioses malformatives étaient associées à des malformations d'autres organes dans 69.3%, les anomalies costales ont été les plus observées à 44.7% de l'ensemble des malformations ; suivies des malformations rénales et de l'arbre urinaire à hauteur de 14.2% puis les malformations cardiaques à 9.8% (*fig. 100*). D'autres anomalies intrathécales ou de formation de l'arc postérieur ont été notées telle que la diastématomyélie (13.4%), le spina bifida (25.9%), la syringomyélie (8.9%). Toutes ses malformations étaient soit isolées soit associées entre elles.

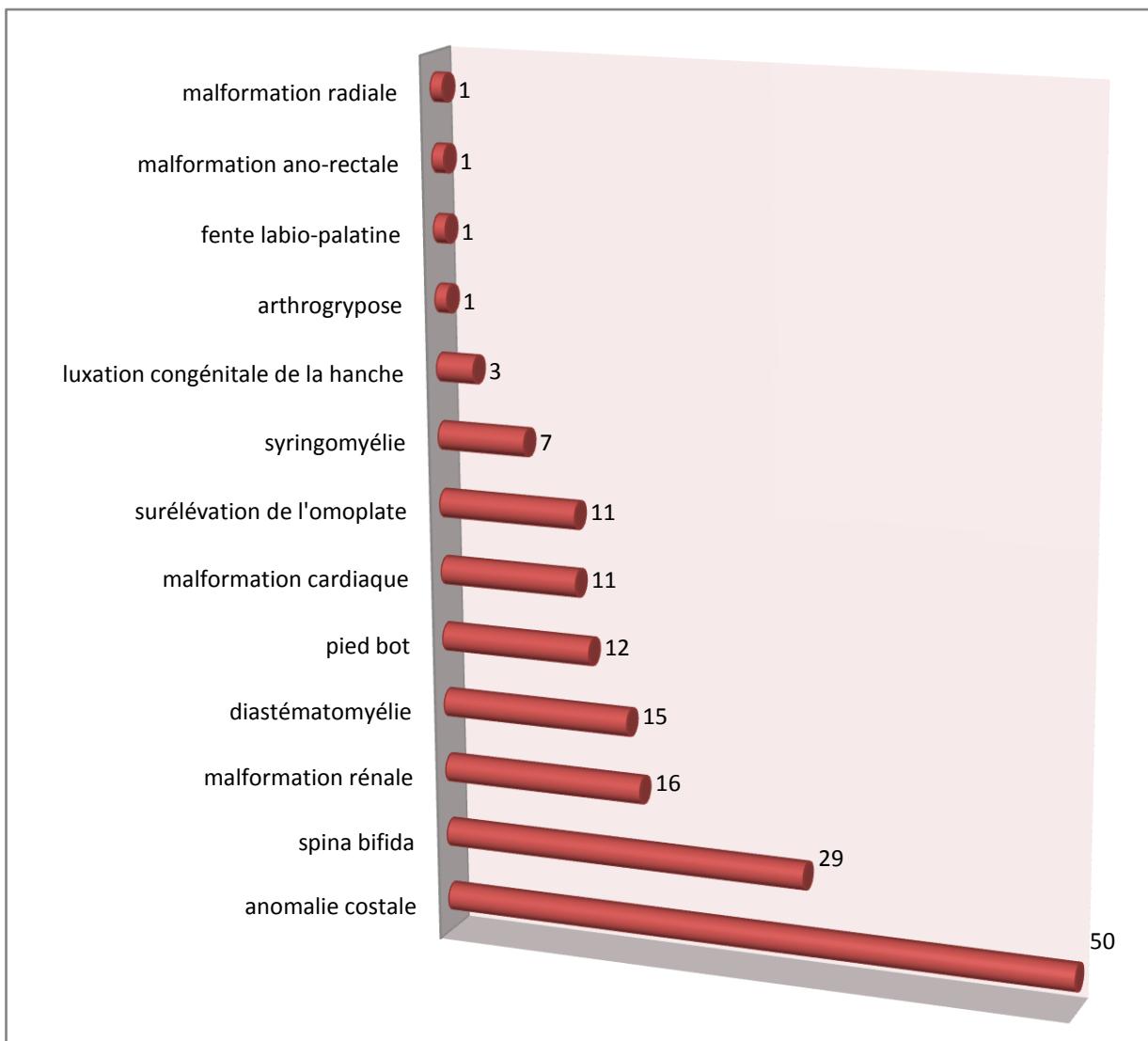


fig. 100: répartition des malformations associées aux scolioses malformatives

C. Types d'anomalies vertébrales dans les scolioses malformatives

Les anomalies vertébrales en causes des scolioses malformatives observées étaient représentées par les hémivertèbres (HV) dans 41.1% et par les barres inter pédiculaires (BIP) dans 3.6% isolément. L'association HV et BIP controlatérale était constatée dans 24% des cas (fig. 101).

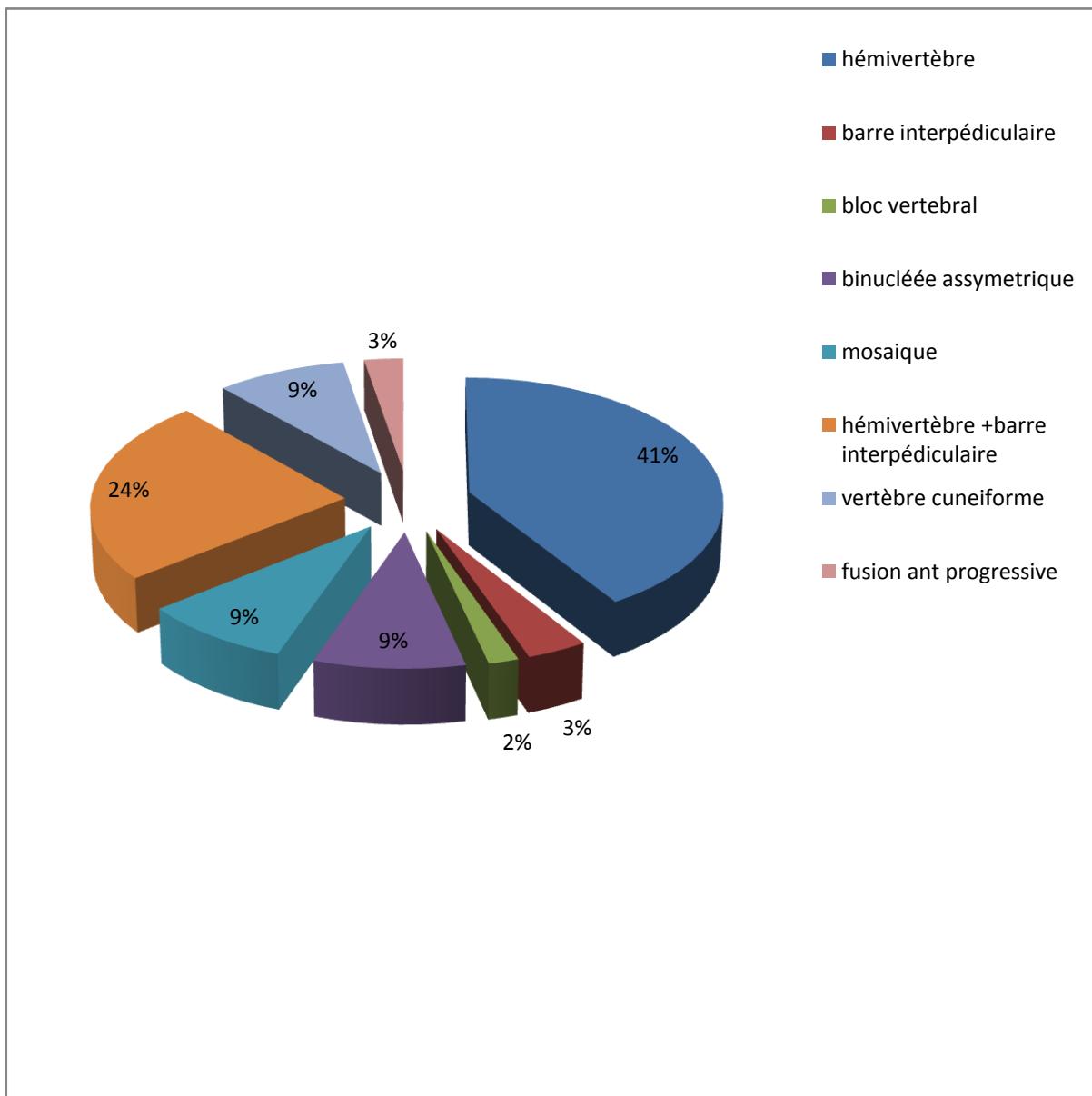


fig. 101: répartition des anomalies vertébrales observées dans les scolioses malformatives

Les hémivertèbres étaient les plus fréquentes des anomalies scoliogènes surtout en thoracique et en lombaire. L'association HV et BIP controlatérale siège préférentiellement en thoracique (**Tableau 11**).

	siège de l'anomalie vertébrale				Total
	cervico-thoracique	thoracique	thoraco-lombaire	lombaire	
HV + BIP	1	21	4	1	27
HV	3	20	8	15	46
V cunéiforme		9	1	1	11
mosaïque	1	7	1	2	11
V binucléée asymétrique		7	1	4	12
BIP		4			4
bloc vertébral		2			2
fusion antérieure progressive			1	2	3
Total	5	70	16	25	116

V=vertèbre, HV=hémivertèbre, BIP= barre inter pédiculaire

Tableau 11: localisation des anomalies vertébrales dans les scolioses malformatives

4. PRESENTATION RADIOLOGIQUE

A. Localisation des vertèbres sommet

L'analyse radiologique s'est intéressée à la localisation des vertèbres sommet (VS), les vertèbres limites supérieures (VLS) et les vertèbres limites inférieures (VLI), afin de mesurer l'angle de Cobb. La VS se situe en thoracique dans plus des deux tiers des scolioses idiopathiques, et dans la moitié des scolioses malformatives. Toutes les scolioses neuromusculaires et syndromiques étaient thoraciques (*fig. 102*).

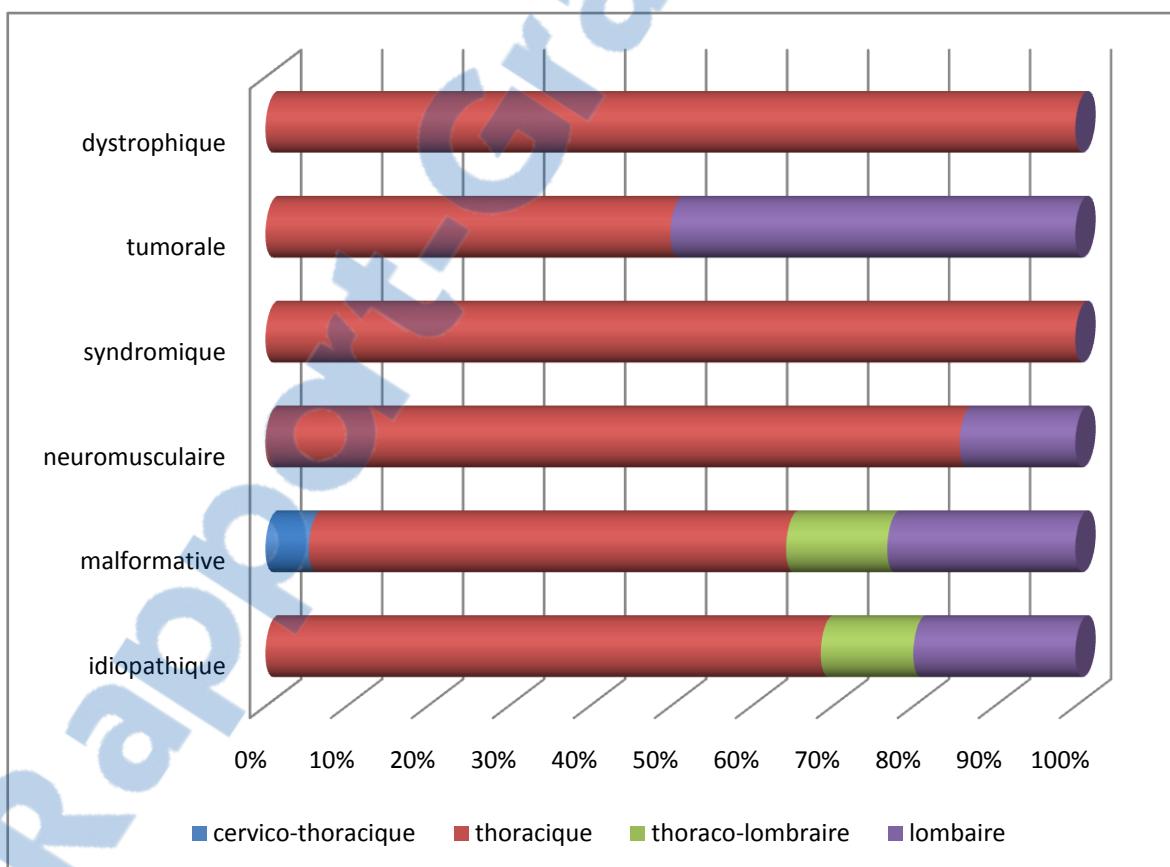


fig. 102: localisation de la vertèbre sommet en fonction des étiologies des scolioses

B. L'angle de Cobb-Lippmann

1. L'angle de Cobb initial

La moyenne de l'angle de Cobb au diagnostic était de $34.34 \pm 16.03^\circ$ avec des extrêmes de 10 à 90° . Ces angles de Cobb extrêmes (90°) étaient attribués dans la majorité des cas aux étiologies malformatives et neuromusculaires. La médiane est très proche de la moyenne signifiant que notre série est homogène (**Tableau 12**).

étiologies	Moyenne \pm ET _{95%} (°)	médiane	Valeurs extrêmes	Valeur p
idiopathique	36 ± 12	35	12 - 55	
malformatrice	33 ± 16	30	10 - 90	
Neuromusculaire	48 ± 19	45	20 - 69	
syndromique	41 ± 18	42	19 - 72	< 0.0001
tumorale	41 ± 27	41	22 - 60	
dystrophique	19 ± 13	19	10 - 28	
total	$34,34 \pm 16,03$	32,50	10 - 90	

Tableau 12: moyennes des angles de Cobb initiaux mesurés pour les différentes étiologies.

La stratification des scolioses observées en fonction de l'angle de Cobb entre 30° et 50° a objectivé que 42.8% des déformations rachidiennes avaient un angle de Cobb inférieur à 30° et 39.1% avaient un angle entre 30° et 50° . Le reste des déviations (18.1%) était au-dessus de 50° .

2. L'angle de Cobb final à la sortie de l'étude

A la fin de l'étude, l'angle de Cobb, aux mêmes repères radiologiques utilisés pour la mesure de l'angle initial, a été relevé et la moyenne a été calculée ainsi que les écart-types (**Tableau 13**).

étiologies	Moyenne ± ET _{95%} (°)	médiane	Valeurs extrêmes	p
idiopathique	28 ± 11	27	9 - 50	
malformatrice	35 ± 18	33	4 - 92	
Neuromusculaire	40 ± 21	38	9 - 68	
syndromique	40 ± 21	37	19 - 86	<0.0001
tumorale	14 ± 12	14	5 - 22	
dystrophique	9 ± 6	9	5 - 13	
total	33,07 ± 17.14	32	4 - 92	

Tableau 13 : moyennes des angles de Cobb finaux mesurés pour les différentes étiologies.

La comparaison des moyennes des angles de Cobb initiaux et finaux par le test de Student pour échantillons appariés a révélé une différence statistiquement significative avec une valeur de p<0.002 (t=3.154, IC_{95%} entre 1.081 et 4.699).

C. L'équilibre sagittal

1. L'équilibre sagittal selon l'étiologie de scoliose

L'étude s'est intéressée à l'analyse globale du profil, en effet elle a conclue que la scoliose pouvait être associée à une cyphose dans 40.4% des cas et une lordose dans 30.1% des cas. L'équilibre sagittal était respecté dans 29.5%. Une tendance à la cyphose a été observée (fig. 103).pour les scolioses malformatives à hauteur de 44.6%(test Khi-deux, p<0.051)

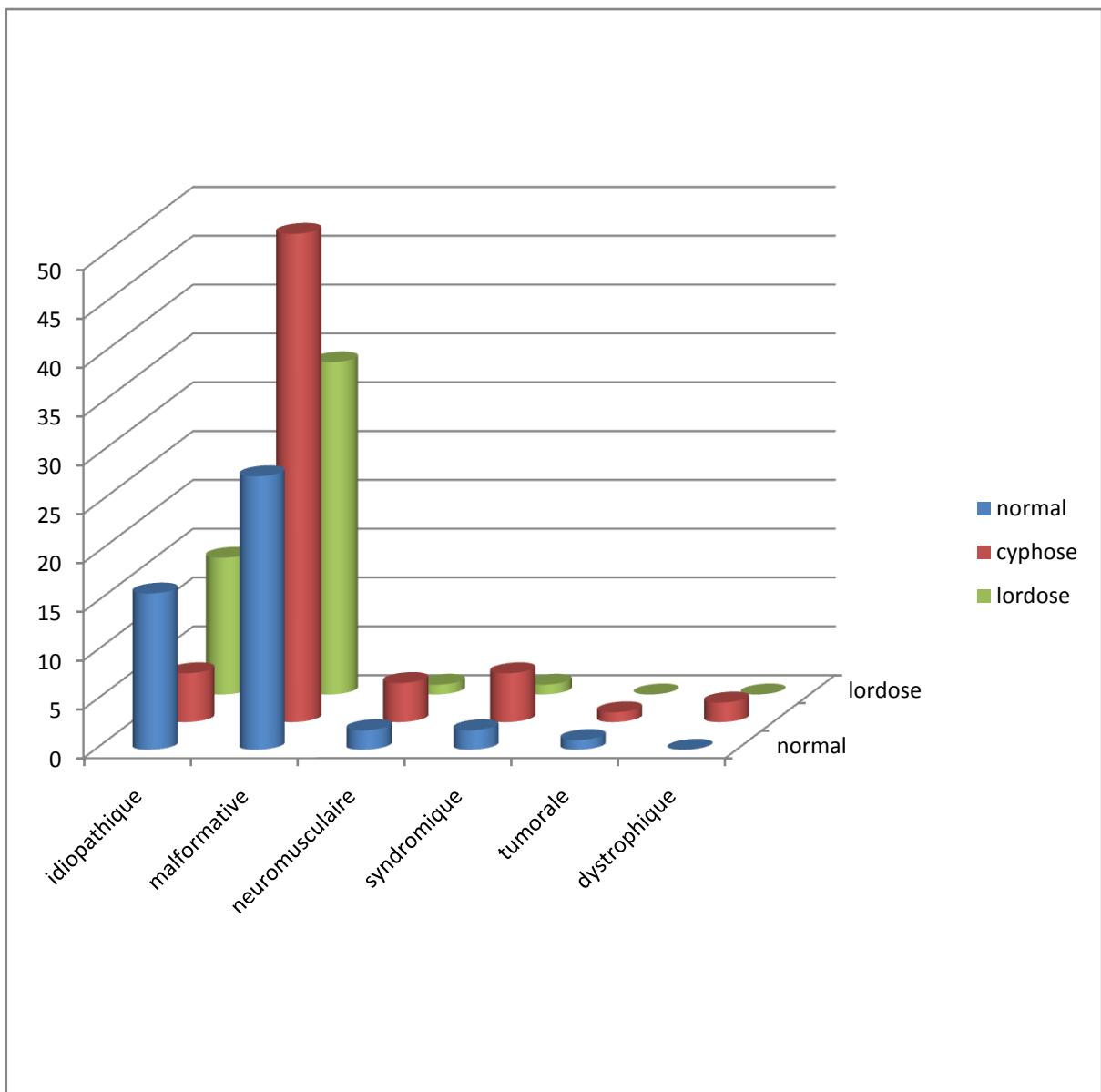


fig. 103: analyse de l'équilibre sagittal en fonction des étiologies.

2. L'équilibre sagittal dans les scolioses malformatives selon le type de la malformation vertébrale

Le profil des scolioses malformatives varie en fonction des anomalies vertébrales, en effet 61% des hémivertèbres étaient hyper-cyphosantes et la totalité des barres inter pédiculaires étaient hyper-lordosantes (fig. 104). Il existe une liaison très significative entre l'équilibre sagittal et le type de malformation vertébrale au test de Khi-deux avec $p<0,0001$.

