

**Complications mécaniques de la scoliose idiopathique de l'adolescent opérée par voie postérieure et par instrumentation segmentaire.**

**Etude analytique et comparative multicentrique**

**Ibrahim Obeid**

Memoire de recherche pour l'obtention du diplôme de Master de recherche en biomecanique au LBM de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Metiers Paris sous la direction de Mme Wafa Skalli et Mr Jean Dubousset

**Hopitaux participant :**

Hopital St Joseph Paris

Hopital St Vincent De Paul Paris

Institut Calot Berck

CHU de Poitier

CHU de Bordeaux

Centre Des Massues Lyon

### **Rappel historique** (17)

La scoliose, déformation rachidienne dans les trois plans de l'espace, a été décrite pour la première fois par Hippocrate qui a proposé un traitement par distraction axiale du patient. Le premier traitement chirurgical remonte au XIX<sup>ème</sup> siècle quand Jules Guérin a proposé une myotomie percutanée associée à une contention externe.

L'arthrodèse rachidienne utilisée au départ pour le traitement de la tuberculose vertébrale est devenue ensuite une technique de stabilisation des déformations rachidiennes (XX<sup>ème</sup> siècle).

A cette époque les complications mécaniques avoisinaient les 60%.

L'invention par Harrington du principe de correction instrumentale en distraction dans les années 50 constitue un tournant évolutif dans le traitement chirurgical de la scoliose.

La correction par voie antérieure commence avec Dwyer dans les années 60.

Nous devons la première correction segmentaire par voie postérieure à Luque, avec le principe de fil sous laminaire.

Il fallait attendre 1984 pour voir apparaître la première instrumentation segmentaire rigide, permettant la correction et la stabilisation des déformations sans contention externe et ceci grâce aux travaux de Mrs Y Cotrel et J Dubousset .

### **Introduction et revue de la littérature**

Les complications mécaniques des scolioses opérées ont beaucoup changé en fréquence et en nature (4, 17,23).

On entend par « complication mécanique » les complications non infectieuses et non neurologiques. Il s'agit donc de douleur inexplicée, de tout problème lié au matériel, d'une perte de correction, de pseudarthrose, du phénomène de « Vilebrequin », caractérisé par une croissance des corps vertébraux tandis que les arcs postérieurs sont fixés par une arthrodèse ce qui provoque une perte de réduction et une exagération de la rotation vertébrale autour du bloc postérieur(15), d'une altération des niveaux adjacents à l'arthrodèse et enfin du déséquilibre frontal et sagittal.

Les complications les plus fréquemment associées au Harrington étaient la pseudarthrose et le dos plat (4,23).

L'invention du CD a bien diminué ce type de complications au prix d'une augmentation des autres complications mécaniques, telles que la douleur due à la saillie du matériel, l'arrachement de crochet, ou même la fracture de vis(4,7,9).

L'amélioration des techniques d'usinage et l'étude biomécanique préalable ont permis une nette régression du risque de faillite des implants. Une meilleure compréhension de la physiologie de la consolidation osseuse et l'amélioration des techniques chirurgicales ont évidemment joué un rôle non négligeable dans les progrès observés.

Tous ces éléments ont permis d'arriver à un taux de complications mécaniques proche de zéro dans certaines séries (16).

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

Nous ne parlerons plus désormais que des complications des scolioses idiopathiques de l'enfant et de l'adolescent traitées par voie postérieure et par instrumentation segmentaire.

Ces complications varient dans le temps par leur nature et surtout par leur fréquence.

Les fractures du matériel, en particulier des vis, étaient par exemple plus fréquentes dans les années 80 avec les anciens modèles avant d'utiliser des alliages plus résistants et d'améliorer la conception de certains types de vis (22).

L'analyse de ces complications a notamment concerné l'évolution des niveaux adjacents et le phénomène de Vilebrequin (1, 2, 6, 11, 13,15). Peu d'études se sont attachées à expliquer les causes d'autres complications plus bénignes comme l'arrachement d'un crochet ou d'une vis (4,9).

L'effectif des patients ayant présenté des complications de type mécanique dans les différentes séries dépasse rarement la vingtaine et ceux ayant nécessité une reprise chirurgicale sont encore moins nombreux.

Le tableau 1 montre la nature et le nombre de complications mécaniques observées dans différentes séries

