

SCOLIOSES DE L'ADULTE ET DÉFORMATIONS SPINALES ADULTES (ASD)

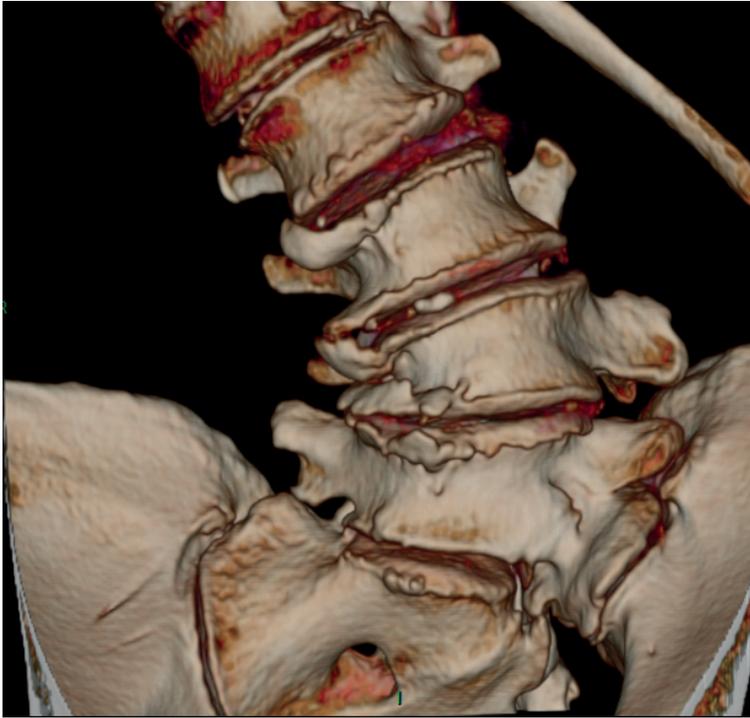


FIG. 1 - IMAGE CLÉ - Reconstruction tridimensionnelle par CT-scan d'une scoliose de l'adulte. La nature dégénérative de ces pathologies est évidente.



LUDOVIC KAMINSKI
JEAN-PAUL DUSABÉ



Ce chapitre est réalisé par le **service d'orthopédie et de traumatologie de l'appareil locomoteur des Cliniques universitaires Saint-Luc** (Bruxelles) à l'intention des étudiants du master complémentaire en chirurgie orthopédique de l'**UCLouvain**.

Merci de le citer sous la forme : [AUTEURS DE L'ARTICLE], [TITRE DE L'ARTICLE]. In *Orthopédie pratique - Le bon diagnostic pour le bon traitement - Pathologies rachidiennes*, UCLouvain, Bruxelles, 2022.

UCLouvain

© 2022 - UCLouvain - Faculté de médecine et médecine dentaire - 50, avenue Emmanuel Mounier - B - 1200 Bruxelles.



Cet article est diffusé sous licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-NC-SA)

POINTS CLÉS

- 🔑 Les scolioses de l'adulte ont une présentation clinique très différente des scolioses pédiatriques.
- 🔑 Leur prévalence est grande et en augmentation du fait du vieillissement de nos populations.
- 🔑 La déformation est souvent tridimensionnelle mais les modifications de l'équilibre sagittal ont une importance de premier plan.
- 🔑 L'objectif de traitement est chez l'adulte d'améliorer la douleur, la fonction et la qualité de vie ce qui revient, statistiquement parlant, à corriger le déséquilibre sagittal.
- 🔑 L'absence de compréhension de la déformation tout comme la mauvaise stratégie chirurgicale donne lieu à des résultats catastrophiques.

DÉFINITION

Les scolioses de l'adulte font partie d'un groupe plus large de déformations que les anglo-saxons nomment *Adult Spinal Deformities* (**ASD**). Ces dernières forment un ensemble de pathologies avec pour caractéristique commune une perte de l'équilibre sagittal plus ou moins marquée. Pour autant, les maladies rhumatismales et les étiologies infectieuses, tumorales ou traumatiques n'y sont pas reprises. Ce chapitre vise à regrouper les éléments essentiels à connaître à propos des ASD.

