



HAL
open science

Indication du port mi-temps nocturne pour le corset de Cheneau-Toulouse Munster dans la scoliose idiopathique juvénile et de l'adolescent

Gautier de Chelle

► **To cite this version:**

Gautier de Chelle. Indication du port mi-temps nocturne pour le corset de Cheneau-Toulouse Munster dans la scoliose idiopathique juvénile et de l'adolescent. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02339763

HAL Id: dumas-02339763

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02339763>

Submitted on 30 Oct 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE NICE COTE D'AZUR

FACULTE DE MEDECINE DE NICE

Année 2018

INDICATION DU PORT MI TEMPS NOCTURNE
POUR LE CORSET DE CHENEAU-TOULOUSE MUNSTER
DANS LA SCOLIOSE IDIOPATHIQUE JUVENILE ET DE L'ADOLESCENT

THESE D'EXERCICE DE MEDECINE

Présentée

A L'UNIVERSITE NICE COTE D'AZUR

et soutenue publiquement le Mardi 9 Octobre 2018

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Par

Gautier de Chelle

Né le 02 Juin 1989

Médecine Physique et Réadaptation

Devant le jury composé de :

Monsieur le Professeur Philippe PAQUIS	Président du Jury
Madame le Professeur Manuela FOURNIER-MEHOUAS	Assesseur
Monsieur le Professeur Christian ROUX	Assesseur
Monsieur le Docteur Jean-Luc CLEMENT	Assesseur
Monsieur le Docteur Nicolas BRONSARD	Assesseur
Monsieur le Docteur Jean-Claude BERNARD	Assesseur
Madame le Docteur Virginie RAMPAL	Directeur de thèse

UNIVERSITE DE NICE COTE D'AZUR

FACULTE DE MEDECINE DE NICE

Année 2018

INDICATION DU PORT MI TEMPS NOCTURNE
POUR LE CORSET DE CHENEAU-TOULOUSE MUNSTER
DANS LA SCOLIOSE IDIOPATHIQUE JUVENILE ET DE L'ADOLESCENT

THESE D'EXERCICE DE MEDECINE

Présentée

A L'UNIVERSITE NICE COTE D'AZUR

et soutenue publiquement le Mardi 9 Octobre 2018

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Par

Gautier de Chelle

Né le 02 Juin 1989

Médecine Physique et Réadaptation

Devant le jury composé de :

Monsieur le Professeur Philippe PAQUIS	Président du Jury
Madame le Professeur Manuela FOURNIER-MEHOUAS	Assesseur
Monsieur le Professeur Christian ROUX	Assesseur
Monsieur le Docteur Jean-Luc CLEMENT	Assesseur
Monsieur le Docteur Nicolas BRONSARD	Assesseur
Monsieur le Docteur Jean-Claude BERNARD	Assesseur
Madame le Docteur Virginie RAMPAL	Directeur de thèse

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen

Pr. BAQUÉ Patrick

Vice-doyens

Pédagogie

Pr. ALUNNI Véronique

Recherche

Pr DELLAMONICA jean

Etudiants

M. JOUAN Robin

Chargé de mission projet Campus

Pr. PAQUIS Philippe

Conservateur de la bibliothèque

Mme AMSELLE Danièle

Directrice administrative des services

Mme CALLEA Isabelle

Doyens Honoraires

M. AYRAUD Noël

M. RAMPAL Patrick

M. BENCHIMOL Daniel

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (51.04)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

Mme	ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	ANTY Rodolphe	Gastro-entérologie (52.01)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BOZEC Alexandre	ORL- Cancérologie (47.02)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	CLUZEAU Thomas	Hématologie (47.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	ILIE Marius	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénérologie (50-03)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
M.	BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
M.	BRONSARD Nicolas	Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)
Mme	BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M	DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M	FAVRE Guillaume	Néphrologie (52.03)
M.	FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
M.	HUMBERT Olivier	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	LAMY Brigitte	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	LONG-MIRA Elodie	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme	MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
M.	MONTAUDIE Henri	Dermatologie (50.03)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
Mme	POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
M.	SAVOLDELLI Charles	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie (55.03)
Mme	SEITZ-POLSKI barbara	Immunologie (47.03)
M.	TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. HOFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca Anglais

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M. GARDON Gilles Médecine Générale (53.03)

Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)

M. GASPERINI Fabrice Médecine Générale (53.03)

M. HOGU Nicolas Médecine Générale (53.03)

Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

Constitution du jury en qualité de 4ème membre

Professeurs Honoraires

M ALBERTINI Marc	M. GÉRARD Jean-Pierre
M. BALAS Daniel	M. GILLET Jean-Yves
M. BATT Michel	M. GRELLIER Patrick
M. BLAIVE Bruno	M. GRIMAUD Dominique
M. BOQUET Patrice	M. HARTER Michel
M. BOURGEON André	M. JOURDAN Jacques
M. BOUTTÉ Patrick	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LAZDUNSKI Michel
Mme BUSSIERE Françoise	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. CAMOUS Jean-Pierre	M. LE FICHOUX Yves
M. CANIVET Bertrand	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CASSUTO Jill-patrice	M. LOUBIERE Robert
M. CHATEL Marcel	M. MARIANI Roger
M. COUSSEMENT Alain	M. MASSEYEFF René
Mme CRENESSE Dominique	M. MATTEI Mathieu
M. DARCOURT Guy	M. MOUIEL Jean
M. DELLAMONICA Pierre	Mme MYQUEL Martine
M. DELMONT Jean	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DEMARD François	M. PRINGUEY Dominique
M. DESNUELLE Claude	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DOLISI Claude	M. SCHNEIDER Maurice
Mme EULLER-ZIEGLER Liana	M. TOUBOL Jacques
M . FRANCO Alain	M. TRAN Dinh Khiem
M. FREYCHET Pierre	M VAN OBBERGHEN Emmanuel
M. GASTAUD Pierre	M. ZIEGLER Gérard

M.C.U. Honoraires

M. ARNOLD Jacques	M. GIUDICELLI Jean
M. BASTERIS Bernard	M. MAGNÉ Jacques
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie	Mme MEMRAN Nadine
Mme DONZEAU Michèle	M. MENGUAL Raymond
M. EMILIOZZI Roméo	M. PHILIP Patrick
M. FRANKEN Philippe	M. POIRÉE Jean-Claude
M. GASTAUD Marcel	Mme ROURE Marie-Claire

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

A Monsieur le Professeur P. PAQUIS.

Vous m'avez fait l'honneur d'assurer la présidence de ce jury de thèse. Notre pratique clinique quotidienne de médecin MPR nous témoigne de la qualité de vos prises en charge. Veuillez trouver ici le témoignage de ma respectueuse gratitude.

A NOS MAITRES ET A NOS JUGES

A Monsieur le Docteur JL. CLEMENT.

Vous m'avez ouvert les portes de votre service, appris la rigueur et transmis votre passion. Je n'ai pu qu'admirer vos connaissances lors des consultations d'orthopédie pédiatrique ainsi que vos compétences chirurgicales au bloc opératoire. Ce fut une chance et un plaisir de mener ce travail, j'espère qu'il ne vous décevra pas.

A Madame le Docteur V. Dr RAMPAL.

Votre rôle dans la réalisation de ce travail a été majeur. Tout d'abord lors du premier cours sur la scoliose que vous avez enseigné à la faculté, puis en tant que directeur de thèse. Outre cette grande sympathie qui vous définit si bien, vous m'avez guidé pour synthétiser ce « big data ». Merci pour cette rigueur scientifique qui m'a permis de présenter ces données de la manière la plus claire possible.

A Madame le Professeur M. FOURNIER.

Vous avez été la première à me pousser vers cette spécialisation pédiatrique en Médecine Physique et Réadaptation, soyez-en remerciée. Riche a été l'enseignement clinique au lit du malade que vous m'avez apporté pendant ces 4 années d'internat. C'est d'ailleurs suite à vos conseils que je n'ai pas négligé la clinique lors de mon recueil de donnée, je vous exprime toute ma reconnaissance.

A Monsieur le Docteur JC. BERNARD.

Vous m'avez formé à la lyonnaise sur les pathologies rachidiennes de croissance et ce fut un réel privilège. Merci d'avoir partagé vos connaissances au cours de ce stage d'inter-CHU ; cela m'a poussé à m'interroger plus profondément sur la scoliose. Grâce à votre énergie, votre investissement professionnel, votre service de MPR enfant et adolescent est unique en France. C'est un honneur que de continuer à travailler avec vous aux CMCR des Massues.

A Monsieur le Professeur Christian ROUX.

Sous votre autorité j'ai pu appréhender de manière plus sereine cette spécialité complexe qu'est la rhumatologie. Soyez en remercié.

A Monsieur le Docteur N. BRONSARD.

Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse dans un domaine que vous connaissez bien. Veuillez trouver ici mes sincères remerciements.

A MES MAITRES,

une phrase, un message, merci

Au Dr F. Rolland, Dr Y. Duval, Dr C. Perrin, Dr V. Jullien, *Service de Pneumologie du CH Cannes.*

« Pour être un bon médecin, il faut être interne toute sa vie. »

Au Dr E. Bianchi, Dr C. Abbyad Del Rio, Dr I. Banaigs, Dr A. Bertaux, Dr C. Bellet, Dr D. Lee, *Centre-Hélio Marin de Vallauris.*

« Patience, on surveille puis on aura un vrai diagnostic. »

Au Dr Y. Allam, Dr N. Tieulié, Dr A. Le Guennec, Dr A. Aubrun, Pr V. Breuil. *Service de Rhumatologie du CHU de Nice.*

« L'anamnèse est l'étape la plus riche en information de l'examen clinique. »

Au Dr P. Blanc, Dr JM. Fornari, Dr M. Bruno. *Service de MPR du CHU de Nice.*

« Les miracles en médecine existent, surtout dans les services de rééducation. »

Au Dr O. Andreani, Dr G. Giraud, Dr C. Raffaelli. *Service d'échographie du CHU de Nice.*

« Être échographiste, c'est un métier à part entière. »

Au Dr F. Solla, Dr I. Oborocianu, Dr F. Bastiani, Dr JY Kurzenne, Dr JF Lecompte, Dr R. Bensaid, Pr J. Breaud *Service de Chirurgie Pédiatrique Lenval Nice.*

« Oula Stop ! reste simple, il a quoi clairement le patient ? »

Au Dr JP Flambart, au Pr Griffet, *Centre de Santé Rossetti Nice.*

« Il ne faut pas avoir peur de voir grand pour proposer un traitement novateur à des patients en impasse thérapeutique. »

Au Dr E. Chaléat-Valayer, Dr F. Roumenoff, Dr N. Lebedel, Dr L. Hautin, Dr N. Fraisse. *CMCR Les Massues Lyon.*

« Nous, ici à Lyon, on se réfère aux règles énoncées par P. Stagnara. »

Dr I. Courtois, Dr D. Fort, Dr C. Guillet, Dr I. Guillemot. *DIU Appareillage Rachis.*

« Nous sommes heureux de transmettre un savoir qui se perd. »

Au Pr V. Esnault, Pr P. Baqué, Dr C. Bessière, Dr M. Rastello, Dr L. Bley qui m'ont marqué, appris et encouragé lors de l'externat.

« Et le Dr Externe, qu'est-ce qu'il en pense ? »

A CEUX QUI ONT PARTICIPE ACTIVEMENT A CE TRAVAIL

A Murielle

pour sa connaissance des patients, son écriture soignée et son aide gracieuse à la recherche des dossiers.

Au Dr Olivier Rosello,

qui est bien plus que chirurgien de par son empathie, ses connaissances, son cote pédagogique et sa rigueur.

A Yoko Dang

Orthoprothésiste chez Midi Orthopédie qui a confectionné la plupart des corsets de CTM et m'a fourni des documents clairs.

A Imad Bentellis

Le roi des statistiques

A Philippe Roussouly,

pour l'adaptation de son logiciel Keops-Spine® au traitement par corset

ET A CEUX QUI M'ONT ENCOURAGE A LE FAIRE

Au Dr Eva Polirsztok

Au Dr Jean-Francois Salmocchi

A Mr Frederic Barral

Au Dr Jean Claude de Mauroy

A MA FAMILLE

Qui me soutient et me montre tous les jours l'exemple.

A MES AMIS,

MES COMPAGNONS DE ROUTE

Fidèles et sincères qui se reconnaîtront.

TABLES DES MATIERES

I.	PREFACE _____	p 16
II.	INTRODUCTION _____	p 17
III.	ARTICLE FRANÇAIS _____	p 26
	1. RESUME	p 27
	2. INTRODUCTION	p 28
	3. MATERIEL ET METHODE	p 28
	a) Population	
	b) Traitement	
	c) Mesures	
	d) Critère de jugement	
	e) Analyse Statistique	
	4. RESULTATS	P 32
	a) Efficacité	
	b) Critères prédictifs	
	i. Date 1 : le jour de la prescription de l'orthèse	
	ii. Date 2 : avec le premier corset	
	iii. Compliance	
	iv. Analyse Multivariée	
	5. DISCUSSION	p 37
	6. CONCLUSION	p 38
	7. REFERENCES	p 39
IV.	Annexes _____	p 40
V.	ARTICLE ANGLAIS _____	p 44
VI.	SERMENT d'HIPPOCRATE _____	p 53

PREFACE

La scoliose passionne de par son paradoxe entre simplicité diagnostique et complexité de prise en charge. Cette thèse est le fruit de 2 ans de travail et d'apprentissage. Elle part d'une idée, commence par les archives, nécessite un long recueil de données, requiert des mesures répétées, s'enlise sur Excel, se heurte aux statistiques, impose des interprétations pour enfin arriver à des conclusions que l'on espère utiles au vu de l'état actuel des connaissances. Tant d'étapes lors desquelles il faut savoir trouver les ressources pour avancer.

Je dédie ce travail à la femme que j'aime, Audrey. Tu m'as sans cesse soutenu malgré les bousculements, les déceptions et un grand évènement. Je tiendrai autant de rigueur dans notre vie à deux que celle que j'ai entreprise dans ce travail.

Les études rétrospectives sont de plus en plus décriées pour mettre en place des études prospectives. Néanmoins, dans ce type de travail, se transmet passion, connaissance, rigueur et respect. Je ne peux que remercier le Dr Clément qui m'a ouvert son savoir sur la scoliose. J'ai trouvé lors du recueil de données des dossiers manuscrits bien tenus :

« *Ah ben ça, c'est le B-A-BA !* » me disait-il lorsque je lui faisais remarquer.

Les données cliniques, radiographiques, les dates, tout y était clairement écrit comme si, avant même que je passe mon baccalauréat, l'idée d'évaluer ce traitement était déjà bien installée dans son esprit.

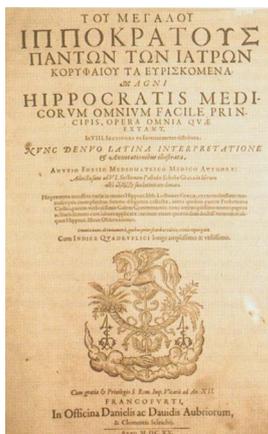
Nous avons maintenant la chance d'avoir l'outil informatique qui permet de traiter de nombreuses données cliniques ou paracliniques simultanément. Cela devrait permettre rapidement de ne plus descendre aux archives, de passer directement à l'enlèvement Excel. Il est nécessaire de maîtriser cet outil pour progresser. Nous serons nostalgiques et moqués de raconter cette descente dans les profondeurs des hôpitaux mais en garderons un souvenir impérissable.

La faculté de médecine nous impose un travail de thèse présenté sous forme d'article scientifique. Bien que cette forme soit moins agréable à lire, elle nous oblige à synthétiser nos données afin de tirer au moins un message scientifique. J'espère que certains lecteurs y trouveront des données pertinentes pour leur pratique quotidienne.

INTRODUCTION

Les déformations du rachis ont été décrites à travers les siècles mais on doit la première classification à Hippocrate de Kos (-400 av. JC.).¹ Elle a été retrouvée dans son ouvrage *Corpus Hippocratum*, dans le traité *On Articulations* où il distingue cliniquement 5 groupes de déformations :

- Kyphosis : résultat d'une maladie rachidienne ou d'une lésion rachidienne traumatique.
- Scoliosis : déformation globale
- Concussion : fracture tassements vertébraux
- Dislocation vertébrale
- Fracture des processus épineux



Hippocrate examinant un enfant, peinture de Robert Thom, 1950

Même si la scoliose est peu décrite par rapport à la cyphose qu'il considère comme pathologique, il y décrit la déformation et énonce le principe de réduction par traction axiale.



Échelle d'Hippocrate pour la correction des déformations rachidiennes, *On Articulations*, Bibliotheca Medica Laurenziana, Florence.

Sa complexité a passionné les médecins au cours des siècles. Ils en ont codifié le diagnostic, les différentes formes anatomo-cliniques, ont décrit les lois d'évolutivité et ont proposé des traitements mécaniques divers ayant conduits aux corsets actuels.