ETUDE	N	FU	Nombre total de Cx mécaniques	REPRISE	CX MECANIKES	INSTRUMENTATION
Lenke et al. spine 99	123	> 2ans	4 (3%)	0	4 décompensations sous jacentes	
Dobbs et al. spine 04	100	2ans	5 (5%)	0	5 déséquilibres frontaux	
Sucato Jbjs a 04	104	>2 ans	12 (11%)	12	4 D , 4 dégradations adjacentes 2 P, 2 Problèmes de matériel	♀CD et TSRH
Chen Jbjs b 02	146	5 a 12 ans	24 (17%)	Non précisé	4 V, 2 F vis 2 Avis 6 A CR	CDI
Cook Spine 00	118	9ans	19(18%)	19 (18%)	3 dégradations adjacentes, 3 P, 10 D, 3 saillies de matériel	CD et ISOLA
Yang Corr 03	14	>2ans	6	1	6cyphoses sus jacentes	CDI, ISOLA et MossMiami
Helenius Jbjs a 03	57	13 ans	11 (26%)	Non précisé	4F lame peroperatoire ,1 P 6A CR	CD
Takahashi Spine 97	30	5a 9ans	9	4	1F tige 2 A CR 2saillies, 3 F DTT 2 P	CD
Remes Spine 04	112	13ans	21 (26%)	Non précisé	7 F lame 10 A CR 2 F vis 2 déconnexions tige	CD et USS
Delorm Spine 02	48	>2 ans	6(12,5%)	Non précisé	-VILLEBREQUIN	CD, TSRH et Colorado
Shuffelbarger Spine 04	62	>2ans	0	0	0	Moss Miami

Abréviation : N= nombre de patients, FU= le recul moyen ou minimal selon les séries, D=douleur, P=pseudarthrose, A=arrachement, CR= crochet, F=fracture, CX=complication DTT =dispositif de traction transverse

**- Tableau 1 -**

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

La fréquence de ces complications concernant uniquement l'instrumentation postérieure segmentaire varie entre 0 et 26 %.

L'analyse de ces différentes complications a permis de dégager certains principes.

Ainsi ont été mis en évidence :

- le rôle de l'hypercorrection de la courbure principale dans l'évolution de la contre courbure structuralisée qui n'arrive pas à la compenser<sup>(1, 2, 8)</sup>. Ainsi sur 5 déséquilibres dans le plan frontal, Dobbs retrouve une hypercorrection chez 4.
- l'intérêt d'un arrêt sur disque mobile dans les deux directions droite et gauche sur les bending de face et non cyphosé (pincé en avant) sur le cliché de profil <sup>(1, 11,18)</sup>
- l'intérêt de dépasser le sommet de la cyphose thoracique quand on choisit la voie postérieure pour une localisation thoracolombaire<sup>(6)</sup>
- la nécessité de prendre la courbure thoracique supérieure en cas d'un déséquilibre inverse des épaules <sup>(5)</sup>
- l'importance de donner un bon profil (où le centre de gravité est en arrière par rapport aux têtes fémorales) en ne se concentrant pas uniquement sur le plan frontal, et d'évaluer la croissance résiduelle pour éviter le phénomène de Vilebrequin <sup>(15,11)</sup>

L'importance d'une planification judicieuse de cette chirurgie est soulignée par de nombreux auteurs <sup>(1,2,4,6)</sup>: choix des niveaux de fusion, importance de la correction, ...

Il est difficile de trouver un consensus concernant ces différents critères de planification.

Une thèse soutenue au LBM, dans le cadre d'un projet RNTS<sup>1</sup> s'est intéressée au développement d'un outil logiciel d'aide à la planification chirurgicale (Logiciel Spine balance).

Le but de notre étude est de rechercher les causes principales des complications mécaniques du traitement chirurgical des scolioses idiopathiques juvéniles et de l'adolescent par instrumentation postérieure segmentaire pour identifier les facteurs de risque associés à ces complications

Nous avons pour cela décidé de nous appuyer sur le logiciel d'analyse radiologique et de planification opératoire Spine Balance, afin d'en évaluer l'utilité et l'intérêt clinique.

---

<sup>1</sup> Réseau National des Technologies pour la Santé

## **Matériels et méthodes**

Nous avons réalisé une étude rétrospective multicentrique et comparative comportant deux groupes de patients opérés par voie postérieure d'une scoliose idiopathique juvénile ou de l'adolescent, avec instrumentation segmentaire par vis et ou crochet de type CD. Nous avons bénéficié pour cela des données patients de 5 sites cliniques : hôpital Saint Joseph Paris (Dr Wolff), Institut Calot Berck (Dr Morin et Dr Chopin), Saint Vincent De Paul Paris (Pr Dubousset), CHU de Poitiers (Pr Pries), CHU de Bordeaux (Pr Vital), centre des Massues Lyon (Dr Roussouly)

### **1. description des groupes d'étude**

Le premier groupe comprend 40 patients ayant nécessité une reprise chirurgicale pour une ou plusieurs complications mécaniques (groupe C ). L'âge moyen au moment de la première intervention est de 14 ans 10 mois (12 à 19 ans). La durée entre les deux interventions pour ce groupe est de 3 ans 6 mois (3 mois à 14 ans). On a étudié spécialement ceux qui ont présenté la complication avant 36 mois (33 patients).

Le deuxième groupe, qui comprend 22 patients et servira de témoin (groupe T), n'a présenté aucune complication mécanique, avec un recul minimal de 36 mois. L'âge moyen au moment de la première intervention est de 15 ans 1 mois. Le recul du groupe témoin est de 42 mois en moyenne (36 mois à 6 ans)

La distribution des courbures est comparable entre les 2 groupes : courbure thoracique dans 14 et 8 cas respectivement pour le groupe pathologique et le groupe témoin., thoracolombaire dans 8 et 5 cas, double majeure dans 10 et 7 cas et double thoracique dans 1 et 2 .