INTRODUCTION

Les ASD vont voir leur prévalence augmenter du fait du vieillissement de nos populations. Dans les pays développés, on estime que le nombre de personnes de plus de 65 ans va doubler entre 2014 et 2060. Ces déformations présentent pour caractéristique classique une déformation de la colonne dans les trois plans de l'espace. Habituellement, on retrouve un angle de Cobb de plus de 10° dans le plan coronal et on nomme ces déformations **scolioses de l'adulte**. Ces dernières sont en quelque sorte la figure de proue des ASD.

Les ASD ne sont pas rares. Dans leurs formes sévères, elles ébranlent fortement les patients et ceci est bien démontré par différents indicateurs (SF-36, HRQoL, social et psychologique). Bien que l'on puisse y trouver des anciennes déformations spinales de l'adolescence, les déformations chez l'adulte sont surtout représentées par la - très fréquente - cyphose lombaire dégénérative (*Lumbar Degenerative Kyphosis*, **LDK**) et la scoliose **de novo**. Ce qui est important de bien comprendre chez l'adulte est que le moteur principal de la déformation est la perte de l'équilibre sagittal (fig.2). Cette déformation s'aggrave par la cause qui lui a donné naissance sous forme d'un cercle vicieux. Notre vision, bien que non décrite *stricto sensu* dans la littérature, consiste à penser les LDK comme des stades précoces (donc favorisant) de la scoliose adulte.

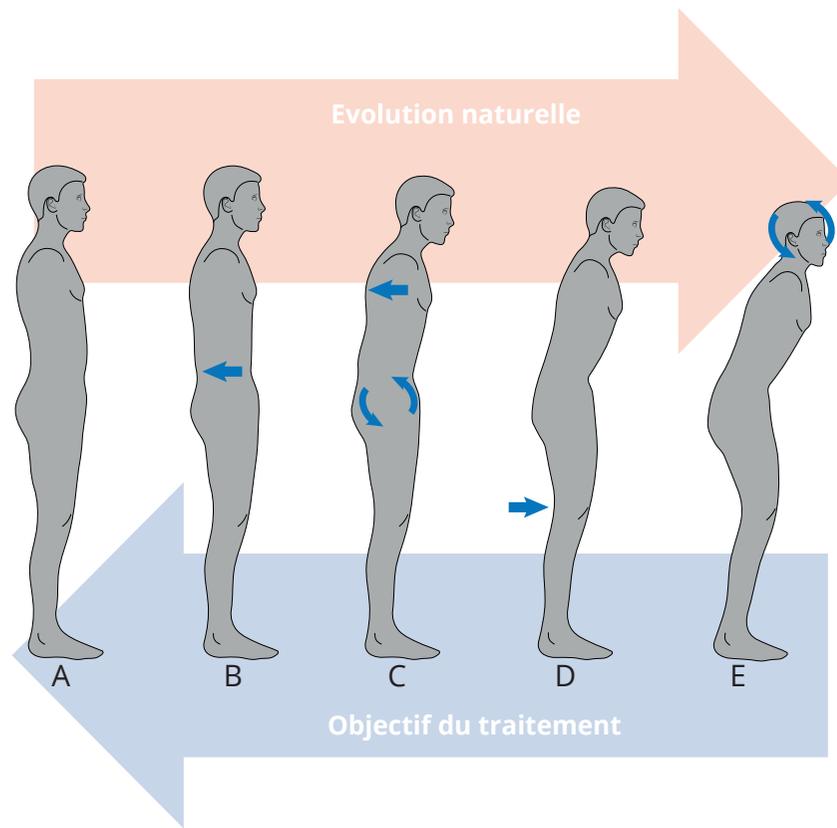


Fig. 2 - Évolution naturelle de l'équilibre avec l'âge vers la perte de lordose (A, B). Évolution pathologique avec apparition de compensations successives afin de garder l'équilibre et de maintenir un regard horizontal. Rétroversion de bassin et extension thoracique et subaxiale (C). Flexion des genoux (D). Extension cervicale supérieure (E). L'objectif principal du traitement est d'infléchir ces compensations.

Les ASD sont un groupe hétérogène d'affections regroupant (fig. 3 à 6) :

- ✦ les **scolioses pédiatriques** qui évoluent à l'âge adulte,
- ✦ la cyphose lombaire dégénérative (**LDK**),
- ✦ les scolioses adultes **de novo**,
- ✦ les **flat back** iatrogéniques.