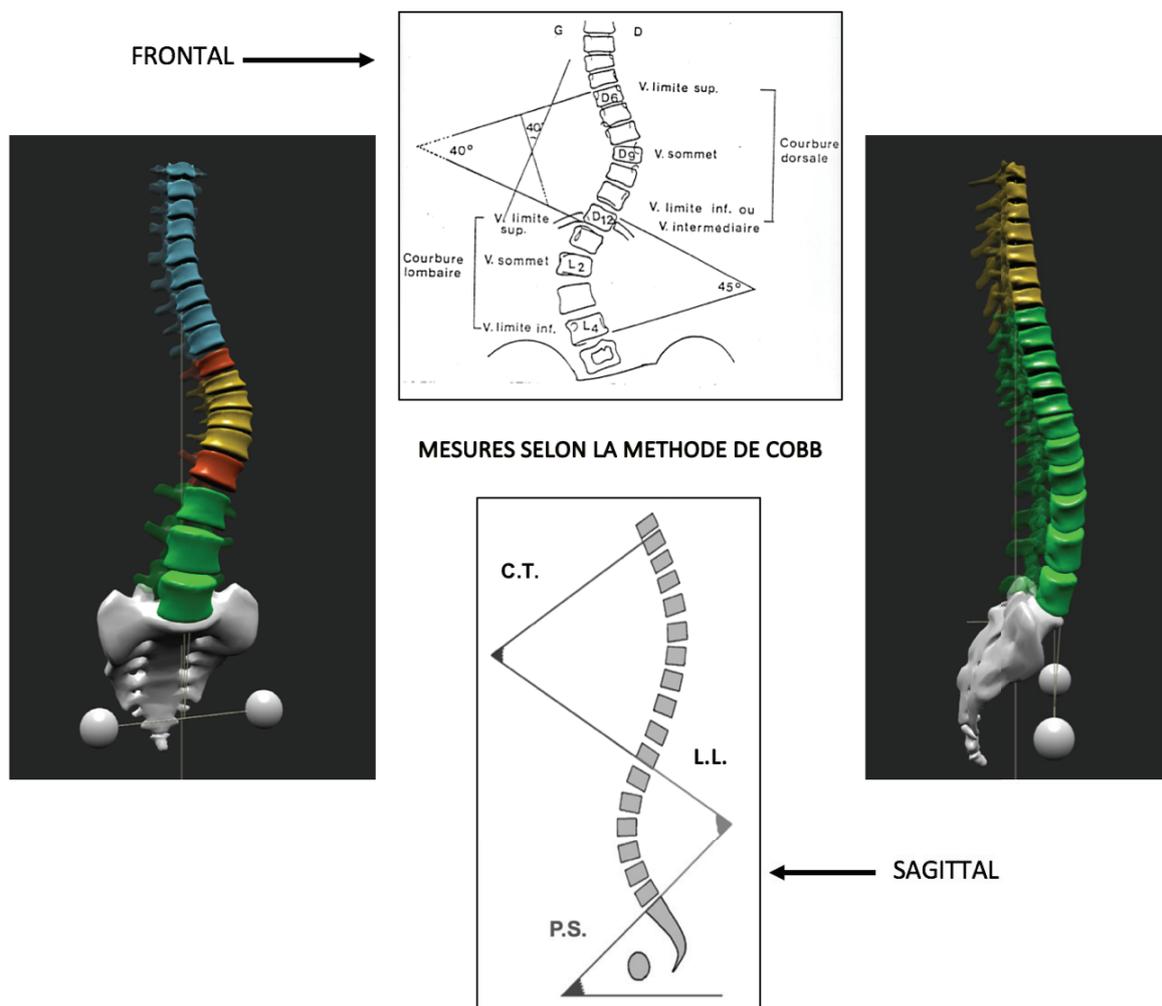
En France, la HAS a établi un guide en février 2008 sur la *scoliose structurale évolutive (dont l'angle est égal ou supérieur à 25°) jusqu'à maturation rachidienne*. Cette pathologie d'étiologie encore indéterminée donne lieu à une prise en charge remboursée à 100% au titre d'ALD 26.²

« La scoliose idiopathique structurale est une déformation rachidienne dans les trois plans de l'espace, non réductible, ce qui l'oppose aux attitudes scoliotiques. La scoliose idiopathique apparaît et évolue au cours de l'enfance, en l'absence de tout autre processus pathologique décelable.

Elle est diagnostiquée cliniquement devant la présence d'une asymétrie du tronc (gibbosité) et confirmée par une radiographie du rachis en totalité debout de face (de la base du crâne au bassin complet inclus), montrant un angle de courbure (angle de Cobb) supérieur ou égal à 10° et une rotation des vertèbres participant à la courbure.

Elle est susceptible de s'aggraver tout au long de la croissance et même après maturité osseuse, avec une évolutivité maximale pendant la poussée pubertaire.

Les effets négatifs éventuels sont la déformation et son retentissement esthétique, les difficultés sociales et psychologiques, les douleurs rachidiennes et dans les scolioses graves, un retentissement sur la fonction respiratoire. »



Images 3D Scolioses sur Keops Analyser v2, Mesures angle de Cobb, vertèbres apicales, Lordose Lombaire et Cyphose Thoracique globales.

Toute déformation scoliootique a une répercussion sur le plan axial, le plan frontal et sur le plan sagittal (3 dimensions). Les premières études descriptives sur les scolioses ne prenaient pas en compte l'axe sagittal ce qui n'est plus concevable de nos jours. Néanmoins, malgré l'avancée des connaissances médicales et les progrès technologiques, le critère radiologique de contrôle d'efficacité des corsets reste l'angle de Cobb sur le plan frontal.

Par définition une scoliose est dite :

- **Thoracique (T)** : si l'apex est compris entre la vertèbre T2 et le disque inter vertébral T11-T12
- **Thoracolombar (TL)** : si l'apex est compris entre la vertèbre T12 et L1
- **Lombar (L)** : si l'apex est compris entre le disque inter vertébral L1-L2 et le disque inter vertébral L4-L5.

Les scolioses Thoraciques et Lombaires voient dans leur évolution l'apparition de contre-courbures. Ces contre-courbures sont nécessaires pour pallier au déséquilibre du tronc induit par la scoliose. Il peut alors s'avérer difficile de classer les scolioses.

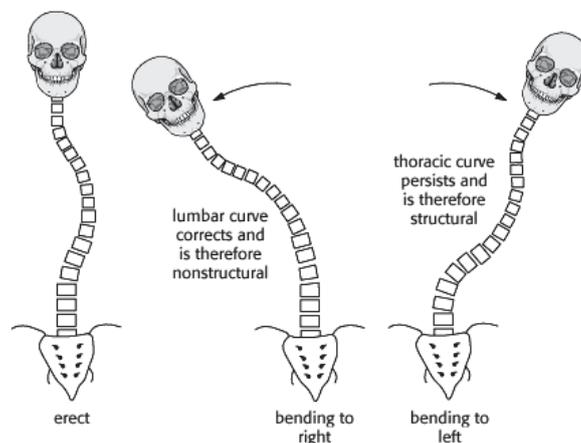
Cette règle peut être appliquée :

- la courbure principale est la courbure dont l'angle de Cobb $> 5^\circ$ par rapport à la contre-courbure.
- En cas de différence $< 5^\circ$ entre une courbure thoracique et une courbure lombaire, la courbure principale est thoracique. Dans le cas échéant, elle est lombaire.

Néanmoins il faut savoir nuancer cette règle lorsque la rotation vertébrale, évaluée par la méthode de Nash and Moe, est plus importante au niveau lombaire.

La classification de LG Lenke, reconnue au niveau international pour des scolioses avancées dites chirurgicales, est la classification la plus complète prenant en compte l'axe frontal et sagittal.³ Dans cette classification anatomo-pathologique est proposé un critère de structuralité :

Une contre-courbure est dite structurale si son angle après inflexion latérale ou Bending est supérieur à 25° .



Ce critère permet de choisir la ou les courbure(s) à traiter chirurgicalement par arthrodèse.

Néanmoins, cette classification n'est pas applicable aux scolioses débutantes, traitées par corset, car les angulations présentées lors du Bending sont bien inférieures à 25° .

Sanders et Al ont proposé ces règles :

La courbure dont l'angle de Cobb frontal est le plus important est la courbure principale.

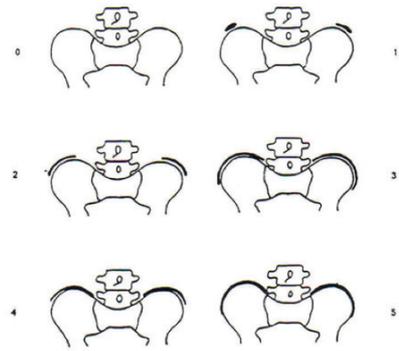
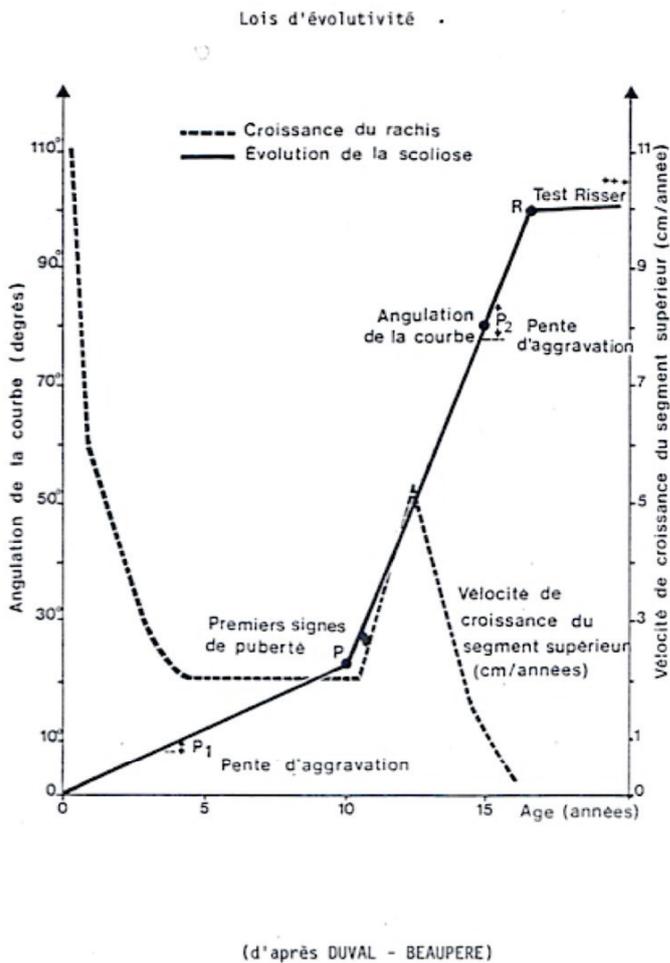
Une contre-courbure est considérée comme structurale si elle a un angle de Cobb $> 80\%$ de la courbure principale.⁴

On peut alors classer les scolioses en mLenke I, II, III, IV, V, VI mais surtout les regrouper en deux groupes : Main Lumbar et Main Thoracic. Cela correspond in fine à la courbure à traiter avec les corsets.⁵

TABLE I mLenke and Simplified Morphologic Classifications*					
mLenke Classification					Simplified Morphologic Classification
Type	Proximal Thoracic	Main Thoracic	Thoracolumbar and Lumbar	Resultant Curve Type	
I	Nonstructural	Structural (major)	Nonstructural	Main thoracic	Main thoracic
II	Structural	Structural (major)	Nonstructural	Double thoracic	Main thoracic
III	Nonstructural	Structural (major)	Structural	Double major	Main thoracic
IV	Structural	Structural (major)	Structural	Triple major	Main thoracic
V	Nonstructural	Nonstructural	Structural (major)	Thoracolumbar/lumbar	Main lumbar
VI	Nonstructural	Structural	Structural (major)	Main thoracolumbar/lumbar-thoracic	Main lumbar

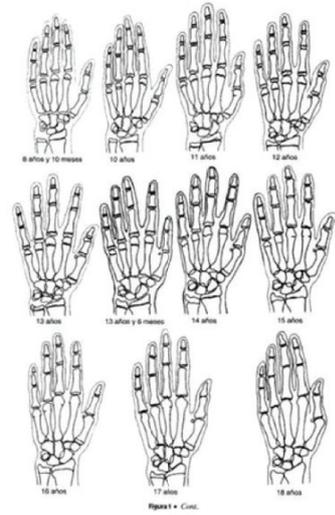
*The major curve is the one with the largest Cobb measurement, and all of the other curves are minor. A minor curve was considered structural if the Cobb magnitude was $\geq 80\%$ of the magnitude of the major curve.

L'évolutivité des scolioses lors de la croissance pubertaire a été décrite par le Dr G. Duval-Beaupère sur des scolioses poliomyélitiques et se résume selon ce diagramme. Ces lois s'appliquent aussi aux scolioses idiopathiques juvéniles et de l'adolescent.⁶



Cotations de 0 à 5 selon le développement du noyau d'ossification des crêtes iliaques

Le test de Risser apparaît vers 13 ans et 6 mois d'âge osseux chez la fille, et 15 ans et 3-4 mois d'âge osseux chez le garçon. Il se déroule sur une période de 2 à 3 ans.



Lois d'évolutivité d'après Duval-Beaupère, Test de Risser et Atlas de Greulich Adolescent

Les premiers signes de la puberté (*point P*) annoncent une phase de croissance du rachis. C'est lors de cette phase initiale qu'il va falloir accompagner toute déformation scoliothique évolutive par un corset. Ce point P correspond à la saillie du mamelon, les premiers poils pubiens et l'augmentation de volume testiculaire. Il est plus précoce chez les filles et varie selon les patients.

L'examen nu occasionne gêne et inconfort chez l'adolescent. Pour pallier cette contrainte, il faut s'appuyer sur la taille assise et debout mais aussi sur la maturation osseuse radiologique selon le *test de Risser* et ou selon l'atlas de *Greulich et Pyle*.^{7,8}

Le point R correspond à la fin de la croissance rachidienne et peut-être assimilé à un stade de Risser 4 chez la fille et 5 chez le garçon. Chaque décision thérapeutique au cours du suivi doit s'établir sur un faisceau d'arguments.

Sont considérées comme évolutives les scolioses avec un angle de Cobb > 30° ou une aggravation de l'angle de Cobb > 5° entre 2 radiographies successives. L'évolutivité varie en fonction du type anatomo-pathologique avec une évolutivité plus importante pour les scolioses thoraciques.

Le Traitement Orthopédique

Le traitement par corset des scolioses idiopathiques a montré son efficacité avec un effet dose-réponse. Le type de corset, le temps de port et les modalités de suivi varient en fonction des lieux de prise en charge. Outre les différences, certains principes demeurent universels.

On considère qu'un traitement par corset doit être réévalué tous les 6 mois par un examen clinique complet et une radiographie *FullSpine* (rachis complet sur le même cliché) de face et de profil basse irradiation type EOS®. Il faut vérifier le bon port du corset et le bien être des adolescents.

Le corset doit être :

- suffisamment réducteur sur les courbures scoliothiques pour garantir son efficacité,
- accepté par les patients,
- porté selon les heures prescrites jusqu'à la fin de la croissance pubertaire.

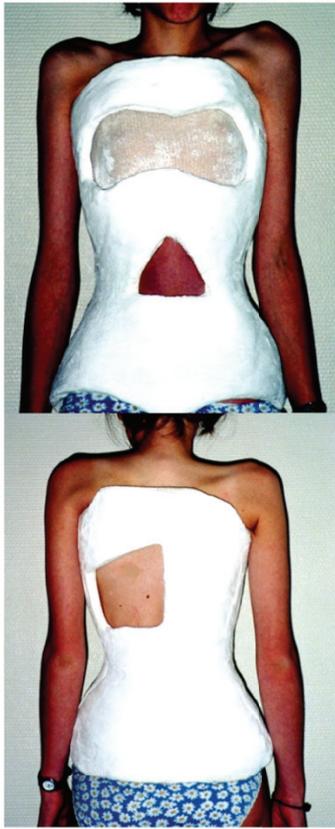
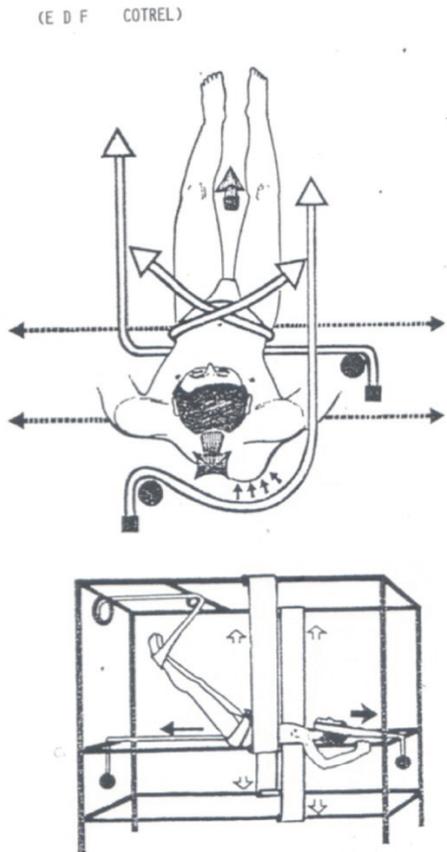
Si l'on cherche à obtenir une réduction d'emblée importante, le corset sera mal toléré et l'observance sera mauvaise. C'est sur ces principes simples qu'ont été développées deux méthodes distinctes en France.

La méthode lyonnaise

Elle repose sur la confection d'un plâtre correcteur d'Abott sur le cadre de Cotrel. Ce procédé de positionnement sur cadre permet de combiner simultanément les actions d'élongation-dérotation-flexion (EDF) :

- Le mécanisme d'élongation permet de déplisser la colonne vertébrale.
- Par la suite on place des bandes de dérotation au niveau des gibbosités afin d'obtenir un effet de rotation inverse.
- La flexion des membres inférieurs permet de contrôler le plan sagittal.

