

**Faculté des sciences de la motricité**

# **Comparaison des types de tractions réalisées lors de l'examen radiologique préopératoire chez l'enfant scoliotique : revue de la littérature.**

Auteur : Adrien Lourtie

Promoteur(s) : Mahaudens Philippe

Année académique 2023-2024

Intitulé du Master et de la finalité : Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] - KINE2M



## *REMERCIEMENTS*

*À l'accomplissement de cette revue narrative, j'aimerais remercier mon promoteur, Monsieur Philippe Mahaudens, kinésithérapeute à la Clinique universitaire Saint-Luc. Je le remercie pour son soutien tout au long de ce travail, ainsi que pour ces judicieux conseils.*

*Je voudrais également remercier mon entourage, pour leur soutien irréprochable et leur aide à chaque moment d'appréhension.*



# TABLE DES MATIÈRES

1	ABRÉVIATIONS.....	7
2	INTRODUCTION .....	8
3	MÉTHODES ET MATÉRIELS .....	11
4	RÉSULTATS .....	12
4.1	La population .....	27
4.2	Les interventions.....	28
4.3	Les paramètres.....	28
4.4	Les résultats .....	29
4.4.1	Les données liées à la traction horizontale (Th).....	29
4.4.2	Les données liées à la traction verticale (Tv) .....	30
4.4.3	Les données liées à la traction sous anesthésie générale (TAG).....	31
4.4.4	Les données pour des paramètres moins rencontrés.....	32
5	DISCUSSION .....	33
5.1	La population .....	33
5.2	Les interventions.....	35
5.3	Les paramètres.....	36
5.4	Les résultats .....	37
5.5	Les forces et limites.....	40
6	CONCLUSION.....	42
7	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	43



# 1 ABRÉVIATIONS

---

- Th : traction horizontale
- Tv : traction verticale
- TAG : traction sous anesthésie générale
- SIA : scoliose idiopathique de l'adolescent
- CCI : coefficient de corrélation intra-classe
- UIV : vertèbre supérieure instrumentée
- LIV : vertèbre inférieure instrumentée
- ZSH : zone stable de Harrington
- SI : scoliose idiopathique
- AP : antéro-postérieur
- TPh : traction-poussée horizontale
- Pre : préopératoire
- Pst : postopératoire
- JIS : scoliose idiopathique juvénile
- ANM : atteinte neuromusculaire
- EVA : échelle visuelle analogique
- PT : courbures thoraciques proximales
- MT : courbures thoraciques principales
- TL : courbures thoraco-lombaires
- L : courbures lombaires
- PDC : poids du corps

## 2 INTRODUCTION

---

La scoliose est une pathologie qui se manifeste par une déformation structurelle de la colonne vertébrale (1). Trois critères doivent être réunis pour que l'on parle de scoliose : une rotation des vertèbres, une inclinaison latérale des vertèbres et un angle de Cobb d'au moins  $10^\circ$  (2). La prévalence est de 1 à 3% chez les enfants entre 10 et 16 ans (3). Les filles sont plus touchées par la scoliose que les garçons (4). Le ratio filles-garçons touchés par la scoliose est de 1,4 :1 pour un angle de Cobb allant de  $10^\circ$  à  $20^\circ$ , et peut atteindre 7,2 :1 pour des courbures supérieures à  $40^\circ$  (5). Pour le diagnostic, la radiographie est la plus utilisée, afin de confirmer l'examen physique (6). Le gold standard pour mesurer la courbure de la colonne vertébrale est l'angle de Cobb. On parle d'une scoliose légère entre  $10^\circ$  et  $20^\circ$ , d'une scoliose modérée entre  $20^\circ$  et  $45^\circ$ , et d'une scoliose sévère lorsque l'angle est supérieur à  $45^\circ$  (7).

En ce qui concerne le traitement, le but est de limiter au maximum la déformation progressive de la colonne vertébrale et les complications fonctionnelles à l'âge adulte. Une scoliose non-traitée chez l'enfant peut mener à des problèmes pulmonaires, musculaires, des douleurs lombalgiques et même le décès (8).

Le traitement conservateur est, la plupart du temps, indiqué lorsque l'angle de Cobb est inférieur à  $45^\circ$  et que la croissance n'est pas terminée (9). Celui-ci consiste en un corset à porter un certain temps pendant la journée (10), des exercices journaliers de renforcement des muscles de la sangle abdominale et des muscles du dos ainsi que des exercices de correction de posture (11, 12).

Le traitement chirurgical, quant à lui, est indiqué pour des scoliose aux angles de Cobb supérieurs à  $45^\circ$  qui risquent de continuer à progresser (2). Il consiste en une arthrodèse postérieure ou arthrodèse antérieure de la colonne vertébrale pour les enfants en fin de croissance, visant à redresser la colonne en fusionnant les vertèbres entre elles à l'aide de vis, crochets et tiges (13). Il existe aussi des chirurgies ne fusionnant pas les vertèbres, permettant ainsi de contrôler la croissance résiduelle (2). Parmi tous les enfants ayant une scoliose, 4,6 % sont traités par chirurgie (14). Il y a entre 5 et 23% des patients qui présentent des complications. On retrouve le

plus souvent des complications cardio-pulmonaires, abdominales, neurologiques et plus rarement au niveau rénal (15).

L'approche chirurgicale repose sur la classification Lenke (16), utilisant les types de courbures. Elle divise la scoliose en 6 types :

- . Type 1 : courbure thoracique la plus importante et la seule structurale.
- . Type 2 : double courbure thoracique structurale.
- . Type 3 : double courbure thoracique et lombaire, toutes les deux structurales.
- . Type 4 : triple courbure structurale.
- . Type 5 : courbure thoraco-lombaire ou lombaire structurale.
- . Type 6 : courbure thoraco-lombaire ou lombaire majeure mesurant au moins 5° de plus que la courbure thoracique.

La courbure structurale signifie qu'elle est supérieure à 25° mesurée lors de radiographies frontales. Il est possible d'avoir dans les 6 classes, des courbures non-structurales ajoutées à celles décrites. Dans la classification Lenke, les 6 classes sont réparties selon une déviation A, B ou C pour déterminer la relation entre le centre de la ligne verticale sacrée (CLVS) et l'apex de la courbure lombaire.

- . A : lorsque le CLVS passe entre les pédicules de la vertèbre apicale lombaire.
- . B : lorsque le CLVS touche le corps de la vertèbre apicale lombaire.
- . C : lorsque la CLVS tombe médialement du corps de la vertèbre apicale lombaire

La description de la déviation du plan sagittal complète aussi la classification Lenke (17, 18).

Le choix de la technique chirurgicale employée se base principalement sur des tests radiographiques préopératoires qui permettent de prédire la correction à atteindre lors de l'opération, ainsi que les niveaux vertébraux à sélectionner pour la correction (19). Cette correction se traduit par une réduction de l'angle de Cobb à la radiographie postopératoire. L'élément permettant de déterminer à l'avance cette correction est la flexibilité de la colonne (20). Pour mesurer la flexibilité il existe plusieurs tests : le side-bending qui est une inclinaison latérale en étant debout à faire du côté droit et gauche permettant de déterminer la différence de flexibilité entre les deux côtés, le fulcrum-bending qui est assez similaire dans les objectifs et dans la manière de faire que le side-bending, à la différence qu'il se fait en décubitus dorsal avec l'aide du clinicien pour appliquer la flexion latérale et la traction qui a pour but de déterminer lui aussi la flexibilité de la colonne en l'étirant axialement

(21). La littérature scientifique a permis de rapporter que ces tests sont efficaces et ont un intérêt individuel mais qu'ils pourraient être meilleurs en terme de fiabilité

(22). En plus de ceux déjà cités, il existe aussi la traction, qui se distingue en trois types différents : la traction verticale, la traction horizontale et la traction sous anesthésie générale.

L'objectif de cette revue de la littérature est de déceler laquelle des trois tractions s'avère la plus avantageuse selon le point de vue clinique et le point de vue du patient.

### 3 MÉTHODES ET MATÉRIELS

---

La recherche d'article scientifique a été menée sur différents sites scientifiques tels que Google Scholar, Pubmed, Embase et Cochrane. Pour être sélectionné, un article devait traiter de la réflexion autour d'au moins une sorte de test de traction effectué en période préopératoire sur des patients atteints de scoliose idiopathique de l'adolescent. Les articles portant sur une autre période que celle préopératoire, discutant de la traction en tant que traitement, ou étant eux-mêmes une revue systématique ou une étude Delphi, ont été exclus. Aucune restriction n'a été imposée quant à l'année de publication des articles trouvés. Le fait qu'un article examine un ou plusieurs autres tests préopératoires en plus d'un test de traction n'était pas un critère d'exclusion mais les résultats associés à ces tests supplémentaires ne seront simplement pas pris en compte.

Pour ce faire, l'équation utilisée sur chaque site était : « 'adolescent idiopathic scoliosis' AND 'traction' AND 'preoperative' ». Au total 220 résultats correspondants ont été obtenus : 72 sur Embase, 140 sur Google Scholar, 3 sur Cochrane et 53 sur PubMed. Après analyse de ces articles, 18 ont été retenus parmi ceux d'Embase, 31 provenant de Google Scholar, 1 de Cochrane et 19 de PubMed, soit un total de 69 articles conservés. Après élimination de tous les doublons, il reste donc 34 articles. Une recherche complémentaire a été effectuée dans les bibliographies des articles analysés, ainsi qu'en utilisant des mots-clés sur les différents sites mentionnés ci-dessus tels que : Supine, scoliosis, suspension, flexibility assessment, traction, preoperative. Cela a permis de trouver 2 articles supplémentaires portant le total à 36 articles.

Pendant l'analyse, 5 des articles sélectionnés ont dû être exclus car aucun fichier PDF n'a pu être trouvé, ou car ils décrivaient un type de traction associé à une poussée latérale.