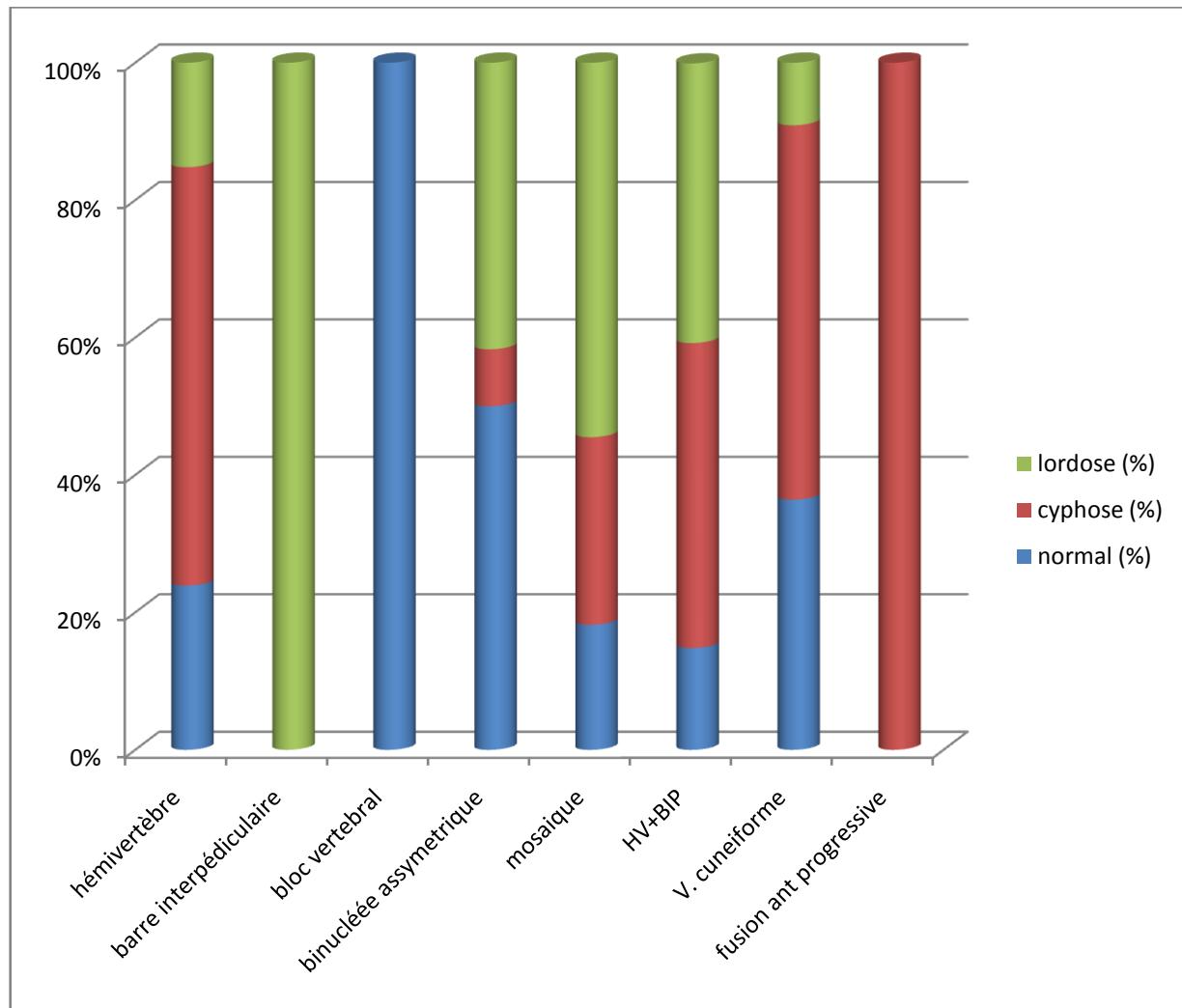


fig. 104: évaluation de l'équilibre sagittal en fonction de l'anomalie vertébrale dans les scolioses malformatives

D. Test de Risser

Le test de Risser a évalué la maturation osseuse rachidienne par une radiographie du bassin de face chez les sujets de plus de 10 ans et a noté un retard d'apparition du noyau d'ossification de l'os iliaque de 6 à 12 mois chez les garçons par rapport aux filles au même stade de Risser (**Tableau 14**).

test de Risser						
sex	Risser 0	Risser 1	Risser 2	Risser 3	Risser 4	Risser 5
âge garçon (ans)	12,5 ± 0,9	-	14,0 ± 0,8	-	13,6 ± 0,0	-
âge fille (ans)	11,5 ± 1,1	12,2 ± 0,7	12,5 ± 0,9	13,4 ± 1,5	14,0 ± 1,0	-

Tableau 14: moyennes d'âge dans les deux sexes en fonction du test de Risser

5. RETENTISSEMENT RESPIRATOIRE

Le retentissement respiratoire a été analysé par l'exploration de la fonction respiratoire (EFR), on a noté l'existence d'un syndrome restrictif dans 10 cas de scolioses dont l'angle de Cobb était supérieur à 50°, et elle était normale chez 15 enfants ayant une scoliose dont l'angle de Cobb était entre 30° et 50°.

EFR	Angle de Cobb			P
	< 30°	30-50°	> 50°	
normale	8	15	2	
Syndrome restrictif	0	5	10	< 0.0001

Tableau 15: distribution de l'exploration de la fonction respiratoire selon l'angle de Cobb

6. TRAITEMENTS

A. Evaluation de la correction globale

L'évolution des scolioses a été évaluée par la mesure de la différence entre l'angle de Cobb à la fin de l'étude et l'angle de Cobb initial. Les résultats ont été estimés bons dans 82.9% (stabilisation (25%), correction (57.9%)) et mauvais dans 17.1% (aggravation) avec deux perdus de vue (*fig. 105*).

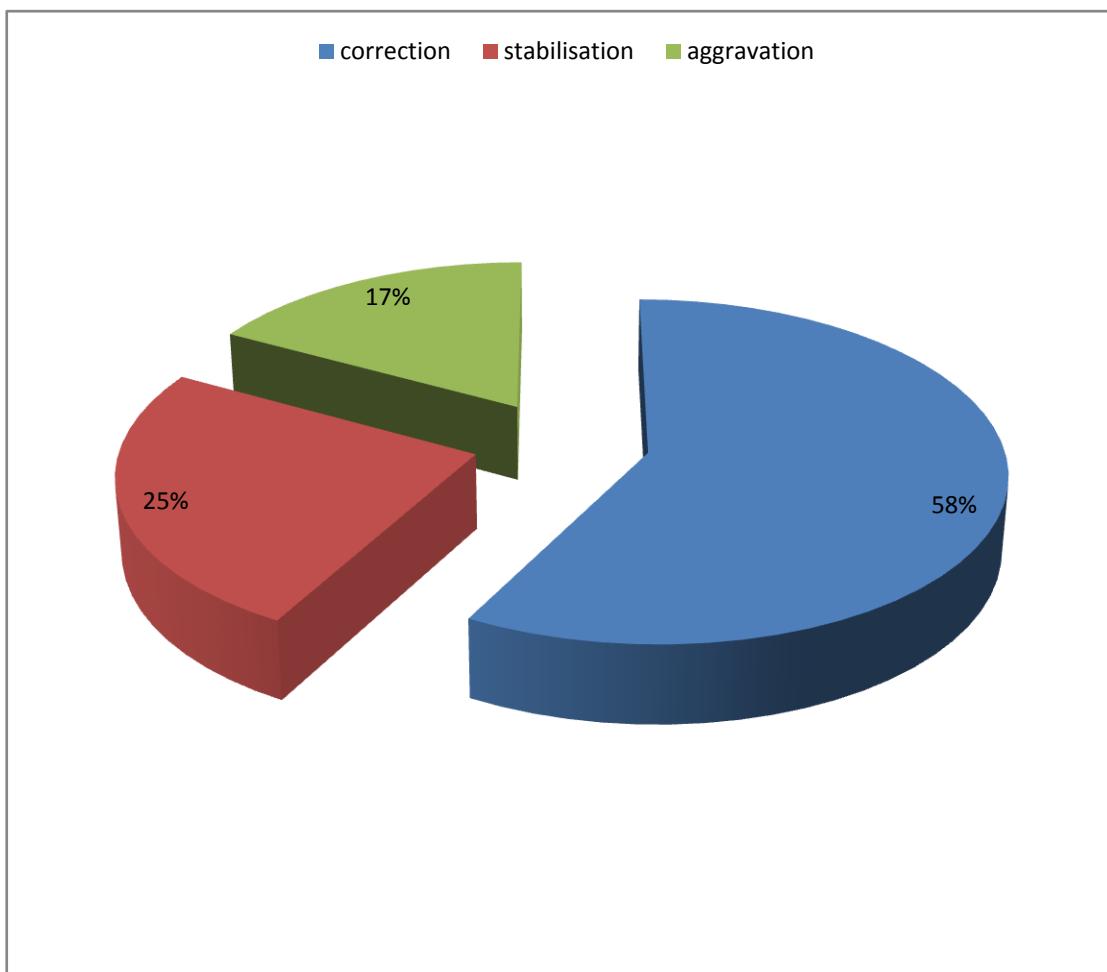


fig. 105: évolution des scolioses en fonction de la correction obtenue

B. Correction en fonction du type de traitement

L'étude a comparé les moyennes de correction des angles de Cobb des traitements orthopédiques et chirurgicaux ; elles étaient comme suit : $-1.03 \pm 11.05^\circ$ avec une médiane à 0 pour les traitements conservateurs et $-12.82 \pm 15.02^\circ$ et une médiane de -8° pour la chirurgie (**Tableau 16**).

	Différence angle de Cobb(°)	Moyenne ± ET_{95%}	Médiane	Minimum	Maximum
type de traitement	surveillance	$0,86 \pm 3.95$	0,50	-11,00	8,00
	traitement orthopédique	$-1,03 \pm 11.05$	0,00	-33,00	26,00
	traitement chirurgical	$-12,82 \pm 15.02$	-8,00	-50,00	14,00

Tableau 16: moyennes de correction de l'angle de Cobb des scolioses en fonction des traitements orthopédiques ou chirurgicaux

La moyenne de correction du traitement orthopédique par EDF et corset était de $-5.60 \pm 9.94^\circ$ pour un total de 44 patients, et la moyenne de correction de l'instrumentation sans greffe (chirurgie mini-invasive) était de $-22.79 \pm 15.85^\circ$ avec des extrêmes de -50° à 10° (**Tableau 17**). Le traitement par corset de Milwaukee était instauré chez 53 patients contre 16 enfants pour le corset de Cheneau (CTM) et 25 pour le corset lyonnais.

	Correction angle de Cobb (°)	Moyenne \pm IC _{95%}	Médiane	Minimum	Maximum	nombre
traitement	surveillance	0,86 \pm 3.95	0,5	-11	8	44
	EDF+corset	-5,60 \pm 9.94	-6	-33	14	40
	corset	2,93 \pm 10.50	2,5	-22	26	46
	épiphasiodèse convexe	-4,24 \pm 8.96	-7	-24	8	17
	Instrumentation sans greffe	-22,79 \pm 15.86	-27	-50	14	14
	arthrodèse	-16,00 \pm 1.41	-16	-17	-15	2

Tableau 17:moyennes de corrections de l'angle de Cobb des différents traitements appliqués

La comparaison des moyennes des corrections obtenues pour chaque type de traitement au test ANOVA 1F a mis en évidence l'existence d'une différence statistiquement significative avec une valeur de P<0.0001.

La répartition des résultats des corrections obtenues à la fin de l'étude, en bons et agravation, en fonction des types de traitements appliquées (*fig. 106*) : abstention, procédés orthopédiques et interventions chirurgicales a objectivé des taux considérés comme bon dans 86.4%, 87.9% et 79.1% respectivement avec une valeur de P=0.400 (NS) au test de Khi-deux.

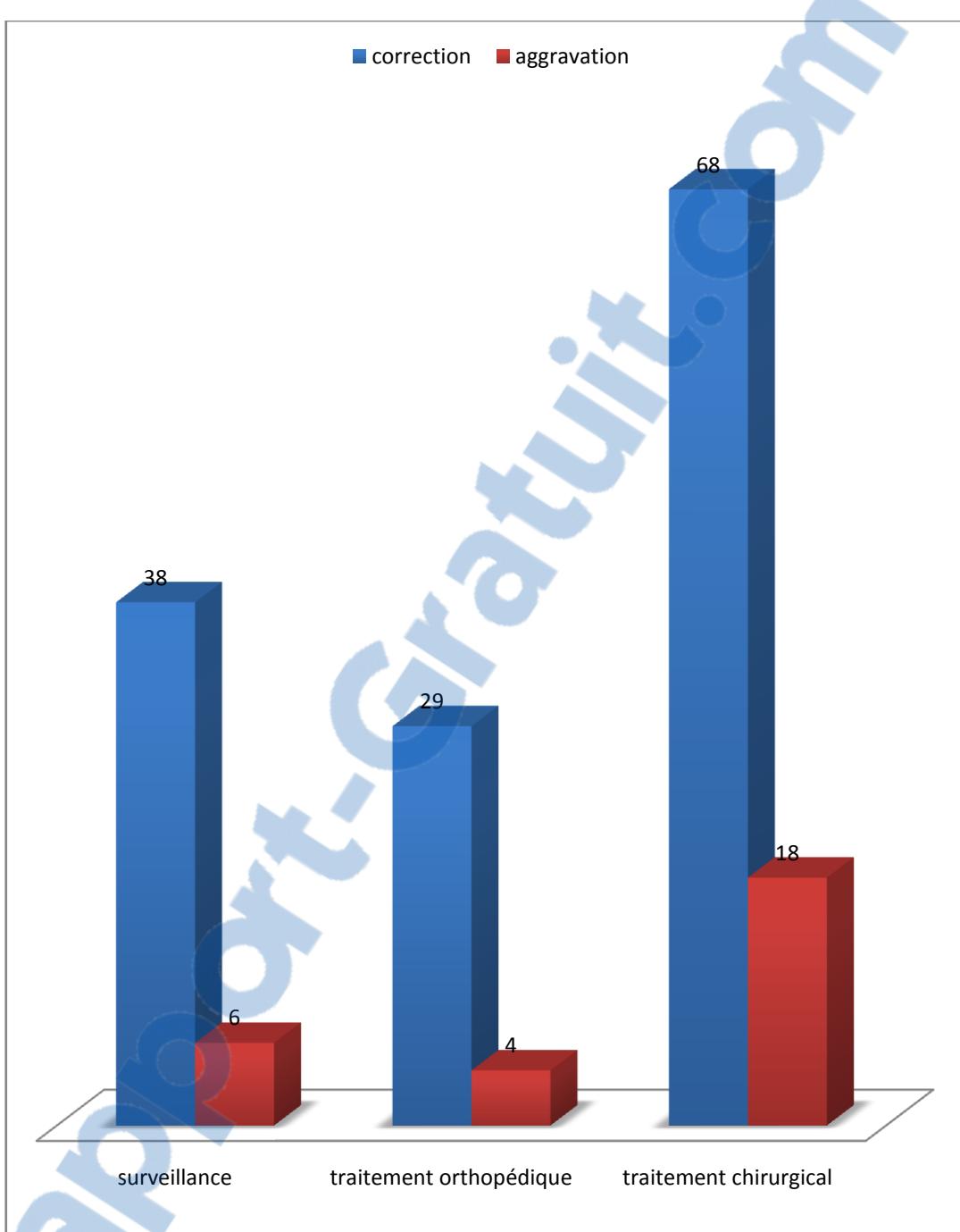


fig. 106: répartition des résultats des corrections en fonction du type de traitement des scolioses observées

C. Correction obtenue par épiphysiodèse convexe

L'épiphysiodèse convexe est un procédé chirurgical appliqué aux scolioses dues à des malformations vertébrales. La moyenne de correction était de $-4.23 \pm 8.96^\circ$. Les résultats étaient estimés bons dans 82.4% des cas opérés (pourcentage cumulé des courbures corrigées ou stabilisées) et 17.6% des cas qui ont évolués vers l'aggravation. L'âge supérieur à 5 ans apparaît comme facteur de risque pour l'aggravation d'une SM opérée par épiphysiodèse convexe (*odds ratio=3*).

DISCUSSIONS



IV. DISCUSSIONS

Chez l'enfant, les scolioses ne sont pas seulement idiopathiques ; à notre connaissance actuelle, les études se concentrent surtout sur la scoliose de l'adolescent. On dit souvent que le diagnostic de la scoliose idiopathique est un diagnostic d'élimination. Notre étude s'est focalisée justement sur ces étiologies, ces formes anatomopathologiques et leur prise en charge. Pendant longtemps, la scoliose en Algérie se traitait ici et là puis finissait par être transféré à l'étranger (France, Jordanie). Les patients de l'oranie n'ont pas échappé à cette règle pour finalement s'apercevoir que ce n'est pas qu'une histoire d'intervention chirurgicale mais plutôt une longue prise en charge nécessitant la collaboration de plusieurs équipes.

En Algérie et précisément dans l'ouest algérien, il n'y a pas encore d'indicateurs fiables concernant cette pathologie. De ce fait, on considère que notre étude rétrospective et prospective est la première à pouvoir donner des chiffres concernant ces déformations rachidiennes, à court et à moyen terme, et d'en tirer des modèles simples, reproductibles et fiables de prise en charge adéquate selon le terrain et les moyens dont on dispose. Nous allons comparer nos résultats, au fur et à mesure, aux données de la littérature qui s'approchent le plus de notre méthodologie ou à celles ayant touché le plus grand nombre de patients et surtout multicentriques ou internationales.

1. CARACTERISTIQUES ANTROPOLOGIQUES

A. Age et sexe

La scoliose peut se rencontrer à tout âge. La scoliose idiopathique (SI) n'est pas exclusivement celle de l'adolescent mais concerne toutes les tranches d'âges de l'enfance avec quelques particularités. L'âge moyen du diagnostic était de 6.4 ± 4.8 ans et des extrêmes de 0 à 15 ans toutes étiologies confondues sans différence significative entre les moyennes d'âge des deux sexes au test de Student ($t=-0.710, p_{95\%}=0.257$).

La moyenne d'âge était de 11.2 ± 3.4 ans pour les SI, les scolioses malformatives (SM) étaient diagnostiquées en moyenne à 4.6 ± 4.0 ans avec tout de même des extrêmes à 15 ans, la moyenne d'âge de la chirurgie de malformations vertébrales à type d'hémivertèbres (et donc de diagnostic plus précoce) était de 3.8 ans dans une série publiée en 2005 en France^[98]. Les SM étaient de diagnostic assez tardif. Nous continuons, malheureusement, à recevoir des malformations du rachis avec des scolioses graves à l'âge de 15 ans ; nous allons voir plus loin que l'âge d'interventions influe sur les résultats de correction.

L'âge moyen de diagnostic des scolioses malformatives reste assez tardif malgré quelques exceptions, vu que notre service se situe dans environnement pédiatrique.

Pour les scolioses neuromusculaires et les scolioses syndromiques, la déformation du rachis est un symptôme qui s'intègre dans une pathologie plus générale et sont généralement diagnostiquées vers l'âge de 8 ans avec des maximums de 13 ans.

La scoliose apparaît comme une pathologie plutôt féminine. Le sex-ratio était de 3 garçons pour 7 filles pour toutes les scolioses. Concernant les SI (82% de filles), le sex-ratio variait en fonction de l'âge, en effet les SI du nourrisson avaient tendance à être masculines, pour SI juvéniles II, III et celles de l'adolescent étaient dans les quarts cinquièmes des cas féminines ce qui est comparable à la littérature^[1, 24, 50].

B. Année de diagnostic et origine géographique

L'incidence moyenne des scolioses était de 16 nouveaux cas par an. Nous avons noté une nette augmentation du nombre de cas observés depuis l'ouverture du service. Nous ne pouvons pas émettre de prévalence car il s'agit là d'une fréquence hospitalière. Ces dernières années,

nous avons noté que les unités de dépistage et de soins (UDS) orientaient plus de scolioses et des attitudes scoliotiques du fait de la sensibilisation réalisée par notre service au profit des médecins scolaires grâce à des ateliers de formation par le biais de la direction de la santé et de la population de la wilaya d'Oran. La grande majorité de nos patients sont originaire d'Oran, mais nous recevons des enfants de tout l'ouest algérien.

C. Fratrie et scolarité

Plus de 83% des patients présentant des scolioses avaient plus un frère ou une sœur au moment du diagnostic. La moyenne était de 2.73 ± 1.25 frères avec une médiane à 3. Notre étude présente une limite car elle ne précise pas le rang dans la fratrie.

Près 47% des enfants n'étaient pas scolarisés au moment du diagnostic, et 17% des scolioses idiopathiques sont diagnostiquées au niveau de l'école primaire contre 24% pour les malformatives au même niveau. Ce taux reste élevé pour des malformations présentes dès la naissance ; nous avons entamé un programme de formation des médecins scolaires afin d'intégrer l'examen du rachis dans le bilan clinique annuel dans les écoles et nous espérons l'élargir aux médecins des PMI.

D. La consanguinité

La consanguinité est assez répondu dans nos régions. Elle a été retrouvée dans un cas sur dix sur l'ensemble des scolioses et dans plus de 13% des SM. L'étude de deux groupes de scolioses malformatives et non malformatives par rapport à la présence ou non d'une notion de consanguinité a révélé que cette dernière n'apparaît pas comme facteur de risque statistiquement significatif de survenue d'une malformation vertébrale avec un *Odds ratio* = 1.287. Ceci est sans doute en rapport avec une possible transmission génétique. A notre connaissance actuelle, très peu d'études ont été menées dans ce sens et nous pensons que c'est une voie de recherche très intéressante.