Une fois la réduction par EDF réalisée, on peut plâtrer directement cette position et obtenir un corset plâtré.



Cadre de Cotrel et Plâtre d'Abott – Photos du Dr Bernard – CMCR Massues

Actuellement, au CMCR les Massues - Lyon, les plâtres sont gardés 45 jours. Ils sont, malgré leur radicalité, bien acceptés par les adolescents. Cette étape permet d'obtenir une déformation plastique musculotendineuse dans le sens de la correction. La scoliose est alors « assouplie ». Après ablation en profitant de l'effet de maintien proprioceptif du plâtre, est réalisée la prise de mesure digitale ou empreinte. Confection du corset lyonnais rigide qui prend le relai. Ce procédé nécessite plusieurs hospitalisations. Il n'est pas concevable d'instaurer un corset lyonnais d'emblée car il serait mal toléré et donc non accepté.



Corset Lyonnais – Photos du Dr Bernard – CMCR Massues – Lecante Lyon

L'unité Rachis de Saint-Etienne (*Dr Courtois*) a adapté la méthode EDF sur cadre de Cotrel avec des bandes de résine afin d'obtenir un corset plus léger, plus rigide, que l'on peut bivalver. Il n'y a alors pas de confection de corset plastique et les corsets résines sont renouvelés au cours de la croissance.

Le Méthode Chêneau-Toulouse-Munster

Le Corset de CTM doit son nom au médecin rééducateur toulousain le Dr Jacques Chêneau qui l'a conçu en 1960. Il a par la suite été développé conjointement en France à Toulouse et en Allemagne à Munster, d'où l'acronyme CTM déposé en 1981. Il s'inspire de la méthode lyonnaise car son objectif est d'obtenir correction importante des déformations.

Initialement, sa conception nécessitait un moulage plâtré (négatif). À partir de celui-ci, on pouvait alors reproduire de nouveau en plâtre le tronc du patient (positif). Le travail de retouche était alors réalisé sur ce positif afin d'apporter les modifications dans le sens inverse des reliefs anormaux.



Négatif



Positif



Retouche

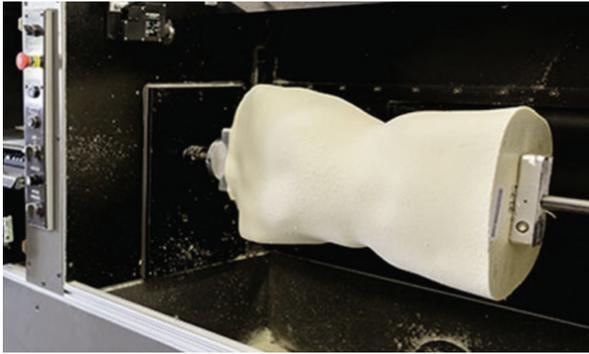
Il est nécessaire de placer des zones d'appuis (selon le principe de l'appui contre-appui) et de mettre en place des zones d'expansion opposées, afin de conserver le volume initial du tronc. Actuellement le moulage est réalisé par scanner optique utilisant la lumière pulsée. On obtient directement un positif digital qui est travaillé sur ordinateur grâce à un bras à retour d'effort sur logiciel 3D.



Scanner 3D sur Tablette



Retouche de l'empreinte informatisée



Fraisage du positif en mousse



Thermoformage

Le fraisage automatisé est alors réalisé sur une mousse et l'on obtient le positif corrigé. Il est néanmoins nécessaire de le retoucher manuellement après fraisage afin d'obtenir l'effet escompté. Un thermoformage est alors réalisé avec du polyéthylène 4mm.

Le début du port après adaptation lors de l'essayage peut alors commencer pendant 1 mois. Suite à ce port de familiarisation avec le corset, une majoration des corrections est effectuée à l'aide d'un moussage à l'intérieur de la coque. Cette méthode est moderne et ne nécessite pas d'hospitalisation.

Le Corset de Chêneau-Toulouse-Munster une orthèse sans minerve, monocoque à ouverture antérieure avec matériaux radio-transparents. Cette orthèse est légère et se porte prêt du corps.



Afin d'éviter les mouvements de cisaillement, il est composé d'un système avec 3 fixations :

- 1 barette métallique rigide au niveau de la sus-mammaire du thorax
- 1 barette rigide en plastique radio-transparent au niveau des côtes flottantes
- 1 velcro de serrage lombaire afin d'assurer une base pelvienne fixe.



Corset de CTM après moussage - Midi Orthopédie Nice

Cette orthèse possède une triple action :

- PASSIVE par des appuis gibbositaires et chambres d'expansion,
- ACTIVE car le mouvement respiratoire accentue les appuis
- DYNAMIQUE car le patient cherche à échapper aux appuis en auto-élongation.

Ces 2 méthodes sont les plus utilisées en France et ont prouvé leur efficacité à temps de port 23h/24. Les autres types de corset (Milwaukee, Corset 3D, Corset CMCR, Boston, Corset 3points, Corset court, corset toilé, ART-Brace, Sforzesco, CA.E.N., Charleston) sont des alternatives de prise en charge et ne seront pas détaillés dans ce travail.

Le temps de port fait débat avec d'un côté les défenseurs du temps de port complet 23h/24 et de l'autre ceux qui ventent l'efficacité du port nocturne 8h/24. Malgré les progrès effectués dans leur confection afin de les rendre plus discrets, leur port sur le temps scolaire est difficile pour les adolescents.

Ce travail a pour but de discuter de l'efficacité du port mi-temps nocturne extra-scolaire de 12h/24 pour les corsets de Chêneau-Toulouse-Munster dans la scoliose idiopathique lors de la croissance pubertaire.

1. Vasiliadis E, Grivas T, Kaspiris A, « Historical Overview of Spinal Deformities in Ancient Greece », *Scoliosis* 4 2009;4n°1.
2. HAS 2009 : ALD n° 26 - Actes et prestations sur la scoliose idiopathique structurale évolutive - Actualisation juillet 2017
3. Lenke LG et al., « Adolescent Idiopathic Scoliosis: A New Classification to Determine Extent of Spinal Arthrodesis », *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2001;83-A:1169-1181.
4. Sanders J, Browne R, McConnell Sharon J, Margraf Susan A, Cooney Timothy E, Finegold David N. Maturity Assessment and Curve Progression in Girls with Idiopathic Scoliosis, *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2007;89n°1: 64-73.
5. Thompson Rachel M, Hubbard Elizabeth W, Jo CH, Virostek D, Karol Lori A. Brace Success Is Related to Curve Type in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2017;99n° 11:923-928.
6. Duval-Beaupere G. et al., « [A unique theory on the course of scoliosis] », *La Presse Medicale* 1970;78n° 25:1141-1146.
7. Risser JC, « The Iliac Apophysis; an Invaluable Sign in the Management of Scoliosis », *Clinical Orthopaedics* 1958;11: 111-119.
8. Greulich W, Pyle I, *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist – 1959*

VERSION FRANCAISE

INDICATION DU PORT MI-TEMPS NOCTURNE POUR LE CORSET DE CHENEAU-TOULOUSE MUNSTER DANS LA SCOLIOSE IDIOPATHIQUE JUVENILE ET DE L'ADOLESCENT

G. DE CHELLE, MD, I. BENTELLIS, MD, O. ROSELLO, MD, F. SOLLA, MD, J.-L. CLEMENT, MD,
V. RAMPAL, MD.PHD

Service de Chirurgie Orthopédique et Chirurgie des Scolioses,- Hôpitaux Pédiatriques Nice-CHU Lenval

ARTICLE ORIGINAL

RESUME

BACKGROUND

Les résultats du Corset de Chêneau-Toulouse-Munster (CTM) à port mi-temps nocturne dans la scoliose idiopathique juvénile et de l'adolescent n'ont pas été décrits dans la littérature.

OBJECTIF

L'Objectif principal était d'en évaluer l'efficacité dans la scoliose idiopathique lors de la croissance pubertaire. Les objectifs secondaires étaient de rechercher des facteurs cliniques et paracliniques initiaux associés à la réussite afin d'améliorer son indication.

METHODE

150 patients consécutifs traités entre 2006 et 2017 ont été inclus sur les critères suivants : scoliose évolutive définie par une Progression de l'Angle de Cobb (PAC) > 5° entre 2 radiographies successives ou un angle de Cobb >30°, port du corset de CTM mi-temps nocturne lors de la croissance pubertaire, stade de Risser 0, 1 ou 2 le jour de la prescription, évaluation radio-clinique complète 1 an après l'ablation du corset. La réussite était définie par l'absence de chirurgie et l'absence de PAC > 5° au niveau de la courbure principale et des contre-courbures. Une analyse en sous-groupe a été réalisée en utilisant la classification modifiée de Lenke et le test de Risser. Les scolioses thoracolombaires et lombaires étaient regroupées dans le groupe Main Lumbar. La plupart des critères prédictifs cliniques et radiologiques connus ont été évalués.

RESULTATS

La réussite pour l'ensemble de la cohorte était de 58.7 %, avec un succès de 48% pour les scolioses Main Thoracic et 74% pour les scolioses Main Lumbar ($p=0.002$). Le succès était significativement associé à l'augmentation de l'âge, de la taille, de la compliance au port du corset, et de la réduction relative de l'angle de Cobb dans le corset. A l'inverse, l'augmentation de la gibbosité thoracique, de la gîte C7 frontale et sagittale, de l'angle de Cobb initial et de la cunéiformisation frontale des vertèbres apicales est associé à l'échec. Un angle de Cobb initial de 27° a été retrouvé comme angle limite à la réussite globale du traitement. Après régression logistique, seule la gibbosité thoracique et la taille était des facteurs prédictifs indépendant du résultat avec respectivement un OR=0.88 IC95%[0.79 ;0.96] $p=0.00864$ et OR=1.11 IC95%[1.02 ;1.22] $p=0.01752$.

CONCLUSION

Le port nocturne 12h du corset de CTM trouve sa meilleure indication pour les scolioses Main Lumbar à partir de Risser 1, lorsque la gîte frontale C7 <1cm et avec une réduction relative de l'angle de Cobb de 70% dans le corset. Pour les scolioses Main Thoracic, son indication est plus restreinte. On peut le proposer, lorsque le corset réduit de 50% la courbure principale, à partir d'un stade Risser 2 et d'un angle de Cobb initial <24°.

Mots-clés : scoliose idiopathique, corset nocturne, CTM, facteurs prédictifs, indication

INTRODUCTION

Le but communément reconnu dans le traitement orthopédique des scolioses idiopathiques juvéniles (SIJ) et de l'adolescent (SIA) est de stopper l'évolution angulaire lors de la croissance pubertaire. Le type d'orthèse mis-en place ainsi que son temps de port varient en fonction des régions, des prescripteurs et des orthoprothésistes. Le Corset de Cheneau-Toulouse-Munster (CTM) a déjà prouvé son efficacité dans la SIA en port temps-plein avec une réussite de l'ordre de 80% sur l'ensemble des scolioses.^{1,2,3,4} A ce jour, aucune étude n'a publié les résultats de ce corset avec un temps de port nocturne de 12 heures.

Des études observationnelles ont montré que l'évolutivité des scolioses dépend du type de courbure : les scolioses thoraciques sont plus évolutives que les scolioses lombaires.^{5,6} Sanders & al ont proposé une classification modifiée de Lenke (mLenke) qui sépare les scolioses non chirurgicales en Main Thoracic (MT) et Main Lumbar (ML). Dans cette classification, les scolioses ML regroupent les courbures thoracolombaires et lombaires.⁶

Depuis l'étude BraIST de Weinstein publiée en 2013, le temps de port optimal est de >18h/j. Dans cette étude, les auteurs retrouvent une réussite de 90% pour un temps de port effectif d'au moins 12.9 heures.⁷ Le temps de port effectif est différent du temps de port prescrit.⁸ Katz & al n'ont pas retrouvé de différence d'efficacité entre une prescription de port de 23h et celle d'un port de 16h. Par contre, ils décrivent une réduction franche de la réussite entre une consigne de 12h 71% et <7h 31%.¹⁰ Ce constat n'est pas consensuel dans la littérature.^{11,12}

Notre hypothèse est que le port mi-temps nocturne du corset de CTM est efficace pour traiter la scoliose idiopathique juvénile et de l'adolescent lors de la phase de croissance pubertaire. L'objectif principal de cette étude était d'analyser cette efficacité en fonction du type de scoliose selon la classification mLenke ainsi que du test de Risser. Par la suite, nous avons analysé les données cliniques et paracliniques initiales pour mieux définir son indication.

MATERIEL ET METHODE

Il s'agit d'une étude de cohorte rétrospective monocentrique sur une série consécutive de 150 patients traités par corset CTM au sein des Hôpitaux Pédiatriques de Nice-CHU Lenval entre 2006 et 2017.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Scoliose idiopathique juvénile ou de l'adolescent ayant fait preuve de son évolutivité (angle Cobb>30° ou progression de l'angle de Cobb (PAC) > 5° entre deux radiographies successives),
- Test de Risser ≤ 2,
- Radiographies EOS FullSpine disponibles,
- Contrôle radio-clinique à 1 an ou plus après l'ablation du corset.

Les données ont été traitées de manière prospective par un opérateur indépendant. Une déclaration préalable à la CNIL a été réalisée (N°1619979 v 0).

POPULATION

Parmi les 742 patients ayant bénéficiés d'une orthèse de tronc de type CTM pour scoliose, 150 ont été inclus. (Fig1) Le taux de perdus de vue était de 8%. Il était la conséquence, pour la majorité, à des déménagements familiaux.

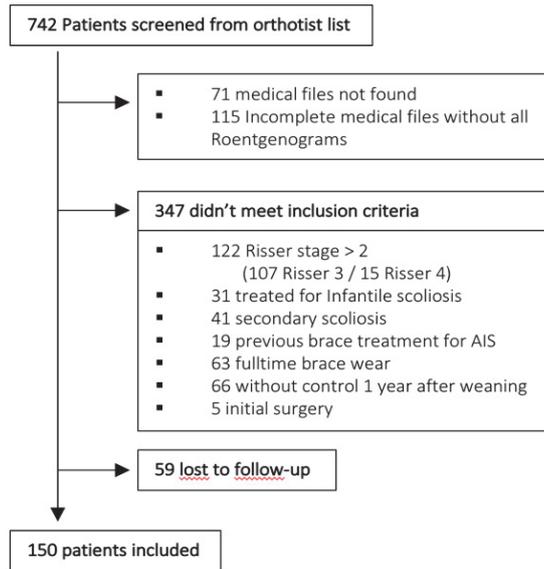


Figure 1 – Flowchart

L'angle de Cobb moyen était de 26.2°. 74% avait un angle de Cobb compris entre 15° et 29° et 24% entre 30° et 44°. (tableau 1)

Le test de Risser était à 0 pour 51,3% des patients, à 1 pour 28% et à 2 pour 20.7%.

		150
Age year (mean (sd))		12.75 (1.59)
Sex (%)		130 F (87.7) 20 M (13.3)
Standing Height cm (mean (sd))		155.67 (9.09)
Sitting Height cm (mean (sd))		80.13 (4.64)
Thoracic Gibbosity mm (mean (sd))		13.89 (7.64)
Lumbar Gibbosity mm (mean (sd))		7.34 (4.29)
Unequal Leg Lengh (%)		21 (14.0)
Risser Test (%)	0	77 (51.3)
	1	42 (28)
	2	31 (20.7)
mLenke (%)	ML	62 (41.3)
	MT	88 (58.7)
Main Curve Cobb Angle degree (mean (sd))		26.19 (6.63)
Main Curve Cobb Angle Severity (%)	<15°	2 (1.3)
	15-29°	111 (74.0)
	30-44°	36 (24)
	>45°	1 (0.7)
Pelvic Incidence degree (mean (sd))		48.65 (14.12)
Sacral Slope degree (mean (sd))		39.99 (9.13)
Pelvic Tilt degree (mean (sd))		8.53 (8.00)
Lumbar Lordosis degree (mean (sd))		58.71 (10.25)
Thoracic Kyphosis degree (mean (sd))		33.38 (10.52)

Table 1 – Overall Population

TRAITEMENT

Le protocole de mise en place du corset était le suivant :

- ✓ Date 1: Jour de la prescription médicale et de la prise d'empreinte 3D
Conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) grâce à un bras à retour d'effort sur logiciel 3D. Fraisage du positif informatisé puis retouche manuelle. Thermoformage en polyéthylène de 4mm. Mise en place d'un velcro et de barrettes rigides anti-cisaillement.
J+20 : *essayage du corset*
J+30 : livraison, consultation médicale de contrôle et début port.
- ✓ Date 2 : Radiographies EOS FullSpine avec corset
J+60 : Réalisées après le moussage qui majore les premières corrections.
- ✓ Date 3 : Ablation totale du corset
Lorsque la taille est stabilisée et à partir d'un stade de Risser ≥ 4 .
- ✓ Date 4 : Consultation Médicale de contrôle
Afin de juger de l'efficacité du traitement entrepris un an après l'ablation, préconisations médicales sur vie quotidienne, proposition d'un relai adulte.

Lors du renouvellement, la livraison et le moussage se font dans le même temps.

Le suivi est réalisé conjointement entre l'orthoprothésiste tous les 2 mois (contrôle des éventuelles complications et du bon port du corset) et le chirurgien tous les 6 mois (suivi radio-clinique).

MESURES

Les mesures cliniques ont été réalisées lors des consultations successives par le même chirurgien (JLC).
Ont été renseignées : la taille assise et la taille debout, la mesure des gibbosités thoraciques et des saillies paraspinales lombaires au fil à plomb ainsi que la recherche d'une inégalité de longueur des membres inférieurs à la date 1, date 3 et date 4.