## 4 RÉSULTATS

	Population	Interventions	Paramètres	Résultats
Arima, Dimar et al. 2023 (23)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 30 SIA (26 filles, 4 garçons) opérés entre 2009 et 2015</li> <li>. Âge moyen de 13.9 ans</li> <li>. Angle de Cobb de <math>57.9 \pm 10.7^\circ</math> (plan frontal)</li> <li>. Angle de Cobb de <math>28.0 \pm 10.0^\circ</math> (plan sagittal)</li> <li>. Lenke (1A, 1B, 1C) : 12, 5, 13</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales :</li> <li>- en station debout (Pre)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. Le niveau de l'arthrodèse</li> <li>. Le CCI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Angle de Cobb plan frontal lors de la Th = <math>34.2 \pm 9.0^\circ</math> (MT)</li> <li>. La fiabilité intra-examineur dans la détermination du niveau de l'arthrodèse basé sur la Th : <ul style="list-style-type: none"> <li>- CCI = 0.121 (UIV)</li> <li>- CCI = 0.385 (LIV)</li> </ul> </li> <li>⇒ Concordance légère à modérée</li> </ul>
Chen, Wang et al. 2011 (24)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 31 SIA (28 filles et 3 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 15 ans (entre 10.5 et 17.4 ans)</li> <li>. Lenke (1-6) : 9, 2, 3, 1, 8, 8</li> <li>. Traités par arthrodèse postérieure sans ostéotomie ni résection vertébrale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP :</li> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors d'une TPh</li> <li>- lors du test de Tv</li> <li>- fulcrum bending</li> <li>- side-bending</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. Force appliquée (33% du PDC)</li> <li>. Le taux de correction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb : la Tv = <math>27.92 \pm 9.8^\circ</math></li> <li>. Taux de correction des courbures thoraciques : Tv = <math>39.38 \pm 16.68\%</math></li> <li>. Taux de correction des courbures lombaires : Tv = <math>44.69 \pm 15.41\%</math></li> <li>. Taux de corrélation entre l'angle de Cobb en postopératoire et lors de la Tv : R = 0.932 (thoracique), R = 0.586 (lombaire)</li> </ul>

<p>Davis, Gadgil et al. 2004 (25)</p>	<p>. 24 SI (23 filles, 1 garçon)</p> <p>. Âge moyen de 14.7 ans (entre 10 et 20 ans)</p> <p>. Courbures moyenne de 63° (entre 36° et 92°)</p> <p>. Lenke (1-5) : 11, 4, 7, 0, 2</p> <p>. Traités par arthrodèse antérieure (5) par arthrodèse postérieure (17) et par combinaison des arthrodèse (2)</p>	<p>. Radiographie AP et latérale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors d'une TPh</li> <li>- lors d'un test de TAG</li> <li>- lors du test de side-bending</li> </ul>	<p>. L'angle de Cobb</p>	<p>. Angle de Cobb moyen lors du TAG est de 28° (11°-65°), tous sauf un sous les 40°</p> <p>. La différence entre l'angle Cobb mesuré pendant La TAG et celui en postopératoire est de 1.5°</p>
<p>El-Abed, Ali et al. 2005 (26)</p>	<p>. 16 SI</p> <p>. Angle de Cobb moyen de 69° (courbure principale)</p>	<p>. Radiographies AP :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de fulcrum-bending</li> <li>- lors du test TAG</li> </ul>	<p>. L'angle de Cobb</p> <p>. La flexibilité</p>	<p>. L'angle de Cobb : TAG = 30°</p> <p>. Flexibilité : TAG = 57%</p>
<p>Erdem, Karaca et al. 2018 (27)</p>	<p>. 93 SIA (84 filles, 9 garçons) sans comorbidité</p> <p>. Âge moyen de 15.2 ans (entre 13 et 18.4 ans)</p> <p>. Lenke 3C : 29</p> <p>. Lenke 5C : 33</p> <p>. Lenke 6C : 31</p>	<p>. Radiographies AP et latérales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de fulcrum-bending</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test TAG</li> </ul>	<p>. L'angle de Cobb</p> <p>. Le déplacement transversal de la vertèbre apicale</p> <p>. L'inclinaison discale</p>	<p>. Une moyenne des données est faite entre les différents examens préopératoires, ils ne fournissent aucune donnée propre à chaque test</p> <p>. L3 a été déterminée comme étant la LIV</p> <p>. Pour la TAG : Le CSVL passe par le centre de L3 chez 66 patients (71%) et le CSVL touche L3 chez 27 patients (29%)</p>

	. Traités par arthrodèse postérieure			
Finn and Shipley 2009 (28)	. 20 SIA . Courbures thoraciques : 11 . Courbures lombaires : 13  . Traités par arthrodèse postérieure	. Radiographies : - en station debout (Pre et Pst) - lors du test de Th - lors du test de fulcrum-bending	. L'angle de Cobb  . La force appliquée (effort maximal)  . Le taux de prédiction des tests préopératoires	. L'angle de Cobb des courbures thoraciques : Th = 24.2° en moyenne (correction de 40.9%)  . Pourcentage de prédiction du test de Th par rapport à la correction postopératoire en thoracique = 60.1%  . L'angle de Cobb des courbures lombaires : Th = 17.7° en moyenne (correction de 45.9%)  . Pourcentage de prédiction du test Th par rapport à la correction postopératoire en lombaire = 72.9%
Garcia, Vieira et al. 2021 (29)	. 18 SIA et 2 JIS (20 filles), 6 scolioses non-congénitales  . Âge moyen de 14.8 ans  . L'angle de Cobb est >40° (critère d'inclusion)  . Lenke (1-6) : 10, 4, 9, 1, 0, 2 . King (1-5) : 3, 12, 5, 3, 3 . Risser (1-5) : 0, 0, 1, 5, 20  . Traités pas arthrodèse postérieure	. Radiographies AP : - en station debout (Pre et Pst) - lors du test de Th - lors du TAG - lors du test de fulcrum-bending	. L'angle de Cobb	. TAG a des valeurs toujours plus basses que la Th  . L'angle de Cobb : 1) PT : 15.9 ± 13.1° (Th) versus 11.0 ± 9.5° (TAG) 2) MT : 47.0 ± 19.1° (Th) versus 34.4 ± 16.4° (TAG) 3) L : 23.9 ± 16.3° (Th) versus 18.1 ± 11.1° (TAG)

<p>Hamzaoglu, Talu et al. 2005 (30)</p>	<p>. 34 SIA (25 filles, 9 garçons) : 2 groupes (modéré = entre 40 et 65°, sévère &gt;65°)</p> <p>. Âge moyen de 15.7 ans (entre 12 et 19 ans)</p> <p>. L'angle de Cobb moyen : - groupe modéré : 49.7° (MT) et 39.4°(L) - groupe sévère : 79° (MT) et 67° (L)</p>	<p>. Radiographie AP et latérale : - en station debout (Pre et Pst) - lors du test de side-bending - lors du test de fulcrum bending - lors du test de Th - lors du test de TAG</p>	<p>. La flexibilité</p> <p>. Le taux de correction postopératoire</p> <p>. Force appliquée (50% du PDC ou 30kg maximum)</p>	<p>. Flexibilité thoracique : 49% (23% - 64%) pour la Th, 79% (30% - 88%) pour la TAG</p> <p>. 76% (52% - 95%) de correction postopératoire en thoracique</p> <p>. Flexibilité lombaire : 56% (35 - 73%) pour la Th, 59% (39% - 72%) pour la TAG,</p> <p>. 74% (44% - 100%) de correction postopératoire en lombaire</p> <p>. La TAG est meilleure par rapport à la Th pour les courbures supérieures à 65°</p>
<p>Hirsch, Ilharreborde et al. 2015 (31)</p>	<p>. 50 SIA (41 filles, 9 garçons)</p> <p>. Âge de 15.6 ± 1.9 ans</p> <p>. Angle de Cobb moyen de 53 ± 11°</p> <p>. Lenke (1-5) : 23, 12, 5, 1, 9</p> <p>. Traités entre avril 2012 et janvier 2013</p> <p>. Sans autre pathologie de la colonne cervicale, ni de précédente chirurgie de la colonne vertébrale</p>	<p>. Imagerie EOS : - en station debout (Pre) - lors du test de Tv</p> <p>. Radiographie AP : - lors du test de Th</p>	<p>. La flexibilité</p> <p>. L'angle de Cobb</p> <p>. La force appliquée</p> <p>. Le confort du patient (EVA)</p> <p>. La dérotation vertébrale</p>	<p>. Expositions aux radiations : Tv (0.45 ± 0.27mS) &lt; Th (3.15 ± 0.77mS)</p> <p>. EVA : Tv (5,6 ± 1.9) &gt; Th (3,1 ± 2.4)</p> <p>. La force appliquée : Tv (42 ± 4.8N, 80 ± 19% poids du corps) &gt; Th (12 ± 8.4N, 23 ± 40% poids du corps)</p> <p>. La flexibilité des PT : Tv = 27.7 ± 20.6% ; Th = 28.1 ± 23.4% (significativement égales)</p> <p>. La flexibilité des MT : Tv = 42.3 ± 15.9% ; Th = 45.2 ± 15.8% (significativement égales)</p> <p>. La flexibilité des L : Tv = 42.9 ± 20.2% ; Th = 53.5 ± 17.8% (Th significativement &gt; Tv)</p>

				<p>. La flexibilité des courbures ilio-lombaires : Tv = <math>11.1 \pm 9.8\%</math> ; Th = <math>39.4 \pm 34.5\%</math> (Th significativement &gt; Tv)</p> <p>. Aucune corrélation entre la dérotation apicale et la réduction de l'angle de Cobb</p> <p>. Plan sagittal : réduction de 47.2%, lors de la Tv, pas de résultats lors de la Th</p>
Ibrahim, Gabbar et al. 2008 (32)	<p>. 33 SIA (28 filles et 5 garçons)</p> <p>. Âge moyen de 18 ans (entre 9 et 41 ans)</p> <p>. Angles de Cobb = <math>74^\circ \pm 9.1^\circ</math></p> <p>. Rotation vertèbre apicale = <math>26^\circ \pm 10.7^\circ</math></p> <p>. Traités par arthrodèse postérieure</p>	<p>. Radiographies AP :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de TAG</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de fulcrum bending</li> </ul>	<p>. La dérotation vertébrale</p> <p>. L'angle de Cobb</p> <p>. La flexibilité</p> <p>. La corrélation entre les tests préopératoires et la correction postopératoire</p>	<p>. Lors de la TAG, l'angle de Cobb = <math>33.7^\circ \pm 10.0^\circ</math> et rotation vertèbre apicale = <math>23^\circ \pm 10.1^\circ</math></p> <p>. En postopératoire : angle de Cobb = <math>25.5^\circ \pm 10.8^\circ</math>, rotation vertèbre apicale = <math>20^\circ \pm 7.9^\circ</math></p> <p>. Flexibilité = <math>55\% \pm 11.3</math> avec TAG</p> <p>. Pas de corrélation significative entre la flexibilité lors de la TAG et la correction postopératoire</p>
Kuroki, Nagai et al. 2021 (33)	<p>. 22 SIA (20 filles, 2 garçons)</p> <p>. Âge moyen de 16.6 ans (entre 11.4 et 28.6 ans)</p> <p>. Angle de Cobb moyen de <math>61.1 \pm 9.3^\circ</math> (MT)</p>	<p>. Radiographies :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de Tv</li> </ul>	<p>. La flexibilité</p> <p>. L'angle de Cobb</p> <p>. Force appliquée (30% du PDC lors de la Th et 100% du PDC lors de la Tv)</p>	<p>. L'angle de Cobb des MT : Th= <math>32.7 \pm 8.5^\circ</math> (46.6% de correction en moyenne) ; Tv = <math>47.7 \pm 10.6^\circ</math> (22.1% de correction environ)</p> <p>. L'indice de correction : Th = 1.45 ; Tv = 3.67</p> <p>. La corrélation entre la correction postopératoire et :</p>