2. PRÉSENTATION CLINIQUE

A. Circonstances de découverte

Cliniquement, la gibbosité reste la circonstance de découverte la plus fréquente avec plus de 77% des cas, mais les déformations thoraciques peuvent aussi être à elle seule un motif de consultation et de découverte de déformation rachidienne dans 17% des cas. Les stigmates cutanés étaient présents dans 17.5% des SM, l'estimation du risque de découvrir une scoliose par la présence ou pas du syndrome cutané était calculé par un Odds-ratio =11.5 (nettement supérieur à 1) à un IC_{95%}., ceci conforte la nécessité de bien examiner la ligne des épineuses à la recherche de toute anomalie cutanée en regard. Il s'agit là de rechercher une touffe de poils, un angiome, une dépression cutanée, une tuméfaction ou une fistule sur le raphé médian. La douleur n'était présente que dans 2% des cas, il est actuellement admis que la douleur est un motif d'investigation complémentaire de type IRM ou scintigraphie^[43] à cause de la forte suspicion de tumeur vertébrale ou d'anomalie médullaire probable.

B. Caractère de la gibbosité

La gibbosité est le maître symptôme de la scoliose. Elle est le résultat de la rotation vertébrale responsable de la scoliose et se recherche par l'examen penché en avant. Elle se caractérise par sa « flèche », son côté et sa localisation (*fig. 107*).



fig. 107: flèche d'une gibbosité thoracique d'une scoliose malformatrice de 5 cm à l'âge de 9 ans

En effet, la gibbosité était droite dans les deux tiers des scolioses idiopathiques (SI), sans différence de côté dans les scolioses malformatives (SM) et latéralisée à gauche dans les scolioses neuromusculaires. Nous avons noté une grande variabilité du côté selon l'âge dans les SI ; gauche chez le nourrisson et à prédominance droite dans les SI juvéniles II, III et celles de l'adolescent^[64] ;

Il est recommandé d'investiguer d'avantage les déviations thoraciques gauches à la recherche d'une étiologie neurologique surtout chez un jeune enfant. Nous rapportons le cas d'une scoliose étiquetée idiopathique ; elle était gauche, thoracique basse et non douloureuse avec abolition des reflexes cutanés abdominaux (*fig. 108*). Son évolution était très rapide et échappait au traitement orthopédique. L'exploration par IRM a objectivé une syringomyélie associée à une malformation d'Arnold-chiari ;



fig. 108: radiographie d'une scoliose thoracique gauche sur syringomyélie cervico-dorsale sur l'IRM

La localisation thoracique de la gibbosité était de 64% contre 20% pour la localisation lombaire. Les charnières cervico thoraciques (4%) et thoraco lombaire (12%) semblaient moins affectées, Robinson et Mc Master avaient décrit les scolioses idiopathiques comme étant en grande majorité thoraciques avec des contre-courbures lombaires ou cervicales chez 109 patients atteints de SI^[53].

La mesure de la hauteur des gibbosités a révélé l'existence d'une différence clinique de 0.7cm en moyenne entre les thoraciques et les lombaires de même angle de Cobb ; La comparaison des moyennes des flèches en thoracique et en lombaire avait mis en évidence une différence significative au test de Student $t=0.257$ avec $p \text{ IC}_{95\%} =0.002$. Cette différence est expliquée par l'amplification du mouvement des cotes par la rotation vertébrale [9, 10].

C. Critères cliniques de maturité osseuse

Nous avons utilisé deux critères d'évaluation de la maturité osseuse, la classification de Tanner (garçons et filles) et l'apparition des ménarches chez les filles de plus de dix ans. Près de 80% de toutes les scolioses étudiées étaient à Tanner 1, et seulement 9.6% à tanner 2. Pour dire que nous traitions des scolioses qui n'ont pas encore atteint la maturité et que tout restait à faire.

L'étude de l'apparition des ménarches est très intéressante chez les filles de plus de 10 ans car classiquement la croissance du rachis ralentit après 12 à 18 mois de leur apparition^[56]. Seulement la moitié de l'ensemble des filles de notre série avaient leurs premières règles au moment du diagnostic de leurs scolioses. Il s'agit là d'un bon indicateur pour se situer par rapport à la fin de croissance.

3. ETIOLOGIES DES SCOLIOSSES

A. Répartition des scolioses selon les étiologies

Dans notre série, les SM étaient les plus fréquentes (69%) des cas, les SI représentaient 20% des cas de scolioses ; ces taux ne sont retrouvés sur aucune étude car la plupart les séries s'intéressent à un type de scoliose, à une technique précise ou un âge prédéfini (tel qu'une récente étude de prévalence des scolioses thoraciques chez les jeunes de 10 à 20 ans menée en

chilie^[99]), ces données obtenues des programmes de dépistage scolaire doivent être interprétées avec prudence, car les méthodes et les cohortes des différentes études ne sont pas comparables étant donné que les groupes d'âge des cohortes et les critères de diagnostic diffèrent considérablement^[7].

La SI était répartie en fonction de l'âge de découverte, nous avons retrouvé plus de SIJ III (43%) que SI de l'adolescent qui ne représentent que 30% de notre série, Yves Cotrel en 1968^[100] (qui avait affiné la classification des SI) et Lonstein en 1984^[101] avaient retrouvé plus de SIA que de SIJ, cette discordance est certainement lié au critère de sélection des patients (notre série est limitée à 15ans). Les SII et les SIJI sont des scolioses à début précoce et doivent avoir une attention particulière car elles risquent de s'aggraver rapidement dans les périodes de forte croissance rachidienne. James J. disait « Si la scoliose idiopathique se rencontre à tous les âges, l'un des facteurs majeurs de pronostic en est la période de première survenue » *Classification and prognosis of scoliosis (1954)*^[102].

Il est clair actuellement que le nombre de malformations rachidiennes est en augmentation, ceci est probablement à notre lieu d'exercice ; nous exerçons dans un hôpital à caractère pédiatrique pur, ceci constitue un biais de sélection probable des malades pris en charge. Là aussi nous ne sommes pas les seuls dans l'ouest algérien à prendre en charge ce type de déformation (cabinets privés, CHU Oran, rééducation). De ce fait, nous ne recevons que les cas jugés graves où un traitement a été déjà instauré mais sans résultats. Pour les scolioses neuromusculaires, nous avons pris en charge des syringomyélies, des amyotrophies spinales antérieures et des infirmités motrices d'origine cérébrale.

Nous noterons un cas particulier de scoliose secondaire à une syringomyélie et qui, après chirurgie de drainage de sa cavité intra médullaire, a amélioré son angle de Cobb (de 20 à 9°) sans traitement.

L'éventail des scolioses syndromiques était large ; nous citerons un syndrome de Noonan et un syndrome d'Ehlers Danlos. Les cyphoses post pottiques ont été écartées de l'étude car elles ne répondent pas au critère de sélection des scolioses.

B. Analyse des malformations associées aux scolioses malformatives congénitales

Pour les SM, il existait des associations malformatives d'autres organes dans 69.3% atteignant essentiellement les côtes à type de synostoses ou d'agénésies costales (44.6% de l'ensemble des malformations associées dans notre série, contre 50.4% dans une étude menée en Chine en 2013^[103]).

Les anomalies costales et les malformations vertébrales coexistent souvent (*fig. 109*) (car le développement de la cage thoracique est lié et synchrone au développement du rachis^[20] sous forme de variation numérique ou changement structural avec déformation ou fusion^[103] dans la concavité de la scoliose ou à distance de la malformation vertébrale. Ces anomalies de côtes peuvent être le signe révélateur d'une malformation rachidienne.



fig. 109: image TDM reconstruite en 3D d'une agénésie et déformation de côtes à droite, synostose costale à gauche et une surélévation congénitale de l'omoplate

L'arbre urinaire était atteint dans 14.3% des SM (**Tableau 18**) ; une étude multicentrique menée en France en 2010 a retrouvé 18% ^[104].les chiffres rapportés dans la littérature varient entre 16 et 40%. Sans doute le même mésenchyme indifférencié va se différencier en vertèbres et en mésonephros, qui va former secondairement le rein et le tractus urinaire^[105].

	Nombre de Scolioses malformatives	Malformation rachidienne isolée(%)	Malformations associées(%)	Malformations urinaires(%)
Série Canastel 2016	112	30.7%	69.3%*	14.3%
M.L. Louis 2010^[104]	251	61.2%	38.8%**	18%
R.B.Winter1968^[106]	234	-	-	10%

*pourcentage de toutes les malformations associées

**pourcentage des malformations viscérales seulement

Tableau 18: comparaison des fréquences des malformations associées aux SM et des malformations urinaires

La recherche des ces malformations était systématique par l'examen clinique et l'échographie abdomino-pelvienne. Nous avons recensé des agénésies ou ectopies rénales, des maladies de jonction pyélo-urétérale, des méga-uretères et parfois des hypospadias ; elles étaient traitées et suivies au service d'urologie pédiatrique de notre établissement.

Les anomalies intrathécales sont diversement appréciées dans la littérature ; elles concernent la moelle et ses enveloppes ; nous avons colligé 29 cas de spina bifida dans toutes ses formes et localisations allant du simple défaut de fermeture de l'arc postérieur au myéloménigocèle. La diastématomyélie était présente dans 13.4% des SM, elle est suspectée à la radiographie de face du rachis par un élargissement du canal médullaire (espace inter-pédiculaire plus large), et confirmée à la TDM par la présence d'un éperon cartilagineux ou osseux divisant la moelle en deux (*fig. 110*), (à la différence de la dimyélie).

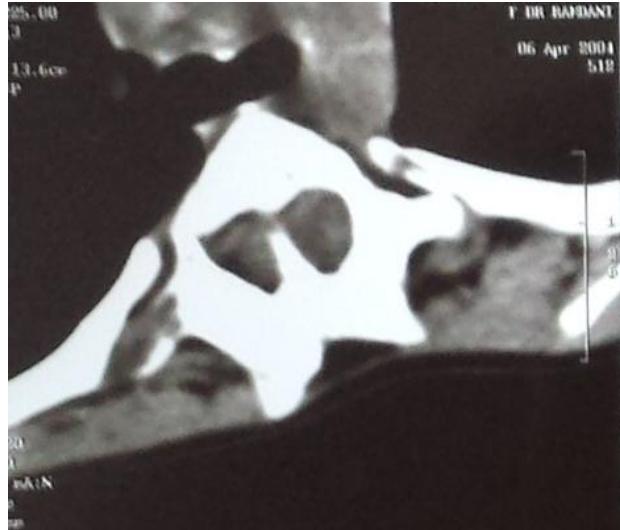


fig. 110: scoliose malformatrice (HV+barre droite) associée à une diastématomyélie (radiographie standard et image TDM)

La syringomyélie a été retrouvée dans 6.2% de nos patients porteur d'un SM témoignant d'un trouble circulatoire du LCR dans les malformations rachidiennes. Il est primordial de rechercher des anomalies de la jonction occipito-cervicale telle que la malformation d'Arnold Chiari souvent associée à la syringomyélie^[107].

Les malformations cardiaques peuvent aussi être présentes lors de la découverte d'une SM et inversement, elles étaient présentes dans 9.8% des cas à type de CIA ou CIV. Des cas de situs inversus ont été rapportés dans la littérature^[108], et même des malformations plus graves engageant le pronostic vital.

D'autres malformations et déformations orthopédiques ont été retrouvées dans notre série à type de pieds bots, luxation congénitale de hanche, main botte radiale, arthrogrypose et des surélévations congénitales de l'omoplate.

Il existe des associations malformatives multiples faisant intervenir plusieurs organes à la fois, tel illustré dans ce cas clinique d'une fille de trois ans présentant une scoliose malformatrice



due à une hémivertèbre et une barre inter pédiculaire controlatérale, une ectopie rénale croisée gauche avec reflux vésico-urétéréal et une main botte radiale (*fig. 111*).

Scoliose malformatrice (HV+BIP)



Main botte radiale



Ectopie rénale gauche+ reflux vésico-urétéréal



fig. 111: syndrome poly malformatif fait de scoliose congénitale malformatrice, main botte radiale et malformation urinaire

L'acronyme **VACTER** désigne les initiales des malformations qui peuvent s'associer (**V** pour vertébrale, **A** pour ano-rectale, **C** pour cardiaque, **T** pour trachéale, **E** pour œsophage, **R** pour rénale ou radiale), (**VACTERL** pour les anglo-saxons **L** pour Limb qui signifie membre). Cet

acronyme est un mémento qui sert à rechercher, devant une malformation d'un de ces organes, les autres malformations potentiellement coexistantes.

Il semblerait que cet acronyme soit voué à une extension vu le nombre croissant de publications lui attribuant de nouvelles associations notamment à expression génétique (délétion du bras long du chromosome X: Xq25-q27.3 publiée dans « *Fetal and pediatric pathology* » en 2016^[109]).

C. Analyse des anomalies vertébrales scoliogènes

Les défauts de formation et de segmentation sont très polymorphes et peuvent être uniques ou multiples. Les hémivertèbres (HV) étaient les plus fréquentes des anomalies scoliogènes (41.1%) surtout en thoracique et en lombaire; elles étaient complètement libres avec deux plaques de croissance près des deux disques intervertébraux adjacents, avec un potentiel évolutif théorique très important. Les HV fusionnées à un des deux corps vertébraux adjacents sont dites semi-segmentées (ou semi-fusionnées) (*fig. 112*) et non segmentées (ou incarcérées) lorsqu'elles sont fusionnées aux deux corps vertébraux^[98]. Les barres inter pédiculaires (BIP) isolées n'étaient pas fréquentes (3.6%) mais plutôt associées aux HV en controlatéral à hauteur de 24% des SM, cette association est particulière car elle aboutit presque toujours à une aggravation de la courbure surtout dans les régions jonctionnelles^[77] (*fig. 110*).

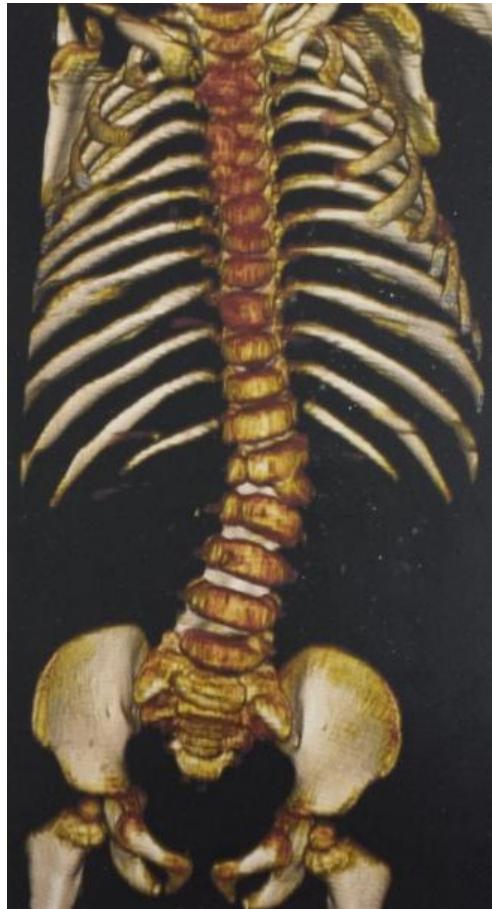


fig. 112: Hémivertèbre semi-segmentée L1 L2 gauche

Les vertèbres binucléées asymétriques (*fig. 113 A*) et les vertèbres cunéiformes étaient constatées à la même fréquence qui était de 9% des cas de SM ainsi que les puzzles vertébraux ou les mosaïques^[18]. Ces derniers ne sont que l'association de plusieurs malformations vertébrales (plutôt alternées) surtout les HV et les vertèbres binucléées, l'équilibre du tronc est en général conservé mais raccourci (*fig. 113 B*).

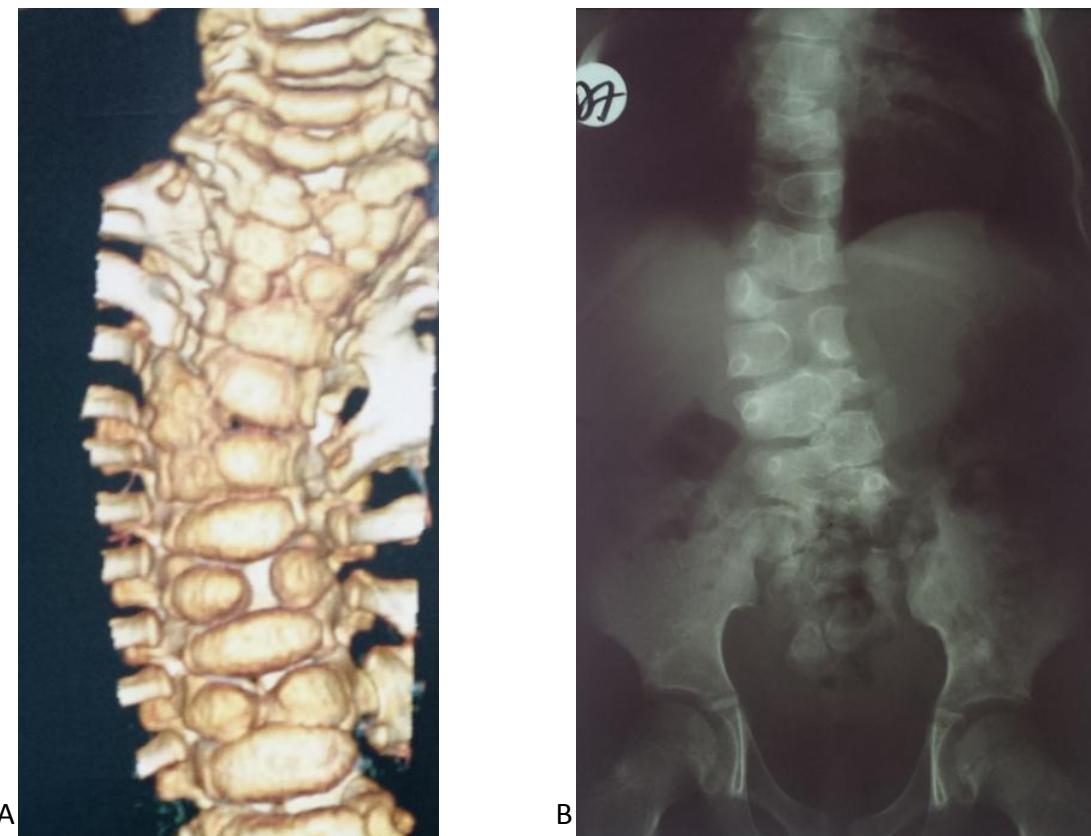


fig. 113: A : image scannographique de deux vertèbres binucléées
B : radiographie segmentaire d'une mosaïque vertébrale

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

4. ANALYSE RADIOLOGIQUES DES SCOLIOSES

La radiologie intervient presque à toutes les étapes de la prise en charge des scolioses, du diagnostic au suivi. Notre étude radiologique s'est intéressée à la localisation des vertèbres sommet (VS), les vertèbres limites supérieures (VLS) et les vertèbres limites inférieures (VLI), afin de mesurer l'angle de Cobb. Pour minimiser les biais de mesure, tous les angles de Cobb ont été calculés par le même médecin en utilisant les mêmes repères (VLS, VLI) pour chaque cas de scoliose. La vertèbre sommet définie le siège et le côté de la convexité de la courbure, elle était thoracique majeure dans les deux tiers des cas des SI et dans la moitié des cas de SM. Toutes les scolioses neuromusculaires et syndromiques étaient thoraciques.

A. L'angle de Cobb au diagnostic

La moyenne globale de l'angle de Cobb initial observé était de $34.34 \pm 16.07^\circ$ avec des extrêmes de 10 à 90° , plusieurs cas de scolioses jugés graves ont été observés surtout dans les scolioses malformatives et les scolioses neuromusculaires.

La moyenne des angles de Cobb dans les SI était de $36 \pm 12^\circ$ avec des extrêmes de 12 à 55° , Ilharreborde et Morel ont publié un article en 2008 sur les SI et ont retrouvé une moyenne autour de $41.5 \pm 15^\circ$ dont les thoraciques principales arrivaient à 58° parmi 103 patients opérés^[110]; cette moyenne relativement élevée par rapport à notre moyenne est due probablement à une sélection des sujets à indication chirurgicale et écarte les scolioses à traitement conservateur.

L'angle de Cobb au diagnostic des SM était de $33 \pm 16^\circ$ mais avec des courbures extrêmes allant tout de même jusqu'à 90° qui correspondaient surtout à des malformations congénitales du rachis vue à des âges très tardifs rendant le traitement plus difficile et lourd. Les scolioses neuromusculaires se distinguaient par des courbures à grand rayon et des angles importants dont la moyenne se situait $48 \pm 19^\circ$ sur une plage de 20 à 69° .

La stratification des scolioses observées en fonction de l'angle de Cobb entre 30° et 50° a objectivé que 42.8% des déformations rachidiennes avaient un angle de Cobb inférieur à 30° et 39.1% avaient un angle entre 30° et 50° . Le reste des déviations (18.1%) était au-dessus de 50° .

B. L'angle de Cobb à la sortie de l'étude

La moyenne de l'angle de Cobb final de notre série était de $33,07 \pm 17.14^\circ$, nous l'avons comparé à la moyenne de l'angle initial par le test de Student pour échantillon apparié qui retrouvait une différence significative ($t=3.154$ et $p_{IC95\%}=0.002$).