L'absence de respect des consignes de port mi-temps nocturne 12h a été considéré comme une mauvaise compliance.

Les radiographies Fullspine EOS ont été réalisées sur un rachis nu après plus de 4h d'ablation, afin d'éviter l'effet de maintien proprioceptif du corset, à la date 1, date 3 et date 4. Une radiographie avec le corset a été réalisée à la date 2.

Les mesures radiographiques informatisées ont été réalisées de manière prospective par le même opérateur indépendant (GDC) sur le logiciel « *Keops Analyser* ». Ce logiciel de mesure a prouvé sa supériorité par rapport à la mesure directe sur des radiographies papiers.¹³

Les données ont été classés selon 3 catégories (*fig2*)

- ✓ GENERALE pour l'équilibre globale du rachis,
- ✓ REGIONALE au niveau des courbures scoliotiques
- ✓ LOCALE pour étudier l'apex de la courbure.

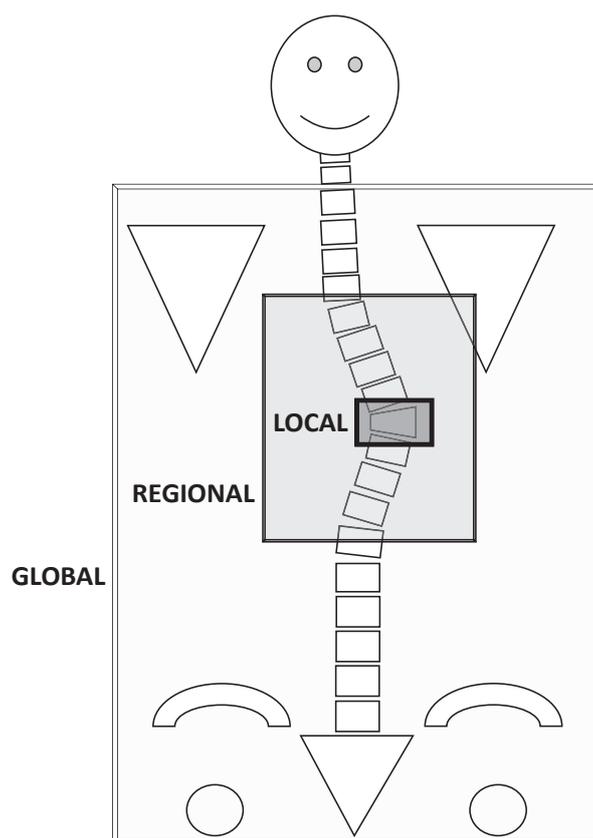


Figure 2- Data category –

- LOCAL: measures about Apex vertebrae
- REGIONAL: measures including groups of vertebrae (Curve Pattern, iliolumbar angle)
- GLOBAL: trunk balance measures

CRITERES DE JUGEMENT

Comme le recommande la Scoliosis Research Society, le critère de jugement principal a été défini par l'absence de chirurgie et l'absence de PAC > 5° sur les courbures principales et les courbures secondaires entre la date 1 et la date 4.

Une analyse en sous-groupes a été réalisée en utilisant la classification mLenke et le test de Risser.

Les critères de jugement secondaires étaient la recherche de critères cliniques ou radiologiques initiaux corrélés au résultat du traitement.

ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons utilisé des statistiques descriptives avec un seuil alpha de significativité à 5%.

En analyse univarié, nous avons utilisé le test du Chi2 et le test exact de Fisher pour les variables qualitatives ; nous avons retenu le test-T de Student pour les variables quantitatives.

Afin de discuter des résultats, nous avons réalisé des boîtes à moustache (Boxplots) pour les données répétées et une analyse diagnostique par courbe ROC pour l'angle de Cobb initial.

Une régression logistique a été utilisée pour le critère de jugement principal afin d'évaluer les facteurs prédictifs déjà connus ou retrouvés dans ce travail.

Pour tous ces calculs nous avons utilisé le logiciel open-source R, l'analyse diagnostique a été effectuée sur le site de l'université d'Angers.

RESULTATS

EFFICACITE

La réussite globale du traitement orthopédique était de 58.7%, avec une réussite de 48% pour les scolioses MT et 74% pour les scolioses ML ($p=0.002$). (tableau 2) Le taux de chirurgie était de 17%.

Nous n'avons pas retrouvé de différence majeure de réussite entre les scolioses thoracolombaires 75.7% et lombaires 70.4% ce qui nous a conforté dans notre choix de les regrouper dans la classification mLenke.

Sur l'ensemble des scolioses, il y a des différences significatives d'efficacité en fonction du test de Risser avec un gap entre Risser 0 (69%) et Risser 1 (46.8%) $p=0.009$.

		Failure	Success	% Success	p
Overall		62	88	58.7	
mLenke	MT	46	42	48	0.002
	ML	16	46	74	
Risser Test	0	41	36	46.8	0.009
	1	13	29	69	
	2	8	23	74,2	

Table 2- Efficiency according to subgroups and overall

L'analyse en sous-groupe croisée, cliniquement pertinente, entre la classification de mLenke et le test de Risser a retrouvé des différences qui ne sont pas statistiquement significatives : (Tableau 3)

- Dans les scolioses MT : une différence de 27% de réussite entre un stade de Risser 0 et un stade de Risser 2 ($p=0.137$).
- Dans les scolioses ML : une différence non significative de 19% entre un stade de Risser 0 et un stade de Risser 1 ($p=0.247$).

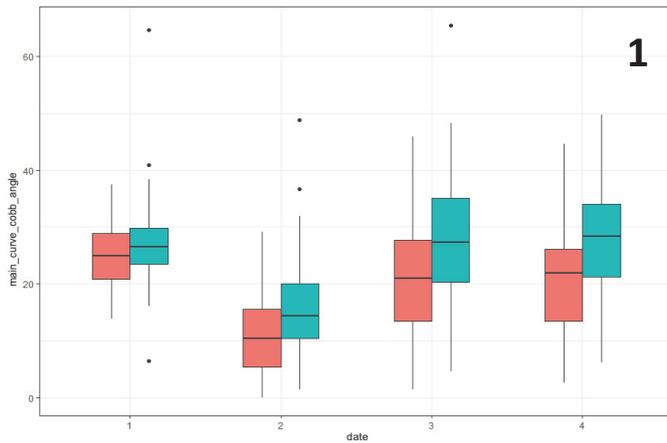
		MT			ML		
		Failure	Success	% Success	Failure	Success	% Success
Risser Test	0	32	21	40	9	15	63
	1	9	11	55	4	18	82
	2	5	10	67	3	13	81
				$p=0.137$			
						$p=0.247$	

Table 3 - Analyse croisée sous-groupes

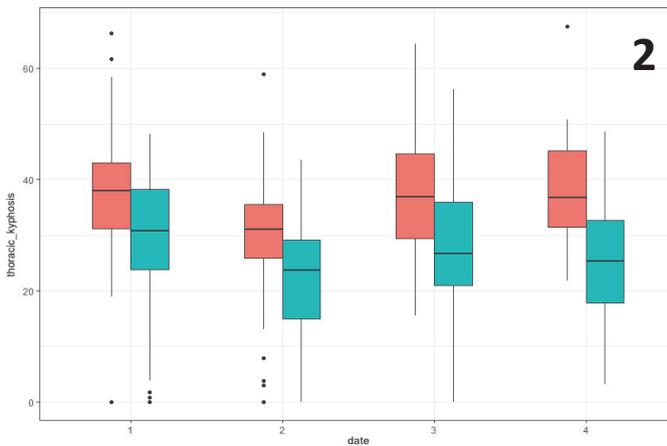
La Lordose Lombaire (LL) et la Cyphose Thoracique (CT) représentent les mesures globales. (figure 3)

La cyphose thoracique était plus faible dans le groupe des scolioses MT, sa perte angulaire relative était de 15.2% à la fin du traitement par corset. La LL est restée stable dans les 2 groupes.

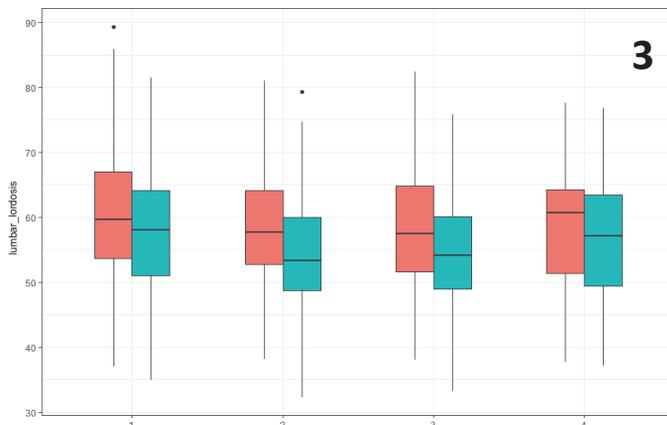
Concernant l'angle de Cobb, la dispersion des variables était plus importante aux dates 3 et 4 comparativement aux date 1 et 2. Nous constatons par ailleurs sa diminution entre la date 3 et la date 4 après ablation du corset sur la cohorte complète, et en sous-groupes.



		MAIN CURVE COBB ANGLE			
date		1	2	3	4
MEAN	OA	26.2	13.6	25.5	24.4
	MT	27.0	15.7	28.3	27.6
	ML	25.1	10.5	21.5	20.5
MEDIAN	OA	25.5	13.0	25.5	23.4
	MT	26.5	14.3	27.3	28.3
	ML	24.9	10.4	20.9	21.9



		GLOBAL THORACIC KYPHOSIS			
date		1	2	3	4
MEAN	OA	33.0	25.4	31.6	30.9
	MT	30.3	22.3	27.4	25.7
	ML	36.8	29.8	37.1	38.3
MEDIAN	OA	34.1	26.7	32.5	31.4
	MT	30.7	23.7	26.7	25.4
	ML	37.9	31.0	36.9	36.8



		GLOBAL LUMBAR LORDOSIS			
date		1	2	3	4
MEAN	OA	58.8	56.2	56.2	57.6
	MT	57.7	54.4	54.7	56.7
	ML	60.3	58.8	58.3	58.9
MEDIAN	OA	58.7	55.3	54.9	59.3
	MT	58.1	53.3	54.1	57.2
	ML	59.6	57.7	57.4	60.7

Figure 3 – Repetitive measures date 1,2,3,4 for main curve cobb angle (1), thoracic kyphosis (2) and lumbar lordosis (3)
Mean, Median, Boxplots

CRITERES PREDICTIFS

Date 1 : le jour de la prescription de l'orthèse (tableau 4)

Pour les mesures cliniques, une taille debout et la taille assise plus importante étaient associée au succès. Les gibbosités thoraciques élevées étaient associées à l'échec (16mm vs 12mm $p=0.028$) alors que les saillies paraspinales lombaires ne l'étaient pas.

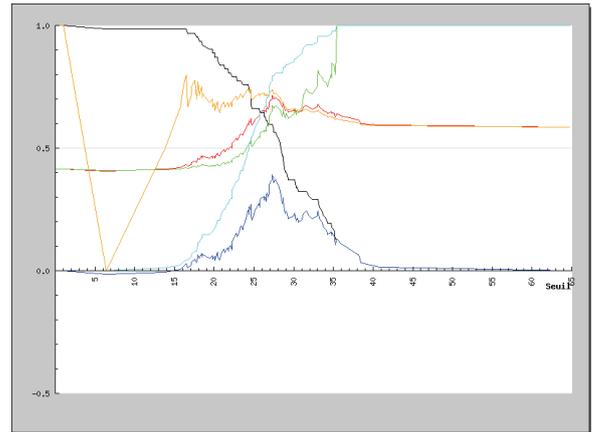
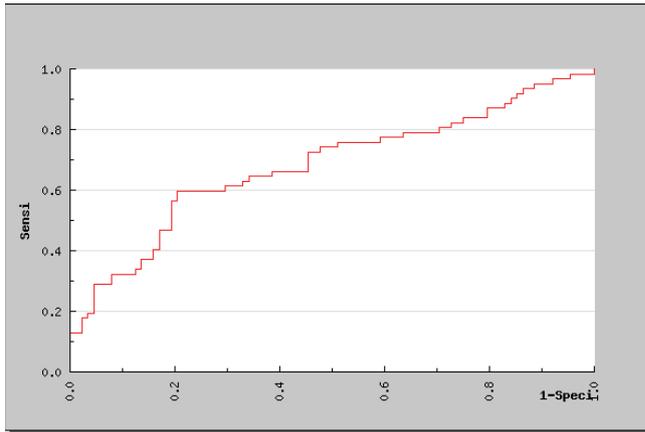
Aucune influence significative du sexe ou de l'inégalité de longueur des membres inférieurs n'a été constatée.

		n	OVERALL			MT			ML		
			Failure	Success	p	Failure	Success	p	Failure	Success	p
C L I N I C			62	88		46	42		16	46	
		Age (mean(sd))	12.20 (1.55)	13.12 (1.51)	<0.001						
		Gender = Male (%)	6 (9.7)	14 (15.9)	0.389						
		Standing Height (mean(sd))	152.37 (9.61)	157.99 (7.97)	<0.001						
		Sitting Height (mean(sd))	78.35 (4.72)	81.39 (4.16)	<0.001						
		Unequal Leg Length (%)	8 (12.9)	13 (14.8)	0.931						
		Thoracic Gibbosity (mean(sd))	15.62 (8.03)	12.26 (6.93)	0.028	16.34(7.58)	13.06(6.68)	0.049	11.43 (9.88)	10.37 (7.38)	0.780
	Lumbar Gibbosity (mean(sd))	7.32 (4.81)	7.35 (4.00)	0.977	7.35(4.00)	6.32(2.81)	0.370	7.27 (6.07)	8.05 (4.55)	0.664	
X - R A Y	GLOBAL	Frontal C7 Tilt degree (mean(sd))	2.0(1.42)	1.62 (1.31)	0.069	1.59(1.20)	1.72(1.38)	0.635	3.30 (1.23)	1.53 (1.25)	<0.001
		C7 Tilt mm (mean(sd))	14.16 (10.09)	11.61 (9.95)	0.171	11.31(8.59)	12.97(10.97)	0.480	21.84 (10.10)	10.32 (8.83)	<0.001
		Femoralslope (mean(sd))	1.38 (1.13)	1.38 (0.92)	0.991	1.40(1.11)	1.33(0.85)	0.760	1.32 (1.24)	1.42 (0.98)	0.739
		Shoulderslope (mean(sd))	2.14 (1.41)	1.89 (1.39)	0.275	2.10(1.45)	1.89(1.43)	0.511	2.28 (1.35)	1.89 (1.37)	0.323
		Acromio-Femoral Angle (mean(sd))	2.82 (1.78)	2.32 (1.58)	0.074	2.99(1.81)	2.14(1.66)	0.024	2.31 (1.63)	2.49 (1.50)	0.691
			Main Curve Cobb Angle (mean(sd))	28.54 (8.04)	24.54 (4.82)	<0.001	28.93(8.43)	24.91(4.54)	0.007	27.41 (6.91)	24.19 (5.09)
	REGIONAL	Main Curve Cobb Angle Severity Sub-group(%)			0.022			0.092			0.096
		<15	1 (1.6)	1 (1.1)		1(2.2)	0(0.0)		0 (0.0)	1 (2.2)	
		15-29	38 (61.3)	73 (83.0)		29(63.0)	36(85.7)		9 (56.2)	37 (80.4)	
		30-44	22 (35.5)	14 (15.9)		15(32.6)	6(14.3)		7 (43.8)	8 (17.4)	
		>45	1 (1.6)	0 (0.0)		1(2.2)	0(0.0)				
		Main Curve Vertebrae Number (mean(sd))	6.40 (1.11)	6.12 (1.20)	0.152	6.67(1.08)	6.60(1.11)	0.736	5.62 (0.81)	5.70 (1.13)	0.819
		OverCurve Cobb Angle(mean(sd))	13.40 (9.06)	7.75 (8.83)	<0.001	11.94(9.41)	7.37(7.32)	0.013	17.59 (6.58)	8.09 (10.09)	0.001
		UnderCurve Cobb Angle (mean(sd))	16.9(8.31)	13.87 (7.83)	0.083	16.93(8.31)	14.17(7.26)	0.112			
		Iliolumbar Angle (mean(sd))	7.3(5.61)	6.87 (9.78)	0.743	5.32(4.71)	3.47(3.84)	0.048	13.08 (3.70)	9.97 (12.29)	0.326
	LOCAL	Main Curve Apex Lateral displacement (mean(sd))	17.8(12.97)	17.53 (10.01)	0.889	14.89(12.02)	14.08(9.83)	0.757	25.71 (12.54)	20.88 (9.10)	0.141
		Main Curve Apex Vertebrae Wedging (mean(sd))	4.39 (2.46)	3.33 (1.65)	0.002	4.68(2.64)	3.34(1.50)	0.005	3.57 (1.67)	3.33 (1.79)	0.635
S A G I T T A L	GLOBAL	Sagittal C7 Tilt degree (mean(sd))	4.53 (2.98)	3.45 (2.52)	0.020	4.50(2.96)	3.24(2.53)	0.036	4.61 (3.16)	3.66 (2.52)	0.240
			Lumbar Lordosis (mean(sd))	58.99 (10.86)	58.51 (9.86)	0.781	58.30(10.43)	57.04(8.62)	0.543	60.92 (12.15)	59.88 (10.81)
	REGIONAL	Lumbar Lordosis Vertebrae Number (mean(sd))	4.43 (1.72)	4.11 (1.81)	0.295	4.42(1.82)	4.02(1.87)	0.316	4.44 (1.46)	4.20 (1.78)	0.634
		Thoracic Kyphosis (mean(sd))	33.07 (9.34)	33.60 (11.33)	0.764	32.21(9.57)	28.71(10.79)	0.113	35.48 (8.45)	38.16 (9.92)	0.341
		Thoracic Kyphosis Vertebrae Number (mean(sd))	9.21 (3.37)	8.41 (3.58)	0.165	9.16(3.50)	8.26(3.72)	0.251	9.44 (3.08)	8.56 (3.49)	0.375
	PELVIS	Pelvic Incidence (mean(sd))	47.81 (14.49)	49.23 (13.91)	0.548	46.46(13.76)	49.91(13.48)	0.241	51.62 (16.22)	48.61 (14.42)	0.490
Sacral Slope (mean(sd))		40.12 (10.07)	39.90 (8.48)	0.886	39.92(9.86)	39.64(7.91)	0.886	40.69 (10.94)	40.15 (9.06)	0.845	
	Pelvic Tilt (mean(sd))	7.40 (7.52)	9.33 (8.26)	0.148	6.14(6.81)	10.26(8.56)	0.015	10.93 (8.51)	8.46 (7.97)	0.300	