La limite proximale et distale de l'arthrodèse est démontrée dans le tableau 2 ci-dessous :

Niveau de fusion proximal	Groupe C	Groupe T	Niveau de fusion distal	Groupe C	Groupe T
T1	1	2	T11	1	
T2	3	1	T12	3	2
T3	11	0	L1	6	7
T4	6	7	L2	5	4
T5	4	8	L3	11	4
T6	2	4	L4	7	5
T7	1		L5	0	0
T8	0				
T9	1				
T10	2				
T11	2				

**Tableau 2 : Limites proximale et distale de l'arthrodèse dans les 2 groupes d'étude**

## 2. Méthodes

Les dossiers radiologiques préopératoires, postopératoires précoces et postopératoires tardifs (après la survenue de la complication pour le premier groupe et au dernier recul pour le groupe témoin) sont scannés et analysés à l'aide du logiciel Spine Balance élaboré en collaboration entre la société Surgiview, le laboratoire de biomécanique (LBM, ENSAM, Paris) et le laboratoire d'imagerie et d'orthopédie (LIO, Montréal).

Ce logiciel permet (entre autres) après identification d'un certain nombre de repères anatomiques sur les radiographies, de mesurer un très grand nombre de paramètres sur les 2 incidences radiologiques face, profil et bending latéraux.

Le groupe témoin a été constitué à partir de dossiers analysés par l'expert et les patients ayant une complication débutante ou probable sont éliminés.

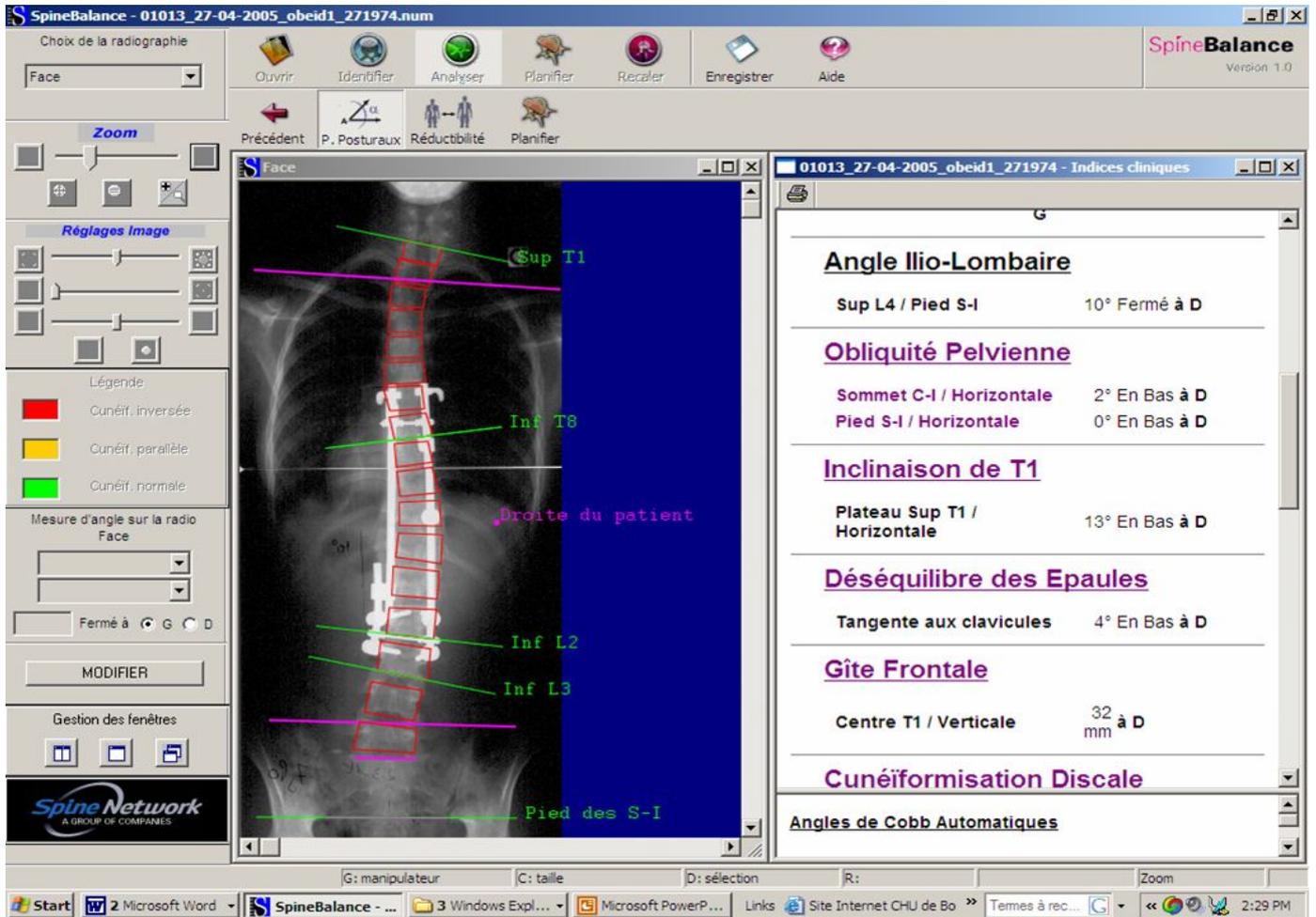
Une analyse, patient par patient, a été réalisée afin de rechercher des explications pour chaque complication.