La mesure de cet angle a permis de le soustraire à l'angle initial afin de déterminer la correction (en négatif) ou l'aggravation (en positif) qui vont être analysée plus loin dans le chapitre résultats des traitements.

C. L'équilibre sagittal

La vue de profil du tronc a été aussi analysée, les scolioses ne sont équilibrées sur le plan sagittal que dans 29.5% des cas, l'hypocyprose était présente dans 30.1% contre 40.4% pour

l'hypercyphose. Il existait des variations selon l'étiologie, en effet, les SI avaient tendance à être en hypocyphose (40%) ou sans trouble de l'équilibre de sagittal (45.7%) contrairement aux SM qui étaient associées à une hypercyphose dans 44.6%.

La classification de Lenke (Annexe 2), malgré sa difficulté d'utilisation, est parmi les seules qui s'intéressent à l'équilibre sagittal en accordant le dernier volet de son analyse plus objective à la mesure de la cyphose thoracique. Nous avons retrouvé que 42.9% des SI étaient en hypocyphose (-) et la même proportion de normo cyphoses (N) ; seulement 14.3% étaient en hypercyphose (+), ces résultats sont comparables à ceux de la littérature^[111].

Cliniquement, l'hypocyphose se traduit par un dos plat ou même creux plus prononcé dans la concavité de la scoliose, le traitement conservateur par corset contrôle difficilement ce type de déformation^[67].

Le profil des scolioses malformatives varie en fonction des anomalies vertébrales, en effet 61% des hémivertèbres étaient hyper-cyphosantes et la totalité des barres inter pédiculaires étaient hyper-lordosantes (*fig. 104*). Il existe une liaison très significative entre l'équilibre sagittal et le type de malformation vertébrale au test de Khi-deux avec $p<0,00001$. Ceci trouve une explication anatomopathologique, le defect antérieur du corps vertébral constaté sur une HV fait basculer le tronc en avant et en latéral (donc en cypho scoliose) contrairement aux BIP qui bloquent la croissance rachidienne en arrière et en latérale (donc lordo scoliose) tel décrit par Winter^[58] et Bollini^[112].

D. Test de Risser

Le test de Risser a été analysé chez tous les patients de plus de 10 ans pour estimer la croissance rachidienne résiduelle, tous nos patients avaient un test de Risser entre le stade 0 et 4, aucune n'avait un 5. Entre 0 et 3, la croissance du rachis est à son maximum, à 4 elle se ralentit. A chaque stade, le test de Risser était presque toujours en avance de 6 à 12 mois chez les filles que chez les garçons, tel décrit dans la littérature^[113, 114].

Il est actuellement admis que ce test à des limites telles que la ressemblance entre le stade 0 et 5 et aussi son interprétation différente d'un médecin à un autre, mais il reste à notre avis le plus reproductible et le plus facile à utiliser dans notre pratique quotidienne. Malgré les

limites connues, la stadiﬁcation de Risser a traditionnellement été le principal marqueur de la maturité squelettique utilisée dans la prise de décision pour le traitement de la scoliose idiopathique chez l'adolescent (SIA).

Plusieurs autres scores de maturité osseuse rachidienne ont été proposés évaluant l'ossification soit du coude ou du cartilage tri radié du bassin.

La classification de Sanders est un système de stadiﬁcation de la maturité squelettique qui utilise une radiographie de face de la main. Ce score se veut comme prédictif dans l'évolution des SI et est décrit comme plus sensible que le test de Risser mais nécessite un atlas rendant son utilisation peu pratique^[115, 116]. Récemment, le score RUS de Tanner-Whitehouse-III a été décrit, il est basé sur l'aspect radiographique des épiphyses de la partie distale du radius, de la partie distale du cubitus et des petits os de la main^[117];

Tous ces scores ne sont pas encore validés par la *Scoliosis Research Society* (SRS) qui continue à utiliser le test de Risser et la date d'apparition des ménarches.

E. Commentaires

Nous allons relever ici quelques difficultés rencontrées en pratique courante concernant les examens radiographiques ; en effet, les radiographies standards du rachis des grands enfants étaient impossibles à réaliser pour la simple raison que les cassettes et le tube de radiographie étaient indisponibles dans notre établissement. Nous avons pu avoir la TDM en 2007 puis l'IRM en 2011 qui étaient très utiles pour le diagnostic des scolioses secondaires mais malheureusement les pannes étaient trop fréquentes gênant la prise en charge correcte des patients, à l'heure de cette rédaction et après avoir eu une équipe de radiologues composée de cinq médecins, il n'en reste plus que un, avec une TDM hors service.

5. ANALYSE DES RESULTATS DES PROCEDES THERAPEUTIQUES

Toute scoliose qui a fait preuve d'une évolution en aggravation doit être traitée efficacement^[67]. Nous avons analysé nos résultats obtenus pour chaque méthode thérapeutique appliquée en fonction de l'étiologie de la scoliose.

La correction globale des scolioses a été évaluée par la mesure de la différence entre l'angle de Cobb à la fin de l'étude et l'angle de Cobb initial de chaque scoliose. Les résultats ont été estimés bons (amélioration ou stabilisation) dans 82.9% et mauvais (aggravation) dans 17.1% (avec trois perdus de vue).

La subdivision des méthodes thérapeutiques en trois catégories : surveillance, méthodes orthopédiques et traitements chirurgicaux a permis de comparer les moyennes de ces deux derniers au test de Student qui a retrouvé une différence significative $t=4.692$, $p<0.0001$.

Différence angle de Cobb	Moyenne \pm ET _{95%} (°)	Médiane	Minimum	Maximum	Test de Student
traitements orthopédiques	-1,03 \pm 11.05	0,00	-33,00	26,00	$t=4,692$ $(P<0.0001)$
traitements chirurgicaux	-12,82 \pm 15.02	-8,00	-50,00	14,00	

Tableau 19: comparaison des moyennes de correction de l'angle de Cobb dans les traitements orthopédiques et chirurgicaux

Le traitement orthopédique a pour but, en s'efforçant de redresser la déviation du rachis, de favoriser la croissance des vertèbres du côté concave, dans l'espoir de stabiliser le résultat obtenu. Plus le traitement est commencé précocement, plus le potentiel de croissance résiduel du rachis permet d'espérer un bon résultat à maturité^[67, 68]. Par contre le traitement chirurgical

d'une scoliose a pour but de corriger au mieux la déformation rachidienne dans les trois plans de l'espace et de pérenniser cette correction en fusionnant, en un bloc osseux continu, un certain nombre de vertèbres qui participent à la courbure scoliotique.

Toutes les scolioses n'étaient pas forcément évolutives, une surveillance régulière dans les périodes de forte croissance rachidienne était indiquée avec une moyenne de correction (ou plus précisément d'aggravation) estimée à $0,86 \pm 3.95^\circ$ avec une médiane à 0.5° et des extrêmes de -11 à 8° d'évolution d'angle de Cobb ne justifiant aucun traitement.

Le traitement orthopédique composé de plâtres EDF précédés de séances de traction élongation de 10 à 15 min sur cadre de Cotrel (*fig. 114*) puis d'un corset est toujours préférable chez l'enfant porteur de scoliose évolutive, il garde la colonne rachidienne souple et fonctionnelle mais il ne corrige jamais complètement une courbure, la moyenne de correction était de $-5.60 \pm 9.94^\circ$, ce type de traitement est toujours d'actualité et reste parfois la seule solution thérapeutique à proposer surtout chez les SII et SIJ ; la pose du plâtre peut être réalisée sous anesthésie générale améliorant nettement la réduction^[118].



fig. 114: séance de traction élongation sur cadre de Cotrel

Nous réalisons généralement deux corsets plâtrés de 45 jours chacun, puis un corset amovible (selon l'indication) est porté à plein temps (23/24h) en période de croissance. La méthode « lyonnaise » initiée par Stagnara préconise de garder le plâtre EDF en fonction de l'angle de Cobb ; un mois pour les scolioses de moins de 30° et deux EDF de deux mois entre 30 et 45° relayés par un corset^[119, 120].

Nous avons noté trois escarres sous plâtre EDF dans notre série qui ont bien cicatrisés, nous n'avons jamais eu de syndrome de la pince mésentérique.

Pour 46 patients, nous avons indiqué le port d'un corset d'emblée, en moyenne la différence d'angle de Cobb était de $2,93 \pm 10.50^\circ$, ce qui était assez correct par rapport à l'objectif du corset (c'est à dire empêcher l'aggravation) mais avec des extrêmes allant de -22° jusqu'à 26° ; il s'agissait d'un garçon de 3 ans atteint d'une scoliose malformatrice cervico-thoracique sur hémivertèbre C7 traitée par corset de Milwaukee avec un angle de Cobb à 61° et qui c'est aggravé à 87° en 2009 puis orienté à EHS Douira.

Le port du corset de Milwaukee peut aboutir à de bons résultats, tel le cas de cette fille âgée de 8.5 ans qui présentait une SIJ II thoracique droite de 29° et une contre courbure de 20° en lombaire (fig. 115), un corset a été mis d'emblée, deux ans après la courbure s'était réduite à 12° mais avec un test de Risser à 0 ; à Risser 3, elle était à 10°, certes ce type de traitement est long et astreignant mais peut porter ses fruits s'il est bien conduit et correctement indiqué.



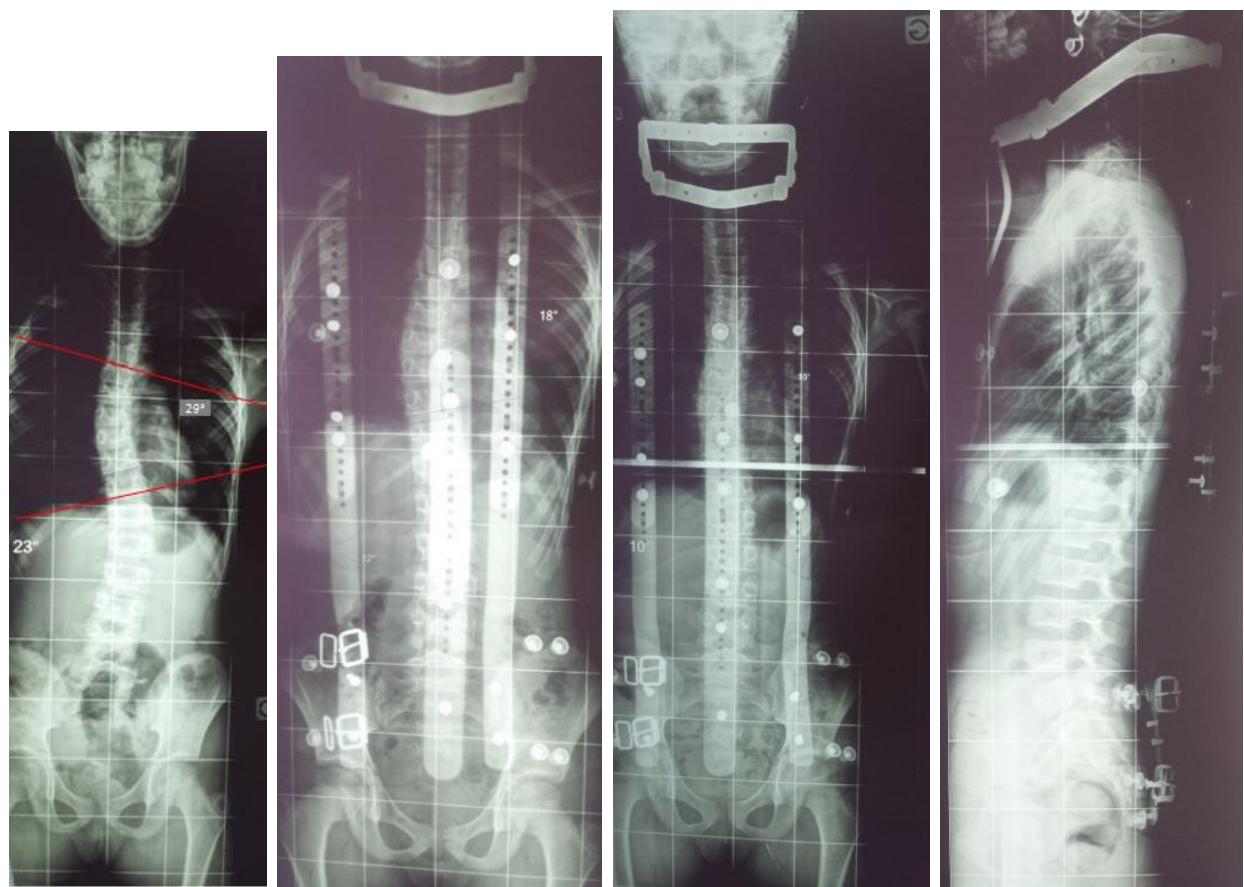


fig. 115: suivi radiographique d'une SIJ II traitée par corset de Milwaukee pendant 3 ans

Pour les SM, les résultats de correction des épiphysiodèses convexes réalisées précocement avant l'âge de 5 ans étaient estimés bons dans 81.9% des cas (fig. 116). La moyenne de correction était de $-4.23 \pm 8.96^\circ$. Dans 17.7% des épiphysiodèses convexes, nous avons noté une aggravation de la courbure due à l'association d'une HV et une BIP controlatérale sur des terrains âgés de plus de 5 ans et un angle de Cobb supérieur à 50° (H. Belmaaziz, M. Azzouz 2016)^[77]



fig. 116: résultat à long terme d'une épiphysiodèse réalisée pour hémivertèbre L1-L2 droite (opérée à l'EHS Canastel)

Ce sont des scolioses à début précoce, avec un potentiel évolutif important, incontrôlables par un traitement orthopédique, et dont le but du traitement chirurgical est soit la stabilisation ou l'amélioration de l'angle de Cobb. L'épiphysiodèse peut faire appel à une instrumentation segmentaire courte (une tige sur crochets ou vis pédiculaires tel une agrafe de Blount) obéissant à un vieux principe de l'orthopédie pédiatrique : freiner un côté du cartilage de croissance (la convexité) pour permettre à l'autre côté fertile de rattraper le développement vertébral comme illustré dans ce cas opéré dans le service (fig. 117).

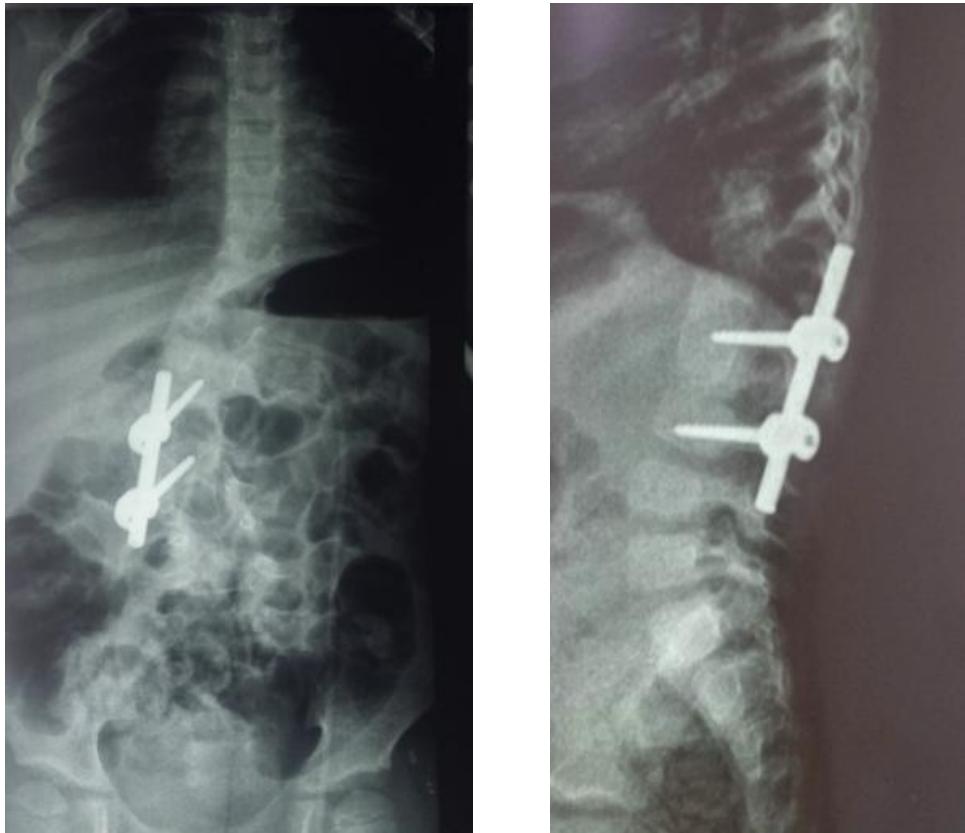


fig. 117: épiphysiodesis convexe instrumentée en compression pour HV libre L2 L3 (opérée à L'EHS canastel)

Parfois, il a été noté une aggravation ou un échappement sous traitement orthopédique, surtout en période de forte croissance. Nous avons appliqué un traitement qui respecte cette croissance sans abord de la zone scoliotique et se comporte comme une orthèse interne grâce à une instrumentation sans greffe (ISG) par voie mini invasive (*fig. 118*).

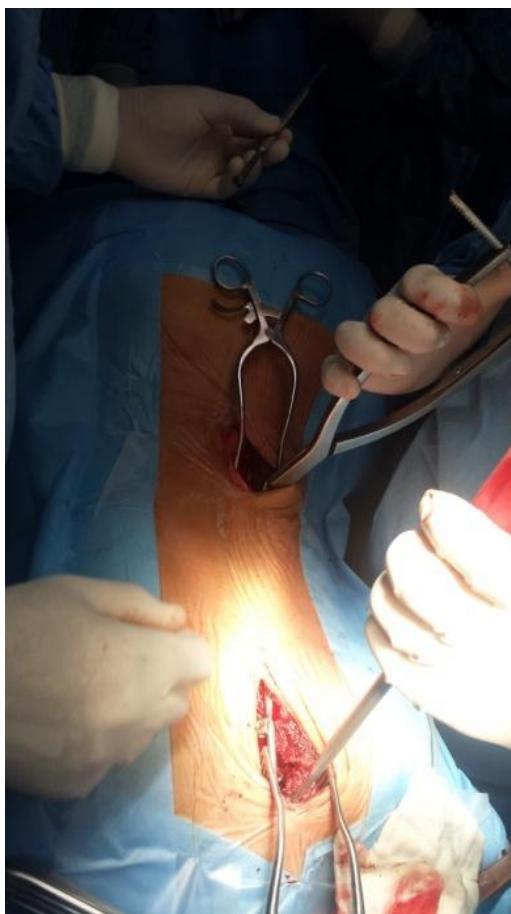


fig. 118: l'abord mini invasif par deux incisions (proximale et distale) avec passage sous cutané de la tige

Les objectifs de l'instrumentation sans greffe sont :

- corriger la déformation et maintenir cette correction dans le temps ;
- préserver la croissance rachidienne et la fonction respiratoire ;
- retarder l'arthrodèse et même l'éviter.

Le gain moyen en correction de l'angle de Cobb était de $-22.79 \pm 10.85^\circ$ (nettement supérieure que celle du traitement orthopédique). Il s'agit là d'une technique chirurgicale actuelle propre à l'enfant nécessitant des distractions dont les délais sont établis en fonction de l'évolution. Miladi avait présenté en 2013 sur le *European spine journal*^[94] les résultats préliminaires de la technique de correction des scolioses par tige de croissance sans fusion en utilisant la fixation H3S2 (*fig.119*). L'étude a concerné 23 enfants atteints de scoliose (11 SI, 6 SM, 4 SS et 2 SNM), l'angle de Cobb moyen était de $68 \pm 32^\circ$ avec un taux de correction à 57% qui correspondait à $38 \pm 18.2^\circ$ en moyenne.