Table 4 – Clinic and X-Ray measures on date 1

Concernant les mesures radiographiques :

- ✓ Dans les mesures d'équilibre globales du rachis,
L'augmentation de la gite C7 était associée à l'échec
 - dans le plan frontal pour les courbures ML (3.3° vs 1.5° $p<0.001$), ce qui équivaut à 22mm vs 10mm.
 - dans le plan sagittal pour les courbures MT (4.6° vs 3.7° $p=0.036$), ce qui correspond à 31mm vs 24mm.
 De même, l'augmentation de l'angle acromio-fémoral était significativement corrélé à l'échec dans les scolioses MT (3° vs 2.1° $p=0.024$).
- ✓ Dans les mesures régionales du rachis,
En sous-groupe de sévérité pour l'angle de Cobb, un phénomène d'inversion du ratio succès échec a été retrouvé. En effet le taux de réussite était de 66% dans le groupe 15°-29° et le taux d'échec était de 61% dans le groupe 30°-44° $p=0.022$.
L'analyse d'une courbe ROC a permis de retenir un cut-off sur l'ensemble de la cohorte pour un angle de 27° (Sensibilité 0.60 ; Specificité 0.80). (figure 3)



Seuils remarquables parmi les 147 seuils vus

CUTOFF	CRIT	VP	FP	FN	VN	TOTAL	SPEC	1-SPEC	SENS	VPP	VPN	YOUDEN	OA
0.500	IO	62	88	0	0	150	0.0000000	1.0000000	1.0000000	0.4133333	1.0000000	0.0000000	0.4133333
16.450	IN	61	84	1	4	150	0.0454545	0.9545455	0.9838710	0.4206897	0.8000000	0.0293255	0.4333333
27.290	IY	37	18	25	70	150	0.7954545	0.2045455	0.5967742	0.6727273	0.7368421	0.3922287	0.7133333
35.460	IP	8	0	54	88	150	1.0000000	0.0000000	0.1290323	1.0000000	0.6197183	0.1290323	0.6400000

Indice de Youden max = 0.392 obtenu pour le cutoff 27.290

OA (overall accuracy) MAX = 0.713 pour le seuil 27.290

Tableau 3- Courbe ROC et courbe d'indices

Pour les scolioses MT, un cut-off a été retrouvé pour un angle de 24° (sensibilité 0.82 Spécificité 0.48).

Par contre, nous ne retrouvons pas ce phénomène dans les scolioses ML (27.4° vs 24.2° $p=0.053$) et l'analyse par courbe ROC n'a pas permis d'établir de cut-off.

Un Angle de Cobb de la courbure sus-jacente plus faible était retrouvé significativement associé au succès en globalité (13.4° vs 7.8° ($p<0.001$)) et dans les sous-groupes MT (11.9° vs 7.4° ($p=0.013$)) et ML (17.6° vs 8.1° ($p<0.001$)).

L'augmentation de l'angle iliolumbaire était significativement associée à l'échec du traitement dans les scolioses MT (5.3° vs 3.5° $p=0.048$).

Dans le plan sagittal, aucune influence de l'incidence pelvienne ou de la pente sacrée n'a été retrouvée. Par contre il existait une corrélation entre une version pelvienne élevée et la réussite dans le groupe MT (6.1 vs 10.3 $p=0.015$).

L'angle de lordose lombaire et celui de cyphose thoracique n'avaient pas d'influence sur les résultats tout comme le nombre de vertèbres incluses dans chacune d'entre elles.

✓ Dans les mesures locales du rachis

La cunéiformisation ou *wedging* de la vertèbre apicale était un facteur de mauvais pronostic sur l'ensemble de la cohorte (4.4° vs 3.3° $p=0.002$) et dans les scolioses MT (4.7° vs 3.3° $p=0.005$) contrairement aux scolioses ML (3.6° vs 3.3° $p=0.635$).

Critères prédictifs radiologique avec le premier corset ? (tableau 5)

✓ Dans les mesures globales du rachis

Le déséquilibre de la gîte sagittale C7 était lié à l'échec dans les scolioses MT (4,6 ° vs 2,7 ° p = 0,007), ce qui correspond à 30mm vs 18mm.

✓ Mesures régionales du rachis :

Un angle de Cobb faible était associé à la réussite sur l'ensemble de la cohorte (16,9 vs 11,1 p <0,001) et dans les sous-groupes. Sa réduction relative avec le corset était corrélée au succès pour l'ensemble de la cohorte, pour les courbes ML (0,37 vs 0,71 p = 0,002) mais pas pour les scolioses MT (0,43 vs 0,49 p = 0,234).

Pour les scolioses MT, la version pelvienne retrouvée dans le groupe succès était de 10,2 ° contre 6,9 ° dans le groupe échec p = 0,020. Sa variation avec corset était faible et n'a pas influencé le résultat. Un faible nombre de vertèbres impliquées dans la LL était lié à la réussite globale (5 vs 4,5 p = 0,048) mais la différence était faible.

		n	OVERALL			MT			ML		
			Failure	Success	p	Failure	Success	p	Failure	Success	p
FRONTAL	GLOBAL	Frontal C7 Tilt degree (mean(sd))	1.55 (1.22)	1.93 (1.42)	0.093	1.33(1.16)	1.75(1.06)	0.080	2.20 (1.20)	2.09 (1.68)	0.818
	REGIONAL	Main Curve Cobb Angle (mean(sd))	16.86 (8.50)	11.06 (6.33)	<0.001	17.78(9.07)	13.05(5.33)	0.004	14.19 (6.07)	9.25 (6.67)	0.011
		Main Curve Cobb Angle Reduction (mean(sd))	0.41 (0.27)	0.60 (0.32)	<0.001	0.43(0.27)	0.49(0.21)	0.234	0.37 (0.30)	0.71 (0.36)	0.002
SAGITTAL	GLOBAL	Sagittal C7 Tilt (mean(sd))	4.29 (3.29)	3.45 (2.95)	0.106	4.59(3.50)	2.77(2.46)	0.007	3.42 (2.42)	4.08 (3.24)	0.471
	REGIONAL	Lumbar Lordosis (mean(sd))	55.99 (9.87)	56.20 (8.75)	0.891	54.50(9.11)	53.98(8.79)	0.787	60.56 (11.00)	58.23 (8.31)	0.387
		Lumbar Lordosis Vertebrae Number (mean(sd))	5.05 (1.70)	4.47 (1.79)	0.048	4.98(1.78)	4.26(1.95)	0.075	5.27 (1.44)	4.65 (1.64)	0.199
		Thoracic Kyphosis (mean(sd))	24.54 (10.41)	26.83 (10.75)	0.199	23.12(9.46)	22.07(10.03)	0.617	28.92 (12.21)	31.17 (9.56)	0.464
		Thoracic Kyphosis Vertebrae Number (mean(sd))	8.22 (10.28)	6.41 (8.41)	0.241	8.81(9.56)	6.68(8.03)	0.262	6.40 (12.45)	6.17 (8.82)	0.936
	PELVIS	Pelvic Incidence (mean(sd))	49.0(12.99)	49.43 (13.36)	0.854	47.16(11.40)	50.42(13.23)	0.218	54.75 (16.08)	48.53 (13.56)	0.146
		Sacral Slope (mean(sd))	41.09 (8.47)	39.88 (8.26)	0.387	40.25(7.90)	40.18(8.60)	0.970	43.66 (9.86)	39.61 (8.02)	0.114
		Sacral Slope Variation (mean(sd))	1.79 (9.76)	0.43 (5.74)	0.286	1.20(10.06)	0.54(4.32)	0.696	3.62 (8.83)	0.33 (6.84)	0.138
		Pelvic Tilt (mean(sd))	7.94 (6.88)	9.55 (7.02)	0.167	6.91(5.99)	10.24(7.21)	0.020	11.10 (8.57)	8.93 (6.87)	0.322
Pelvic Tilt Variation (mean(sd))		-0.59 (7.60)	0.25 (5.46)	0.436	-0.61(8.41)	-0.02(6.80)	0.720	-0.51 (4.52)	0.50 (3.92)	0.409	

Table 5 –X-Ray brace data on date 2

Compliance

Il n'y avait pas de différence liée à la durée du port en mois (27 vs 26.5 p=0.805), mais une mauvaise observance était corrélée à l'échec (12 vs 6 p = 0,038). Cette mauvaise observance concernait 12% de nos patients.

Analyse multivariée

En raison de leur influence significative sur la réussite du traitement par corset retrouvé dans cette étude ou dans la littérature, les critères suivants ont été inclus dans le modèle multivarié (tableau 6).

Seuls 2 critères sur 13 ressortent significativement associés au résultat :

- la gibbosité thoracique était significativement associée à l'échec du traitement par corset avec un OR = 0.88 IC95%[0.79 ;0.96] p=0.00864.
- la taille debout était corrélée au succès OR = 1.11 IC95%[1.02 ;1.22] p=0.01752.

Aucune corrélation statistique en analyse multivariée n'a été retrouvée pour les mesures radiologiques.

	OR	95% Confidence Interval		p	
		2.50%	97.50%		
C L I N I C	Age	1.27	0.74	2.24	0.39
	Risser Test	1.54	0.67	3.74	0.32
	Standing Height	1.11	1.02	1.22	0.01752 *
	Thoracic Gibbosity	0.88	0.79	0.96	0.00864 **
	Duration of Brace-wear	1.02	0.97	1.07	0.39
	Bad Compliance	0.23	0.04	1.26	0.10
X - R A Y	mLenke MT	1.30	0.24	6.62	0.75
	Main Curve Cobb Angle	1.01	0.85	1.19	0.87
	Frontal C7 Tilt degree	1.01	0.65	1.57	0.97
	Sagittal C7 Tilt degree	0.97	0.77	1.21	0.77
	Wedging	0.96	0.69	1.31	0.78
	Main Curve Cobb Angle In-brace	0.95	0.77	1.19	0.64
	Main Curve Cobb Angle Reduction In-brace	5.93	0.08	948.91	0.44
		Significance	***0.001	**0.01	*0.05

Table 6 – Multivariate Analysis

DISCUSSION

Notre étude a confirmé l'efficacité du port mi-temps nocturne du corset de CTM pour les scolioses ML.¹⁴ Rigo, Clément et Boulot ont montré dans 3 études distinctes une réussite plus importante avec des corsets portés à temps plein, respectivement de l'ordre de 81%, 83% et 81%.^{2,3,4}

Dans la littérature, le critère de jugement d'efficacité reconnu est la PAC uniquement de la courbure principale avec une limite de 5°. Notre critère de jugement est plus sévère par la prise en compte des contre-courbures. Cela permet de prendre le contre-pied des traitements par corset en hyper-correction. En effet le Corset à Appui Électif Nocturne (C.A.E.N.) garantit de meilleurs résultats sur la courbure principale mais aggravent les courbures secondaires.¹⁵ De plus, nous avons retrouvé le même taux de recours à la chirurgie que le port nocturne du corset de Charleston.¹⁶

A visée informative, en évaluant uniquement la courbure principale, nous avons trouvé 70% de réussite globale, 65% pour les scolioses MT et 85% pour les scolioses ML.

Ces résultats sont assez proches que ceux retrouvés dans l'étude BrAIST avec une durée de port quotidien de 6,1 à 12,8 heures.⁷

Thompson & al ont trouvé un taux de réussite pour les patients non-compliants et compliants de 65,9% à 64,7% dans les scolioses MT et de 84,6% à 94,7% dans les scolioses ML.¹⁴

L'axe Sagittal a été moins affecté par un port nocturne de 12h par rapport à un port à plein temps. La moyenne de la perte angulaire était respectivement de 6,5% pour la CT et de 2% pour la LL dans notre étude, contre 21,6% et 6,7% dans celle de Pham et Al.¹

En comparaison avec l'étude de Jarvis, le traitement nocturne dans les scolioses MT était moins efficace dans les scolioses infantiles que dans nos SIJ et SIA (43% vs 48%).¹⁷ Par ailleurs, nous avons trouvé un succès de 40% lorsque le traitement était initié au stade Risser 0 alors qu'il était de 67% pour le stade Risser 2. Nous en concluons que le traitement mi-temps nocturne dans le cadre d'une scoliose MT doit être réservé aux patients présentant un stade de Risser 2.

Ce choix de critère principal sévère nous a permis de trouver des facteurs initiaux significativement associés au résultat. Un angle de Cobb initial de 27° nous paraît être la limite du traitement nocturne ce qui est en accord avec l'étude de Lateur.¹⁸ Sa réduction relative dans le corset était plus élevée pour les scolioses ML que pour les scolioses MT. Par ailleurs dans le sous-groupe ML, on retrouve une plus grande variabilité de la réduction avec une moyenne de 71% dans le groupe réussite contre 37% dans le groupe échec. Ce n'est pas le cas dans les scolioses thoraciques où la réduction varie seulement de 6% entre les deux groupes.

Parent a montré que la cunéiformisation des vertèbres scoliotiques apicales était plus marquée dans le plan frontal.²⁰ Stokes l'a trouvée plus importante pour les vertèbres thoraciques que pour les vertèbres lombaires.²¹ C'est ce que nous retrouvons dans notre étude. Ce phénomène était associé à l'échec du traitement par corset. Il pourrait être à l'origine des différences de réduction relative de l'angle de Cobb et donc du succès plus important dans les scolioses ML.

L'angle de Cobb moyen avec corset était de 11 ° pour les patients du groupe succès contre 17° dans le groupe échec. Le disque inter-vertébral, véritable amortisseur du rachis, est sujet à des échanges nutritifs avec les plateaux vertébraux.¹⁹ Ces échanges pourraient être dégradés par un excès de pression dans la concavité et liés au phénomène de cunéiformisation. L'étude du disque intervertébral par IRM avec corset pourrait nous apporter des informations supplémentaires, notamment la diminution de l'hydratation globale et le recentrage du nucleus pulposus.

Dans le plan frontal, la translation latérale des vertèbres apicales n'a pas été associée à l'échec comme nous le suspicions. Nous n'avons pas pu calculer ce marqueur dans le plan électif de la scoliose, ce qui aurait probablement modifié nos résultats.

Nos boîtes à moustaches nous permettent par ailleurs de constater qu'il existe une dispersion plus importante des angles de Cobb à la date 3 et la date 4 comparativement à la date 1. Certaines scolioses sont donc traitées plus efficacement que d'autres. Bernard a montré, grâce à la méthode des plans de Berthonnaud, qu'il existe deux types de courbures thoraciques pour les scolioses Lenke1A.²² Ces informations nous rappellent le caractère tridimensionnel de la scoliose, et nous poussent à investir les technologies actuelles 3D pour une meilleure confection des corsets.

Finalement, seules la gibbosité thoracique et la taille debout ont été retrouvées comme facteurs prédictifs indépendants du résultat. On peut tirer de ces Odds-Ratio :

« Chaque millimètre gibbosité en plus réduit de 12% la réussite du traitement »

« Chaque centimètre de taille en plus augmente la réussite du traitement de 11% »

Nous avons trouvé une gibbosité thoracique moyenne de 12 mm chez les sujets du groupe réussite contre 15 mm dans le groupe échec ce qui est en accord avec les travaux de G. Duval-Beaupère publiés en 1992.²³

Cette étude a plusieurs limites : la taille de l'échantillon était limitée, 115 patients n'ont pas pu être inclus faute de dossier radiographique complet, 66 autres ne se sont pas présentés à leur consultation de contrôle. L'observance du traitement a été évaluée sur les données de l'interrogatoire, aucun capteur thermique intégré au corset n'a été utilisé.

Malgré ces limites, notre population était comparable aux études préalablement citées. Avec une méthodologie rigoureuse, nous avons examiné minutieusement toutes les données cliniques et radiologiques pour améliorer notre pratique quotidienne. Les données radiologiques avec corset présentées dans ce travail exposent de manière objective l'effet du corset de CTM et peut permettre une comparaison objective avec d'autres corsets.

CONCLUSION

Ce travail nous a permis préciser l'indication du port mi-temps nocturne dans la scoliose idiopathique lors de la croissance pubertaire.