	<p>. Lenke (1-3) : 20, 1, 1</p> <p>. Traités par arthrodèse postérieure</p>		<p>. L'indice de correction</p> <p>. La corrélation entre les tests préopératoires et la correction postopératoire</p>	<p>- Th : R = 0.57</p> <p>- Tv : R = -0.01 (aucune corrélation statistique)</p>
<p>Kwan, Yiglor et al. 2018 (34)</p>	<p>. 74 SIA (65 filles, 9 garçons)</p> <p>. Âge moyen de 13.9 ans (entre 11 et 18 ans)</p> <p>. Angle de Cobb moyen thoracique de 57.8° (entre 34.3 et 79.7°), lombaire de 50.3° (entre 35 et 88°)</p> <p>. Lenke (1-6) : 34, 10, 7, 0, 21, 2</p> <p>. Traités entre juin 2016 et août 2017</p>	<p>. Radiographies AP et latérales :</p> <p>- en station debout (Pre et Pst)</p> <p>- lors du test de Tv</p> <p>- lors du test de TAG</p>	<p>. La flexibilité</p> <p>. L'angle de Cobb</p> <p>. Le taux de correction postopératoire</p>	<p>. La TAG est meilleure dans la prédiction de la correction que la Tv</p> <p>. L'article est introuvable, les résultats plus exacts des tests sont manquants</p>
<p>La Maida, Gallazzi et al. 2023 (35)</p>	<p>. 42 SIA (33 filles, 9 garçons)</p> <p>. Âge moyen de 15.1 ans</p> <p>. Angle de Cobb moyen de 56.7 ± 10.9°</p> <p>. Lenke 1A = 20</p> <p>. Lenke 1B = 6</p> <p>. Lenke 1C = 16</p>	<p>. Radiographies :</p> <p>- en station debout (Pre et Pst dans les 12 mois)</p> <p>- lors du test de side-bending</p> <p>- lors du test de Th</p>	<p>. L'angle de Cobb</p> <p>. Le déplacement transversal des vertèbres</p> <p>. Force appliquée (50% du PDC ou 30kg maximum)</p>	<p>. Bonne tolérance du test de Th et l'examen neurologique post-test est normal</p> <p>. Déplacement en proximal de la vertèbre stable pour les courbes thoraciques lors du test de Th et déplacement en distal de la vertèbre stable pour les courbes lombaires lors du test de Th -&gt; réduction de l'angle de Cobb par rapport à la station debout sans test</p>

	. Traités entre 2015 et 2024			. Angle de Cobb réduit de $49.5 \pm 12.9\%$ en thoracique et de $60.1 \pm 6.5\%$ en lombaire lors du test de Th
Lamarre, Parent et al. 2009 (22)	. 19 SIA (15 filles, 3 garçons) . Âge moyen de 15.9 ans (entre 12 et 18 ans) . Angle de Cobb moyen de $69^\circ$ (16 MT et 3 TL/L) . Sans chirurgie précédente, ni autres pathologies neuromusculaires ou congénitales	. Radiographies AP : - en station debout - lors du test de Tv - lors du test de side-bending	. L'angle de Cobb . La dérotation de la vertèbre apicale . La flexibilité . La force appliquée	. La réduction de l'angle de Cobb moyenne = $26^\circ$ ou 39% lors de la Tv . La dérotation vertébrale moyenne = $6^\circ$ ou 28% lors de la Tv . MT : $24^\circ$ ou 39% de réduction de l'angle de Cobb et $4^\circ$ ou 22% de dérotation vertébrale . TL : $24^\circ$ ou 42% de réduction de l'angle de Cobb et $14^\circ$ ou 55% de dérotation de la vertèbre apicale . L'angle de Cobb moyen lors de la Tv : $45.5^\circ$ (MT) ; $33^\circ$ (TL) . La rotation vertèbre apicale lors de la Tv : $18.4^\circ$ (MT) ; $8^\circ$ (TL) . L'indice de flexibilité pour le plan frontal est de $1.65^\circ/\text{Nm}$ ( $0.85^\circ$ - $2.91^\circ$ ) et pour le plan transversal est de $0.49^\circ/\text{Nm}$ ( $0.04^\circ$ - $1.43^\circ$ ) . Force appliquée lors de la Tv est de 306N en moyenne (entre 187N et 377N) . Il n'y a pas de relation entre la réduction de l'angle de Cobb et la flexibilité dans le plan frontal ( $R^2=0.241$ ) mais il existe une relation modérée pour le plan transverse ( $R^2=0.693$ )

<p>Liu, Teng et al. 2010 (36)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 58 SIA (47 filles, 11 garçons)</li> <li>. Âgés de <math>14.3 \pm 2.0</math> ans</li> <li>. 2 groupes : <math>&lt;60^\circ</math> et <math>&gt;60^\circ</math></li> <li>. Traités par arthrodèse antérieure ou postérieure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de push-prone</li> <li>- lors de la TAG</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La flexibilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. La flexibilité lors de la TAG est inférieure à celle en Pst</li> <li>. Taux de flexibilité pour la TAG : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Courbures structurelles : <math>0.55 \pm 0.10</math> (MT), <math>0.61 \pm 0.10</math> (TL/L) -&gt; significativement inférieur qu'en Pst</li> <li>- Courbures non-structurelles : <math>0.58 \pm 0.15</math> (MT), <math>0.61 \pm 0.21</math> (TL/L) -&gt; pas significative différent qu'en Pst</li> <li>- Groupe <math>&lt;60^\circ</math> : <math>0.55 \pm 0.10</math> (MT), <math>0.64 \pm 0.08</math> (TL/L) -&gt; pas significativement différent qu'en Pst</li> <li>- Groupe <math>&gt;60^\circ</math> : <math>0.53 \pm 0.13</math> (MT), <math>0.52 \pm 0.09</math> (TL/L) -&gt; rien de significatif</li> </ul> </li> <li>. Corrélation entre la TAG et la correction Pst : <math>R = 0.82</math></li> </ul>
<p>Malik, Schmicker et al. 2021 (37)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 184 SIA (148 filles, 36 garçons)</li> <li>. Âgés de <math>14.3 \pm 2.6</math> ans</li> <li>. Poids moyen de 61.8kg</li> <li>. BMI moyen de <math>23.7 \pm 6.27</math></li> <li>. Angle de Cobb : <ul style="list-style-type: none"> <li>- PT = <math>27.2 \pm 14.1^\circ</math></li> <li>- MT = <math>60.5 \pm 15.7^\circ</math></li> <li>- TL/L = <math>48.0 \pm 15.1^\circ</math></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographie AP : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de fulcrum-bending</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Angle de Cobb lors de la Th : <ul style="list-style-type: none"> <li>PT = <math>23.1 \pm 12.0^\circ</math></li> <li>MT = <math>38.9 \pm 14.6^\circ</math></li> <li>TL/L = <math>25.9 \pm 12.1^\circ</math></li> </ul> </li> <li>. Pas de différence significative lors du test de Th entre les concordants et les discordants à la classification Lenke</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 151 SIA (33 discordants) : Lenke (1-6) : 34.2%, 21.7%, 12.5%, 9.2%, 11.9%, 10.3%</li> <li>. Traités par arthrodèse postérieure entre 2008 et 2017</li> </ul>			
O'Neill, Brennan et al. 2019 (38)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 15 SIA (12 filles, 3 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 15.1 ans</li> <li>. Angle de Cobb moyen de 60°</li> <li>. Rotation apicale moyenne de 24°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de Th</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La dérotation de la vertèbre apicale</li> <li>. Force appliquée</li> <li>. Le déplacement transversal de la vertèbre</li> <li>. La flexibilité dans le plan frontal et transversal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Force moyenne appliquée 800N</li> <li>. Lors de la Th : angle de Cobb moyen de 45° -&gt; Index de flexibilité de 0.48°/Nm</li> <li>. Dérotation de la vertèbre apicale moyenne de 17° -&gt; Index de flexibilité de 0.24°/Nm</li> <li>. Réduction de l'angle de Cobb de 17° lors de la Th soit 28%</li> </ul>
Ovali and Us 2023 (39)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 33 SIA (23 filles, 10 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 16.9 ans (entre 11 et 21 ans)</li> <li>. Lenke (1-6) : 15, 7, 3, 0, 6, 2</li> <li>. Sans chirurgie précédente, ni comorbidité affectant la colonne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- du test de Th</li> <li>- du test de Tv</li> </ul> </li> <li>. Angle de Cobb calculé deux fois dans la même journée par le même examinateur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La flexibilité</li> <li>. Le taux correction Pst</li> <li>. Force appliquée (40 pounds au niveau des chevilles et est inconnue au niveau des cervicales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Traction manuelle -&gt; application de la force maximale possible</li> <li>. Flexibilité courbures thoraciques principales &gt;60° et thoraco-lombaires : Tv &gt; Th</li> <li>. L'angle de Cobb pour les MT : Tv = 31.66 ± 11.36°, Th = 36.25 ± 11.24°</li> <li>. L'angle de Cobb pour les TL/L : Tv = 29.82 ± 13.26°, Th = 35.27 ± 13.36°</li> </ul>