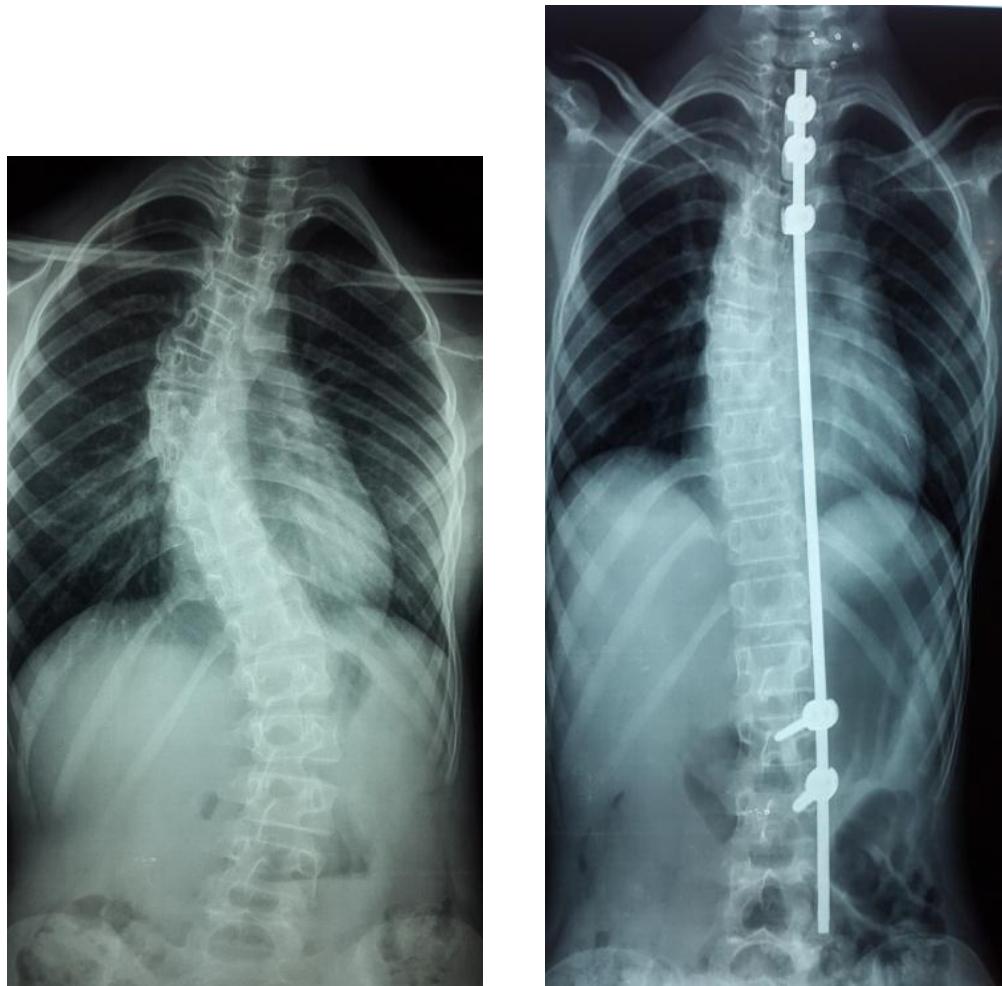


fig.119: scoliose idiopathique chez une fille de 11 ans, Risser 0; traitée par ISG type H3S2

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

L'adjonction d'une fixation iliosacrée avec double tiges et deux pinces par crochets pédiculo-sus lamaires a rendu le montage plus solide, et devenu la technique de choix dans le traitement des scolioses neuromusculaires, une série de 100 patients atteints de SNM a été étudiée et publiée en 2018 dans *SPINE An International Journal for the study of the spine*.

Il s'agissait d'une instrumentation rachidienne sans greffe étendue de T1 jusqu'au bassin sur des terrains particuliers (troubles d'alimentation et du tonus musculaire, bassin oblique), le taux de correction était de 63% pour une moyenne d'angle de Cobb préopératoire de 89° (extrêmes de 25 à 149°) et avec bonne correction de l'obliquité du bassin[95]. L'équipe de

L'établissement hospitalier du Dr Benzerdjeb d'Ain Témouchent a présenté ses résultats de 52 patients opérés pour scoliose entre 2013 et 2017 par ISG par voie mini invasive avec un taux de correction à 67% de l'angle de Cobb^[121].

Les défendeurs de cette technique avancent une stabilité, une solidité et une efficacité avec peu de complications(6 sur 33 patients ont présenté des complications selon Miladi et Seringe 2016)^[122] en respectant des principes simples tel que :

- Une fixation bipolaire solide^[123] (crochets mis en place sous forme de pinces sur la partie proximale du rachis (*fig. 120 ;A*) et vis pédiculaires où vis iliosacrées à la partie distale (*fig. 120 ;B*))

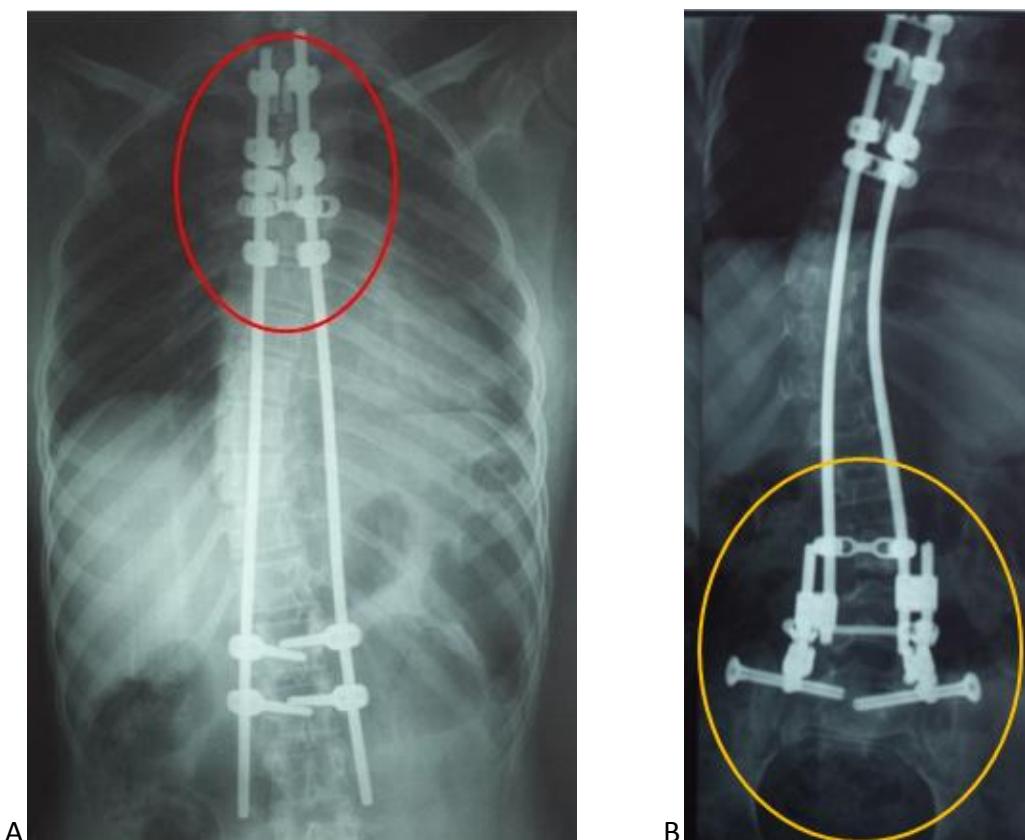


fig. 120: fixations bipolaires; A: proximale (2 pinces pédiculopodous) et distale (vis pédiculaires) ; B : vis iliosacrées avec réserve de tige pour retensions (EHS Canastel)

- Un support solide fait de tiges en titane mises en place sans contrainte mécanique (préparation préopératoire par traction par halo crânien ou plâtre correcteur à ridoir, intervention par voie post sous traction per opératoire).
- Le montage doit être mis en place en « harmonie » avec les courbures sur le plan frontal et sagittal sans s'efforcer de corriger tout les courbures à la première intervention (*fig. 121*).
- La distraction permet une action durable du montage télescopique suivant la croissance du rachis malgré une diminution des taux de correction avec le temps [124].
- Le respect de la zone concave est essentiel car son abord direct expose à la fibrose et l'ossification rachidienne qui freine la correction des courbures et aussi la croissance du rachis [125] ; l'abord mini invasif diminue considérablement le temps opératoire et le saignement per opératoire.



fig. 121: cintrage de la tige sur le plan sagittal (à l'EHS canastel)

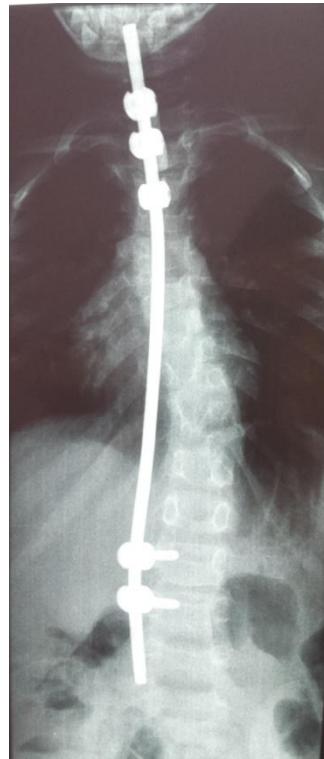
Dans notre série nous avons rencontré deux complications dans les l'ISG (18% des cas opérés), une infection de la plaie opératoire rapidement reprise au bloc opératoire et un décrochage du crochet supérieur du montage laissant apparaître une cyphose jonctionnelle proximale ; aucune fracture de tige n'a été notée et aucune complication neurologique n'a été constatée.

Voici quelques observations de scolioses opérées par ISG dans notre service :

Observation 1 :

La fille B. A. âgée de 5 ans suivie pour une cypho-scoliose malformatrice gauche sur HV T9 évolutive (angle de Cobb était à 32° et a évolué à 47° en un an même sous corset). Une ISG à une seule tige avec un montage H3S2 a été appliquée qui a permis de réduire la courbure pathologique et de limiter son évolution.





Noter la correction sur les plans frontal et sagittal avec un bon équilibre sagittal ainsi que la réserve de tige laissée aux deux extrémités pour les futures distractions.

Observation 2 :

La fille B. D. âgée de 12 ans non réglée qui présentait une lordo-scoliose dextro-convexe thoracique idiopathique insuffisamment contrôlée par corset de CTM (angle de Cobb a évolué de 18° en un an avec un dos plat) avec un test de Risser à 1. Une ISG à deux tiges avec une double pinces proximales et des vis pédiculaires en distal en mini invasif). L'angle sur la radiographie qui suit était remesuré à 46°. Nous avons réalisé une retension de tiges 10 mois après la pose avec un excellent résultat fonctionnel et esthétique.





Observation3 :

Le garçon D.I suivi pour scoliose étiquetée comme idiopathique à l'âge de 8 ans et mise sous corset d'emblée malgré qu'elle était gauche. Vue l'aggravation de sa courbure, le garçon nous a été orienté pour un plâtre EDF.



L'examen clinique à sa réception a révélé une abolition des réflexes cutanéo-abdominaux aux 3 étages motivant une exploration médullaire par IRM qui a objectivé une cavité syringomyélique accompagnant une malformation d'Arnold-Chiari type 1 motivant un avis en neuro-chirurgie. 3 ans après malgré la correction par 2 corsets plâtrés EDF et un corset de Milwaukee, la déformation rachidienne a continué son aggravation. Une escarre thoracique sur une zone appui est apparue ; après une courte préparation par traction au plan du lit par halo crânien, l'enfant a été opéré par une ISG par deux tiges.





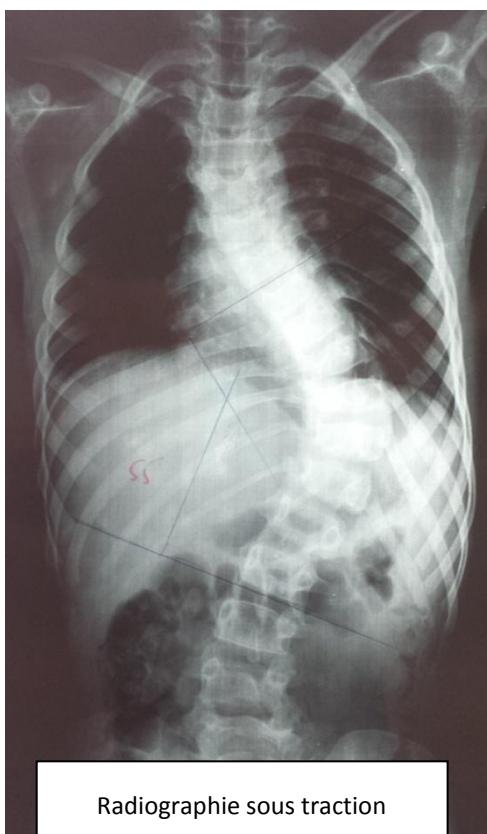
octobre 2015



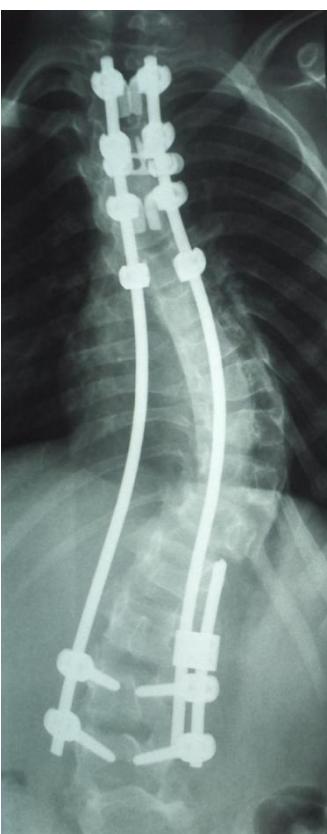
EDF décembre 2015



Avril 2016



Radiographie sous traction



Cette technique nécessite tout de même une préparation pré opératoire en traction, un environnement chirurgical adéquat et un monitorage neurosensoriel per opératoire.

Cette technique est considérée comme étant le « gold standard » actuel dans la prise en charge des scolioses à début précoce de toutes étiologies confondues, elle a aussi contribué au changement de la configuration de la conduite thérapeutique « ancienne » devant des scolioses évolutives loin de la fin de croissance et qui devaient être maintenues par traitement orthopédique puis opérées par arthrodèse (fig. 122).

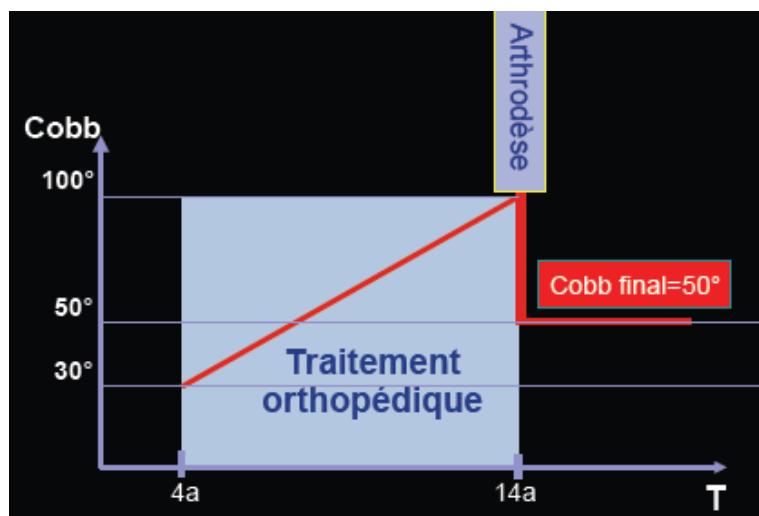


fig. 122: schéma thérapeutique d'une scoliose évolutive par traitement orthopédique puis arthrodèse

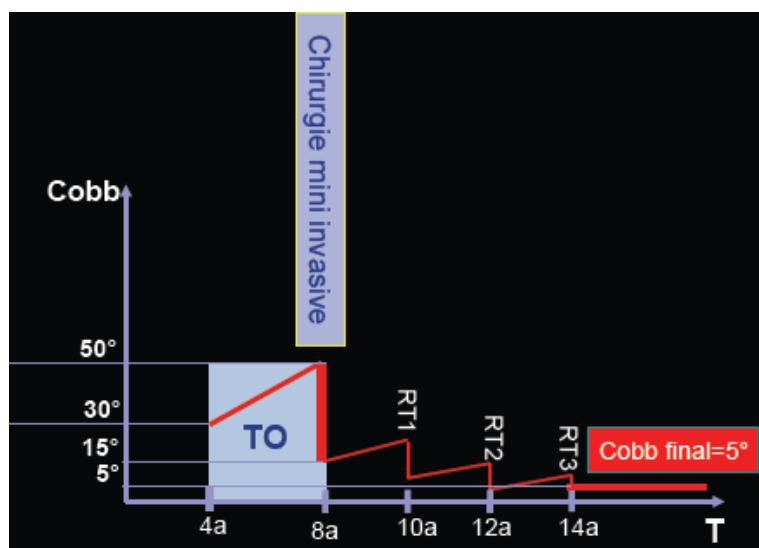


fig. 123: évolution schématique de l'angle de Cobb d'une scoliose évolutive traitée par ISG et retensions (selon Miladi, Necker paris)

Le schéma actuel de traitement des scolioses évolutives par ISG en mini invasif (fig. 123) se veut plus précoce et accompagnant la croissance du rachis et préservant le développement pulmonaire sans recourir à l'arthrodèse car l'enraïdissement sera déjà acquis en fin de croissance du rachis^[122].

Finalement, l'arthrodèse définitive n'a que très peu de place dans l'arsenal thérapeutique chez l'enfant de moins de 15 ans ; il s'agit d'une chirurgie lourde exposant l'opéré à des complications parfois graves (infection, transfusion sanguine et les complications neurologiques).

6. LE RETENTISSEMENT RESPIRATOIRE :

L'exploration de la fonction respiratoire était systématique en préopératoire ou lorsque une insuffisance respiratoire était suspectée, l'analyse des 40 EFR effectuée a objectivé une différence significative ($p=0.005$) entre les explorations respiratoires effectuées en fonction de l'angle de Cobb. L'étude de deux groupes de scolioses dont l'angle de Cobb étant supérieur ou inférieur à 50° par rapport à l'existence ou non d'un syndrome respiratoire restrictif a mis en évidence qu'un angle de Cobb > 50° était un facteur de risque de développement d'un syndrome d'insuffisance respiratoire par diminution du VEMS avec un *Odds ratio* > 23 (IC_{95%} entre 3.8 et 139.1).

Plusieurs équipes se sont intéressées à l'étude de la relation entre différents index radiologiques (notamment l'angle de Cobb et le nombre de vertèbres impliquées dans la déformation scoliotique), des calculs de la capacité vitale forcée (CVF), du volume expiratoire maximal en une seconde (VEMS) et de la capacité pulmonaire totale (CPT) dans les scolioses idiopathiques, elles ont retrouvé une force d'association très variable entre ces paramètres étudiés^[65] ; dans notre série, l'existence d'un fort taux de scolioses malformatives associées à des anomalies costales peut expliquer la forte association entre l'angle de Cobb et l'existence d'un syndrome restrictif respiratoire tel retrouvé sur l'étude menée à Pékin de 2015 portant sur l'analyse des déformations thoraciques et de la fonction respiratoire dans les scolioses congénitales^[126].

RECOMMANDATIONS

V. RECOMMANDATIONS :

A l'issu de notre étude, nous pouvons émettre les recommandations suivantes afin d'améliorer la prise en charge des scolioses à l'ouest algérien :

- Le renforcement du dépistage précoce dans les centres de PMI et création d'un réseau avec des médecins correspondants dans toutes les wilayat de l'ouest.
- La désignation de notre service (qui est à caractère universitaire et régional) comme centre de référence dans la prise en charge des scolioses chez l'enfant et le doter de tous les moyens humains et matériels nécessaires (halos crâniens, traction vertébrale sur lit ou sur fauteuil, unité de moulage et d'appareillage, table opératoire et équipements d'anesthésie et de réanimation ainsi que tous les dispositifs et implants de l'instrumentation sans greffe)
- Continuer la collaboration avec l'équipe de Necker (Dr Miladi) dans la prise en charge des scolioses à l'instar de l'équipe d'Ain Témouchent qui a été dotée de tous les moyens matériels.
- Noter l'importance du volet psychologique du diagnostic au traitement des scolioses, l'accompagnement de l'enfant et de ses parents par le psychologue est nécessaire quelque soit le type de traitement instauré.
- Le renforcement des équipes soignantes : nous avons déjà rassemblé plusieurs spécialistes autour du patient ; en plus des chirurgiens, la rééducation et la réadaptation physique (médecin et kinésithérapeutes), les psychologues et les réanimateurs exercent en étroite collaboration en multidisciplinarité.
- A notre connaissance actuelle, il n'existe pas de consensus dans les indications du traitement des scolioses car plusieurs facteurs sont à prendre en considération notamment l'âge de découverte, l'étiologie, l'angle de la courbure et surtout l'évolutivité. Nous avons précisé tout au long de notre étude les différentes indications en fonction des étiologies.

Rapport Gratuit.Com

CONCLUSION

VI. CONCLUSION :

La découverte d'une déviation rachidienne reste assez tardive chez les enfants de l'ouest algérien car souvent non douloureuse ; et pourtant le diagnostic est simple par la constatation d'une gibbosité à l'examen penché en avant. La scoliose n'est pas toujours idiopathique chez l'enfant, celle-ci doit être un diagnostic d'élimination de toute autre étiologie. Seul un examen clinique attentif et répété, orientant les explorations radiologiques nécessaires à un rythme prédéfini selon la croissance du rachis, est un garant fiable d'une prise en charge adéquate.

Les scolioses par malformations congénitales des vertèbres sont très polymorphes et d'évolution variable selon le type et le siège de l'anomalie vertébrale. Elles ne sont pas toujours évolutives mais lorsqu'elles le sont, elles peuvent aboutir à des situations dramatiques très difficiles à rattraper. Les malformations viscérales et intrathécales sont à rechercher activement car elles sont sources de complications graves irréversibles.

Aucun consensus sur la conduite thérapeutique n'est actuellement établi. Le traitement orthopédique faisant appel aux plâtres correcteurs relayés par corset adéquat garde toute sa place dans l'arsenal thérapeutique et ne doit pas être délaissé à condition de l'indiquer au bon moment et à la « bonne scoliose ».