- ✓ Pour les scolioses ML,
Le traitement est efficace chez les patients à partir d'un stade de Risser 1, présentant une scoliose bien équilibrée définie par une gîte frontale C7 <1 cm, avec une réduction de 70% avec corset.
- ✓ Pour les scolioses MT,
Les résultats sont inférieurs. Ce type de port ne peut être proposé qu'à partir d'un stade de Risser 2, un angle de Cobb <24°, et si l'on obtient une réduction de 50% avec le corset.

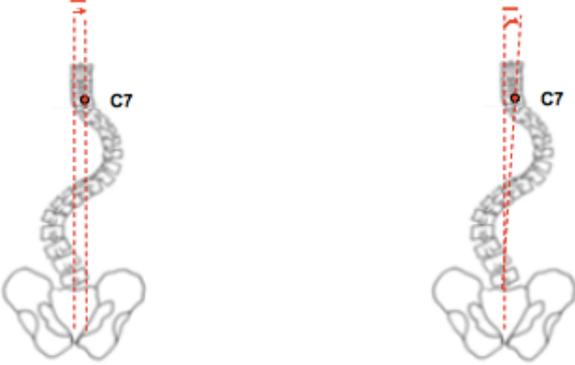
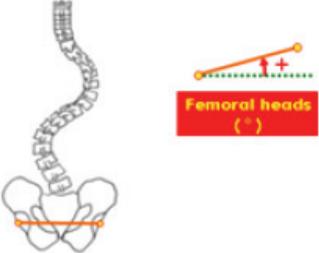
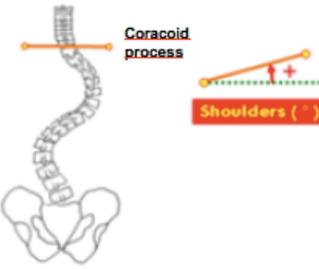
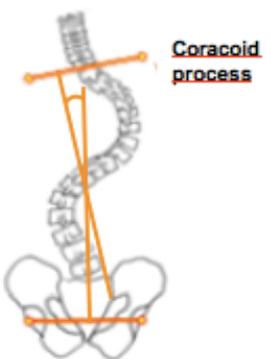
La cunéiformisation vertébrale, plus importante dans les scolioses MT, reste le principal facteur d'échec au traitement orthopédique. La clé pour progresser dans la scoliose idiopathique est de trouver un modèle descriptif tridimensionnel simple, utilisable en pratique courante, pour en améliorer le diagnostic et le traitement.

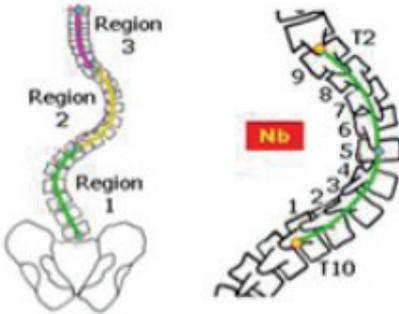
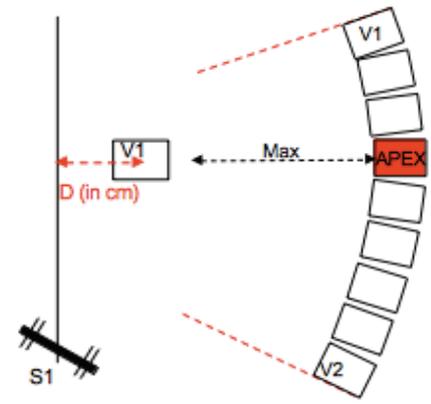
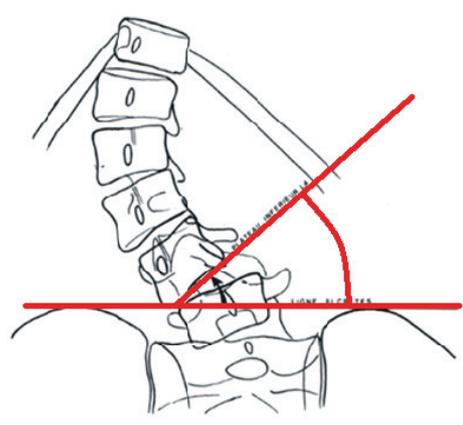
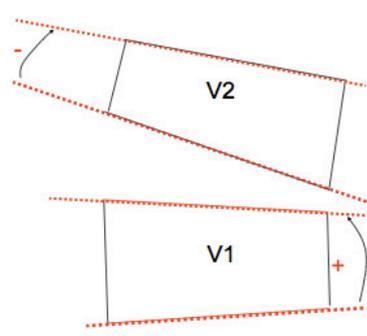
REFERENCES

1. Pham VM, Herbaux B, Schill A, Thevenon A. Évaluation du résultat du corset de Chêneau dans la scoliose idiopathique de l'adolescent. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique* 2007 ;50 n° 3:125-33.
2. Clement JL, Chau E, Kinkpe C, Maillat JP, Bouletreau JC. Traitement Orthopédique par le corset CTM. In: Griffet J, editor. *Le rachis de l'enfant et de l'adolescent : Scoliose Cyphose Fractures*. Nice: Sauramps Médical; 2005. p. 39-47.
3. Boulot J, Essig J, Cahazac JP, Gaubert J. Étude frontale et sagittale de 161 scolioses idiopathiques traitées par corset CTM. *Rev Chir Orthop* 1993;79(Suppl. Abstracts n°433).
4. Rigo M, Quera-Salva G, Puigdevall N, Martinez M. Retrospective Results in Immature Idiopathic Scoliotic Patients Treated with a Chêneau Brace. *Studies in Health Technology and Informatics* 2002;88:241-45.
5. Fustier, Thierry. Évolution radiologique spontanée des scolioses idiopathiques de moins de 45° en période de croissance. Université Claude-Bernard - Lyon I U.E.R Faculté de Médecine Lyon-Nord - N° 129, 1980.
6. Sanders James O, Browne R, McConnell Sharon J, Margraf Susan A, Cooney Timothy E, Finegold David N. Maturity Assessment and Curve Progression in Girls with Idiopathic Scoliosis, *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2007;89n°1: 64-73.
7. Weinstein Suart L, Dolan Lori A, Wright James G, Dobbs Matthew B. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *The New England Journal of Medicine* 2013;369n° 16:1512-21.
8. DiRaimondo C. V, Green N. E, Brace-Wear Compliance in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1988;8n° 2: 143-46.
9. Takemitsu M, Bowen J. Richard, Rahman T., Glutting Joe J., Scott Claude B. Compliance Monitoring of Brace Treatment for Patients with Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2004;29n° 18:2070-74;
10. Katz Donald E, Herring J. Anthony, Browne Richard H, Kelly Derek M, Birch John G, « Brace Wear Control of Curve Progression in Adolescent Idiopathic Scoliosis » *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2010;92:1343-1352.
11. Donzelli S, Zaina F, Negrini S. In Defense of Adolescents: They Really Do Use Braces for the Hours Prescribed, If Good Help Is Provided. Results from a Prospective Everyday Clinic Cohort Using Thermobrace. *Scoliosis* 2012;7n° 1.
12. Aulisa Angelo G, Giordano M, Falciglia F, Marzetti E, Poscia A, Guzzanti V. Correlation between Compliance and Brace Treatment in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: SOSORT 2014 Award Winner. *Scoliosis* 2014;9:6.
13. Maillot C, Ferrero E, Fort D, Heyberger C, Le Huec JC. Reproducibility and Repeatability of a New Computerized Software for Sagittal Spinopelvic and Scoliosis Curvature Radiologic Measurements: Keops®. *European Spine Journal* 2015;24n° 7:1574-1581.
14. Thompson Rachel M, Hubbard Elizabeth W, Jo CH, Virostek D, Karol Lori A. Brace Success Is Related to Curve Type in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2017;99n° 11:923-928.
15. Bronfen C, Pierrard G, Geffard B, Mallet JF. La scoliose idiopathique traitée par corset à appui électif nocturne (C.A.E.N.) Résultats d'une série rétrospective de 135 cas. *La Gazette de la SOFOP* 2008; N°18 p13-15
16. Price CT, Scott DC, Reed FR, Sproul JT, Riddick MF. Nighttime Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis with the Charleston Bending Brace. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1997 ;17n°6 :703-707
17. Jarvis J, Garbedian S, Swamy G. Juvenile Idiopathic Scoliosis: The Effectiveness of Part-Time Bracing. *Spine* 2008;33n°10:1074-78.
18. Lateur G, Grobost P, Gerbelot J, Eid A, Griffet J, Courvoisier A. Efficacy of Nighttime Brace in Preventing Progression of Idiopathic Scoliosis of Less than 25°. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2017;103n° 2:275-278.
19. Rajasekaran S, Babu J, Arun R, Armstrong B, Shetty A, Murugan S. ISSLS Prize Winner: A Study of Diffusion in Human Lumbar Discs: A Serial Magnetic Resonance Imaging Study Documenting the Influence of the Endplate on Diffusion in Normal and Degenerate Discs. *Spine* 2004;29n° 23:2654-2667.
20. Parent S, Labelle H, Skalli W, de Guise J. Vertebral Wedging Characteristic Changes in Scoliotic Spines. *Spine* 2004;29n° 20: E455-E462.
21. Stokes Ian A.F, Aronsson David D. Disc and Vertebral Wedging in Patients With Progressive Scoliosis. *Journal of Spinal Disorders* 2001;14n° 4:317-322.
22. Bernard J-C, Berthonnaud E, Deceuninck J, Notin G, Chaleat-Valayer E. Three-Dimensional Reconstructions of Lenke 1A Curves. *Scoliosis and Spinal Disorders* 2018;13n° 1.
23. Duval-Beaupère G. Measurement of gibbosity and and recumbent angle as a prognostic factor in juvenile scoliosis. *Acta Orthopaedica Belgica* 1992;58Suppl1:26-32.

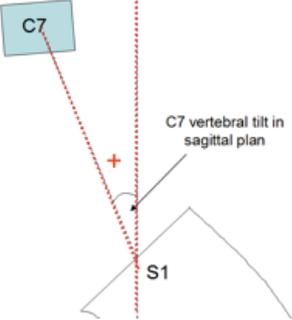
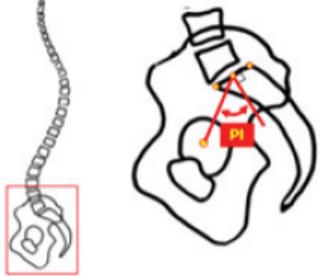
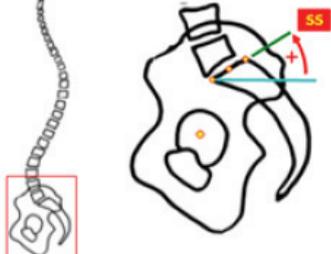
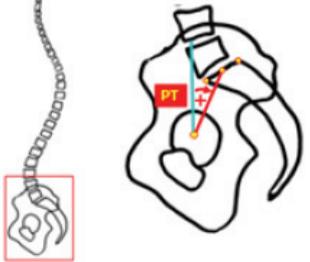
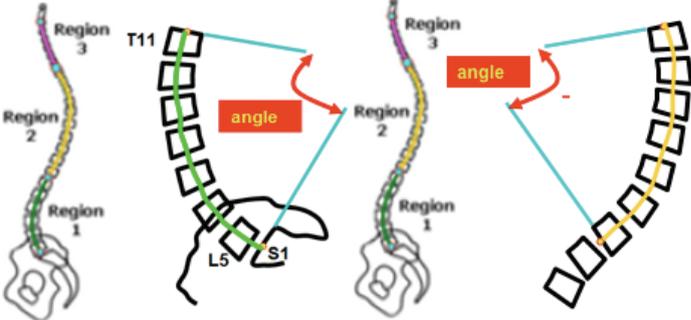
ANNEXES

FRONTAL PLANE

<p>Frontal C7 Tilt mm and degree</p>	
<p>Femoral Slope</p>	
<p>Shoulder Slope</p>	
<p>Acromio-femoral Angle</p>	

<p>Vertebrae Number</p>	
<p>Lateral Displacement Apex Vertebrae</p>	
<p>Iliolumbar Angle</p>	
<p>Wedging</p>	

SAGITTAL PLANE

<p>Sagittal C7 Tilt degree</p>	
<p>Pelvic incidence</p>	
<p>Sacral Slope</p>	
<p>Pelvic Tilt</p>	
<p>Lumbar Lordosis & Thoracic Kyphosis</p>	

VERSION ANGLAISE

INDICATION FOR 12H NIGHTTIME BRACING ON LATE-ONSET IDIOPATHIC SCOLIOSIS

G. DE CHELLE, MD, I. BENTELLIS, MD, O. ROSELLO, MD, F. SOLLA, MD, J.-L. CLEMENT, MD, V. RAMPAL, MD.PhD

Investigation performed in the Department of Pediatric Orthopaedic Surgery and Scoliosis Surgery, Nice-CHU Lenval, France

ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

BACKGROUND

The results of 12h nighttime Cheneau-Toulouse-Munster (CTM) brace wear on late onset idiopathic scoliosis have not been described.

OBJECTIVE

Main objective was to analyze its efficiency for Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis during puberty growth. Secondary objectives were to find influencing factors for brace success in order to progress in its indication.

METHOD

Pool of 150 consecutive patients treated between 2006 and 2017 was enrolled. Inclusion criteria were evolutive scoliosis defined by Cobb Angle Progression (CAP) > 5° between two successive roentgenograms or cobb Angle >30°, 12h nighttime CTM brace-wear during puberty growth, Risser stages 0, 1 or 2 at the time of the prescription, complete radiological and clinical control 1 year after weaning. Success was defined by no surgery, no CAP>5° for main and secondary curves. Subgroups analyses were performed using mLenke classification and Risser test. Lumbar and thoracolumbar scoliosis were grouped together in Main Lumbar curves. Most of the clinical and radiological predictive factors known were analyzed.

RESULTS

Overall success was 58.7%, with 48% for Main Thoracic Curves and 74% for Main Lumbar Curves ($p=0.002$). At Risser stage 0, efficacy was 46.8% whereas it was 69% and 74.2% for Risser stage 1 and 2 ($p=0.009$). Success was associated with the increase of age, Height, Gibbosity, Compliance and Cobb Angle reduction in-brace. Conversely the increase of Frontal and Sagittal C7 Tilt, Cobb Angle, and Frontal Wedging were correlated to failure. An initial main curve Cobb Angle of 27° was the limit for its indication. After logistic regression, Thoracic Gibbosity and Standing Height were the only independent predictive factors with respectively OR=0.88 IC95%[0.79 ;0.96] $p=0.00864$ and OR=1.11 IC95%[1.02 ;1.22] $p=0.01752$.

CONCLUSION

12h Nighttime CTM brace-wear finds its best indication for Main Lumbar curves. For this curve pattern, the best results were observed from Risser Stage 1 when frontal C7 Tilt <1cm with 70% of Cobb Angle reduction In-brace. For MT curves the indication should be more restricted. Good results were found from Risser Stage 2, with Cobb Angle < 24° having 50% of Cobb Angle reduction In-brace.

Level of evidence : Prognostic Level III

Keyword: idiopathic scoliosis, nighttime brace, efficiency, CTM, predictive factor, indication.

INTRODUCTION

The aim of bracing Adolescent and Juvenile Idiopathic scoliosis (AIS & JIS) during puberty growth is to stop Cobb Angle progression (CAP). Brace type and brace wear time is prescriber-dependent. CTM (Cheneau-Toulouse Munster) Brace is widely used in France in full-time brace wear. Efficiency of full time brace-wear is about 80% for all scoliosis type.^{1,2,3,4} No studies have been published for a 12 hours nighttime wear for this brace.

Observational studies have shown that scoliosis evolutivity depends of curve patterns: thoracic curves are more evolutive than lumbar curves.^{5,6} Sanders and Al proposed the modified Lenke simplified morphologic classification (mLenke) splitting non-surgical scoliosis in Main Thoracic Curves (MT) and Main Lumbar Curves (ML).⁶ ML curves includes Thoracolumbar and Lumbar scoliosis.

Since Weinstein’s BraIST study, the aim of daily brace wear is > 18h. In this study, authors found success up to 90% for a minimum of 12.9 hours effective brace wear.⁷

Real time of wear is different than prescribed.⁸ Compliance is getting higher with part-time brace wearers: 65% for 23h prescription, 71% for 12h and 94% for 8h.⁹ Katz and al didn’t find any differences of success for a time of brace wear between 23h and 16h in brace prescriptions, but found differences of success for a wearing time down to 12h 71% and <7h 31%.¹⁰ Literature remains contradictory about this.^{11,12}

We hypothesized that 12h nighttime CTM brace wear is effective to treat AIS and JIS during puberty. Main objective was to describe brace efficacy on different curve patterns and Risser stage. Afterward, we analyzed initial clinical and radiological data to better target its indication.

MATERIAL AND METHOD

This was monocentric retrospective cohort study on 150 consecutive patients treated in the same center between 2006 and 2017.

Inclusion criteria were evolutive JIS and AIS (Cobb Angle>30° or CAP>5° between 2 successive roentgenograms), Risser test ≤ 2, available FullSpine Roentgenograms, clinical and radiological control 1 year after weaning.

Data were managed by an independent operator. According to the European and French legislation, a prior declaration to the CNIL was carried out (N°1619979 v 0).

POPULATION

From all 742 patients screened, 150 were included (Figure 1).