Les différents paramètres analysés, en plus de ceux classiques (angle de Cobb, réductibilité, réduction, perte de réduction, paramètre pelviens, gîte) sont des paramètres moins couramment utilisés :

- **la rotation axiale des vertèbres limites de l'instrumentation (RVLI). Dans la pratique clinique, elle est souvent estimée d'une manière qualitative ou plus rarement par le torsiomètre. Le logiciel utilisé permet son calcul en utilisant la position des centres des pédicules par rapport aux plateaux vertébraux.**
- **l'obliquité par rapport à l'horizontale de la vertèbre limite distale (VLI/H), mesurée par le logiciel sur la radio de face entre le plateau vertébral inférieur de la vertèbre limite distale de l'instrumentation et l'horizontal.**
- **la cyphose régionale des zones limites de l'instrumentation. La cyphose régionale supérieure adjacente à l'arthrodèse (CLS) est mesurée sur la radio de profil entre le plateau supérieur de la vertèbre sus-jacente et le plateau inférieur de la vertèbre sous-jacente à la vertèbre limite supérieure de l'instrumentation.**

Les différents paramètres ont été comparés entre les deux groupes en utilisant le test statistique de Wilcoxon et une analyse plus détaillée en sous-groupes a été faite.

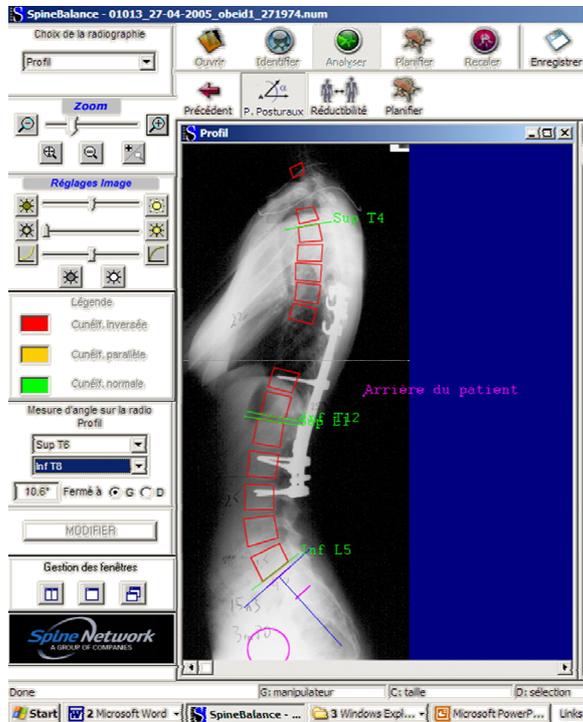
## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose



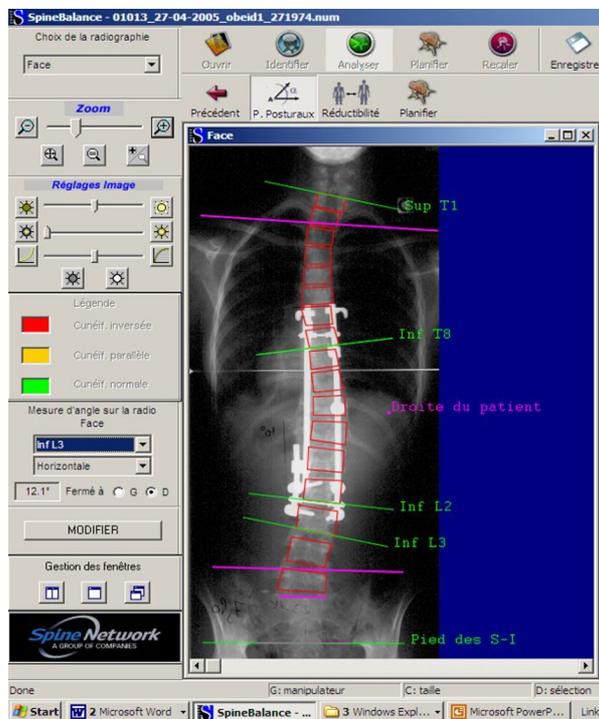
Exemple de calcul automatisé de certains paramètres par le logiciel Spine Balance

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

Les 2 figures suivantes illustrent 2 exemples de mesure qu'on peut demander au logiciel



Mesure de la cyphose régionale limite supérieure



Mesure de l'obliquité de la vertèbre limite inférieure

## Résultats

### 1. Description comparative globale des patients

Les différents paramètres des deux groupes sont résumés dans le tableau 3.