L'existence de zones d'ombre sur l'attitude à prendre devant les scolioses qui débutent dans la petite enfance, où le traitement orthopédique n'arrive plus à stabiliser les courbures jusqu'à maturation pour proposer une arthrodèse, a été le précurseur du développement de la technique de l'instrumentation sans greffe en mini-invasif n'abordant pas la scoliose dans la concavité mais se comportant plutôt comme une orthèse interne qui accompagne la croissance du rachis et du thorax tout en harmonie. Elle apparait très adaptée à notre environnement vu le taux de complications très bas, son temps opératoire diminué et son coût d'implant pas cher (par rapport aux autres tiges de croissance proposées auparavant).

C'est l'insuffisance du dépistage qui contribue malheureusement à l'observation de cas très graves de déformations rachidiennes, au traitement plus lourd. Il faut impliquer d'avantage de médecins des PMI et des UDS dans la recherche de toute déformation même minime.

Sa prise en charge doit être multidisciplinaire dans des centres spécialisés adaptés à l'enfant avec une logistique adéquate au diagnostic, au traitement orthopédique et à la chirurgie. Les équipes doivent comporter des chirurgiens, médecins physiques de réhabilitation et de réadaptation, radiologues, anesthésistes, neurophysiologistes, pédiatres et des appareilleurs.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>fig. 1:</i> Ambroise Paré et son « corselet » en fer ^[1]	4
<i>fig. 2:</i> N. Andry, auteur de L'Orthopédie, où figure la gravure de l'arbre tors	5
<i>fig. 3:</i> Institut de Pravaz « orthopédique et pneumatique » à Lyon	5
<i>fig. 4:</i> cadre d'Abbott.....	7
<i>fig. 5:</i> Blount et son corset (dit « de Milwaukee »)	7
<i>fig. 6:</i> P. Harrington (Houston)	8
<i>fig. 7:</i> nombre de publications sur le suivi et traitement orthopédique des scolioses ^[9]	11
<i>fig. 8:</i> vue antérieure, profil et postérieure du rachis ^[12]	14
<i>fig. 9:</i> repères postérieurs palpables du rachis	15
<i>fig. 10:</i> disposition générale des vertèbres sur une vue de profil ^[13]	17
<i>fig. 11:</i> vue éclatée d'une vertèbre type	18
<i>fig. 12:</i> vertèbre type: A, vue latérale B, vue supérieure ^[14]	19
<i>fig. 13:</i> vertèbre type: C, vue inférieure ^[14]	19
<i>fig. 14:</i> l'architecture trabéculée de l'os spongieux d'une vertèbre	21
<i>fig. 15:</i> disques et ligaments intervertébraux ^[15]	22
<i>fig. 16:</i> 3e semaine de la vie embryonnaire, formation du mésoblaste et somites ^[17]	24
<i>fig. 17:</i> 4 ^e semaine de la vie embryonnaire, constitution des sclérotomes ^[17]	24
<i>fig. 18:</i> 5 ^e semaine de la vie embryonnaire, formation du corps vertébral	25
<i>fig. 19:</i> ossification enchondrale, A: corps vertébral, B: l'arc postérieur, C: différenciation cartilagineuse, D: apparition des points d'ossifications primaires	26
<i>fig. 20:</i> évolution de l'ossification enchondrale du rachis appréciée par radiographie ^[19, 20]	27

fig. 21: L'ossification du corps vertébral évolue en fonction de l'âge :le listel marginal [19]	27
fig. 22: développement des courbures physiologiques sur le plan sagittal.....	28
fig. 23: comparaison de la croissance de la taille, nombre d'alvéoles pulmonaires et du volume du thorax ^[21]	29
fig. 24: touffe de poils sur la ligne médiane (syndrome cutané du dysraphisme)EHS Canastel.....	37
fig. 25: fistule ou dépression sur la ligne médiane (syndrome cutané du dysraphisme)EHS canastel	37
fig. 26: asymétrie des plis de la taille	38
fig. 27: amplification de la hauteur de la gibbosité thoracique par les côtes.....	39
fig. 28: mesure de l'angle de Cobb; VLS, VS, VLI	41
fig. 29:Évaluation de la rotation : (A) par la méthode de Cobb, (B) par la méthode de Nash et Moe.	42
fig. 30: l'équilibre sagittal du rachis (LL : lordose lombaire ; SS : pente sacrée.) ^[39]	43
fig. 31: A cliché de face, B clichés en inclinaison latérale droite et gauche.....	44
fig. 32: cliché de face sous traction par halo crânien (A: debout, B: sous traction)	44
fig. 33: test de Risser, ossification de la crête iliaque (SRS).....	45
fig. 34: classification de King ^[41]	46
fig. 35:aspects TDM de malformations vertébrales; A: reconstruction 3D d'une mosaique vertébrale,	48
fig. 36: scoliose thoracique gauche d'allure idiopathique rebelle au traitement orthopédique, IRM: syringomyélie	49
fig. 37: Stratégie de diagnostic devant une scoliose douloureuse (symptôme).....	50
fig. 38: Système EOS® ; présentation schématique des 2 détecteurs gazeux, photographie du système	51

<i>fig. 39: exemple d'images acquises par le système EOS®</i>	52
<i>fig. 40: radiographie d'un nourrisson présentant une scoliose idiopathique spontanément résolutive (C. Morin)</i>	54
<i>fig. 41: mesure de l'angle de Mehta à gauche, empiètement de la côte sur le corps vertébral à droite</i>	55
<i>fig. 42: radiographie de face et de profil d'une fille de 13 ans présentant une SIA droite, Risser 1 EHS canastel.....</i>	56
<i>fig. 43: Courbes de Duval-Beaupère; Rapports entre l'aggravation angulaire d'une scoliose (en trait plein) et la vitesse de croissance du segment supérieur (en trait discontinu).</i>	57
<i>fig. 44: reconstruction scannographique 3D d'une hémivertèbre L1 L2</i>	60
<i>fig. 45: les trois hypothèses pathogénique de formation d'un hémivertèbre^[18]</i>	60
<i>fig. 46: A: radiographie d'une scoliose malformatrice par hémivertèbres alternées et vertèbres binucléées ;</i>	61
<i>fig. 47: radiographie d'une scoliose malformatrice sur une barre inter pédiculaire T9, T10, T11 droite</i>	62
<i>fig. 48: A : radiographie de face d'une fille de 3 ans avec une barre inter-pédiculaire droite et hémivertèbre controlatérale évolutive.</i>	63
<i>fig. 49:Cartographie des évolutions prévisibles en fonction des déformations élémentaires^[18]</i>	63
<i>fig. 50:garçon atteint d'une amyotrophie spinale antérieure, noter le bassin oblique et la chute du tronc en avant EHS canastel</i>	66
<i>fig. 51: scoliose douloureuse chez un garçon de 13 ans ;</i>	70
<i>fig. 52: cadre de Cotrel, patiente en traction de préparation pour la confection d'un EDF (EHS canastel).....</i>	77
<i>fig. 53: corset plâtré EDF en cours de réalisation et ouverture des fenêtres d'expansion (réalisé à l'EHS Canastel)</i>	78

<i>fig. 54:</i> choix des fenêtres d'expansion thoracique et des points de moulage sur un corset ^[68]	79
<i>fig. 55:</i> plâtre d'élongation progressive avec appui occipito-mentonnier et ridoirs ^[9]	80
<i>fig. 56:</i> corset de Milwaukee	81
<i>fig. 57:</i> corset à trois valves	82
<i>fig. 58:</i> corset à quatre valves	82
<i>fig. 59:</i> corset garchois	83
<i>fig. 60:</i> corset de boston.....	84
<i>fig. 61:</i> corset Cheunau-Toulouse-Münster (CTM)	84
<i>fig. 62:</i> corset nocturne en hypercorrection	85
<i>fig. 63:</i> Zone rosée schématisant la zone d'épiphysiodèse postérieure sur l'hémi-arc sus et sous jacents	90
<i>fig. 64:</i> résultat a long terme d'une épiphysiodèse réalisée pour hémivertèbre L1-L2 droite (opéré à l'EHS Canastel)	91
<i>fig. 65:</i> épiphysiodèse convexe avec instrumentation courte en compression L2-L3 (opéré à l'EHS Canastel).....	91
<i>fig. 66:</i> Instrumentation de Harrington. 1 : Tige concave mise en distraction ; 2 : tige convexe de contraction.....	93
<i>fig. 67:</i> Instrumentation de Luque.....	94
<i>fig. 68:</i> principes de l'instrumentation segmentaire de Cotrel Dubousset.....	96
<i>fig. 69:</i> principe de la correction par cintrage in-situ.....	97
<i>fig. 70:</i> technique de réduction par translation, la correction est obtenue par serrage progressif des écrous sur la totalité des implants ; A : sur le plan frontal, B : sur le plan sagittal ^[75]	98
<i>fig. 71:</i> technique de réduction par translation par serrage progressif des liens sous-laminaires ^[84]	98

fig. 72: Instrumentation de Dwyer par vis, agrafes et câble métallique.....	99
fig. 73: Plaque antérieure de Pouliquen. Deux exemples de plaques	100
fig. 74: Principes de l'instrumentation VDS de Zielke dans le cas d'une cyphoscoliose lombaire ^[86]	100
fig. 75: technique d'instrumentation segmentaire antérieure avec dérotation	101
fig. 76: VEPTR avec différents type d'ancrage: côte-côte, côte-rachis, côte-pelvis.....	102
fig. 77: radiographie d'un garçon traité par VEPTR; résultat après 5 distractions ^[89]	103
fig. 78: tiges de croissance magnétiques et le dispositif externe d'allongement ^[89]	104
fig. 79: la tige Phenix (la réserve de distraction actionnée par aimant)	104
fig. 80: radiographie d'un montage type Shilla.....	105
fig. 81: montage ISG H3S2 par voie mini-invasive (opérée à l'EHS Canastel).....	107
fig. 82 ; A : la fixation proximale par une double pince pédiculo-suslamine, B : montage fait de 4 tiges avec vis ilio-sacrée et DTT	107
fig. 83: Instrumentation sans greffe dans une scoliose syndromique avec fixation pelvienne par vis iliosacrées et réserve de tige	108
fig. 84: tige de croissance automatique; noter l'évolution de la différence de réserve (avec l'aimable autorisation du Dr Miladi)	109
fig. 85: technique de la gibbectomy par retournement des côtes.	110
fig. 86: boite à moustache de l'âge selon le sexe.....	119
fig. 87: répartition de la série selon le sexe	119
fig. 88: répartition des sexes par tranche de trois ans d'âge	120
fig. 89: provenance des patients	122
fig. 90: répartition des enfants en fonction de la scolarité.....	123
fig. 91: nombre de la fratrie des patients de notre série	124
fig. 92: fréquences des motifs de consultation pour une scoliose.	127

<i>fig. 93:</i> répartition des circonstances de découverte selon les étiologies.....	128
<i>fig. 94:</i> répartition du coté de la gibbosité selon les étiologies de scoliose	129
<i>fig. 95:</i> coté de la gibbosité dans les scolioses idiopathiques selon l'âge.....	129
<i>fig. 96:</i> fréquences des localisations de la gibbosité.....	130
<i>fig. 97:</i> boite à moustache des flèche de la gibbosité en fonction du son siège	131
<i>fig. 98:</i> fréquences des différentes étiologies de scolioses.....	133
<i>fig. 99:</i> fréquences des différents types des scolioses idiopathiques observées	134
<i>fig. 100:</i> répartition des malformations associées aux scolioses malformatives	136
<i>fig. 101:</i> répartition des anomalies vertébrales observées dans les scolioses malformatives	137
<i>fig. 102:</i> localisation de la vertèbre sommet en fonction des étiologies des scolioses	139
<i>fig. 103:</i> analyse de l'équilibre sagittal en fonction des étiologies.....	142
<i>fig. 104:</i> évaluation de l'équilibre sagittal en fonction de l'anomalie vertébrale dans les scolioses malformatives	143
<i>fig. 105:</i> évolution des scolioses en fonction de la correction obtenue	146
<i>fig. 106:</i> répartition des résultats des corrections en fonction du type de traitement des scolioses observées	149
<i>fig. 107:</i> flèche d'une gibbosité thoracique d'une scoliose malformatrice de 5 cm à l'âge de 9 ans	155
<i>fig. 108:</i> radiographie d'une scoliose thoracique gauche sur syringomyélie cervico-dorsale sur l'IRM	156
<i>fig. 109:</i> image TDM reconstruite en 3D d'une agénésie et déformation de cotes à droite, synostose costale à gauche et une surélévation congénitale de l'omoplate	159
<i>fig. 110:</i> scoliose malformatrice (HV+barre droite) associée à une diastématomyélie (radiographie standard et image TDM).....	161

<i>fig. 111:</i> syndrome poly malformatif fait de scoliose congénitale malformatrice, main botte radiale et malformation urinaire	162
<i>fig. 112:</i> Hémivertèbre semi-segmentée L1 L2 gauche.....	164
<i>fig. 113:</i> A : image scannographique de deux vertèbres binucléées	165
<i>fig. 114:</i> séance de traction élongation sur cadre de Cotrel.....	170
<i>fig. 115:</i> suivi radiographique d'une SIJ II traitée par corset de Milwaukee pendant 3 ans	172
<i>fig. 116:</i> résultat à long terme d'une épiphysiodèse réalisée pour hémivertèbre L1-L2 droite (opérée à l'EHS Canastel)	173
<i>fig. 117:</i> épiphysiodèse convexe instrumentée en compression pour HV libre L2 L3 (opérée à L'EHS canastel).....	174
<i>fig. 118:</i> l'abord mini invasif par deux incisions (proximale et distale) avec passage sous cutané de la tige	175
<i>fig.119:</i> scoliose idiopathique chez une fille de 11 ans, Risser 0; traitée par ISG type H3S2	176
<i>fig. 120:</i> fixations bipolaires; A: proximale (2 pinces pédiculo-souslamaires) et distale (vis pédiculaires) ;	177
<i>fig. 121:</i> cintrage de la tige sur le plan sagittal (à l'EHS canastel).....	178
<i>fig. 122:</i> schéma thérapeutique d'une scoliose évolutive par traitement orthopédique puis arthrodèse	185
<i>fig. 123:</i> évolution schématique de l'angle de Cobb d'une scoliose évolutive traitée par ISG et retensions (selon Miladi H.Necker paris)	185

INDEX DES TABLEAUX

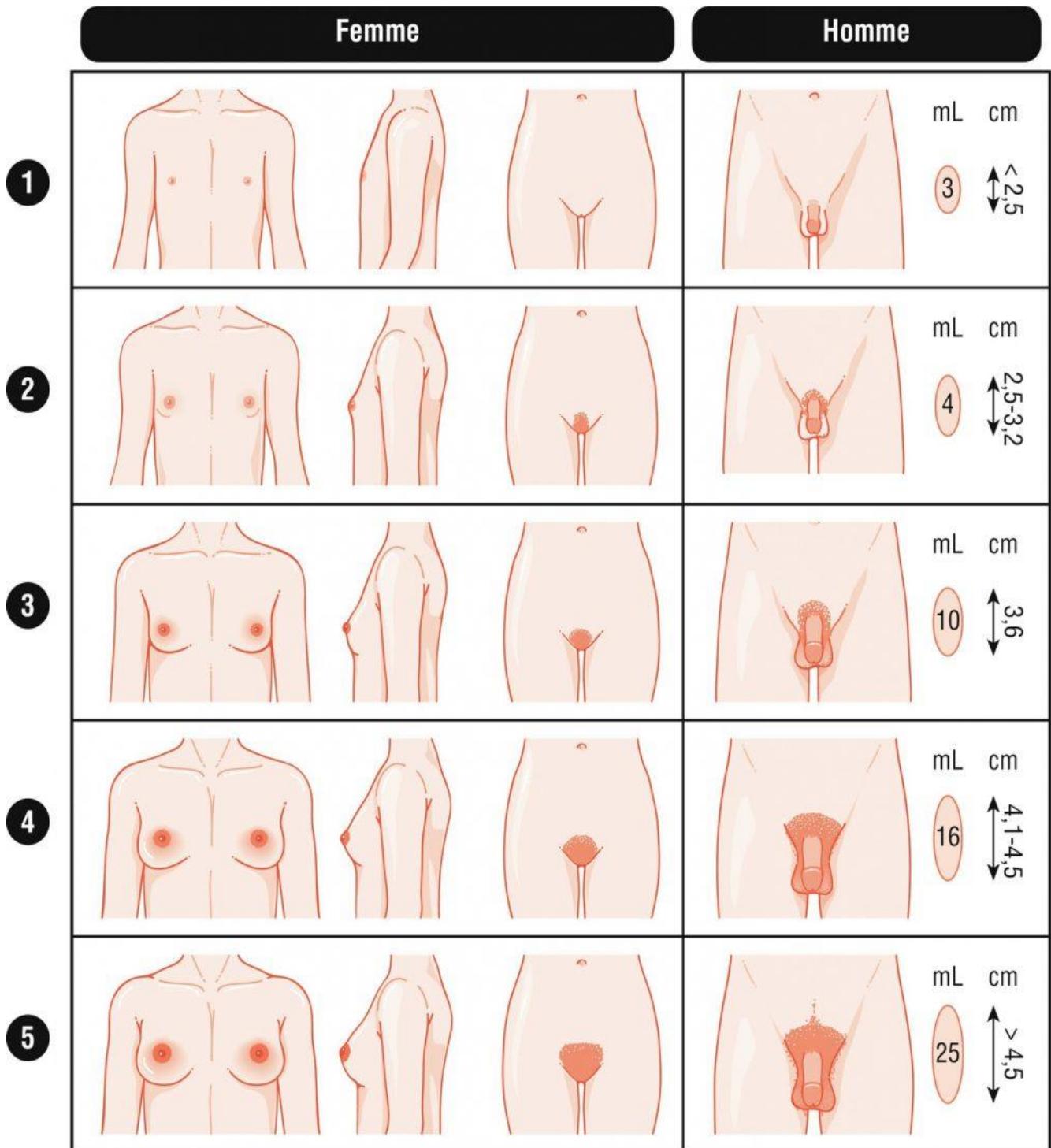
Tableau 1: classification des étiologies des scolioses d'après Ostreich	53
Tableau 2: Classification des malformations congénitales du rachis d'après Cotrel.....	59
Tableau 3: Classification des malformations congénitales du rachis d'après Winter.	59
Tableau 4: Étiologie des scolioses douloureuses ^[38]	71
Tableau 5: répartition de l'âge selon le sexe.....	118
Tableau 6: répartition du nombre de fratrie selon les étiologies des scolioses	124
Tableau 7: les antécédents retrouvés lors du diagnostic des scolioses	125
Tableau 8: comparaison de deux groupes de scolioses malformatrice/non malformatrice par rapport à la consanguinité	126
Tableau 9: comparaison des moyennes des flèches des gibbosités en fonction du siège	131
Tableau 10: comparaison des âges moyens de diagnostic des scolioses	135
Tableau 11: localisation des anomalies vertébrales dans les scolioses malformatives	138
Tableau 12: moyennes des angles de Cobb initiaux mesurés pour les différentes étiologies.....	140
Tableau 13 : moyennes des angles de Cobb finaux mesurés pour les différentes étiologies.	141
Tableau 14: moyennes d'âge dans les deux sexes en fonction du test de Risser	144
Tableau 15: distribution de l'exploration de la fonction respiratoire selon l'angle de Cobb	145
Tableau 16: moyennes de correction de l'angle de Cobb des scolioses en fonction des traitements orthopédiques ou chirurgicaux	147
Tableau 17:moyennes de corrections de l'angle de Cobb des différents traitements appliqués	148

Tableau 18: comparaison des fréquences des malformations associées aux SM et des malformations urinaires.....	160
Tableau 19: comparaison des moyennes de correction de l'angle de Cobb dans les traitements orthopédiques et chirurgicaux.....	169

ANNEXES



Annexe 1: Classification de Tanner



Annexe 2: classification de Lenke

		<u>Lumbar Spine Modifier</u>		Curve Type (1 - 6)	
		<u>A</u> (No to Minimal Curve)		Type 1 (Main Thoracic)	Type 2 (Double Thoracic)
		<u>B</u> (Moderate Curve)		Type 3 (Double Major)	Type 4 (Triple Major)
Possible Sagittal structural criteria (To determine specific curve type)		Normal	 1C*	 1A*	 2A*
		PT Kypnosis	 $\geq +20^\circ$ 2C*	 2B*	 3A*
		TL Kypnosis	 $\geq +20^\circ$ 3C*	 3B*	 4A*
		PT + TL Kypnosis	 $\geq +20^\circ$ 4C*	 4B*	 5C*
					 6C*

* T5-12 sagittal alignment modifier: -, N, or + - : <10° N : 10-40° + : >40°

<u>CURVE TYPE</u>				
Type	Proximal Thoracic	Main Thoracic	Thoracolumbar/Lumbar	Description
1	Non-Structural	Structural (Major)*	Non-Structural	Main Thoracic (MT)
2	Structural	Structural (Major)*	Non-Structural	Double Thoracic (DT)
3	Non-Structural	Structural (Major)*	Structural	Double Major (DM)
4	Structural	Structural (Major)*	Structural (Major)*	Triple Major (TM) [§]
5	Non-Structural	Non-Structural	Structural (Major)*	Thoracolumbar/Lumbar (TL/L)
6	Non-Structural	Structural	Structural (Major)*	Thoracolumbar/Lumbar-Main Thoracic (TL/L-MT)

**STRUCTURAL CRITERIA
(Minor Curves)**

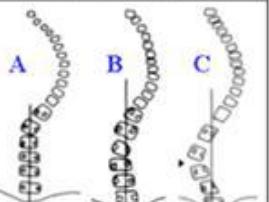
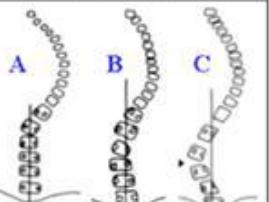
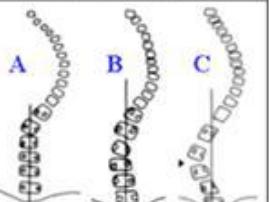
Proximal Thoracic	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$	- T2-T5 Kyphosis $\geq +20^\circ$
Main Thoracic	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$	- T10-L2 Kyphosis $\geq +20^\circ$
Thoracolumbar/Lumbar	- Side Bending Cobb $\geq 25^\circ$	- T10-L2 Kyphosis $\geq +20^\circ$

*Major = Largest Cobb measurement, always structural
Minor = All other curves with structural criteria applied
[§]Type 4 - MT or TL/L can be major curve

**LOCATION OF APEX
(SRS Definition)**

<u>CURVE</u>	<u>APEX</u>
Thoracic	T2-T11/12 Disc
Thoracolumbar	T12-L1
Thoracolumbar/Lumbar	L1/2 Disc-L4

Modifiers

Lumbar Spine Modifier	CSVL to Lumbar Apex		Thoracic Sagittal Profile T5-T12
A	CSVL between pedicles		- (Hypo) $< 10^\circ$
B	CSVL touches apical body(ies)		N (Nomal) $10^\circ - 40^\circ$
C	CSVL completely medial		+ (Hyper) $> 40^\circ$

Curve Type (1-6) + Lumbar Spine Modifier (A, B, C) + Thoracic Sagittal Modifier (-, N, +)
 Classification (e.g. 1B+): _____

Annexe 3: fiche technique de recueil des données et de suivi d'une scoliose

FICHE TECHNIQUE SCOLIOSE

SERVICE D'ORTHOPEDIE PEDIATRIQUE EHS Canastel ORAN

Chef de service Pr AZZOUZ

Identification du patient :

Numéro :.....