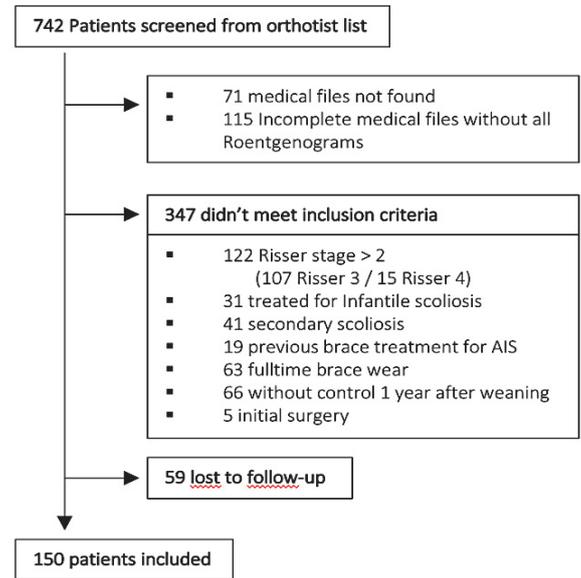


Figure 2 – Flowchart

Mean initial Cobb Angle was 26.2° with 74% of patients between 15 and 29° and 24% between 30 and 44°. (Table1).

51% of adolescents were Risser stage 0, 28% Risser stage 1 and 21% Risser stage 2.

		150
Age year (mean (sd))		12.75 (1.59)
Sex (%)		130 F (87.7) 20 M (13.3)
Standing Height cm (mean (sd))		155.67 (9.09)
Sitting Height cm (mean (sd))		80.13 (4.64)
Thoracic Gibbosity mm (mean (sd))		13.89 (7.64)
Lumbar Gibbosity mm (mean (sd))		7.34 (4.29)
Unequal Leg Lengh (%)		21 (14.0)
Risser Test (%)	0	77 (51.3)
	1	42 (28)
	2	31 (20.7)
mLenke (%)	ML	62 (41.3)
	MT	88 (58.7)
Main Curve Cobb Angle degree (mean (sd))		26.19 (6.63)
Main Curve Cobb Angle Severity (%)	<15°	2 (1.3)
	15-29°	111 (74.0)
	30-44°	36 (24)
	>45°	1 (0.7)
Pelvic Incidence degree (mean (sd))		48.65 (14.12)
Sacral Slope degree (mean (sd))		39.99 (9.13)
Pelvic Tilt degree (mean (sd))		8.53 (8.00)
Lumbar Lordosis degree (mean (sd))		58.71 (10.25)
Thoracic Kyphosis degree (mean (sd))		33.38 (10.52)

Table 4 – Overall Population

TREATMENT

Our protocol was:

- ✓ Date 1: medical prescription, 3D body acquisition
Followed by brace digitalized fabrication using 3D effort return arm, manual editing after positive milling, 4mm polyethylene thermoforming and adjunction of Velcro and anti-shear fixator. Day 20 fitting and Day 30 delivery, medical visit, beginning of brace wear.
- ✓ Date 2: In-brace roentgenograms at Day 60
after Foam adjunction to enhance correction.
- ✓ Date 3: Weaning
having a Risser test ≥ 4 and height stability, Medical examination and Roentgenograms.
- ✓ Date 4: Medical visit
to evaluate brace efficiency with medical examination and Roentgenograms one year after weaning.

For brace renewal, delivery and foaming were simultaneous. Monitoring was shared with orthotist visit every 2 months and Medical visit every 6 months.

MEASURES

Clinical measurements were made by one experienced pediatric spine surgeon (JLC) in successive medical visits including: Standing and Sitting height, gibbosity measured with lead wire, and inequality of leg length search for date 1, date 3 and date 4.

Bad Compliance was defined by the strict no-respect of 12h brace-wear.

Roentgenograms were taken with EOS[®] technology on Nude spine after 4 hours of weaning, to avoid maintaining proprioceptive effect on date 1, date3 and date 4 and In-brace for date 2.

Digital Measurements were made by an independent physician (GDC) on "Keops Analyser". This software has proved its superiority to the direct measurement on X-Rays.¹³ Data were classified in 3 categories (*fig.2*):

- ✓ GLOBAL for global spine balance
- ✓ REGIONAL for scoliotic deformation pattern
- ✓ LOCAL for apex vertebrae.

OUTCOME

According to the Scoliosis Research Society, the primary endpoint for brace success was defined by no surgery and no CAP $>5^\circ$ of primary and secondary curves between date 1 and date 4.

Sub-group analysis was performed using the mLenke classification and Risser test.

Secondary endpoints were defined by the analyses of initial clinical and radiological predictive factors of success.

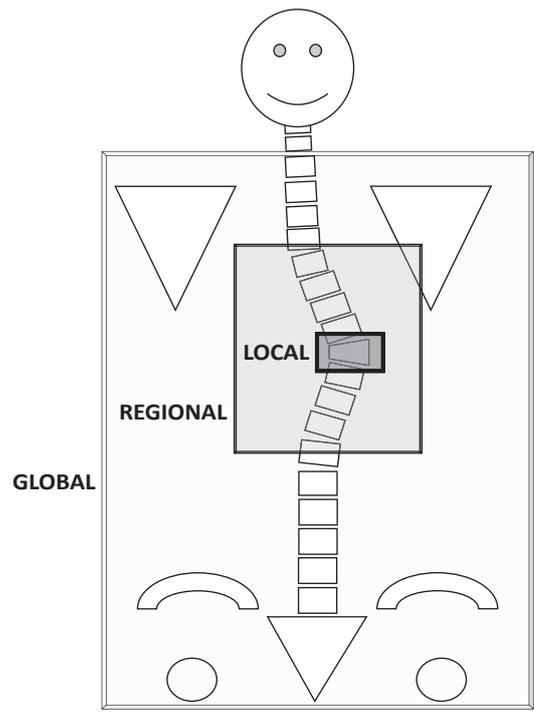


Figure 2- Data category

STATISTICAL ANALYSIS

For descriptive analysis: χ^2 test and exact fisher test were used to compare qualitative values and T-test was used for quantitative values. Boxplots were made to describe repetitive measurements. To find cutoff data, ROC curves has been realized. Logistic regression model was used for primary outcome.

Statistical significance was set as a p value <0.05 . Calculations were performed on R software and diagnostic analysis was performed on Anger University software.

RESULTS

EFFICIENCY

Overall success rate was 58.7%, respectively 48% and 74 % $p=0.002$ for MT and ML curves (*tab.2*). Differences between Thoracolumbar and Lumbar curves were not far apart (75.7% vs 70.4%). For this reason, we agreed to gather these two curve patterns in ML curves.

For Risser Test, a success gap between stage 0 (46.8%) and stage 1 (69%) was found $p=0.009$.

		Failure	Success	% Success	p
Overall		62	88	58.7	
mLenke	MT	46	42	48	0.002
	ML	16	46	74	
Risser Test	0	41	36	46.8	0.009
	1	13	29	69	
	2	8	23	74,2	

Table 5- Efficiency according to subgroups and overall

Cross analysis of Risser test and mLenke classification founded differences which are not statistically significant:

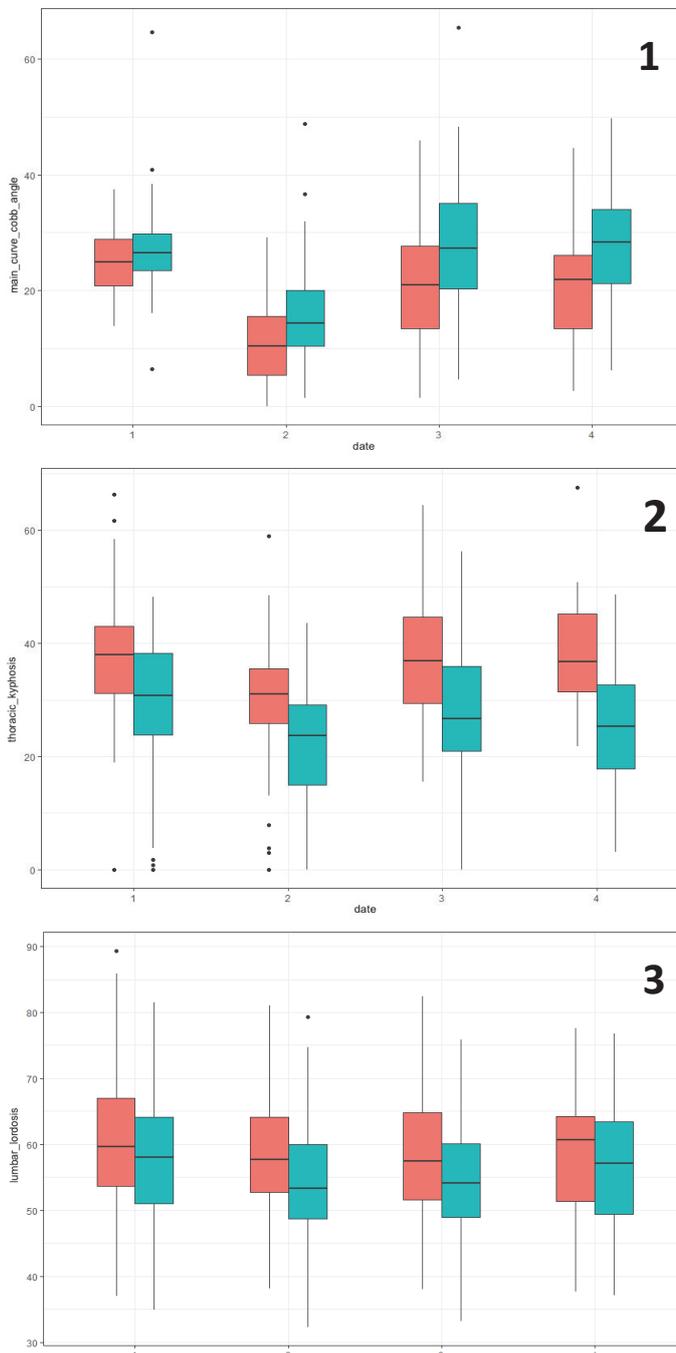
- For MT curves: Efficiency for risser stage 2 is higher than Risser 0 by 27 % (p=0.137).
- For ML curves: a difference of 19% of success is described between Risser stage 0 and Risser stage 1 (p=0.247).

Lumbar Lordosis (LL) and Thoracic Kyphosis (TK) represent Global measures (fig.3). Lower TK was found for MT curves, its relative mean loss was 15.2% during brace treatment. LL remained stable. About Main Curve

Cobb Angle, its distribution was more important for date 3 and date 4 compared to date 1 and date 2. Furthermore, a decrease was observed after weaning in overall and in subgroups.

		MT			ML		
		Failure	Success	% Success	Failure	Success	% Success
Risser test	0	32	21	40	9	15	63
	1	9	11	55	4	18	82
	2	5	10	67	3	13	81
		p=0.137			p=0.247		

Table 6 - Cross Analyses of Subgroups Efficiency



date		MAIN CURVE COBB ANGLE			
		1	2	3	4
MEAN	OA	26.2	13.6	25.5	24.4
	MT	27.0	15.7	28.3	27.6
	ML	25.1	10.5	21.5	20.5
MEDIAN	OA	25.5	13.0	25.5	23.4
	MT	26.5	14.3	27.3	28.3
	ML	24.9	10.4	20.9	21.9

date		GLOBAL THORACIC KYPHOSIS			
		1	2	3	4
MEAN	OA	33.0	25.4	31.6	30.9
	MT	30.3	22.3	27.4	25.7
	ML	36.8	29.8	37.1	38.3
MEDIAN	OA	34.1	26.7	32.5	31.4
	MT	30.7	23.7	26.7	25.4
	ML	37.9	31.0	36.9	36.8

date		GLOBAL LUMBAR LORDOSIS			
		1	2	3	4
MEAN	OA	58.8	56.2	56.2	57.6
	MT	57.7	54.4	54.7	56.7
	ML	60.3	58.8	58.3	58.9
MEDIAN	OA	58.7	55.3	54.9	59.3
	MT	58.1	53.3	54.1	57.2
	ML	59.6	57.7	57.4	60.7

Figure 3 – Repetitive measures date 1,2,3,4 for main curve Cobb angle, thoracic kyphosis and lumbar lordosis : Mean, Median, Boxplots

PREDICTIVE FACTORS

Date 1: orthosis prescription day (table3)

For clinical data, higher standing and sitting height were associated with success. Thoracic gibbosity was significantly associated to success (15.6mm vs 12.3mm $p=0.028$) whereas Lumbar paraspinal protrusion was not. No association for gender or unequal leg length was found.

Regarding X-Ray data

✓ Global Spine Measures: The increase of C7 Tilt was a correlated with failure in Frontal plane for ML curves (3.3° vs 1.5° $p<0.001$) and in Sagittal plane for MT curves (4.6° vs 3.7° $p=0.036$). In the same way, the increase of Acromio-femoral angle was correlated with failure for MT curves (3° vs 2.1° $p=0.024$).

✓ Regional Spine Measures: Sub-goup Cobb Angle analysis found a reversal phenomenon between success and failure rate. Effectively, 66% of success was found for 15°-29° group whereas 61% of failure was found for 30°-44° group. A ROC Curve for overall Main Curve Cobb Angle was plotted, and showed a cutoff for an angle of 27° (Sensibility 0.59 Specificity 0.79). For MT curves, 24° was the cutoff (Sensibility 0.82 Specificity 0.48). For ML curves, no cutoff was found.

The Increase of Iliolumbar angle was associated with failure for MT (5.3° vs 3.5° $p=0.048$).

✓ Local Spine Measures: Frontal Wedging was a bad factor for all cohort and more specifically for MT (4.7° vs 3.3° $p=0.0024$)

		n	OVERALL			MT			ML			
			Failure	Success	p	Failure	Success	p	Failure	Success	p	
C L I N I C			62	88		46	42		16	46		
		Age (mean(sd))	12.20 (1.55)	13.12 (1.51)	<0.001							
		Gender = Male (%)	6 (9.7)	14 (15.9)	0.389							
		Standing Height (mean(sd))	152.37 (9.61)	157.99 (7.97)	<0.001							
		Sitting Height (mean(sd))	78.35 (4.72)	81.39 (4.16)	<0.001							
		Unequal Leg Length (%)	8 (12.9)	13 (14.8)	0.931							
		Thoracic Gibbosity (mean(sd))	15.62 (8.03)	12.26 (6.93)	0.028	16.34(7.58)	13.06(6.68)	0.049	11.43 (9.88)	10.37 (7.38)	0.780	
	Lumbar Gibbosity (mean(sd))	7.32 (4.81)	7.35 (4.00)	0.977	7.35(4.00)	6.32(2.81)	0.370	7.27 (6.07)	8.05 (4.55)	0.664		
X - R A Y	G L O B A L	Frontal C7 Tilt degree (mean(sd))	2.0(1.42)	1.62 (1.31)	0.069	1.59(1.20)	1.72(1.38)	0.635	3.30 (1.23)	1.53 (1.25)	<0.001	
		C7 Tilt mm (mean(sd))	14.16 (10.09)	11.61 (9.95)	0.171	11.31(8.59)	12.97(10.97)	0.480	21.84 (10.10)	10.32 (8.83)	<0.001	
		Femoralslope (mean(sd))	1.38 (1.13)	1.38 (0.92)	0.991	1.40(1.11)	1.33(0.85)	0.760	1.32 (1.24)	1.42 (0.98)	0.739	
		Shoulderslope (mean(sd))	2.14 (1.41)	1.89 (1.39)	0.275	2.10(1.45)	1.89(1.43)	0.511	2.28 (1.35)	1.89 (1.37)	0.323	
		Acromio-Femoral Angle (mean(sd))	2.82 (1.78)	2.32 (1.58)	0.074	2.99(1.81)	2.14(1.66)	0.024	2.31 (1.63)	2.49 (1.50)	0.691	
		R E G I O N A L	Main Curve Cobb Angle (mean(sd))	28.54 (8.04)	24.54 (4.82)	<0.001	28.93(8.43)	24.91(4.54)	0.007	27.41 (6.91)	24.19 (5.09)	0.053
	Main Curve Cobb Angle Severity Sub-group(%)				0.022			0.092			0.096	
	<15		1 (1.6)	1 (1.1)		1(2.2)	0(0.0)		0 (0.0)	1 (2.2)		
	15-29		38 (61.3)	73 (83.0)		29(63.0)	36(85.7)		9 (56.2)	37 (80.4)		
	30-44		22 (35.5)	14 (15.9)		15(32.6)	6(14.3)		7 (43.8)	8 (17.4)		
	>45		1 (1.6)	0 (0.0)		1(2.2)	0(0.0)					
	L O C A L	Main Curve Vertebrae Number (mean(sd))	6.40 (1.11)	6.12 (1.20)	0.152	6.67(1.08)	6.60(1.11)	0.736	5.62 (0.81)	5.70 (1.13)	0.819	
		OverCurve Cobb Angle(mean(sd))	13.40 (9.06)	7.75 (8.83)	<0.001	11.94(9.41)	7.37(7.32)	0.013	17.59 (6.58)	8.09 (10.09)	0.001	
		UnderCurve Cobb Angle (mean(sd))	16.9(8.31)	13.87 (7.83)	0.083	16.93(8.31)	14.17(7.26)	0.112				
		Iliolumbar Angle (mean(sd))	7.3(5.61)	6.87 (9.78)	0.743	5.32(4.71)	3.47(3.84)	0.048	13.08 (3.70)	9.97 (12.29)	0.326	
		Main Curve Apex Lateral displacement (mean(sd))	17.8(12.97)	17.53 (10.01)	0.889	14.89(12.02)	14.08(9.83)	0.757	25.71 (12.54)	20.88 (9.10)	0.141	
		Main Curve Apex Vertebrae Wedging (mean(sd))	4.39 (2.46)	3.33 (1.65)	0.002	4.68(2.64)	3.34(1.50)	0.005	3.57 (1.67)	3.33 (1.79)	0.635	
	S A G I T T A L	G L O B A L	Sagittal C7 Tilt degree (mean(sd))	4.53 (2.98)	3.45 (2.52)	0.020	4.50(2.96)	3.24(2.53)	0.036	4.61 (3.16)	3.66 (2.52)	0.240
		R E G I O N A L	Lumbar Lordosis (mean(sd))	58.99 (10.86)	58.51 (9.86)	0.781	58.30(10.43)	57.04(8.62)	0.543	60.92 (12.15)	59.88 (10.81)	0.750
			Lumbar Lordosis Vertebrae Number (mean(sd))	4.43 (1.72)	4.11 (1.81)	0.295	4.42(1.82)	4.02(1.87)	0.316	4.44 (1.46)	4.20 (1.78)	0.634
Thoracic Kyphosis (mean(sd))			33.07 (9.34)	33.60 (11.33)	0.764	32.21(9.57)	28.71(10.79)	0.113	35.48 (8.45)	38.16 (9.92)	0.341	
Thoracic Kyphosis Vertebrae Number (mean(sd))			9.21 (3.37)	8.41 (3.58)	0.165	9.16(3.50)	8.26(3.72)	0.251	9.44 (3.08)	8.56 (3.49)	0.375	
P E L V I S		Pelvic Incidence (mean(sd))	47.81 (14.49)	49.23 (13.91)	0.548	46.46(13.76)	49.91(13.48)	0.241	51.62 (16.22)	48.61 (14.42)	0.490	
		Sacral Slope (mean(sd))	40.12 (10.07)	39.90 (8.48)	0.886	39.92(9.86)	39.64(7.91)	0.886	40.69 (10.94)	40.15 (9.06)	0.845	
		Pelvic Tilt (mean(sd))	7.40 (7.52)	9.33 (8.26)	0.148	6.14(6.81)	10.26(8.56)	0.015	10.93 (8.51)	8.46 (7.97)	0.300	

Table 7 – Clinic and X-Ray measures on date 1

Date 2: In-brace (table5)

About X-Ray data:

✓ Global Spine Measures: Imbalance of C7 Sagittal Tilt for MT was linked with failure (4.6° vs 2.7° $p=0.007$).