		Groupe C (complications) N=40			Groupe T (Témoins) N=22		
		PRE	POST	RECU	PRE	POST	RECU
Cobb		48 °	22°	31°	52 °	22°	25°
Réductibilité Bending%		45 %			48 %		
Réduction opératoire %			55%			64%	
Perte de réduction %				20%			6 % *
N vertèbres instrumentées			11			11	
Paramètres pelviens	Incidence	55°	55°	58°	56 °	57°	54°
	Version pelvienne	10°	15°	15°	13°	13°	44°
	Pente sacrée	45°	41°	43°	43°	12°	42°
Cyphose thoracique		26°	25°	35°	33°	40° *	49°
Lordose Lombaire (L1L5)		45°	41°	48°	44°	40°	42°
Déséquilibre frontale >15mm		25/40	21/40	18/40	8/22	3/22	2/22
Perte de réduction >10 degrés		22/40			0/22		

Abréviation : VLI/H=obliquité de la vertèbre limite inférieure par rapport à l'horizontale sur la radio de face

\*=différence statistiquement significative (P<5%)

N=nombre

#### **- Tableau 3 : Comparaison des différents paramètres entre les 2 groupes d'étude -**

La majorité des paramètres des deux groupes sont comparables. Cependant on note quelques différences statistiquement significatives (p< 0.05) :

- La cyphose thoracique en post opératoire immédiat est plus faible dans le groupe C que dans le groupe T
- La vertèbre limite distale est plus oblique par rapport à l'horizontal dans le groupe C que chez les témoins au dernier recul
- L'angle de Cobb au dernier recul est plus important dans le groupe C que chez les témoins

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

### **2. Analyse détaillée des patients du groupe C (ayant eu une complication avant 36 mois, N=33)**

On a divisé le groupe C en trois sous groupes

Le groupe CS correspond aux patients ayant eu une complication dans la partie supérieure de l'arthrodèse ou au dessus

Le groupe CI correspond aux patients ayant eu une complication dans la partie inférieure de l'arthrodèse ou au dessous

Et le groupe CX qui contient les pseudarthroses et le phénomène de Vilebrequin

Num	Complication	VLI/H postopératoire	CLS postopératoire	RVLI préopératoire
1	D sus jacente	2	29	4
2	Sailli mat sup	15	6.5	1
3	Sailli mat inf	10	9.4	4
5	A CR ou vis I	0.7	5	8
6	D sous jacente	8	7	7
8	D sous jacente	10	8	13
10	Sailli inf	1		3
11	D sous jacente	19		3
13	Pseudarthrose	6		1
14	A sup	3.5	14	7
15	D sus jacente	3.5	17	5
16	Sailli sup	7	26	10
17	Sailli inf	15		2
18	D sous jacente	15		3
21	A CR supérieur	28	-3	8
23	A CR ou vis I	11	3	15
24	A CR ou vis I	3	15	15
26	A CR ou vis I	17	5	10
27	D sous	4		0
28	pseudarthrose	14		5
29	pseudarthrose	3	8	2
30	A sup	4	22	7
31	A sup	2	20	2
32	D sus jacente	2	10	12
33	A sus	7	14	13
34	A inf	11		11
35	vilebrequin	8		7
36	D sous jacente	0		6
37	A sup	0	9	2
38	A sup	6	17	11
39	A sup	5	14	5
40	A inf	14	1	1
41	Descellement	6	12	6

- **Tableau 4 : Récapitulatif des observations faites pour le groupe C** -

A= arrachement, cr= crochet, inf= inferieur, sup= superieur, mat= materiel

RVLI =rotation axiale de la vertèbre limite inférieure de arthrodèse

D= dégradation des niveaux adjacents à la zone instrumentée

CLS = cyphose régionale limite supérieure définie plus haut

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

CS	Complication	VLI/H postopératoire	CLS postopératoire	RVLI préopératoire
1	D sus jacente	2	29	4
2	Sailli mat sup	15	6.5	1
14	A CR sup	3.5	14	7
15	D sus jacente	3.5	17	5
16	Sailli sup	7	26	10
21	A CR sup	28	3	8
30	A sup	4	22	7
31	A sup	2	20	2
32	D sus jacente	2	10	12
33	A sup	7	14	13
37	A sup	0	9	2
38	A sup	6	17	11
39	A sup	5	14	5

**Tableau 5 : Récapitulatif des observations faites pour le groupe CS**

CI	Complication	VLI/H postopératoire	CLS postopératoire	RVLI préopératoire
3	Sailli mat inf	10	9.4	4
5	A CR ou vis I	0.7	5	8
6	D sous jacente	8	7	7
8	D sous jacente	10	8	13
10	Sailli inf	1		3
11	D sous jacente	19		3
17	Sailli mat inf	15		2
18	D sous jacente	15		3
23	A CR ou vis I	11	3	15
24	A CR ou vis I	3	15	15
26	A CR ou vis I	17	5	10
27	D sous jacente	4		0
34	A inf	11		11
36	D sous jacente	0		6
40	A inf	14	1	1