Date :.....

Nom du médecin :.....

Nom du patient :.....

Date de naissance :.....

Sexe :.....

Adresse :.....

Scolarité :.....

Tel :.....

Email :.....

Antécédents :.....

Motif de consultation :.....

Date du diagnostic :.....

Examen clinique :

Poids :.....Kg Taille debout :.....cm taille assise :.....cm taille père.....cm taille mère.....cm

Stigmates cutanés (touffe de poiles, fistule, fossette, tache café au lait, angiome).....

Ménarches..... Poiles pubiens.....tanner.....

Gibbosité: C D DL L..... droite/gauche Fleche.....cm

Mobilité du rachis :.....

Attitude vicieuse :.....profil (cyphose, lordose).....

Epaules.....bassin..... membres inférieurs.....

Examen neurologique : ROT..... R.Cut.Abd.....

R.Cut. Plant.....

Marche.....

Anomalies associées : myéloméningocèle , sprenzel ,PBVE,LCH,malf. Cardiaque, génito urinaire, ophtolmo, auriculaire,Diastématomyélie, syringomyélie, radiale, anorectale.....

Examens radiologiques :

VLS VLI.....VS.....scoliose C CD D DL LLenke (SI) :

Angle de cobb :

date									
cobb									
2è angle scol.double									

Hémivertebre.....

HV cunéiforme..... Binucléée..... Symétrique/asymétrique.....

Barre inter pédiculaire.....bloc vertébral.....

Anomalie costale.....

Spondylolisthésis.....

Risser.....

Age osseux.....

IRM.....

Scanner.....

Echocoeur.....

EFR.....

Bilan biol.....

Traitemet

abstention		EDF		corset		Épiphysiodèse convexe		ISG		arthrodèse	
------------	--	-----	--	--------	--	-----------------------	--	-----	--	------------	--

REFERENCES :

Éditées par le logiciel Endnote X5 selon les recommandations de Vancouver

1. P.Mary, R.V., P.Guigui, D.Huten, *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, La scoliose idiopathique de l'enfant et de l'adulte*2009: Elsevier Masson SAS.
2. Algérie: Il N'existe Pas De Service De Référence Pour La Chirurgie De La Scoliose En Algérie, in journal el watan2015.
3. Sohum K. Desai, et al., *The lasting legacy of Paul Randall Harrington to pediatric spine surgery*. Journal of Neurosurgery: Spine, 2013. **18**(2): p. 170-177.
4. université, A., Alger, catalogue des thèses de l'université d'Alger. 50aire. 1962-2012.
5. Daniel Studer, C.C.H., Bâle, scoliose FMC. PEDIATRICA, 2017. **28** Nr 1: p. 13-16.
6. Chen, J.B., et al., *Prevalence of thoracic scoliosis in adults 25 to 64 years of age detected during routine chest radiographs*. European Spine Journal, 2016. **25**(10): p. 3082-3087.
7. Konieczny, M.R., H. Senyurt, and R. Krauspe, *Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis*. J Child Orthop, 2013. **7**(1): p. 3-9.
8. CNES, N.U., *Rapport National sur le Developpement Humain. nations unis*. 2013-2015.
9. Vialle, R., K. Abelin, and C. Morin, *Traitemet orthopédique des scolioses idiopathiques*. EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie, 2008. **3**(3): p. 1-14.
10. Khouri, N., et al., *Scoliose idiopathique. Stratégie diagnostique, physiopathologie et analyse de la déformation*. EMC - Rhumatologie-Orthopédie, 2004. **1**(1): p. 17-44.
11. anatomie du rachis, in *laboratoire d'anatomie de faculté de lille*2016.
12. Netter, F., *atlas d'anatomie: dos et moelle*. p. planche 142.
13. URL, s. *anatomie de la colonne vertébrale (vue de profil)*. Available from: <http://www.medecine-des-arts.com/editeur/images/anatomie/rachis-CV5.jpg>.
14. Cramer, G.D. and S.A. Darby, *Clinical anatomy of the spine, spinal cord, and ANS*. 3rd ed2014, St. Louis, Mo.: Elsevier. xv, 672 p.
15. Netter, F., *atlas d'anatomie: dos et moelle*. p. planche 146.
16. Vital, J.-M., J. Sénégas, and B. Lavignolle, *UE, anatomie descriptive et fonctionnelle de la colonne vertébrale PACES, Université Bordeaux 2*. Éd. 2013 ed2014, [Mérignac]: Éd. Bergeret. 1 vol. (281).
17. *embryologie humaine, université cochin, Paris* 5. formation du squelette et des muscles, chapitre 8]. Available from: <http://cvirtuel.cochin.univ-paris5.fr/embryologie/Organ/OrganCours/OrganCh08/OrganCh08A100.htm>.
18. Bollini, G. and J. Jouve, *Malformations congénitales du rachis*, in *Encycl Méd Chir (EMC)*, E.S.e.M.E. SAS, Editor 2000: Paris. p. 18.
19. A. Dimeglio, F.B., F. Canavese, *Anatomie de la colonne vertébrale nouveaux concepts avec la participation de N. Aurouer, X. Barreau, M. Blangis... [et al.]*2016, Montpellier: Sauramps médical. 1 vol. (675).
20. Canavese, F. and A. Dimeglio, *Normal and abnormal spine and thoracic cage development*. World J Orthop, 2013. **4**(4): p. 167-74.

21. Cunin, V., *Scolioses graves de l'enfant à début précoce – Méthodes thérapeutiques actuelles: Early onset scoliosis – Current treatment A2 - Huten, D*, in *Conférences d'enseignement 20142014*, Elsevier Masson: Paris. p. 157-169.
22. Dubousset, J., et al., *Le traitement orthopédique dans la pathologie vertébrale du petit enfant*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur, 2006. **92**(1): p. 73-82.
23. Ilharreborde, B., *Étiopathogénie de la scoliose idiopathique de l'adolescent* 2009. 24-27.
24. Patten, S.A., et al., *Functional variants of POC5 identified in patients with idiopathic scoliosis*. J Clin Invest, 2015. **125**(3): p. 1124-8.
25. Thillard, M.J., [Vertebral column deformities following epiphyseotomy in the chick]. C R Hebd Séances Acad Sci, 1959. **248**(8): p. 1238-40.
26. Kindsfater, K., et al., *Levels of Platelet Calmodulin for the Prediction of Progression and Severity of Adolescent Idiopathic Scoliosis*. JBJS, 1994. **76**(8): p. 1186-1192.
27. Acaroglu, E., et al., *Comparison of the Melatonin and Calmodulin in Paravertebral Muscle and Platelets of Patients With or Without Adolescent Idiopathic Scoliosis*. Spine (Phila Pa 1976), 2009. **34**(18).
28. Gennaro, I., et al., *Fasting total ghrelin levels are increased in patients with adolescent idiopathic scoliosis*. 2013.
29. SILVA, R.T.E., et al., *Role of different hormones in the pathogenesis and severity of adolescent idiopathic scoliosis*. Acta Ortopédica Brasileira, 2017. **25**: p. 15-17.
30. Pedrini, V.A., I.V. Ponseti, and S.C. Dohrman, *Glycosaminoglycans of intervertebral disc in idiopathic scoliosis*. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine. **82**(6): p. 938-950.
31. Guo, X., et al., *Balance control in adolescents with idiopathic scoliosis and disturbed somatosensory function*. Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(14): p. E437-40.
32. Grivas, T.B., G.I. Rodopoulos, and N.V. Bardakos, *Biomechanical and clinical perspectives on nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis*. Stud Health Technol Inform, 2008. **135**: p. 274-90.
33. Cheung, J., et al., *A preliminary study on electromyographic analysis of the paraspinal musculature in idiopathic scoliosis*. Eur Spine J, 2005. **14**(2): p. 130-7.
34. Accadbled, F., J. Sales de Gauzy, and Société française d'orthopédie pédiatrique Séminaire, *Scoliose idiopathique sous la direction de F. Accadbled, J. Sales de Gauzy*. Monographies de la société française d'orthopédie pédiatrique 2016, Montpellier: Sauramps médical. 1 vol. (267).
35. Dimeglio, A., C. Hérisson, and L. Simon, *La scoliose idiopathique*. Collection de pathologie locomotrice et de médecine orthopédique 1996, Paris Milan Barcelone: Masson. X-438.
36. Gorincour, G., et al., *Radiography of scoliosis: comparative dosimetry between conventional technique and digital fluorography*. J Radiol, 2007. **88**(3 Pt 1): p. 361-6.
37. Kleinerman, R.A., *Cancer risks following diagnostic and therapeutic radiation exposure in children*. Pediatr Radiol, 2006. **36 Suppl 2**: p. 121-5.
38. Diard, F., et al., *Imagerie des scolioses de l'enfant et de l'adolescent*. J Radiol, 2002. **83**(1): p. 117-39.
39. Antonio Faundez, P.R., Jean Charles Le Huec, *Analyse de l'équilibre sagittal du rachis*. Rev Med Suisse 2011; , 2011. **volume 7. 2470-2474**.

40. Diard, F., J.F. Chateil, and J.M. Vital, *Imaging of scoliosis*. Rev Prat, 1993. **43**(11): p. 1420-31.
41. King, H.A., et al., *The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 1983. **65**(9): p. 1302-13.
42. Lenke, L.G., et al., *Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 1998. **80**(8): p. 1097-106.
43. Davies, A. and A. Saifuddin, *Imaging of painful scoliosis*. Skeletal Radiol, 2009. **38**(3): p. 207-23.
44. Dubousset, J., et al., *Le système eos nouvelle imagerie ostéo-articulaire basse dose en position debout*. Memoires de Academie Nationale de Chirurgie, 2005. **4**(4): p. 22-7.
45. Courvoisier, A., R. Vialle, and W. Skalli, *EOS 3D Imaging: assessing the impact of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis*. Expert Rev Med Devices, 2014. **11**(1): p. 1-3.
46. Drevelle, X., et al., *Analysis of idiopathic scoliosis progression by using numerical simulation*. Spine (Phila Pa 1976), 2010. **35**(10): p. E407-12.
47. Courvoisier, A., et al., *Transverse plane 3D analysis of mild scoliosis*. Eur Spine J, 2013. **22**(11): p. 2427-32.
48. Oestreich, A.E., L.W. Young, and T.Y. Poussaint, *Scoliosis circa 2000: radiologic imaging perspective. II. Treatment and follow-up*. Skeletal Radiol, 1998. **27**(12): p. 651-6.
49. Cotrel, Y., *les types de scoliose*. journal de kinésithérapie, 1959(7): p. 2-12.
50. Pehrsson, K., et al., *Long-term follow-up of patients with untreated scoliosis. A study of mortality, causes of death, and symptoms*. Spine (Phila Pa 1976), 1992. **17**(9): p. 1091-6.
51. Ferreira, J.H., R. de Janeiro, and J.I. James, *Progressive and resolving infantile idiopathic scoliosis. The differential diagnosis*. J Bone Joint Surg Br, 1972. **54**(4): p. 648-55.
52. Mehta, M.H., *The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis*. J Bone Joint Surg Br, 1972. **54**(2): p. 230-43.
53. Robinson, C.M. and M.J. McMaster, *Juvenile idiopathic scoliosis. Curve patterns and prognosis in one hundred and nine patients*. J Bone Joint Surg Am, 1996. **78**(8): p. 1140-8.
54. Morin, C., *Natural history of scoliosis during growth*, in *cahiers d'enseignement de la SOFCOT*2009. p. 79-82.
55. Duval-Beaupere, G., et al., *A unique theory on the course of scoliosis*. Presse Med, 1970. **78**(25): p. 1141-6 passim.
56. Duval-Beaupere, G., *Maturation indices in the surveillance of scoliosis*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1970. **56**(1): p. 59-76.
57. Cotrel, Y. and J. Dubousset, *A new technic for segmental spinal osteosynthesis using the posterior approach*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1984. **70**(6): p. 489-94.
58. Winter, R.B., J.E. Lonstein, and O. Boachie-Adjei, *Congenital spinal deformity*. Instr Course Lect, 1996. **45**: p. 117-27.
59. Smith, A.D., J. Koreska, and C.F. Moseley, *Progression of scoliosis in Duchenne muscular dystrophy*. J Bone Joint Surg Am, 1989. **71**(7): p. 1066-74.
60. Vialle R., K.N., Bataille J., Hamida M., Dubousset J., Guillaumat M, *Déformations du rachis d'origine neurologique et musculaire : étiopathogénie, analyse de la déformation et évaluation préthérapeutique*, in *Encycl Méd Chir*2006, Elsevier, Paris.

61. Sawin, P.D. and A.H. Menezes, *Neuromuscular scoliosis: diagnostic and therapeutic considerations*. Semin Pediatr Neurol, 1997. **4**(3): p. 224-42.
62. Vitale, M.G., A. Guha, and D.L. Skaggs, *Orthopaedic manifestations of neurofibromatosis in children: an update*. Clin Orthop Relat Res, 2002(401): p. 107-18.
63. Dubousset, J., P. Queneau, and M. Lacheretz, *Diagnostic problems poses by stiff and painful scoliosis in children*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1971. **57**(3): p. 215-26.
64. Dobbs, M.B. and S.L. Weinstein, *Infantile and juvenile scoliosis*. Orthop Clin North Am, 1999. **30**(3): p. 331-41, vii.
65. Newton, P.O., et al., *Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. A study of six hundred and thirty-one patients*. J Bone Joint Surg Am, 2005. **87**(9): p. 1937-46.
66. Guillaumat, M., *Évolution à l'âge adulte des scolioses idiopathiques traitées ou non pendant la période de croissance*, in *scoliose idiopathique de l'enfant et l'adolescent*, e. masson, Editor 2009. p. 87-97.
67. Khouri, N., et al., *Scoliose idiopathique en période de croissance. Indications et programmes thérapeutiques*. EMC - Rhumatologie-Orthopédie, 2004. **1**(1): p. 45-63.
68. Morin, C., *Chapitre 1 - Confection d'un corset plâtré pour correction d'une scoliose ou d'une hypercyphose*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016*, Content Repository Only!: Paris. p. 3-9.
69. Zadegan, F., et al., [Superior mesenteric artery syndrome following correction of spinal deformity: case report and review of the literature]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2007. **93**(2): p. 181-5.
70. Porte, M., et al., *La kinésithérapie dans le traitement de la scoliose idiopathique de l'adolescent : utile ou pas ?* Archives de Pédiatrie, 2016. **23**(6): p. 624-628.
71. Coelho, L., *Mezieres' method and muscular chains' theory: from postural re-education's physiotherapy to anti-fitness concept*. Acta Reumatol Port, 2010. **35**(3): p. 406-7.
72. Iunes, D.H., et al., *Quantitative photogrammetric analysis of the Klapp method for treating idiopathic scoliosis*. Rev Bras Fisioter, 2010. **14**(2): p. 133-40.
73. Weiss, H.R., *The method of Katharina Schroth - history, principles and current development*. Scoliosis, 2011. **6**: p. 17.
74. den Boer, W.A., et al., *Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort*. European Spine Journal, 1999. **8**(5): p. 406-410.
75. Vialle, R., P. Mary, and C. Glorion, *Traitements chirurgicaux des scolioses idiopathiques*, in *EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie2006*. p. 1-26.
76. Journeau, P., E. Polirsztok, and J.L. Tassin, *Chapitre 31 - Épiphysiodèse convexe pour hémivertèbre*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016*, Content Repository Only!: Paris. p. 209-214.
77. Belmaaziz, H., et al., *Résultats de correction des scolioses malformatives par épiphysiodèse convexe par voie postérieure à l'EHS Canastel*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 2016. **102**(4): p. 396.
78. Winter, R.B., et al., *Convex growth arrest for progressive congenital scoliosis due to hemivertebrae*. J Pediatr Orthop, 1988. **8**(6): p. 633-8.

79. Bollini, G. and J.L. Jouve, *Chapitre 30 - Hémivertebrectomie*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 201-207.
80. Harms, J., M. Rauschmann, and M. Rickert, *Therapie der Skoliose aus historischer Sicht*. Der Unfallchirurg, 2015. **118**(1): p. 28-36.
81. Dubory, A., et al., *Chapitre 9 - Techniques de fixation pelvienne étendue aux ailes iliaques*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 63-68.
82. Steib, J.P., *Chapitre 15 - Techniques de correction des déformations vertébrales par voie postérieure : le cintrage in situ*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 97-101.
83. Clément, J.L., *Chapitre 13 - Technique de correction des déformations vertébrales par voie postérieure selon la technique de translation simultanée sur deux tiges et dérotation concave*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 83-89.
84. Sales de Gauzy, J., J.L. Jouve, and K. Mazda, *Chapitre 16 - Technique de correction des déformations vertébrales par translation des liens sous-lamaires*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 103-110.
85. Pouliquen, J.C., et al., *Surgical correction of scoliosis. Technic of anterior correction of plate insertion*. Nouv Presse Med, 1975. **4**(20): p. 1489-91.
86. Halm, H., et al., *Halm-Zielke instrumentation as primary stable improvement of the Zielke-VDS in idiopathic scoliosis. 1 to 4 year outcome of a prospective study of 29 consecutive patients*. Orthopade, 2000. **29**(6): p. 563-70.
87. Clin, J., C.E. Aubin, and S. Parent, *Biomechanical simulation and analysis of scoliosis correction using a fusionless intravertebral epiphyseal device*. Spine (Phila Pa 1976), 2015. **40**(6): p. 369-76.
88. Accadbled, F. and V. Cunin, *Chapitre 18 - Les instrumentations sans arthrodèse : tiges de croissance avec ancrage rachidien ou thoracique*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016, Content Repository Only!*: Paris. p. 119-128.
89. Odent, T., et al., *Fusionless surgery in early-onset scoliosis*. Orthop Traumatol Surg Res, 2015. **101**(6 Suppl): p. S281-8.
90. Charroin, C., et al., *Direct costs associated with the management of progressive early onset scoliosis: estimations based on gold standard technique or with magnetically controlled growing rods*. Orthop Traumatol Surg Res, 2014. **100**(5): p. 469-74.
91. McCarthy, R.E. and F.L. McCullough, *Shilla Growth Guidance for Early-Onset Scoliosis: Results After a Minimum of Five Years of Follow-up*. J Bone Joint Surg Am, 2015. **97**(19): p. 1578-84.
92. Ouellet, J., *Surgical Technique: Modern Luqué Trolley, a Self-growing Rod Technique*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 2011. **469**(5): p. 1356-1367.
93. Moe, J.H., et al., *Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children*. Clin Orthop Relat Res, 1984(185): p. 35-45.
94. Miladi, L., A. Journe, and M. Mousny, *H3S2 (3 hooks, 2 screws) construct: a simple growing rod technique for early onset scoliosis*. Eur Spine J, 2013. **22** Suppl 2: p. S96-105.
95. Miladi, L., et al., *Minimally Invasive Surgery for Neuromuscular Scoliosis: Results and Complications in a Series of one hundred Patients*. Spine (Phila Pa 1976), 2018.