✓ Regional Spine Measures: A lower main curve cobb angle was associated with success for all cohort (16.9 vs 11.1 $p<0.001$) and in subgroups. Its reduction In-brace was correlated with success in overall, for ML curves (0.37 vs 0.71 $p=0.002$) whereas it was not for MT Curves (0.43 vs 0.49 $p=0.234$).

For MT curves, Pelvic Tilt of 10.2° was found in success group against 6.9° in failure group $p=0.020$. Its variation In-brace was low and didn't influenced the result.

		n	OVERALL			MT			ML		
			Failure	Success	p	Failure	Success	p	Failure	Success	p
FRONTAL	GLOBAL	Frontal C7 Tilt degree (mean(sd))	1.55 (1.22)	1.93 (1.42)	0.093	1.33(1.16)	1.75(1.06)	0.080	2.20 (1.20)	2.09 (1.68)	0.818
	REGIONAL	Main Curve Cobb Angle (mean(sd))	16.86 (8.50)	11.06 (6.33)	<0.001	17.78(9.07)	13.05(5.33)	0.004	14.19 (6.07)	9.25 (6.67)	0.011
		Main Curve Cobb Angle Reduction (mean(sd))	0.41 (0.27)	0.60 (0.32)	<0.001	0.43(0.27)	0.49(0.21)	0.234	0.37 (0.30)	0.71 (0.36)	0.002
SAGITTAL	GLOBAL	Sagittal C7 Tilt (mean(sd))	4.29 (3.29)	3.45 (2.95)	0.106	4.59(3.50)	2.77(2.46)	0.007	3.42 (2.42)	4.08 (3.24)	0.471
	REGIONAL	Lumbar Lordosis (mean(sd))	55.99 (9.87)	56.20 (8.75)	0.891	54.50(9.11)	53.98(8.79)	0.787	60.56 (11.00)	58.23 (8.31)	0.387
		Lumbar Lordosis Vertebrae Number (mean(sd))	5.05 (1.70)	4.47 (1.79)	0.048	4.98(1.78)	4.26(1.95)	0.075	5.27 (1.44)	4.65 (1.64)	0.199
		Thoracic Kyphosis (mean(sd))	24.54 (10.41)	26.83 (10.75)	0.199	23.12(9.46)	22.07(10.03)	0.617	28.92 (12.21)	31.17 (9.56)	0.464
		Thoracic Kyphosis Vertebrae Number (mean(sd))	8.22 (10.28)	6.41 (8.41)	0.241	8.81(9.56)	6.68(8.03)	0.262	6.40 (12.45)	6.17 (8.82)	0.936
	PELVIS	Pelvic Incidence (mean(sd))	49.0(12.99)	49.43 (13.36)	0.854	47.16(11.40)	50.42(13.23)	0.218	54.75 (16.08)	48.53 (13.56)	0.146
		Sacral Slope (mean(sd))	41.09 (8.47)	39.88 (8.26)	0.387	40.25(7.90)	40.18(8.60)	0.970	43.66 (9.86)	39.61 (8.02)	0.114
		Sacral Slope Variation (mean(sd))	1.79 (9.76)	0.43 (5.74)	0.286	1.20(10.06)	0.54(4.32)	0.696	3.62 (8.83)	0.33 (6.84)	0.138
		Pelvic Tilt (mean(sd))	7.94 (6.88)	9.55 (7.02)	0.167	6.91(5.99)	10.24(7.21)	0.020	11.10 (8.57)	8.93 (6.87)	0.322
		Pelvic Tilt Variation (mean(sd))	-0.59 (7.60)	0.25 (5.46)	0.436	-0.61(8.41)	-0.02(6.80)	0.720	-0.51 (4.52)	0.50 (3.92)	0.409

Table 8 –X-Ray brace data on date 2 and Compliance

Compliance

There was no difference related to the duration of the wearing in month but bad compliance was correlated to failure (12 vs 6 $p=0.038$). 12% of our patients were bad compliers.

Multivariate analysis

Due to their significant influence on brace wear success, were included in the multivariate model the following criteria (Table 6).

	OR	95% Confidence Interval		p	
		2.50%	97.50%		
C L I N I C	Age	1.27	0.74	2.24	0.39
	Risser Test	1.54	0.67	3.74	0.32
	Standing Height	1.11	1.02	1.22	0.01752 *
	Thoracic Gibbosity	0.88	0.79	0.96	0.00864 **
	Duration of Brace-wear	1.02	0.97	1.07	0.39
	Bad Compliance	0.23	0.04	1.26	0.10
	X - R A Y	mLenke MT	1.30	0.24	6.62
Main Curve Cobb Angle		1.01	0.85	1.19	0.87
Frontal C7 Tilt degree		1.01	0.65	1.57	0.97
Sagittal C7 Tilt degree		0.97	0.77	1.21	0.77
Wedging		0.96	0.69	1.31	0.78
Main Curve Cobb Angle In-brace		0.95	0.77	1.19	0.64
Main Curve Cobb Angle Reduction In-brace		5.93	0.08	948.91	0.44

Significance ***0.001 **0.01 *0.05

Table 5 – Multivariate Analysis

Thoracic Gibbosity was significantly associated with brace failure with OR = 0.88 IC95%[0.79 ;0.96] $p=0.00864$. Standing height was correlated to success OR = 1.11 IC95%[1.02 ;1.22] $p=0.01752$. No correlations were found for radiological data.

DISCUSSION

Our study confirmed the efficiency of 12h nighttime brace wear for ML curves.¹⁴

Rigo, Clément and Boulot found separately in 3 different studies higher success with fulltime brace wear respectively 81 %, 83% and 81%.^{2,3,4} Most studies in literature used a primary outcome considering only the Main curve CAP. Our primary endpoint is more rigorous and permitted to distinguish our CTM Brace from hypercorrective brace. Indeed, CAEN brace permits to get higher reduction on main curve but aggravates secondary curves.¹⁵ Moreover, we found the same rate of surgery as for nighttime Charleston brace.¹⁶

For informative purposes, using only Main curve CAP we obtained 70% success overall, with 65% for MT and 85% for ML.

These results are quite similar to the BraIST study with a duration of daily brace-wear between 6.1 and 12.8 hours.⁷ Thompson & Al founded 65.9% to 64.7% success rate for MT and 84.6% to 94.7% for ML for non-compliers and compliers.¹⁴

Sagittal plane was less impacted by 12h nighttime brace wear in comparison to fulltime. Overall mean Angular loss was respectively 6.5 % for TK and 2% for LL in our study versus 21.6% and 6.7% in Pham et Al. study.¹

Nighttime treatment for MT curves was more effective for late-onset scoliosis than for early onset scoliosis compared to Jarvis study (48% vs 43%).¹⁵ Lateur and Boulot recommend to treat early AIS with nighttime bracing.^{16,3} In our study, for MT curves, success rate was 40% for treatment at Risser stage 0 whereas it was 67% for Risser 2 p=0.13. According to our results, 12h Nighttime bracing on MT curves should be reserved from Risser 2 stage to obtain acceptable success.

This primary endpoint choice permitted us to find predictive factors statistically significant for success. We kept 27° of initial main curve Cobb angle to limit nighttime bracing which was in accordance to Lateur study.¹⁶ The reduction of Main curve Cobb Angle while in brace was higher for ML curves than for MT curves. Higher reduction rate was associated with success for ML curves only with a mean of 71% for success group against 37% for failure group. Parent & Al showed that Wedging in scoliosis was more important in frontal plan.²⁰ Stokes found it more important for Thoracic Vertebrae than in Lumbar Vertebrae.²¹ This is what was described in our study. The phenomenon was correlated to brace failure. It could explain differences of Cobb angle reduction in brace and higher success for ML curves.

Mean Cobb Angle In-brace was 11° for patients in the success group against 17° for failure group. Differences of Nutritive exchanges between intervertebral disc and vertebrae endplate have been described for normal and degenerate lumbar discs.¹⁹ These exchanges could be decreased by excessive pressure in concavity. Imaging discs In-Brace with MRI could add interesting information about hydration and refocusing of nucleus pulposus.

In frontal plane, lateral displacement of apex vertebrae was not associated to brace failure as expected. Its measure according to the Oblic View should have changed the results. Furthermore, higher dispersion of main curve Cobb angle was found in Boxplots for date 3 and 4 compared to date1. Bernard discovered, with the analysis of Berthonnaud's plans, two types of curve for Lenke1A.²² These informations require us to use 3-Dimensional criteria for idiopathic scoliosis treatment to obtain greater homogeneity of results.

Finally, Thoracic Gibbosity and standing height were the only independent predictive factor for brace results. For each extra millimeter of gibbosity, the chances of success are reduced by 12%. We found mean thoracic gibbosity of 12mm in subjects of the success group which is in accordance to Duval-Beaupère works.²³

This study has several limitations. The sample size was limited; we were not able to include 115 patients who didn't have full roentgenograms in their medical files, and 66 didn't come back for their last visit. Brace compliance was established only with interrogatory data, no monitor In-brace were used.

Despite these limitations, with rigorous methodology, we examined meticulously all clinical and radiological data to improve our daily practice. Our population is comparable to other studies. In-brace radiological data shows clearly CTM brace properties. This data collection can be used to compare to other braces.

CONCLUSION

For Main Lumbar Curves, treatment is effective for patients presenting well-balanced scoliosis with frontal tilt C7 <1cm, with a reduction of 70% In-Brace.

For Main Thoracic Curves, success rate is lower. Good results are expected from Risser Stage 2, main curve Cobb angle <24° with a reduction of 50% In-Brace. Vertebral wedging, more important for MT curves, remains the major factor of failure.

The key to progress is to find a 3-Dimensional model for scoliosis description and treatment.

DISCLOSURE

No conflict of interest.

ACKNOWLEDGMENT

Philippe Roussouly for giving us facilities using Keops-Spine®.

REFERENCES

1. Pham VM, Herbaux B, Schill A, Thevenon A. Évaluation du résultat du corset de Chêneau dans la scoliose idiopathique de l'adolescent. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique* 2007 ;50 n° 3:125-33.
2. Clement JL, Chau E, Kinkpe C, Maillet JP, Bouletreau JC. Traitement Orthopédique par le corset CTM. In: *Griffet J, editor. Le rachis de l'enfant et de l'adolescent : Scoliose Cyphose Fractures. Nice: Sauramps Médical; 2005. p. 39-47.*
3. Boulot J, Essig J, Cahazac JP, Gaubert J. Étude frontale et sagittale de 161 scolioses idiopathiques traitées par corset CTM. *Rev Chir Othop* 1993;79(Suppl. Abstracts n°433).
4. Rigo M, Quera-Salva G, Puigdevall N, Martinez M. Retrospective Results in Immature Idiopathic Scoliotic Patients Treated with a Chêneau Brace. *Studies in Health Technology and Informatics* 2002;88:241-45.
5. Fustier, Thierry. Évolution radiologique spontanée des scolioses idiopathiques de moins de 45° en période de croissance. Université Claude-Bernard - Lyon I U.E.R Faculté de Médecine Lyon-Nord - N° 129, 1980.

6. Sanders James O, Browne R, McConnell Sharon J, Margraf Susan A, Cooney Timothy E, Finegold David N. Maturity Assessment and Curve Progression in Girls with Idiopathic Scoliosis, *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2007;89n°1: 64-73.
7. Weinstein Suart L, Dolan Lori A, Wright James G, Dobbs Matthew B. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *The New England Journal of Medicine* 2013;369n° 16:1512-21.
8. DiRaimondo C. V, Green N. E, Brace-Wear Compliance in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1988;8n° 2: 143-46.
9. Takemitsu M, Bowen J. Richard, Rahman T., Glutting Joe J., Scott Claude B. Compliance Monitoring of Brace Treatment for Patients with Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2004;29n° 18:2070-74.
10. Katz Donald E, Herring J. Anthony, Browne Richard H, Kelly Derek M, Birch John G, « Brace Wear Control of Curve Progression in Adolescent Idiopathic Scoliosis » *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2010;92:1343-1352.
11. Donzelli S, Zaina F, Negrini S. In Defense of Adolescents: They Really Do Use Braces for the Hours Prescribed, If Good Help Is Provided. Results from a Prospective Everyday Clinic Cohort Using Thermobrace. *Scoliosis* 2012;7n° 1.
12. Aulisa Angelo G, Giordano M, Falciglia F, Marzetti E, Poscia A, Guzzanti V. Correlation between Compliance and Brace Treatment in Juvenile and Adolescent Idiopathic Scoliosis: SOSORT 2014 Award Winner. *Scoliosis* 2014;9:6.
13. Maillot C, Ferrero E, Fort D, Heyberger C, Le Huec JC. Reproducibility and Repeatability of a New Computerized Software for Sagittal Spinopelvic and Scoliosis Curvature Radiologic Measurements: Keops®. *European Spine Journal* 2015;24n° 7:1574-1581.
14. Thompson Rachel M, Hubbard Elizabeth W, Jo CH, Virostek D, Karol Lori A. Brace Success Is Related to Curve Type in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2017;99n° 11:923-928.
15. Bronfen C, Pierrard G, Geffard B, Mallet JF. La scoliose idiopathique traitée par corset à appui électif nocturne (C.A.E.N.) Résultats d'une série rétrospective de 135 cas. *La Gazette de la SOFOP* 2008; N°18 p13-15.
16. Price CT, Scott DC, Reed FR, Sproul JT, Riddick MF. Nighttime Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis with the Charleston Bending Brace. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1997 ;17n°6 :703-707.
17. Jarvis J, Garbedian S, Swamy G. Juvenile Idiopathic Scoliosis: The Effectiveness of Part-Time Bracing. *Spine* 2008;33n°10:1074-78.
18. Lateur G, Grobost P, Gerbelot J, Eid A, Griffet J, Courvoisier A. Efficacy of Nighttime Brace in Preventing Progression of Idiopathic Scoliosis of Less than 25°. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2017;103n° 2:275-278.
19. Rajasekaran S, Babu J, Arun R, Armstrong B, Shetty A, Murugan S. ISSLS Prize Winner: A Study of Diffusion in Human Lumbar Discs: A Serial Magnetic Resonance Imaging Study Documenting the Influence of the Endplate on Diffusion in Normal and Degenerate Discs. *Spine* 2004;29n° 23:2654-2667.
20. Parent S, Labelle H, Skalli W, de Guise J. Vertebral Wedging Characteristic Changes in Scoliotic Spines. *Spine* 2004;29n° 20: E455-E462.
21. Stokes Ian A.F, Aronsson David D. Disc and Vertebral Wedging in Patients With Progressive Scoliosis. *Journal of Spinal Disorders* 2001;14n° 4:317-322.
22. Bernard J-C, Berthonnaud E, Deceuninck J, Notin G, Chaleat-Valayer E. Three-Dimensional Reconstructions of Lenke 1A Curves. *Scoliosis and Spinal Disorders* 2018;13n° 1.
23. Duval-Beaupère G. Measurement of gibbosity and and recumbent angle as a prognostic factor in juvenile scoliosis. *Acta Orthopaedica Belgica* 1992;58Suppl1:26-32.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.