	. Traités par arthrodeèse postérieure, par le même chirurgien			. La correction Pst est significativement différente que les résultats obtenus lors des deux tests de traction
Polly Jr and Sturm 1998 (40)	. 58 SIA (45 filles, 13 garçons) . Âge moyen de 13.2 ans . Angle de Cobb moyen de 56.7° . Risser (0-5) : 17, 3, 3, 6, 25, 4	. Radiographies : - en station debout - lors du test de side-bending - lors du test de Th	. L'angle de Cobb . La force appliquée . Le taux de correction	. Force appliquée de 40 pounds = 18,1Kg . L'angle de Cobb lors de la Th = 31.9° en moyenne . Pourcentage de correction avec le test de Th = 44.1%
Rodrigues, Ueno et al. 2014 (19)	. 21 SIA (18 filles, 3 garçons) . Âge moyen de 15.3 ans (entre 13 et 19 ans) . Appartenant à Lenke I, II ou III . 2 groupes : >65° ou <65° . Traités par arthrodeèse postérieure	. Radiographies : - en station debout (Pre et Pst) - lors du test de side-bending - lors d'une flexion latérale forcée en couché dorsal - lors du test de TAG	. L'angle de Cobb . La flexibilité	. La flexibilité lors de la TAG : - MT : TAG = 39.93% ; Pst = 42.80% - TL/L : TAG = 27.25% ; Pst = 34.75% - . Différence de flexibilité entre <65° et >65° de : - MT : TAG = 11.8% ; Pst = 18.80% - TL/L : TAG = pas de donnée pour les courbures >65° ; Pst = 7.70% -> Les courbures >65° ont toujours une meilleure flexibilité
Soucacos, Soucacos et al. 1996 (41)	. 39 SIA et 10 JIS (34 filles, 13 garçons)	. Radiographie AP et latérale : - en station debout (Pre et Pst)	. L'angle de Cobb . Le genre	. Angle de Cobb chez les adolescents : pendant traction manuelle = 32° (14° - 55°), en postopératoire = 21° (8° - 41°)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Âge moyen de 12 ans (entre 10 et 17 ans)</li> <li>. Angle de Cobb moyen de 58°</li> <li>. Traités par arthrodèse antérieure ou postérieure entre 1982 et 1992</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>. Radiographie AP pour déterminer le niveau de Risser (non fourni)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Correction chez les filles (67%) &gt; garçons (53%), en moyenne 64%</li> <li>. Angle de Cobb chez les enfants : pendant la traction manuelle = 32° (14° - 76°) avec une correction de 46% et en postopératoire 19° (6° - 38°) avec une de correction de 67%</li> </ul>
Subramaniam, Venkatesan et al. 2023 (42)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 78 SIA (ratio de 9 filles pour 1 garçon)</li> <li>. Âgés de 13.3 ± 2.1 ans</li> <li>. Lenke 3 prédominant</li> <li>. 3 groupes : <ul style="list-style-type: none"> <li>- A = entre 40° et 65° (36 patients)</li> <li>- B = entre 65° et 90° (16 patients)</li> <li>- C &gt;90° (16 patients)</li> </ul> </li> <li>. Traités entre avril 2015 et mai 2018</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La flexibilité</li> <li>. La corrélation entre les tests</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb lors de la Th : groupe A = 49.6 ± 2.1°, groupe B = 57.6 ± 1.5°, groupe C = 49.3 ± 2.3°</li> <li>. La flexibilité lors de la Th : groupe A = 20.5%, groupe B = 33.2%, groupe C = 50.6%</li> <li>. La corrélation de la Th avec la correction postopératoire : groupe A = 0.188 (non significatif), groupe B = -0.166 (aucune corrélation), groupe C = 0.769 (significatif)</li> </ul>
Sun, Xie et al. 2018 (43)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 20 SIA (15 filles et 5 garçons)</li> <li>. Agés de 16.03 ± 2.04</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographie AP et latérale : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout</li> <li>- lors du test de Tv</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. L'inclinaison vertébrale (wedging vertebra)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb lors de la Tv = 48.13 ± 14.13°</li> <li>. La dérotation vertébrale lors de la Tv = 21.35 ± 6.69°</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Score de Risser de <math>3.65 \pm 1.42</math></li> <li>. <math>MT &gt; 60^\circ</math></li> <li>. Angle de Cobb de <math>69.40 \pm 9.55^\circ</math></li> <li>. Rotation de la Perdriolle de <math>31.70 \pm 6.80^\circ</math></li> <li>. Inclinaison discale de <math>39.49 \pm 10.88^\circ</math></li> <li>. Traités entre janvier 2013 et août 2014</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'inclinaison discale</li> <li>. La dérotation vertébrale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'inclinaison vertébrale lors de la Tv = <math>24.44 \pm 12.74^\circ</math></li> <li>. L'inclinaison discale lors de la Tv = <math>22.25 \pm 12.97^\circ</math></li> </ul>
Suthar, Yarlagadda et al. 2017 (44)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 26 SIA (23 filles, 3 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 14.1 ans</li> <li>. Classification Lenke (1-5) : 16, 1, 3, 0, 6</li> <li>. Déplacement transversal vertébrale moyen de <math>19.3^\circ</math></li> <li>. Traités entre juin 2013 et juillet 2014</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales :</li> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. Le déplacement transversal de la vertèbre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb a été réduit de <math>74 \pm 6.7\%</math> en moyenne lors du test de Th</li> <li>. Déplacement transversal de la vertèbre lors de la Th = <math>8.4^\circ</math></li> </ul>
Takahashi, Passuti et al. 1997 (45)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 74 SIA (50 filles, 24 garçons) opérés entre juillet 1985 et septembre 1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographie :</li> <li>- En station debout (Pre et Pst)</li> <li>- Lors du test de Th</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La corrélation entre la Th et la correction postopératoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Corrélation de la Th avec la correction postopératoire : courbures thoraciques, <math>R = 0.82</math> ; courbures lombaires, <math>R = 0.54</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Âge moyen de 16.7 ans (entre 14 et 22 ans)</li> <li>. Risser (1-5) : 0, 2, 1, 35, 36</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>. La force appliquée (50% du PDC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Diminution de cette corrélation avec le temps <math>R = 0.82-0.65</math></li> </ul>
<p>Tokala, Nelson et al. 2018 (46)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 80 SIA (62 filles, 18 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 14 ans (entre 9 et 20 ans)</li> <li>. Angle de Cobb moyen de <math>63.9^\circ</math></li> <li>. Traités par arthrodèse postérieure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de TAG</li> <li>- lors du test de fulcrum-bending</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La flexibilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb : lors de la TAG = <math>26.6^\circ</math> (<math>5^\circ-54^\circ</math>) avec une différence proche de zéro avec la correction postopératoire</li> <li>. Flexibilité : lors de la TAG = <math>59.12 \pm 12.25\%</math></li> <li>. L'angle de Cobb lors de la TAG est négativement corrélé avec l'âge</li> </ul>
<p>Uehara, Takahashi et al. 2019 (47)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 37 SIA (35 filles, 2 garçons)</li> <li>. Âgés de <math>15.7 \pm 2.8</math> ans</li> <li>. Angle de Cobb de <math>31 \pm 9^\circ</math></li> <li>. Lenke (1A-1C) : 20, 8, 9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- en couché ventral</li> <li>- en couché ventral flexion latérale forcée</li> <li>- à 2 ans Pst</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. La flexibilité</li> <li>. La corrélation entre la Th et la correction postopératoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb : Th = <math>16 \pm 6^\circ</math></li> <li>. La flexibilité : Th = <math>52 \pm 15\%</math></li> <li>. Corrélation entre la Th et la correction postopératoire = 0.72</li> </ul>
<p>Vaughan, Winter et al. 1996 (48)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 75 SIA (60 filles, 15 garçons)</li> <li>. Âge moyen de 15.0 ans (entre 11.8 et 19.9 ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Radiographies AP et latérales : <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. L'angle de Cobb</li> <li>. Le taux de correction</li> <li>. Le niveau des vertèbres stables et neutres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Le pourcentage de correction pour les courbures lombaire King II : Th = 49%</li> <li>. Diminution de l'angle de Cobb de <math>19^\circ</math> en thoracique et de <math>18^\circ</math> en lombaire lors de la Th</li> </ul>

	<p>. King (1-5) : 3, 12, 21, 5, 29 et TL (5)</p> <p>. Traités par arthrodèse postérieure entre 1980 et 1989</p>			<p>. Les vertèbres stables et neutres se déplacent respectivement proximement d'environ 1.4 et 0.4 niveau lors de la Th</p> <p>. Pas de complication neurologique, ni d'infection après la Th</p>
Watanabe, Kawakami et al. 2007 (49)	<p>. 219 SIA (219 filles)</p> <p>. Âge moyen de 15.7 ans (entre 9.9 et 20 ans)</p> <p>. L'angle de Cobb moyen de <math>53.3 \pm 11.9^\circ</math></p> <p>. Traités entre 1994 et 2005</p>	<p>. Radiographie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre)</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de Th</li> </ul>	<p>. La flexibilité</p> <p>. L'angle de Cobb</p>	<p>. L'angle de Cobb lors de la Th : PT = <math>20.6 \pm 7.5^\circ</math> ; MT = <math>27.1 \pm 9.0^\circ</math> ; TL/L = <math>25.0 \pm 8.5^\circ</math> -&gt; Moyenne générale de <math>21.7 \pm 9.0^\circ</math></p> <p>. La flexibilité lors du test de Th : PT = <math>30.2 \pm 12.6\%</math>, MT = <math>48.8 \pm 11.1\%</math>, TL/L = <math>51.8 \pm 12.2\%</math></p> <p>. La Th est significativement plus efficace chez les patientes de &lt;15 ans, mais il n'y a pas de différence chez les patientes plus âgées</p>
Xu, Wang et al. 2015 (50)	<p>. 162 SIA (120 filles, 42 garçons)</p> <p>. Âge moyen des filles de <math>16.79 \pm 4.0</math> ans, des garçons de <math>14.79 \pm 2.09</math> ans</p> <p>. Angle de Cobb moyen de <math>52.45 \pm 15.56^\circ</math> pour les garçons et de <math>51.53 \pm 14.07^\circ</math> pour les filles</p> <p>. Classification Lenke (1-6) : 89, 19, 13, 3, 30, 9</p>	<p>. Radiographies AP :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en station debout (Pre et Pst)</li> <li>- lors du test de Th</li> <li>- lors du test de side-bending</li> <li>- lors du test de fulcrum bending</li> </ul>	<p>. La flexibilité</p> <p>. La force appliquée (50% du PDC ou 30kg maximum)</p> <p>. Le genre</p>	<p>. La flexibilité lors de la Th : garçons = <math>35.48 \pm 16.81\%</math> ; filles = <math>36.98 \pm 15.92\%</math> -&gt; flexibilité similaire entre les genres même selon la classification Lenke</p> <p>. Correction postopératoire : <math>61.36 \pm 15.79\%</math> pour les garçons et <math>68.77 \pm 13.15\%</math> pour les filles</p>

	. Classification Risser (0-5) : 14, 6, 16, 36, 69, 21  . Traités par arthrodeèse postérieure			
--	--	--	--	--

Tableau reprenant les données des articles sélectionnés selon la méthode « PICO »

*Th = traction horizontale ; Tv = traction verticale ; SIA = scoliose idiopathique de l'adolescent ; CCI = coefficient de corrélation intra-classe ; UIV = vertèbre la plus supérieure instrumentée ; LIV = vertèbre la plus basse instrumentée ; TAG = traction sous anesthésie générale ; ZSH = zone stable de Harrington ; SI = scoliose idiopathique ; AP = antéro-postérieur ; TPh = traction-poussée horizontale ; Pre = préopératoire ; Pst = postopératoire ; JIS = scoliose idiopathique juvénile ; ANM = atteinte neuromusculaire ; EVA = échelle visuelle analogique ; PT = courbures thoraciques proximales ; MT = courbures thoraciques principales ; TL = courbures thoraco-lombaires ; L = courbures lombaires ; PDC = poids du corps*

#### 4.1 La population

Dans les trente et une études sélectionnées, les patients sont toujours atteints de scoliose idiopathique de l'adolescent, sauf pour Davis (25) et El-Abed (26), chez qui ce n'est pas précisé. On peut aussi retrouver des scolioses idiopathiques juvéniles (29, 41) ou encore des scolioses non-congénitales (29) qui néanmoins ne seront pas prises en compte dans les résultats.

Pour trois d'entre eux (22, 31, 39), avoir subi une précédente chirurgie ou avoir des comorbidités pouvant affecter la colonne (comme par exemple une pathologie intramédullaire, une dégénérescence du disque ou une pathologie neuromusculaire) est un critère d'exclusion. Il est parfois mentionné le type de chirurgie prévue. Il y a ceux qui sélectionnent uniquement des patients programmés pour une arthrodèse postérieure (19, 20, 24, 27-29, 32, 33, 37, 39, 46, 48, 50) et ceux pour qui le type d'arthrodèse prévue importe peu, avec soit une arthrodèse postérieure, soit une antérieure (25, 36, 41). Aucune étude ne sélectionne uniquement des patients programmés pour une arthrodèse antérieure. Le dernier critère mentionné une seule fois (29), est la sélection de patient ayant une courbure d'au moins 40°. Aucun autre article n'exclut des patients selon la sévérité ou le type de courbure qu'ils ont.

L'addition du nombre de patients par étude est égale à 1702 SIA avec 1339 filles et 245 garçons avec une proportion de filles toujours plus importante sauf pour trois études (20, 26, 28) qui n'indiquent pas la répartition filles-garçons. Ce qui nous donne un ratio général de 5.5 filles pour 1 garçon. Les renseignements généraux à propos des participants diffèrent selon les études. Deux études (26, 28) ne nous informent pas sur l'âge de leurs patients. Pour toutes les autres, la moyenne d'âge de leurs patients est entre 12 et 18 ans. Le poids n'est donné que par Büchler (20) et Malik (37) avec respectivement en moyenne 53.8kg et 61.8kg et avec le BMI également renseigné par Büchler (20) avec de 20, 20, 21, 18 et 20 pour les 5 participants de l'étude. L'angle de Cobb initial, lui, est mentionné dans 19 études (22, 23, 26, 29-35, 37, 38, 40, 41, 43, 46, 47, 49, 50). Toutes nous fournissent une moyenne initiale excepté 4 d'entre elles qui font la distinction entre les courbures lombaires et thoraciques (30, 33, 34, 37). La moyenne initiale des études varie entre 27.2° et 74°.