**Tableau 6 : Récapitulatif des observations faites pour le groupe CI**

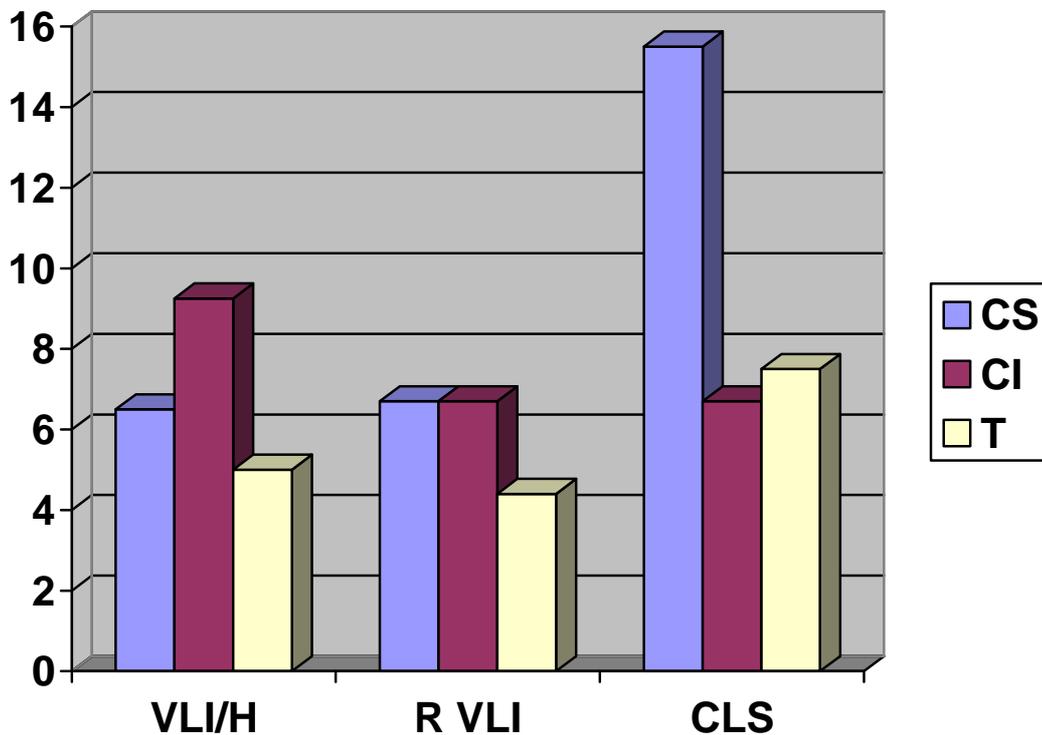
## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

CX	Complication	VLI/H postopératoire	CLS postopératoire	RVLI préopératoire
13	Pseudarthrose	6		1
28	Pseudarthrose	14		5
29	Pseudarthrose	3	8	2
35	Vilebrequin	8		7
41	Descellement	6	12	6

**Tableau 7 : Récapitulatif des observations faites pour le groupe CX**

VLI/H CS	VLI/H CI	VLI/H T	RVLI/CS	R VLI/CI	R VLI/T	CLS CS	CLS CI	CLS T
2	10	8	4	4	1	29	9.4	7
15	0.7	6	1	8	3	6.5	5	3
3.5	8	2	7	7	6	14	7	9
3.5	10	4	5	13	7	17	8	5
7	1	3	10	3	5	26		10
28	19	1	8	3	7	3		4
4	15	8	7	2	9	22		10
2	15	7	2	3	0	20		7
2	11	5	12	15	5	10	3	8
7	3	7	13	15	9	14	15	9
0	17	7	2	10	4	9	5	3
6	4	6	11	0	3	17		9
5	11	6	5	11	4	14		7
	0	4		6	5			8
	14	7		1	3		1	5
		4			2			10
		5			2			9
		8			3			4
		2			7			1
		6			6			18
		2			1			10
		3			5			9
6.5	9.	5.	6.6	6.7	4.4	15.5	6.6	7.5

**Tableau comparatif des différents sous groupes avec le groupe témoin pour les 3 paramètres VLI/H, RVLI, CLS.**



**Diagramme comparatif des différents sous groupes avec le groupe témoin pour les 3 paramètres**

**a- Obliquité de la vertèbre limite inférieure VLI/H**

La réduction de l'obliquité de la vertèbre limite inférieure est constante dans les deux groupes. Elle est en moyenne de 10 degrés (55% de réduction), avec une perte de 30% dans la période entre les deux interventions dans le groupe C.

**L'analyse détaillée montre que le sous groupe CI présente une VLI/H de 9 degrés (min=0, max=19) qui est statistiquement (P=0,02) plus importante que celle du groupe témoin dans la période postopératoire immédiate (moy=5 degrés, min=1, max=8).**

**b- Rotation de la vertèbre limite distale R VLI**

La différence entre les différentiels groupe et sous groupes n'est pas statistiquement significative.