96. National Library of Medecine, U.S. *Surgical Treatment of Progressive Scoliosis With "NEMOST" Growing Rod (NEMOST)*. 2018; Available from: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02266667>.
97. Lechevallier, J. and J. Leroux, *Chapitre 21 - Chirurgie cosmétique (gibbectomy)*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016*, Content Repository Only!: Paris. p. 143-146.
98. Bollini, G., et al., [Results at skeletal maturity after double-approach hemivertebral resection]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2005. **91**(8): p. 709-18.
99. Urrutia, J., P. Besa, and F. Bengoa, *A prevalence study of thoracic scoliosis in Chilean patients aged 10-20 years using chest radiographs as a screening tool*. J Pediatr Orthop B, 2018. **27**(2): p. 159-162.
100. Cotrel, Y., G. Morel, and J.C. Rey, *Idiopathic scoliosis*. Acta Orthop Belg, 1965. **31**(5): p. 795-810.
101. Lonstein, J.E. and J.M. Carlson, *The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth*. J Bone Joint Surg Am, 1984. **66**(7): p. 1061-71.
102. P., J.J.I., *IDIOPATHIC SCOLIOSIS*. J Bone Joint Surg Br, 1954. **36-B**(1): p. 36-49.
103. Xue, X., et al., *Rib deformities in congenital scoliosis*. Spine (Phila Pa 1976), 2013. **38**(26): p. E1656-61.
104. Louis, M.L., et al., *Congenital scoliosis: a frontal plane evaluation of 251 operated patients 14 years old or older at follow-up*. Orthop Traumatol Surg Res, 2010. **96**(7): p. 741-7.
105. Giampietro, P.F., et al., *Congenital and idiopathic scoliosis: clinical and genetic aspects*. Clin Med Res, 2003. **1**(2): p. 125-36.
106. Winter, R.B., J.H. Moe, and V.E. Eilers, *Congenital Scoliosis A Study of 234 Patients Treated and Untreated: PART I NATURAL HISTORY*. JBJS, 1968. **50**(1).
107. Ghanem, I.B., et al., *Chiari I malformation associated with syringomyelia and scoliosis*. Spine (Phila Pa 1976), 1997. **22**(12): p. 1313-7; discussion 1318.
108. Wu, W., et al., *VACTER syndrome with situs inversus totalis: Case report and a new syndrome*. Medicine (Baltimore), 2017. **96**(25): p. e7260.
109. Puvabanditsin, S., et al., *VATER/VACTERL Association and Caudal Regression with Xq25-q27.3 Microdeletion: A Case Report*. Fetal Pediatr Pathol, 2016. **35**(2): p. 133-41.
110. Ilharreborde, B., et al., *Planification du niveau supérieur d'arthrodèse dans les scolioses idiopathiques thoraciques de l'adolescent : étude prospective de 103 cas*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur, 2008. **94**(5): p. 481-489.
111. Celestre, P.C., et al., *Sagittal Alignment Two Years After Selective and Nonselective Thoracic Fusion for Lenke 1C Adolescent Idiopathic Scoliosis*. Spine Deform, 2015. **3**(6): p. 560-565.
112. Bollini, G., *Malformations congénitales du rachis chez l'enfant et l'adolescent: Congenital spinal malformations in children and adolescents A2 - Huten, D*, in *Conférences d'enseignement 20112011*, Elsevier Masson: Paris. p. 155-172.
113. Diedrichs, V., et al., [Reference values for development of the iliac crest apophysis (Risser sign)]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1998. **136**(3): p. 226-9.
114. Karol, L.A., et al., *The Effect of the Risser Stage on Bracing Outcome in Adolescent Idiopathic Scoliosis*. J Bone Joint Surg Am, 2016. **98**(15): p. 1253-9.

115. Neal, K.M., E.D. Shirley, and G.M. Kiebzak, *Maturity Indicators and Adolescent Idiopathic Scoliosis: Evaluation of the Sanders Maturity Scale*. Spine (Phila Pa 1976), 2018. **43**(7): p. E406-E412.
116. Sitoula, P., et al., *Prediction of Curve Progression in Idiopathic Scoliosis: Validation of the Sanders Skeletal Maturity Staging System*. Spine (Phila Pa 1976), 2015. **40**(13): p. 1006-13.
117. Minkara, A., et al., *High Risk of Mismatch Between Sanders and Risser Staging in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Are We Guiding Treatment Using the Wrong Classification?* J Pediatr Orthop, 2018.
118. Canavese, F., et al., *Le traitement par plâtre élongation, dérotation, flexion (EDF) sous anesthésie générale associée à l'administration de curare améliore les résultats chez les patients porteurs d'une scoliose juvénile – résultats préliminaires*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 2015. **101**(7, Supplement): p. S201-S202.
119. de Mauroy, J., et al., *LA METHODE LYONNAISE: Protocoles, Résultats*. 2005.
120. de Mauroy, J.C. and C. Lecante, *Reference Manual for the Lyon Scoliosis Brace*. Résonances Européennes du Rachis, 2007. **15**(47): p. 1977-1989.
121. M.Benmammar, F.B., K. Bekkali, L. Miladi and A.B. K. Beladghem, Bengueda *Prise en charge chirurgicale des scolioses de l'enfant et de l'adolescent*, 2017: 2eme journées de médecine physique et réadaptation fonctionnelle du CHU Oran.
122. Miladi, L. and R. Seringe, *Résultats à maturité squelettique d'une technique d'instrumentation rachidienne sans greffe. À propos d'une série de 33 scolioses évolutives de l'enfant*. Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, 2016. **102**(7, Supplement): p. S123-S124.
123. Miladi, L., *Chapitre 11 - Mise en place des implants pour une fixation lombo-sacrée par vis ilio-sacrée*, in *Orthopédie Pédiatrique. Rachis et Thorax2016*: Paris. p. 73-76.
124. Sankar, W.N., et al., *Lengthening of dual growing rods and the law of diminishing returns*. Spine (Phila Pa 1976), 2011. **36**(10): p. 806-9.
125. Cahill, P.J., et al., *Autofusion in the immature spine treated with growing rods*. Spine (Phila Pa 1976), 2010. **35**(22): p. E1199-203.
126. Xue, X., et al., *An analysis of thoracic cage deformities and pulmonary function tests in congenital scoliosis*. Eur Spine J, 2015. **24**(7): p. 1415-21.

Résumé

Introduction :

La prise en charge actuelle des scolioses chez l'enfant à l'ouest algérien est confrontée à des difficultés liées à l'absence d'un centre spécialisé, et se fait d'une façon sporadique dans quelques services ici et là. L'insuffisance du dépistage précoce contribue malheureusement à l'observation de cas très graves de scoliose rendant le traitement plus lourd et plus difficile et aboutit à des situations dramatiques. Nous vous proposons de dresser un état des lieux à l'ouest algérien pour déterminer les points forts et les points faibles de cette prise en charge et surtout de réunir toutes les conditions nécessaires et suffisantes de traitement des scolioses chez l'enfant.

Matériels et méthode :

Il s'agit d'une étude rétrospective et prospective descriptive de tous les enfants de 0 à 15 ans présentant une scoliose de plus de 10° d'angle de Cobb suivis et traités au service d'orthopédie pédiatrique de EHS pédiatrique de Canastel dans l'ouest algérien. Nous avons retenu tous les dossiers de malades porteurs de scolioses suivis et traités en ambulatoire ou en hospitalisation durant les 10 dernières années qui sont au nombre de 166. La saisie et l'analyse des données s'est faite sur logiciel SPSS version 20.

Résultats :

L'incidence moyenne annuelle de la scoliose était de 16 cas par an, la majorité des cas observés sont originaires d'Oran mais aussi de Mostaganem et Relizane. L'âge moyen des patients au diagnostic était de 6.4 ± 4.8 avec des extrêmes de 0 à 15 ans. La moyenne d'âge était de 11.2 ± 3.4 pour les scolioses idiopathiques et de 4.6 ± 4.0 pour les scolioses malformatives. Le sex ratio est de 0.40 (3 garçons/7 filles).

La constatation d'une gibbosité était le motif de consultation le plus fréquent à 77%. La répartition des scolioses selon les étiologies a objectivé une prédominance des scolioses malformatives à 69% contre 20% pour les scolioses idiopathiques. Les anomalies vertébrales en causes des scolioses malformatives observées étaient représentées par les hémivertèbres dans 41.1% et par les barres inter pédiculaires dans 3.6% isolément. Les scolioses malformatives étaient associées à des malformations d'autres organes dans 30.7%

Sur le plan de la radiologie, La moyenne de l'angle de Cobb au diagnostic était de $34.34 \pm 16.07^\circ$ avec des extrêmes de 10 à 90° . La cyphose a été retrouvée dans 40.4% des cas et une lordose dans 30.1% des cas. Le test de Risser était toujours en avance d'une classe chez les filles par rapport aux garçons aux mêmes âges.

L'évolution des scolioses a été évaluée par la mesure de la différence entre l'angle de Cobb à la fin de l'étude et l'angle de Cobb initial. Les résultats ont été estimés bons dans 82.9% (stabilisation (25%), correction (57.9%)) et mauvais dans 17.1% (aggravation) avec deux perdus de vue. L'étude a comparé les moyennes de correction des angles de Cobb des traitements orthopédiques et chirurgicaux ; elles étaient comme suit : $-1.03 \pm 11.05^\circ$ pour les traitements conservateurs et $-12.82 \pm 15.02^\circ$ pour la chirurgie.

Discussions :

L'âge moyen de diagnostic des scolioses malformatives reste assez tardif. Nous continuons, malheureusement, à recevoir des malformations du rachis avec des scolioses graves à l'âge de 15 ans. Près 47% des enfants n'étaient pas scolarisés au moment du diagnostic. La gibbosité est le maître symptôme de la scoliose et reste le motif de consultation le plus fréquent mais les stigmates cutanés sont un facteur de risque(OR=11.7) pour retrouver une malformation vertébrale. La scoliose thoracique gauche doit faire rechercher une étiologie d'anomalie médullaire telle que la syringomyélie. En cas de scoliose malformatrice, il faut rechercher activement les malformations d'autres organes selon l'acronyme VACTER.

Toute scoliose qui a fait preuve d'une évolution en aggravation doit être traitée efficacement. Plus le traitement est commencé précocement, plus le potentiel de croissance résiduel du rachis permet d'espérer un bon résultat à maturité. Le traitement conservateur par plâtres et corset garde sa place dans le calendrier thérapeutique chez l'enfant en croissance mais ne corrige pas les déformations. L'instrumentation sans greffe que nous avons introduit au service donne de meilleurs taux de correction avec diminution nette des complications connus de l'arthrodèse du rachis. Le traitement chirurgical par épiphysiodèse convexe fait précocement (avant l'âge de cinq ans) stabilise et corrige les déformations rachidiennes évolutives.

Conclusion :

La découverte d'une déviation rachidienne reste assez tardive chez les enfants de l'ouest algérien car souvent non douloureuse ; et pourtant le diagnostic est simple par la constatation d'une gibbosité à l'examen penché en avant. La scoliose n'est pas toujours idiopathique chez l'enfant, celle-ci doit être un diagnostic d'élimination de toute autre étiologie. Il faut impliquer d'avantage de médecins des PMI et des UDS dans la recherche de toute déformation même minime. Sa prise en charge doit être multidisciplinaire dans des centres spécialisés adaptés à l'enfant avec une logistique adéquate au diagnostic, au traitement orthopédique et à la chirurgie. L'instrumentation sans greffe est bonne alternative de traitement pour les scolioses évolutives. Les équipes doivent comporter des chirurgiens, médecins physiques de réhabilitation et de réadaptation, radiologues, anesthésistes, neurophysiologistes, pédiatres et des appareilleurs.

Introduction

The current management of scoliosis in children in western Algeria faces difficulties related to the lack of a specialized center, and is sporadic in some services here and there. The insufficiency of screening contributes to the observation of very serious cases of scoliosis making the treatment heavier and more difficult and leads to dramatic situations. We propose to draw up an inventory of the situation in western Algeria to determine the strengths and weaknesses of this care and especially to meet all the necessary and sufficient conditions for treatment of scoliosis in children.

Materials and method

This is a descriptive retrospective and prospective study of all children aged 0 to 15 years with scoliosis > 10 ° Cobb angle followed and treated in the pediatric orthopedic service of Canastel in west of Algeria. We have retained all cases of patients with scoliosis followed and treated in outpatient or hospitalization for the last 10 years, which numbered 166. The data was entered and analyzed using SPSS version 20 software.

Results

The average annual incidence of scoliosis was 16 cases per year, the majority of cases observed are from Oran but also from Mostaganem and Relizane. The mean age of patients at diagnosis was 6.4 ± 4.8 with extremes of 0 to 15 years. The mean age was 11.2 ± 3.4 for idiopathic scoliosis and 4.6 ± 4.0 for malformation scoliosis. The sex ratio is 0.40 (3 boys / 7 girls).

The presence of a gibbosity was the most frequent reason for consultation at 77%. The distribution of scoliosis according to etiologies showed a predominance of malformation scoliosis at 69% compared to 20% for idiopathic scoliosis. The vertebral anomalies due to malformation observed scoliosis were represented by hemivertebrae in 41.1% and inter-pedicle bars in 3.6% isolation. Malformative scoliosis was associated with malformations of other organs in 30.7%.

In terms of radiology, the average Cobb angle at diagnosis was 34.34 ± 16.07 ° with extremes of 10 to 90 °. Kyphosis was found in 40.4% of cases and lordosis in 30.1% of cases. Risser's test was always ahead of a class in girls compared to boys at the same ages. The evolution of scoliosis was evaluated by measuring the difference between the Cobb angle at the end of the study and the initial Cobb angle. The results were estimated to be good in 82.9% (stabilization (25%), correction (57.9%)) and bad in 17.1% (aggravation) with two lost sight. The study compared Cobb angle correction means of orthopedic and surgical treatments; they were as follows: -1.03 ± 11.05 ° for conservative treatments and -12.82 ± 15.02 ° for surgery.

Discussions

The average age of diagnosis of malformation scoliosis is rather late. Unfortunately, we continue to develop spinal deformities with severe scoliosis at the age of 15 years. Nearly 47% of children were out of school at the time of diagnosis. The gibbosity is the main symptom of scoliosis and remains the most frequent reason for consultation, but cutaneous stigmas are a risk factor (OR = 11.7) to find a vertebral malformation. Left thoracic scoliosis should search for an etiology of medullary abnormality such as syringomyelia. In cases of malformative scoliosis, it is necessary to actively look for malformations of other organs according to the acronym VACTER.

Any scoliosis that has exhibited a worsening course must be treated effectively. The earlier the treatment is started, the more the residual growth potential of the spine makes it possible to expect a good result at maturity. The conservative treatment by plasters and corset keeps its place in the therapeutic calendar in the growing child but does not correct the deformations. The instrumentation without graft that we introduced to the service gives better correction rates with a net decrease in the known complications of arthrodesis of the spine. Surgical treatment by convex epiphysiodesis precociously (before the age of five) stabilizes and corrects evolutionary spinal deformities.

Conclusion

The discovery of a spinal deviation remains rather late in children in western Algeria because often painless; and yet the diagnosis is simple by the observation of a gibbosity on examination leaning forward. Scoliosis is not always idiopathic in children; it must be a diagnosis of elimination of any other etiology. Its management must be multidisciplinary in child-friendly specialized centers with adequate logistics for diagnosis, orthopedic treatment and surgery. Instrumentation without grafting is a good alternative treatment for progressive scoliosis. Teams should include surgeons, physical rehabilitation and rehabilitation physicians, radiologists, anesthesiologists, neurophysiologists, pediatricians and hearing aids.

ملخص

مقدمة:

يواجه علاج الجنف لدى الأطفال في غرب الجزائر صعوبات تتعلق بعدم وجود مركز متخصص ، وهي متقطعة في بعض الخدمات هنا وهناك. عدم الكشف المبكر للأسف يساهم في ملاحظة الحالات الخطيرة جداً للجنف مما يجعل العلاج أثقل وأكثر صعوبة و يؤدي إلى حالات مثيرة. نقترح وضع قائمة جرد للوضع في غرب الجزائر لتحديد نقاط القوة والضعف لهذه الرعاية وخاصة لتلبية جميع الشروط الضرورية والكافية لعلاج الجنف عند الأطفال.

المواد والطريقة:

هذه دراسة وصفية واسترجاعية لجميع الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 0 إلى 15 عاماً مع وجود جنف بزاوية 10° تم علاجها في مستشفى الأطفال في كنستال في غرب الجزائر. لقد قمنا بالاحتفاظ بجميع حالات المرضى الذين يعانون من جنف متابعتهم ومعالجتهم في مصلحتنا خلال السنوات العشر الماضية ، والتي بلغ عددها 166. تم إدخال البيانات وتحليلها باستخدام برنامج SPSS الإصدار 20.

النتائج:

كان المعدل السنوي لحدوث الجنف 16 حالة في السنة ، وكانت غالبية الحالات الملاحظة من وهران ولكن أيضاً من مستغانم وغليزان. كان متوسط عمر المرضي عند التشخيص 4.8 ± 6.4 عاماً مع أقصى من 0 إلى 15 سنة. كان متوسط العمر 11.2 ± 3.4 سنة بالنسبة للجنف مجهول السبب و 4.0 ± 4.6 بالنسبة للجنف بسبب تشوه الفقرات. نسبة الجنس هي 0.40 (3 أولاد / 7 بنات).

كان وجود الحدية السبب الأكثر شيوعاً للفحص الطبي عند 77 %. أظهر توزيع الجنف وفقاً للأسباب وجود غالبية من الجنف التشوهي عند 69 % مقارنة مع 20 % للجنف مجهول السبب. وقد مثلت حالات التشووه الفقرات بنصف فقرة ب 41.1 %. وقضبان بين العناقيد 3.6 %. كان الجنف التشوهي مرتبطاً بتشوهات الأعضاء الأخرى بنسبة 30.7 %.

من حيث الأشعة، كان متوسط زاوية كوب في التشخيص 34.34 ± 16.07 ° مع أقصى من 10 إلى 90 درجة. تم العثور على حداب في 40.4 % من الحالات والقصس في 30.1 % من الحالات. كان اختبار "رسير" دائماً متقدماً على فئة في الفتيات مقارنة بالفتيا في نفس الأعمار. تم تقييم تطور الجنف عن طريق قياس الفرق بين زاوية كوب في نهاية الدراسة وزاوية كوب الأولية ، وقد كانت النتائج جيدة في 82.9 % (تبنيت 25 %)، تصحيح (57.9 %) وسيئة في 17.1 % (تفاقم). قارنت الدراسة طرق تصحيح الجنف العلاجات الجراحية والعظام. كانت على النحو التالي: - العلاجات المحافظة و 15.02 ± 12.82 ° للجراحة.

المناقشات:

متوسط عمر تشخيص تشوه الجنف متأخراً إلى حد ما. للأسف ، نواصل تشخيص تشوهات العمود الفقري مع جنف حاد في سن 15. ما يقرب من 47 % من الأطفال كانوا قبل سن المدرسة في وقت التشخيص. إن الحدية هو العرض الرئيسي للجنف ، وبقى السبب الأكثر شيوعاً للفحص، ولكن الوصمات الجلدية هي عامل خطر ($OR = 11.7$) للعثور على تشوه فقري. الجنف الصدري الأيسر يجب أن يبحث عن مسببات شذوذ النخاع مثل تكيف الناغ. في حالات الجنف التشوهي، من الضروري أن يبحث بجد عن تشوهات الأعضاء الأخرى وفقاً للاختصار VACTERL.

يجب معالجة أي جنف تم الكشف عنه بشكل فعال. في وقت مبكر من بدء العلاج ، كلما زادت إمكانات النمو المتبقية للعمود الفقري مما يجعل من الممكن توقيع نتيجة جيدة عند النضج. يحتفظ العلاج المحافظ من قبل اللدانن والمشد بمكانة في التقويم العلاجي للطفل المتنامي لكنه لا يصحح التشووهات. توفر تقنية الجراحة بدون زرع والتي قدمناها إلى الخدمة معدلات تصحيح أفضل مع انخفاض صافٍ في المضاعفات المعروفة للعمود الفقري. العلاج الجراحي بواسطة الزرع epiphysiodesis بشكل مبكر (قبل سن الخامسة) يجعل التشووهات الفقرية التطورية تستقرار وتصح.

الخلاصة:

لا يزال اكتشاف انحراف العمود الفقري متأخراً في الأطفال في غرب الجزائر لأنـه غالباً ما يكون غير مؤلم. ومع ذلك ، فإن التشخيص بسيط من خلال ملاحظة التحدب على الفحص المائي للأمام خاصة في العيادات المكلفة بالتطعيم وكذا المدارس . الجنف ليس دائماً مجهول السبب عند الأطفال ، ويجب أن يكون بعد البحث على أي مسببات أخرى. يجب أن تكون علاجه متعددة التخصصات في المراكز المتخصصة الملائمة للأطفال مع توفير الخدمات اللوجستية الكافية للتشخيص وجراحة العظام. الجراحة بدون زرع هو علاج بديل جيد للجنف التقديمي. يجب أن تشمل الفرق جراحي ن، وأطباء إعادة التأهيل الوظيفي، وأطباء الأشعة، وأخصائي التخدير والإعاش، وأطباء الأعصاب، وأطباء الأطفال.