Il arrive que certaines études fournissent la classification Lenke (19, 23-25, 27, 29, 31, 33-35, 37, 39, 42, 44, 47, 50) et/ou la classification King (29, 48). On peut aussi retrouver pour quatre études (29, 40, 43, 50) le niveau de Risser des patients. Enfin, Sun (43) fournit les inclinaisons vertébrales initiales et les inclinaisons discales initiales moyennes, et Xu (50) différencie l'angle de Cobb moyen des filles et des garçons.

#### 4.2 Les interventions

La radiographie est le seul outil d'intervention. Chaque étude utilise la radiographie en préopératoire et en postopératoire sauf neuf études (20, 22, 23, 31, 37, 38, 40, 43, 49) qui ne font que l'analyse de données en préopératoire.

Selon les études, les radiographies préopératoires peuvent changer ; seule celle en station debout est identique à toutes les études. On retrouve donc : quinze études (23, 27, 28, 35, 37, 38, 40-42, 44, 45, 47-50) qui font une radiographie lors du test de Th, quatre études (20, 22, 24, 43) qui font une radiographie lors du test de Tv, six études (19, 25, 26, 32, 36, 46) qui font une radiographie lors du test de TAG, trois études (31, 33, 39) qui effectuent une radiographie lors du test de Th et de Tv, deux études (29, 30) qui font une radiographie lors du test de Th et de TAG, et une étude (34) qui effectue une radiographie lors du test de Tv et de TAG.

D'autres tests préopératoires comme le « side-bending », le « fulcrum-bending », le « push-prone » ou la « flexion latérale forcée » sont parfois cités (19, 20, 22-30, 32, 33, 35-42, 44, 46-50) mais ne rentrent pas dans notre recherche.

Dernier détail important, Hirsch (31) est le seul à employer l'imagerie EOS. Il l'utilise lors de la station debout préopératoire et lors du test de Tv.

#### 4.3 Les paramètres

L'angle de Cobb est l'élément de comparaison utilisé dans toutes les études sauf Hamzaoglu (30) et Xu (50) qui ne nous fournissent pas cette mesure. Nous pouvons retrouver comme autre paramètre repris fréquemment, la flexibilité de la colonne

vertébrale, qui est citée dans seize études (19, 20, 22, 26, 30-34, 36, 38, 39, 42, 46, 47, 49, 50).

D'autres paramètres sont aussi parfois répertoriés : le déplacement transversal des vertèbres (27, 35, 38, 44), la dérotation vertébrale (22, 31, 32, 38, 43), l'inclinaison vertébrale (43), l'inclinaison discale (27, 43), le niveau de la vertèbre stable et celui de la vertèbre neutre (48), le coefficient de corrélation intra-classe (23), le taux de correction (24, 40, 48), Le taux de prédiction des tests préopératoires (28), la correction postopératoire (30, 34, 39), la corrélation entre les tests et la correction postopératoire (32, 33, 42, 45, 47), ainsi que la force appliquée lors des tests de Th ou Tv (20, 24, 30, 31, 33, 35, 38-40, 50).

La force appliquée varie toujours entre 30% et 50% ou est limitée à 30 Kg. Excepté pour Finn (28) et Ovali (39) qui parlent plutôt d'un effort maximal de la part du clinicien, ainsi qu'O'Neill (19) qui applique une force équivalente à 1.5x le poids du corps. En ce qui concerne Hirsch (31), il mentionne appliquer une force bien en-deçà des autres avec en moyenne de 42N pour la Tv et de 12N pour la Th.

Deux articles, Soucacos (41) et Xu (50), nous parlent du genre de leurs patients comme paramètre. Soucacos (41) différencie le taux de correction de leurs courbures et Xu (50) également leurs flexibilités.

Le confort du patient avec l'échelle visuelle analogique (EVA) lors des différents examens est uniquement employé par Hirsch (31).

#### 4.4 Les résultats

##### 4.4.1 Les données liées à la traction horizontale (Th)

L'angle de Cobb moyen lors du test préopératoire est de 24.1° (28), 27.1° (49), 32.7° (33), 34.2° (23), 36.25° (39), 38.9° (37) et 47° (29) pour les courbures thoraciques et est de 17.7° (28), 23.9° (29), 25° (49), 25.9° (37) et 35.27° (39) pour les courbures lombaires. Certains articles ne font pas la distinction entre les courbures thoraciques et lombaires et leur angle de Cobb moyen est de 16° (47), 31.9° (40), 32° (41) et 45° (38). Un dernier article (42) nous donne, lui, les angles de Cobb

mesurés mais selon les groupes formés pendant l'étude, ce qui nous donne  $49.6 \pm 2.1^\circ$  (groupe A : entre  $40^\circ$  et  $65^\circ$ ),  $57.6 \pm 1.5^\circ$  (groupe B : entre  $65^\circ$  et  $90^\circ$ )  $49.3 \pm 2.3^\circ$  (groupe C :  $>90^\circ$ ).

O'Neill (19) est le seul à donner l'indice de flexibilité ( $0.48^\circ/\text{Nm}$ ) ; de plus il nous le donne pour la dérotation vertébrale qui est de  $0.24^\circ/\text{Nm}$ . Quatre articles nous donnent la flexibilité moyenne sous forme de pourcentage : Hirsch (31) qui différencie les PT avec 28.1%, les MT avec 45.2%, les TL/L avec 53.5% et les courbures ilio-lombaires avec 36.4% ; Subramaniam (42) qui nous la fournit selon ses groupes avec le A qui a 20.5%, le B qui a 33.2% et le C qui a 50.6% de flexibilité ; Watanabe (49) qui différencie les MT avec 48.8% et les TL/L avec 51.8% ; Uehara (47) qui nous fournit une moyenne générale de 52% ; et Xu (50) qui différencie les filles qui ont 36.88% et les garçons qui ont 35.48%.

On peut aussi retrouver le taux de correction lors du test de Th dans six articles : 28% (38), 44.1% (40), 46.6% (33), 49% (48), 74% (44) et Soucacos (41) qui différencie les filles et les garçons avec respectivement 67% et 53%. Un seul, Kuroki (33), nous fournit en plus un indice de correction lors de la Th qui est égal à 1.45.

Au sujet de la corrélation de l'angle de Cobb en postopératoire et lors du test de Th, quatre articles en discutent. Kuroki (33) qui obtient  $R=0.57$ , Uehara (47) qui obtient  $R=0.72$  (significatif), Takahashi (45) qui distingue les courbures lombaires avec  $R=0.54$  et les courbures thoraciques avec  $R=0.82$ , et Subramaniam (42) qui obtient  $R=0.769$  (significatif) pour les courbures  $>90^\circ$ ,  $R=-0.166$  pour les courbures entre  $40^\circ$  et  $65^\circ$ , et  $R=0.188$  pour les courbures  $<40^\circ$ .

#### 4.4.2 Les données liées à la traction verticale (Tv)

L'angle de Cobb moyen est de  $27.92^\circ$  (24),  $46.4^\circ$  (20),  $47.7^\circ$  (33),  $48.13^\circ$  (43). Lamarre (22) et Ovali (39) font la distinction entre les courbures thoraciques principales et les courbures thoraco-lombaires/lombaires avec respectivement  $45.5^\circ$  et  $33^\circ$  pour Lamarre (22), et  $31.66^\circ$  et  $29.82^\circ$  pour Ovali (39).

L'indice de flexibilité moyen est fourni par Büchler (20) et Lamarre (22) respectivement de  $0.13^{\circ}/Nm$  et  $1.65^{\circ}/Nm$ . La flexibilité exprimée en pourcentage, elle, est mentionnée chez Chen (24), Hirsch (31), Kuroki (33) et Lamarre (22), qui obtiennent respectivement pour les courbures thoraciques principales : 39.38%, 27.7%, 22.1% et 39%, et pour les courbures thoraco-lombaires/lombaires : 44.69%, 42.9%, 42% (Kuroki (33) n'a pas cette mesure).

Le taux de correction est renseigné uniquement par Chen (24) avec comme résultats 39.38% en thoracique et 44.69% en lombaire. Kuroki (33), nous fournit plutôt l'indice de correction qui est de 3.67.

La corrélation de la traction verticale avec la correction postopératoire est dite significative par Chen (24) où  $R = 0.932$  en thoracique et  $R = 0.586$  en lombaire. Kuroki (33), lui, nous dit le contraire, en ne constatant pas de corrélation ( $R = -0.01$ ).

#### 4.4.3 Les données liées à la traction sous anesthésie générale (TAG)

L'angle de Cobb moyen est fourni par cinq études qui obtiennent  $26.6^{\circ}$  (46),  $28^{\circ}$  (25),  $30^{\circ}$  (26),  $33.7^{\circ}$  (32) et Garcia (29) qui distingue les types de courbures avec :  $11^{\circ}$  pour les PT,  $34.4^{\circ}$  pour les MT et  $18.1^{\circ}$  pour les TL.

La flexibilité moyenne, cité par cinq articles, est de 55% (32), 57% (26), 59.12% (46). Hamzaoglu (30) et Rodrigues (19) distinguent les types de courbures avec respectivement 79% et 39.93% pour les MT et 59% et 27.25% pour les TL.

La différence entre les mesures lors du TAG et en postopératoire est fournie par Davis (25) et Tokola (46) qui nous disent qu'il y a une différence respectivement de  $1.5^{\circ}$  et de  $0.79^{\circ} \pm 7.7^{\circ}$  pour l'angle Cobb, ce qui va dans le même sens que Liu (36) disant qu'il y a une corrélation de 0.82 entre les deux. Ibrahim (32), lui, nous dit qu'il n'y a pas de corrélation significative entre les deux.

#### 4.4.4 Les données pour des paramètres moins rencontrés

Les dernières informations que l'on peut apprendre grâce à ces articles sont : qu'il n'y a pas de différence significative entre les filles et les garçons au niveau de la flexibilité (50) ; que la traction horizontale est plus efficace chez les patients de moins de 15 ans (49) ; qu'il n'y a pas eu de complications neurologiques (38, 48) ni d'infections (48) suite à la Th ; qu'il y a une dérotation vertébrale de 6° ou 28% lors de la Tv (22) et de 21.35° (43) ; que d'après O'Neill (38), il y a une dérotation de la vertèbre apicale de 17° lors de la Th ; qu'il y a une fiabilité où CCI = 0.121 (UIV) et CCI = 0.385 (LIV) pour déterminer le niveau d'arthrodèse en se basant sur les résultats de la Th (23) ; que le pourcentage de prédiction de la Th par rapport à la correction postopératoire est de 60.1% en thoracique et de 72.9% en lombaire (28) ; que l'inclinaison vertébrale et l'inclinaison discale sont respectivement en moyenne de 24.44° et de 22.25° lors de la Tv (43) ; qu'il y a un déplacement transversal de la vertèbre de 8.4° lors de la Th (44) ; que l'angle de Cobb lors de la TAG est négativement corrélé avec l'âge (46) ; que la Tv obtient un score plus haut que la Th sur l'EVA (31); et que l'imagerie EOS est 7 fois moins irradiante qu'une radiographie utilisée habituellement (31).