**c- Cyphose régionale limite supérieure CLS**

La cyphose régionale adjacente à la vertèbre limite supérieure de l'arthrodèse (CLS) est en moyenne 15,5 degrés (min=3, max=29) dans le sous groupe CS en postopératoire immédiat et est de 7,5 (min=3, max= 18) dans le groupe T. Cette différence est statistiquement significative P=0,0019.

### **Discussion**

L'objectif de notre étude est de rechercher les causes principales et les facteurs liés aux complications mécaniques en s'appuyant sur un logiciel d'analyse radiologique.

Cette étude présente des limites : il s'agit d'une étude rétrospective et la survenue de complications mécaniques ultérieures dans le groupe témoin n'est pas impossible. De plus, des radios manquaient dans certains dossiers, empêchant ainsi le logiciel d'effectuer certaines analyses. Plusieurs auteurs ont décrit d'autres tests pour évaluer la réduction et la mobilité des niveaux adjacents (2, 20, 21) comme le fulcrum bending, test décrit par Luke(21) et le push prone, test décrit par Lenke(2). Néanmoins les tests de bending étant réalisés en routine clinique dans de nombreux centres, nous avons utilisé ces données dont nous pouvions disposer.

En revanche, le nombre de patients dans notre série est assez important et jusqu'à ce jour, aucune série ne comportait plus de 20 patients repris pour échec mécanique. En effet dans chaque site hospitalier, le nombre est réduit et la collecte est difficile et aucune comparaison systématique n'a été faite entre groupe avec complications et groupe témoin dans les différentes études publiées.

L'analyse des dossiers a été faite d'une manière méticuleuse et approfondie. L'avis de l'expert qui a vérifié l'absence de complication même débutante dans le groupe T a été systématiquement pris en compte.

On a décidé d'analyser particulièrement les patients ayant eu la complication dans les 3 ans postopératoires parce que une anomalie en post opératoire immédiat semble plus facile a retrouver.

Les résultats obtenus nous paraissent assez logiques. Ainsi la perte angulaire et l'aggravation de l'obliquité de la vertèbre limite distale dans la période séparant les deux interventions sont complètement concordantes avec la présence d'une complication mécanique.

L'absence de correction de l'hypocypose thoracique pourrait constituer un facteur de risque de complication mais ceci reste à vérifier.

L'analyse de la cyphose régionale de part et d'autre de la vertèbre limite supérieure était en concordance avec les résultats de Yang (6) ainsi on voit clairement que **les patients qui vont présenter une complication dans la partie proximale de l'arthrodèse (sous groupe CS) avaient dans la période postopératoire immédiate une cyphose adjacente à la limite proximale de l'arthrodèse plus importante que le groupe témoin (T).**

L'obliquité de la vertèbre distale instrumentée en post opératoire a été mesurée dans 2 articles sans pour autant insister sur son utilité (13,16). Ces auteurs préconisent l'utilisation de vis pédiculaires pour la diminuer.

**Nous avons trouvé que dans la période postopératoire immédiate la vertèbre limite distale de l'arthrodèse était plus oblique par rapport à l'horizontal dans le groupe qui va présenter une complication distale (sous groupe CI) que dans le groupe**

## Complications Mécaniques de la Chirurgie de la Scoliose

**témoin (T)** . Cette obliquité a tendance à être moins corrigée dans le premier groupe pendant l'intervention par rapport au groupe témoin sans que la différence soit statistiquement significative.

**On peut dire donc que l'arrêt sur une vertèbre distale qui reste oblique en postopératoire immédiat ainsi que la présence d'une cyphose importante dans la zone adjacente à la limite supérieure de l'arthrodèse constituent un facteur de risque de survenue de complications mécaniques dans les 3 années postopératoires.**

**Les valeurs de 10 degrés pour la CLS et 8 degrés pour la VLI/H semble être des limites assez parlante puisque un seul patient dans le groupe T a une CLS >10 et aucun une VLI/H >8.**

Une bonne horizontalisation de la VLI par manœuvre technique ainsi que le pontage de la zone cyphosée (6,13,14) seraient utiles pour éviter ces types de complications.

On a remarqué par ailleurs que toutes les complications que l'on a éliminées (car sont survenues après 3 ans de la première intervention) ont atteint la partie distale de l'instrumentation et inversement toutes les complications de la partie proximale sont survenue dans les 3 ans post opératoires.

**Les valeurs trouvées chez ces patients éliminés (surtout de la VLI/H) sont moins importantes que dans le groupe CI ce qui montre la difficulté de prévoir les complications tardives.**

La pseudarthrose devient de plus en plus rare avec l'utilisation de matériel segmentaire plus rigide et, en l'absence d'hyper cyphose (6) elle paraît plutôt d'origine biologique, dans la mesure où nous n'avons pas trouvé d'explication mécanique.