## 5 DISCUSSION

---

L'objectif de cette revue de la littérature est de déterminer l'efficacité des différents tests de traction en les comparant les uns aux autres. Nous sommes partis du principe que toutes les informations récoltées sont bonnes à prendre, tout en gardant un esprit critique les concernant.

La récolte d'informations s'est donc concentrée sur toutes celles pouvant permettre d'aider les chirurgiens dans leur prise de décision en fonction de l'efficacité des tests, ainsi que leur confort auprès des patients.

Nos résultats ont montré que les articles sélectionnés nous donnaient beaucoup d'informations sur la mobilité de la colonne vertébrale lors des tests préopératoires, ainsi qu'en postopératoire. Nous pouvons retrouver comme données : la flexibilité, le taux de correction de l'angle de Cobb lors d'un test, la dérotation vertébrale, la réduction des cyphoses ou lordoses via les angles de Cobb dans le plan frontal, la corrélation avec la correction postopératoire, ou encore la fiabilité des cliniciens dans leur analyse des résultats.

D'autres aspects de la traction sont aussi abordés mais moins fréquemment concernant le point de vue du patient, comme le confort lors du test ou les risques potentiels qu'il encoure lors des tractions.

En revanche, les résultats sont issus d'études différentes, signifiant donc que l'on retrouve beaucoup de diversité dans la sélection des patients, le type de radiographie effectuée, les paramètres analysés et la manière de faire les tests.

### 5.1 La population

Les informations concernant l'âge des patients ou leur répartition dans la classification Lenke ou Risser varie selon les études. Il est important de savoir que ces informations nous aident à déterminer s'il y a un grand potentiel de progression de la courbure ou non, et ce grâce à deux facteurs : la croissance potentielle du patient et les facteurs spécifiques à la courbure, comme sa localisation, sa sévérité,

etc. (51). Pour que le traitement chirurgical soit indiqué, il faut que l'angle de Cobb soit égal ou supérieur à 50° et qu'il y ait maturité osseuse chez l'enfant (2).

En prenant en compte ces éléments, les patients susceptibles d'être dans ce cas sont des enfants relativement âgés sauf exception. Von Heideken (14) nous parle d'enfants âgés de 14 à 17 ans. Nous apprenons également d'après Wong (52) que la proportion de courbure sévère augmente avec l'âge moyen. Nous aurions donc pu nous attendre en analysant nos articles à avoir des moyennes d'âges plus élevées que celles obtenues, étant entre 12 et 18 ans.

Tout comme pour l'âge, nous pourrions retrouver quelles catégories sont les plus représentées pour la classification Risser, King ou Lenke dans le cas d'un traitement chirurgical. Pour la classification Risser, détaillant 5 stades de la maturité osseuse (53), nous avons pu voir dans la littérature que cette classification n'était pas la meilleure échelle pour prédire le potentiel de croissance chez l'enfant scoliotique (54). Cette classification est un élément essentiel dans le choix du traitement mais n'est pas à prendre en compte seule (2). De ce fait, nous ne retrouvons pas un stade de Risser plus représenté qu'un autre dans nos résultats. Concernant la classification Lenke, qui décrit par 6 catégories la scoliose selon la localisation de la courbure et de la sévérité (18), il ressort de la littérature que celles les plus souvent retrouvées lors des opérations sont Lenke 1 et Lenke 2 (55). Cette prédominance se retrouve assez bien dans nos articles, surtout concernant la catégorie Lenke 1. Pour la classification King, seuls deux de nos articles en parlent (29, 48), sans pouvoir constater une distinction entre les catégories. La classification Lenke a fait son apparition car la classification King manquait de validité et de fiabilité (55). Sa création en 2001 explique que les articles plus anciens utilisaient la classification King, comme c'est le cas de Vaughan (48). Concernant Garcia (29), l'intérêt qu'il porte à la classification King n'est pas clair, bien qu'il fournisse la répartition des patients selon la classification Lenke.

Pour ce qui est du ratio de participation filles-garçons aux différentes études, nous obtenons une moyenne générale de 5,5:1. La provenance des données de chaque étude n'est pas bien précisée, ce qui nous empêche de les comparer à l'épidémiologie mondiale ou bien même à celle d'une région en particulier. Pour tout de même avoir un ordre d'idées, voici quelques données européennes : Tsirikos

(56) nous informe qu'en Écosse, entre 2004 et 2018, le ratio filles-garçons atteints de SIA devant subir une opération est de 5,4:1 ; von Heideken (14), lui, nous dit qu'en Suède, entre 2000 et 2013, ce ratio est de 3,6:1. Hors Europe, Sung (57) nous parle d'un ratio de 3,1:1 pour la Corée du Sud. Les différences entre ces études peuvent être expliquées par l'influence environnementale (57), la différence ethnique (57) ou la génétique (5). Quoiqu'il en soit, nous nous rendons tout de même compte que la prévalence féminine est toujours supérieure à celle masculine, que ça soit concernant l'âge des patients, ou la sévérité de la courbure (5). Il n'y a que pour le type de courbure que c'est un peu plus nuancé (5). Le ratio obtenu dans nos résultats n'est donc pas incohérent avec ce que l'on retrouve dans la littérature.

## 5.2 Les interventions

Parmi toutes les interventions répertoriées dans nos résultats, trois sortes de traction ressortent. Il y a la traction horizontale (sur le cadre de Cotrel-Dubousset), la traction verticale (aussi appelée test de suspension) et la traction sous anesthésie générale. Toutes ont pour but d'aider les chirurgiens à déterminer le type d'intervention chirurgicale et les niveaux vertébraux à instrumenter en calculant la flexibilité de la colonne vertébrale (23). Voici des raisons évoquées dans la littérature qui aurait pu pousser les auteurs à en utiliser une à la place d'une autre.

La traction horizontale a été créée car les autres examens préopératoires existants manquaient de reproductibilité (22). La traction horizontale (Th) est une traction effectuée sur le cadre de Cotrel-Dubousset, qui est une traction en décubitus dorsal. Le patient est stabilisé au niveau de la nuque avec un licol cervical et au niveau des hanches avec un bandage, le tout relié de chaque côté à un engrenage pour appliquer la force nécessaire (35). L'intérêt clinique de ce type d'examen préopératoire par rapport au « gold standart » est de pouvoir mesurer la force appliquée lors du test préopératoire (22). Il est aussi vrai que la traction horizontale s'est avérée plus efficace que le side-bending dans l'évaluation de la flexibilité de la colonne vertébrale lorsque l'angle de Cobb est supérieur à 60° (23, 48).

La traction verticale (Tv), aussi appelée la suspension, consiste à attacher le patient avec un licol de traction cervical au niveau de la nuque, relié à une corde effectuant

la traction (31). Aucun maintien n'est fait au niveau des pieds ou des jambes. Les intérêts cliniques de la traction verticale sont identiques à ceux de la traction horizontale.

La traction sous anesthésie générale (TAG) est proche, voire identique, à la traction horizontale excepté que le patient est anesthésié. Son intérêt clinique est d'éliminer les contractions involontaires du patient lors des tests (30).

Parmi les articles analysés, nous nous sommes rendu compte que plusieurs variantes existent dans un même type de traction. Pour la traction horizontale, Finn (28), Garcia (29), Hamzaoglu (30), Ovali (39), Soucacos (41), Subramaniam (42) et Watanabe (49) utilisent une traction dite « manuelle », avec un clinicien au niveau des jambes et un autre au niveau de la tête. Arima (23), Kuroki (33), O'Neill (38) et Polly (40) utilisent quant à eux une traction dite semi-manuelle avec un licol cervical d'où sera appliquée la force et un maintien de la part d'un clinicien au niveau des jambes.

Pour la traction verticale, nous pouvons retrouver Lamarre (22) qui utilise un harnais passant sous les aisselles du patient, ou Kuroki (33), Ovali (39) et Sun (43), qui demandent aux patients de se suspendre à une barre horizontale située au-dessus de leur tête en y accrochant leurs mains, sans que les pieds ne touchent le sol.

Ces différences de protocoles mènent potentiellement à des différences qui ne sont plus uniquement dues aux différences entre les patients. Comme l'explique Bûchler (20), il est par exemple possible que la force appliquée lors de la traction ne soit pas toujours transmise entièrement et directement à la colonne vertébrale si on applique une force via un harnais sous les aisselles comme le fait Lamarre (22).

Nous avons pu nous rendre compte que seul Hirsch (31) a employé un autre type de radiographie que les autres, il s'agit de l'imagerie EOS. Ce type d'imagerie permet de réduire le taux d'exposition aux radiations d'une radiographie (58).

### 5.3 Les paramètres

La première question à laquelle chaque auteur a tenté de répondre est : comment se comporte la colonne vertébrale lorsqu'on y applique une force. La mesure la plus

évidente aux yeux du chirurgien pour observer la mobilité de la colonne est la flexibilité, qui est définie comme la différence de l'angle de Cobb avant et après le test en fonction de la force appliquée (20, 59). La flexibilité se doit d'être calculée dans tous les plans afin, par exemple, de pouvoir aussi prédire la dérotation vertébrale.

Outre le facteur de la flexibilité, les nombreux articles ont du mal à se mettre d'accord sur les autres critères à employer pour évaluer le bon fonctionnement des tests. Certains semblent pourtant prometteurs mais ne sont pas développés par assez d'auteurs. Nous pensons par exemple au taux de correction obtenu lors des tests, à la corrélation entre les examens préopératoires et postopératoires, à la mesure de la fiabilité intra-examineur, à la mesure de la dérotation vertébrale ou au déplacement transversal de la vertèbre apicale.

Ensuite, le point de vue du patient à propos des tests de traction n'a pas été réellement évoqué. Seul Hirsch (31) a utilisé l'échelle EVA dans le but d'évaluer la douleur ressentie par le patient lors des tractions. Au regard de l'incertitude à propos du test étant le plus efficace cliniquement, l'évaluation de la douleur du patient lors des tests pourrait être un point clé dans le choix des tests. Comme cela a déjà été évoqué, les contractions involontaires peuvent interférer avec les résultats (25). Or, on sait que le stress ou l'anxiété du patient vis-à-vis de l'examen préopératoire peuvent se traduire par des tensions physiques (60).

#### 5.4 Les résultats

Les résultats obtenus pour la Th sont très vastes. À propos de l'angle de Cobb, par exemple, les moyennes obtenues varient entre 24.1° (28) et 47° (29) en thoracique et entre 17.7° (28) et 35.7° (39) en lombaire. Concernant la flexibilité ou le taux de correction, nous constatons la même chose. Nous pouvons imaginer que plusieurs facteurs sont susceptibles d'expliquer cet écart entre les données.

- A. La différence de protocole entre les études ; comme nous l'avons dit plus haut, les études n'ont pas toutes effectué la traction de la même manière lors

des examens préopératoires (20), malgré que Finn (28) et Garcia (29), qui sont les deux extrémités en thoracique, utilisent la même méthode.

- B. L'âge des patients qui ont participé à l'étude ; comme évoqué précédemment, la moyenne d'âge de nos études varie entre 12 et 18 ans. Chez les plus jeunes, la souplesse est plus grande et donc l'examen préopératoire peut s'avérer plus concluant (59, 61). C'est le cas chez Watanabe (49) et Kuroki (33), le premier ayant comme résultat  $27.1^\circ$  avec une moyenne d'âge de 15.7 ans, alors que le second a  $32.7^\circ$  comme résultat et une moyenne de 16.6 ans.
- C. L'angle de Cobb initial ; si les données au départ d'une étude sont plus grandes que pour une autre, malgré le bon fonctionnement du test préopératoire, le résultat ne peut être identique (45). De surcroît, nous savons qu'au plus l'angle de Cobb est grand, au moins la colonne vertébrale est souple (59).
- D. La force appliquée ; selon les études, la force appliquée n'est pas toujours identique. Par exemple, O'Neill applique une force égale à  $1.5x$  le poids du corps du patient, Xu une force égale à  $0.5x$  le poids du corps du patient, et d'autres mobilisent une force dite maximale. On apprend justement parmi différents articles qu'il serait bien de standardiser la force à appliquer (30, 45). Nous pensons donc qu'il serait judicieux de s'intéresser à la corrélation entre la force appliquée lors de la traction et le taux de correction de la courbure pour savoir s'il est vraiment utile d'appliquer plus ou moins de force pendant les tests.

Le raisonnement mené pour la Th est tout à fait applicable pour la Tv. Les données pour ce type de traction sont tout de même plus proches les unes des autres si nous faisons abstraction de la donnée obtenue par Chen (21). Le nombre moins important d'articles abordant la Tv par rapport aux nombreux concernant la Th, peut avoir une influence sur les écarts de données éventuels.

Les résultats obtenus lors des TAG se situent pour la plupart très proches les uns des autres, en faisant abstraction de certains qui sont à des extrêmes. Il est certain que pour la TAG, des aspects liés à la participation du patient lors du test ne sont plus d'actualité. Nous pensons entre autres aux contractions musculaires ou à d'autres éléments, tel que le protocole qui est identique à chaque répétition de

l'examen. Encore une fois, nous avons moins d'études que pour la traction horizontale, ce qui aurait pu changer notre analyse. Bien que les résultats se montrent généralement bien meilleurs par rapport aux autres types de traction, des inconvénients ont tout de même été soulignés lors de la pratique de la TAG, comme le fait que ce test doit être réalisé juste avant l'opération, que le taux de radiation augmente avec ce type de test, ou que les images des radiographies sont moins claires (30).

La distinction entre une courbure thoracique et une courbure lombaire est un élément important à souligner dans la manière dont les résultats sont présentés. Certains doutes ont été émis par Hirsch (31), qui doutait du bon fonctionnement de la Tv sur les courbures lombaires. Son explication est que la force n'est appliquée, lors de la Tv, qu'au niveau du cou ou des épaules, alors que, lors de la Th elle est appliquée au niveau du cou mais aussi des jambes ou des hanches. La Th semi-manuelle fait exception, en appliquant un maintien au niveau des membres inférieurs. Pourtant, quand on regarde les résultats de la Tv et de la Th, ils semblent assez similaires. Hirsch (31) et Kuroki (33), analysant la Th et Tv dans leurs études, nous montrent des résultats nuancés par la force appliquée lors du test. Hirsch (31) obtient des résultats identiques à un ou deux degrés près mais avec une force légèrement supérieure lors de la Th, car il a constaté qu'elle est mieux tolérée via les résultats de l'EVA. Kuroki (33), lui, obtient de moins bons résultats lors de la Tv alors que la force appliquée est nettement supérieure. Un plus grand nombre d'articles, comparant avec les mêmes patients les deux types de traction, nous aiderait sans doute à déterminer ce qui a pu influencer ces résultats.

En lien avec l'évaluation de la douleur du patient, il nous semble pertinent de mentionner la mesure du taux de radiation lors des différents tests préopératoires. Hirsch (31) a constaté une exposition de l'ordre de  $0.45 \pm 0.27$ mS pour l'imagerie EOS et de  $3.15 \pm 0.77$ mS pour l'imagerie standard, soit 7 fois moins d'exposition avec l'imagerie EOS. En plus de son taux réduit d'exposition aux radiations, elle permet également de fournir des reconstructions 3D de haute qualité, ainsi qu'une reproductibilité intra- et inter-observateur élevée. Malheureusement, pour l'instant, cette imagerie n'est pas encore accessible à tous les établissements de soins de santé à cause de son coût élevé. Elle est aussi limitée à certaines positions ou paramètres,

comme la mesure de l'angle de Cobb qui n'est pas possible lorsque le patient porte un corset (62).

En plus des paramètres trop peu développés, nous nous sommes interrogés sur d'éventuelles manière de regrouper certaines données. Nous pensons que les rassembler selon leur âge pourrait nous permettre de savoir si un test fonctionne mieux chez les uns ou les autres. Comme nous l'avons expliqué, la souplesse de l'enfant est différente en fonction de l'âge. Il serait donc possible que pour le test de Tv ou de Th les résultats soient différents. Cette réflexion s'applique aussi à un regroupement des données selon leur classification. En effet, nous savons que les classifications Lenke permet de prédire en partie le niveau d'instrumentation des vertèbres (16). Il est possible qu'en analysant les résultats selon ces classifications, nous constatons qu'une catégorie obtient de meilleurs résultats lors de la Th par exemple.

Parmi toutes les réflexions que nous avons pu émettre concernant les nombreuses données obtenues, il faut aussi prendre en compte que, selon les articles, certaines données sont omises. Nous entendons par là que pour deux articles traitant du même sujet, les deux ne fournissent pas les mêmes informations. L'un va nous fournir la flexibilité alors que l'autre nous fournira le pourcentage de correction lors d'un test. En imaginant la répétition de ce genre de situation entre d'autres articles et avec plusieurs paramètres, nous nous sommes rendu compte qu'une comparaison n'était pas toujours faisable malgré le nombre important d'articles.

## 5.5 Les forces et limites

Parmi toutes les informations que nous avons pu récolter, beaucoup nous aident dans notre réflexion concernant chaque type de traction mais malheureusement de nombreuses sont aussi superflues. Cela vient certainement de la manière dont nous avons sélectionné nos articles. Nous n'avons fait le choix ni de suivre un canevas, ni de limiter notre recherche à une date ou à un style de pratique spécifique, ni de regarder la qualité scientifique des articles ou encore le lieu de réalisation de l'étude. Ce choix a été fait avant tout pour pouvoir être le plus exhaustif possible au vu du peu d'article évoquant uniquement l'analyse de la traction en préopératoire. Nous

nous retrouvons donc avec des articles ayant plus de 20 ans d'écart entre leurs dates de publication. Ça peut apporter beaucoup en termes de connaissance et de réflexion vis-à-vis des actes médicaux. Mais on sait aussi que l'incidence de la maladie ainsi que la population touchée peuvent changer et que la médecine se modernise. Comparer deux articles n'ayant pas les mêmes méthodes de travail est très difficile.

La vision de ce mémoire et l'analyse des articles n'ont été effectuées que par une seule personne. La sélection des éléments importants des articles aurait pu être envisagée autrement. Un autre point de vue aurait peut-être apporté d'autres réflexions et d'autres conclusions.

Pour poursuivre les recherches sur le sujet, nous pensons qu'il serait peut-être judicieux de tester les types de traction dans une même étude et en employant une méthode plus standardisée.

De plus, il serait tout aussi intéressant d'inclure des recherches liées aux patients, ainsi que des recherches supplémentaires sur la diminution du taux d'exposition aux radiations comme ça a été le cas avec l'imagerie EOS.

## 6 CONCLUSION

---

Afin de tenter de déterminer si une traction est mieux que les autres sur le plan clinique tout en alliant le confort du patient, nous avons pu récolter un maximum d'information parmi trente et une études. Il ressort que la traction sous anesthésie générale est celle qui obtient les meilleurs résultats. Malheureusement, cette traction nous fournit des clichés radiographiques moins clairs, la mise en place de l'examen est plus compliquée et le taux d'exposition aux radiations est augmenté. Son grand atout est d'éliminer les contractions musculaires du patient qui sont parfois problématiques pour les examens préopératoires. Elle serait donc sans doute plus indiquée pour des patients atteints de scoliose d'origine neuromusculaire.

La réflexion sur le plan clinique de la traction horizontale ou verticale a été plus difficile. Nous avons obtenu beaucoup de données mais qui étaient trop singulières pour que l'on puisse en conclure quelque chose. Quelques points nous ont quand même marqués : la traction verticale obtient une réduction des courbures lombaires similaire à celle obtenue lors de la traction horizontale, et la moyenne sur l'échelle d'EVA est plus petite pour la traction horizontale. Pour les autres données, la plupart manquent de précision ou bien les articles ne s'accordent pas sur la manière d'évaluer ces tests.

Il n'a donc pas été possible, selon nos résultats et nos recherches, de déceler un type de traction plus avantageux qu'un autre ni sur le plan clinique, ni pour le patient.

## 7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. El-Hawary R, Chukwunyerenna C. Update on evaluation and treatment of scoliosis. *Pediatric Clinics*. 2014;61(6):1223-41.
2. Maruyama T, Takeshita K. Surgical treatment of scoliosis: a review of techniques currently applied. *Scoliosis*. 2008;3:1-6.
3. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*. 2008;371(9623):1527-37.
4. Morais T, Bernier M, Turcotte F. Age- and sex-specific prevalence of scoliosis and the value of school screening programs. *American Journal of Public Health*. 1985;75(12):1377-80.
5. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of children's orthopaedics*. 2013;7(1):3-9.
6. Cassar-Pullicino V, Eisenstein S. Imaging in scoliosis: what, why and how? *Clinical radiology*. 2002;57(7):543-62.
7. Langensiepen S, Semler O, Sobottke R, Fricke O, Franklin J, Schönau E, et al. Measuring procedures to determine the Cobb angle in idiopathic scoliosis: a systematic review. *European Spine Journal*. 2013;22:2360-71.
8. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: a 50-year natural history study. *Jama*. 2003;289(5):559-67.
9. Sy N, Bettany-Saltikov J, Moramarco M. Evidence for conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis—Update 2015 (Mini-review). *Current pediatric reviews*. 2016;12(1):6-11.
10. Bruyneel A-V, Chavet P, Mesure S. Corset et scoliose idiopathique de l'adolescence. *Kinésithérapie, la revue*. 2008;8(80-81):23-9.
11. Karimi MT, Rabczuk T. Scoliosis conservative treatment: A review of literature. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*. 2018;9(1):3-8.
12. Schreiber S, Parent EC, Moez EK, Hedden DM, Hill D, Moreau MJ, et al. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis—an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: “SOSORT 2015 Award Winner”. *Scoliosis*. 2015;10:1-12.
13. Bettany-Saltikov J, Weiss HR, Chockalingam N, Taranu R, Srinivas S, Hogg J, et al. Surgical versus non-surgical interventions in people with adolescent idiopathic scoliosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015(4).
14. von Heideken J, Iversen MD, Gerdhem P. Rapidly increasing incidence in scoliosis surgery over 14 years in a nationwide sample. *European Spine Journal*. 2018;27:286-92.
15. Al-Mohrej OA, Aldakhil SS, Al-Rabiah MA, Al-Rabiah AM. Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: Complications. *Annals of Medicine and Surgery*. 2020;52:19-23.
16. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine*. 2003;28(20S):S199-S207.
17. Ovadia D. Classification of adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *Journal of children's orthopaedics*. 2013;7(1):25-8.
18. Slattery C, Verma K. Classifications in brief: The lenke classification for adolescent idiopathic scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2018;476(11):2271-6.
19. Rodrigues LMR, Ueno FH, Gotfryd AO, Mattar T, Fujiki EN, Milani C. Comparison between different radiographic methods for evaluating the flexibility of scoliosis curves. *Acta ortopedica brasileira*. 2014;22:78-81.