Nos résultats sont concordants avec ceux de la littérature. Ainsi **les échecs mécaniques sont souvent reliés à une cause qui conduit d'une manière logique à la complication quand elle survient dans les trois ans postopératoires.**

La prévention de cette complication nous paraît possible dans un bon nombre de cas et l'utilisation de ce logiciel peut aider dans cette tâche.

### **Conclusion et perspectives**

L'objectif de notre étude était d'expliquer les complications mécaniques en trouvant les facteurs associés à leur survenue pour essayer de les éviter.

Bien que le nombre de patients est assez limité et qu'un nombre plus important est nécessaire pour avoir des conclusions formelles cette série a néanmoins permis de mettre en relief quelques éléments qui pourraient s'avérer essentiels.

**Ainsi, il semble important d'horizontaliser au maximum la vertèbre limite inférieure et d'inclure la zone hyper cyphotique dans l'arthrodèse.**

**Une surveillance particulière radiologique des patients à risque (VLI/H  $>8^\circ$  OU CLS $>10^\circ$ ) serait utile pour découvrir assez tôt une éventuelle complication.**

**Les complications tardives ( $>3$  ans) sont moins prédictibles en postopératoire immédiat que les complications survenant dans les 3 ans postopératoires.**

Ainsi cette étude permet de mieux comprendre les facteurs biomécaniques liés aux complications mécaniques de la chirurgie de la scoliose. Cette meilleure compréhension doit permettre une réduction de leur fréquence.

### **Bibliographies**

- 1-**Lawrence G. Lenke et al.** Spontaneous lumbar curve coronal correction after selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. Spine 1999 nb 16 pp 1663-1672
- 2-**Matthew B. Dobbs et al.** Can we predict the ultimate lumbar curve in adolescent idiopathic scoliosis patients undergoing a selective fusion with undercorrection of the thoracic curve? Spine 2004 nb 29 pp 277-285
- 3-**Daniel J. Sucato et al.** Operative correction of idiopathic adolescent scoliosis in male patients. JBJS 86 A nb 9 sep 2004
- 4-**Scott Cook et al.** Reoperation after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. Spine 2000 V 5 nb 4 pp 463-468
- 5-**Se-2 Suk et al.** Indication of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2000 V 25 nb 18 pp 2342-2349
- 6-**Shu-Hua Yang et al.** Proximal kyphosis after short posterior fusion for thoracolumbar scoliosis. CORR 2003 nb 411 pp 152-158
- 7- **Ilkka Helenius et al.** Harrington and Cotrel-Dubouset instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. JBJS v 85A nb 12 dec 2003
- 8- **Pathwardhan, Avinash G et al.** Geometric analysis of coronal decompensation in idiopathic scoliosis. Spine 1996 V 21 pp 1192-1200
- 9-**Takayashi, Shinobu et al.** Change in the unfused lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis: a 5 to 9 years assesment after CD instrumentation. Spine 1997 V22 pp 517-523
- 10- **Wimmer,C et al.** Aseptic loosening following CD-instrumentation in the treatment of scoliosis. JBJS V79-B sup p 324
- 11-**C Salanova et al.** Instrumentation segmentaire dans la scoliose idiopathique. RCO 2000 ; 86 441-451
- 12-**F.A.Sweet et al.** Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2001 V26 pp 1956-1965
- 13- **Yongjung J. Kim et al.** Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Spine2004 V29 nb 18 pp 2040-2048
- 14- **Ville Remes et al.** CD or USS instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. Spine 2004 V29 nb 18 pp 2024-2030
- 15- **Sebastien Delorme et al.** The crankshaft phenomenon. Spine 2002 V27 nb 6 pp E145-E151
- 16-**Harry L Shufflebarger et al.** the posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screw. Spine 2004 V29 nb 3 pp 269-276
- 17-**Katheleen Y. Moen et al.** Treatment of scoliosis: an historical review. Spine 1999 V24 pp 2570-2575
- 18-**Steib JP.et al.** Apport du cintrage in situ dans la correction des scoliose. EMC techniques chirurgicales-orthopedie-traumatologie fa 44-194,2002 8p.
- 19-**P.Q Chen.** Surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis 5 to 12 years FU. JBJS 2002, 84-B :sup 3 p 239
- 20-**Ben J. Davis et al.** Traction Radiography Performed under General Anesthetic: A New Technique for Assessing Idiopathic Scoliosis Curves. SPINE 2004 Volume 29, Number 21, pp 2466-2470
- 21-**Luk KD et al.** Prospective comparison of the coronal deformity correction in thoracic scoliosis using four different instrumentations and the fulcrum-bending radiograph. Spine. 2004 Mar 1;29(5):560-3.
- 22- **Lonstein, John E et al.** complications associated with pedicle screws JBJS 1999 v 81A(11) nov 1999 pp 1519-1528
- 23- **Salanova G et al.** L'operation de Harrington 20 an apres GESS 1999 liban
- 24- **Danielsson et al.** Back pain and function 23 ans after fusion for adolescent idiopathic scoliosis Spine 2003 V28 Nb 18 pp E373-E383