20. Büchler P, de Oliveria ME, Studer D, Schumann S, Zheng G, Schneider J, et al. Axial suspension test to assess pre-operative spinal flexibility in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2014;23(12):2619-25.
21. Chen H, Man-Sang W. Spinal flexibility assessment on the patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *Scoliosis and Spinal Disorders.* 2017;12.
22. Lamarre M-E, Parent S, Labelle H, Aubin C-E, Joncas J, Cabral A, et al. Assessment of Spinal Flexibility in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Suspension: Versus: Side-Bending Radiography. *Spine.* 2009;34(6):591-7.
23. Arima H, Dimar JR, Glassman SD, Gum JL, Carreon LY. Combination of Side-Bending and Traction Radiographs Do Not Influence Selection of Fusion Levels Compared to Either One Alone in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Global Spine Journal.* 2023;13(4):1024-9.
24. Chen Z-Q, Wang C-F, Bai Y-S, Zhu X-D, Yang C-W, Xie Y, et al. Using precisely controlled bidirectional orthopedic forces to assess flexibility in adolescent idiopathic scoliosis: comparisons between push-traction film, supine side bending, suspension, and fulcrum bending film. *Spine.* 2011;36(20):1679-84.
25. Davis BJ, Gadgil A, Trivedi J, Ahmed E-NB. Traction radiography performed under general anesthetic: a new technique for assessing idiopathic scoliosis curves. *Spine.* 2004;29(21):2466-70.
26. El-Abed K, Ali S, Dixon S, Hutchinson M, Nelson I, editors. Prediction of surgical correction of idiopathic scoliosis: A comparison of fulcrum bending and traction radiographs. *Orthopaedic Proceedings; 2005: Bone & Joint.*
27. Erdem MN, Karaca S, Korkmaz MF, Enercan M, Tezer M, Kara AN, et al. Criteria for ending the distal fusion at the L3 vertebra vs. L4 in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis patients with Lenke type 3C, 5C, and 6C curves: results after ten years of follow-up. *Cureus.* 2018;10(5).
28. Finn R, Shipley J. Comparison of pre-operative correction X-rays with post-operative correction achieved in adolescent idiopathic scoliosis. *SA Orthopaedic Journal.* 2009;8(4):18-22.
29. Garcia AS, Vieira FA, Kruppa JTP, Ueta RHS, Puertas EB. Comparison between radiographic methods of measuring flexibility in scoliosis. *Coluna/Columna.* 2021;20:84-8.
30. Hamzaoglu A, Talu U, Tezer M, Mirzani C, Domanic U, Goksan SB. Assessment of curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2005;30(14):1637-42.
31. Hirsch C, Ilharreborde B, Mazda K. EOS suspension test for the assessment of spinal flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal.* 2015;24:1408-14.
32. Ibrahim T, Gabbar O, El-Abed K, Hutchinson M, Nelson I. The value of radiographs obtained during forced traction under general anaesthesia in predicting flexibility in idiopathic scoliosis with Cobb angles exceeding 60. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume.* 2008;90(11):1473-6.
33. Kuroki H, Nagai T, Chosa E, Tajima N. Hanging radiograph in idiopathic scoliosis patients: significance as a preoperative stress X-ray. *Journal of Spine Surgery.* 2021;7(4):495.
34. Kwan KYH, Yiglor C, Koh HY, Alanay A, Cheung K. Comparison of flexibility assessments in adolescent idiopathic scoliosis (flexis study). *Global Spine Journal.* 2018;8(1):42S-3S.
35. La Maida GA, Gallazzi E, Ramella F, Ferraro M, Della Valle A, Cecconi D, et al. What Is the Role of Traction Test Radiographs in the Preoperative Planning of Adolescent Idiopathic Scoliosis? *Journal of Clinical Medicine.* 2023;12(22):6986.
36. Liu RW, Teng AL, Armstrong DG, Poe-Kochert C, Son-Hing JP, Thompson GH. Comparison of supine bending, push-prone, and traction under general anesthesia

- radiographs in predicting curve flexibility and postoperative correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2010;35(4):416-22.
37. Malik S, Schmicker T, Kopiec A, Talwalkar V, Prusick V, Muchow R, et al. Preoperative supine traction radiographs often result in higher Lenke classifications than supine bending radiographs in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 2021;9(4):1049-52.
  38. O'Neill CJ, Brennan SA, Quinn C, Brabazon D, Kiely PJ. Standardized traction versus side-bending radiographs in adolescent idiopathic scoliosis: A preliminary study. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*. 2019;28(1):17-21.
  39. Ovali SA, Us AK. Comparison of traction, side-bending and dead-hang radiographs in preoperative evaluation and postoperative correction prediction in adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective analysis of a novel flexibility radiograph. *Medicine (United States)*. 2023;102(50):E36461.
  40. Polly Jr DW, Sturm PF. Traction versus supine side bending: which technique best determines curve flexibility? *Spine*. 1998;23(7):804-8.
  41. Soucacos PK, Soucacos PN, Beris AE. Scoliosis elasticity assessed by manual traction: 49 juvenile and adolescent idiopathic cases. *Acta Orthop Scand*. 1996;67(2):169-72.
  42. Subramaniam MH, Venkatesan M, Hegde SK. Comparison of standing, side bending and awake supine manual traction dynamic radiographs for predicting spinal flexibility with postoperative correction rate in adolescent idiopathic scoliosis. *Indian Spine Journal*. 2023;6(2):152-61.
  43. Sun X, Xie Y, Kong Q, Xu X, Huan L, Zhang B, et al. Segmental characteristics of main thoracic curves in patients with severe adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurgery*. 2018;119:e174-e9.
  44. Suthar H, Yarlagadda M, Hegde S, Chikhale C, Jindal M. Tilt on traction: A new parameter to decide the lower instrumented vertebra in scoliosis correction. *Global Spine Journal*. 2017;7(2):95S.
  45. Takahashi S, Passuti N, Delécrin J. Interpretation and utility of traction radiography in scoliosis surgery: analysis of patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*. 1997;22(21):2542-6.
  46. Tokala DP, Nelson IW, Mehta JS, Powell R, Grannum S, Hutchinson MJ. Prediction of Scoliosis Curve Correction Using Pedicle Screw Constructs in AIS: A Comparison of Fulcrum Bend Radiographs and Traction Radiographs Under General Anesthesia. *Global Spine Journal*. 2018;8(7):676-82.
  47. Uehara M, Takahashi J, Ikegami S, Kuraishi S, Futatsugi T, Oba H, et al. Prediction of Spontaneous Lumbar Curve Correction After Posterior Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis Lenke Type 1 Curves. *Clinical Spine Surgery*. 2019;32(2):E112-E6.
  48. Vaughan JJ, Winter RB, Lonstein JE. Comparison of the use of supine bending and traction radiographs in the selection of the fusion area in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1996;21(21):2469-73.
  49. Watanabe K, Kawakami N, Nishiwaki Y, Goto M, Tsuji T, Obara T, et al. Traction versus supine side-bending radiographs in determining flexibility: what factors influence these techniques? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(23):2604-9.
  50. Xu X, Wang F, Zhou X, Cheng Y, Wei X, Bai Y, et al. Comparison of radiographic postoperative outcomes between males and females with AIS. *Medicine (United States)*. 2015;94(41).
  51. Lonstein JE. Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. 2006;443:248-59.
  52. Wong HK, Hui JH, Rajan U, Chia HP. Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(10):1188-96.

53. Hacquebord JH, Leopold SS. In brief: the Risser classification: a classic tool for the clinician treating adolescent idiopathic scoliosis. *LWW*; 2012.
54. Cheung JPY, Cheung PWH, Samartzis D, Luk KD-K. Curve progression in adolescent idiopathic scoliosis does not match skeletal growth. *Clinical Orthopaedics and Related Research*<sup>®</sup>. 2018;476(2):429-36.
55. Lenke LG, Betz RR, Clements D, Merola A, Haheer T, Lowe T, et al. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? *Spine*. 2002;27(6):604-11.
56. Tsirikos AI, Roberts SB, Bhatti E. Incidence of spinal deformity surgery in a national health service from 2005 to 2018: an analysis of 2,205 children and adolescents. *Bone & Joint Open*. 2020;1(3):19-28.
57. Sung S, Chae H-W, Lee HS, Kim S, Kwon J-W, Lee S-B, et al. Incidence and surgery rate of idiopathic scoliosis: a nationwide database study. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(15):8152.
58. Ilharreborde B, Ferrero E, Alison M, Mazda K. EOS microdose protocol for the radiological follow-up of adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*. 2016;25:526-31.
59. Deviren V, Berven S, Kleinstueck F, Antinnes J, Smith JA, Hu SS. Predictors of flexibility and pain patterns in thoracolumbar and lumbar idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(21):2346-9.
60. Sainsbury P, Gibson J. Symptoms of anxiety and tension and the accompanying physiological changes in the muscular system. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1954;17(3):216.
61. Cejudo A, Robles-Palazón FJ, Ayala F, Croix MDS, Ortega-Toro E, Santonja-Medina F, et al. Age-related differences in flexibility in soccer players 8–19 years old. *PeerJ*. 2019;7:e6236.
62. Ng S-Y, Bettany-Saltikov J. Suppl-9, M5: Imaging in the diagnosis and monitoring of children with idiopathic scoliosis. *The open orthopaedics journal*. 2017;11:1500.



# RÉSUMÉ

## **Introduction**

La scoliose est une pathologie qui se manifeste par une déformation structurelle de la colonne vertébrale. Lorsque le traitement chirurgical est indiqué, des examens radiologiques préopératoires doivent être réalisés. Cette revue narrative a pour but d'analyser les intérêts du point de vue de la clinique et du point de vue du patient des trois types de tractions faisant partie de cet examen préopératoire.

## **Méthodologie**

La recherche d'articles s'est effectuée sur les sites scientifiques suivant : Pubmed, Google Scholar, Embase et Cochrane. Les seuls critères d'exclusion sont qu'ils évoquent la traction comme un traitement, que ça soit une étude Delphi ou que ça soit une revue systématique.

## **Résultats**

Trente et une études ont été sélectionnées obtenant des résultats pour la traction verticale, la traction horizontale et la traction sous anesthésie générale. Les données récoltées portent principalement sur l'angle de Cobb des patients et le calcul de la flexibilité lors des tests. La traction sous anesthésie générale obtient des meilleurs résultats que les deux autres tractions qui, elles, se retrouvent à peu près au même niveau dans leurs résultats.

## **Discussion**

Nous constatons un manque d'homogénéité entre les études, concernant leur protocole, ce qui influence grandement les résultats. Nous constatons aussi que beaucoup de paramètres prometteurs ont été trop peu exposés, poussant donc à réaliser de nouvelles études.

## **Conclusion**

Aucune traction ne ressort de ce travail comme étant supérieure aux autres. La manière de sélectionner les articles est peut-être à remettre en cause, mais il est clair que la poursuite de recherches serait intéressante.