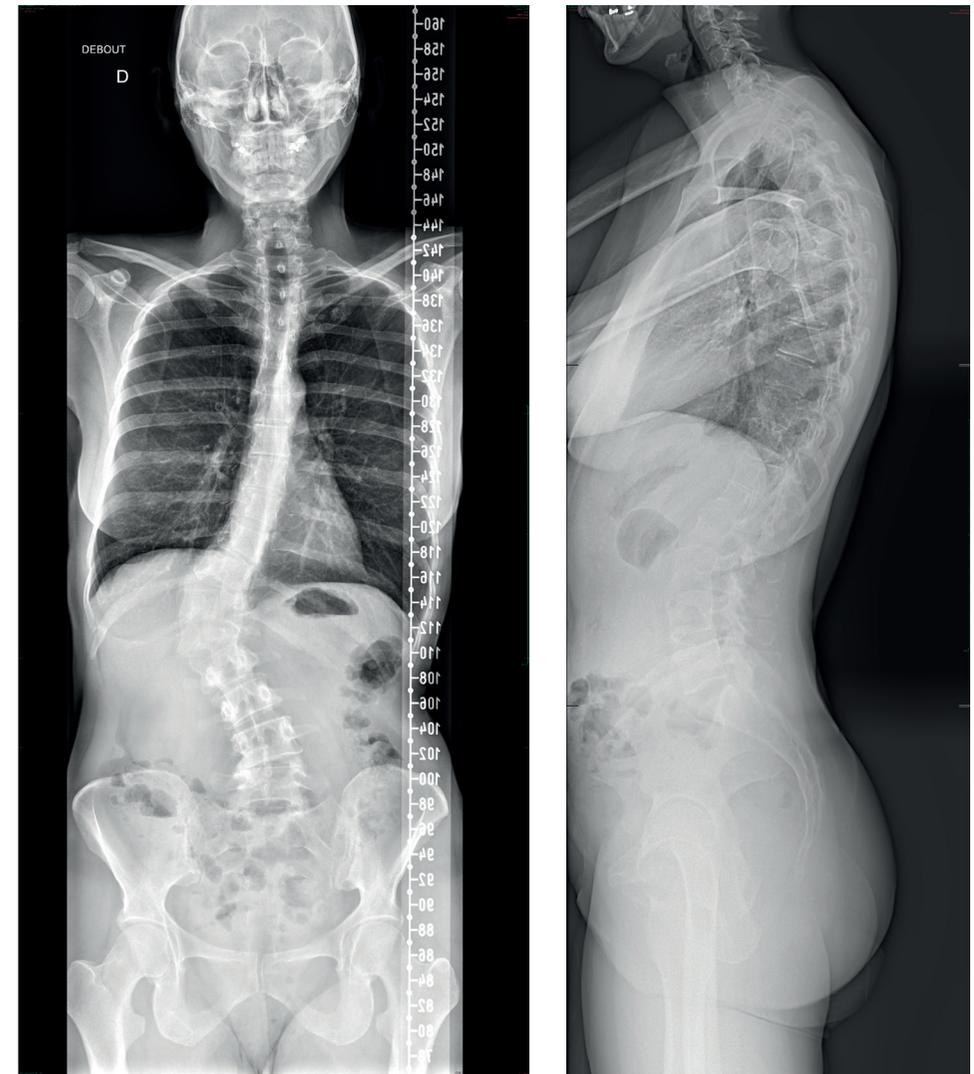


Fig. 3 - Image de l'évolution d'une scoliose de l'adolescent à l'âge adulte (45 ans). Notez que l'équilibre sagittal global est préservé. En revanche, la déformation coronale s'accompagne d'une cyphose centrée sur l'apex thoracolombaire.

LES SCOLIOSES PÉDIATRIQUES À L'ÂGE ADULTE

Leur prévalence est d'environ 3 % dans la population. Elles seront représentées essentiellement par les scolioses les plus fréquentes à savoir les scolioses idiopathiques de l'adolescence (*Adolescent Idiopathic Scoliosis*, **AIS**). Dans cette population, la prédominance est largement féminine avec 7 femmes pour 1 homme (fig. 3).

10 % des AIS vont bénéficier d'un traitement durant l'adolescence. La proportion de traitement chirurgical est faible avec seulement 0,1 %. L'objectif de traitement est essentiellement d'éviter les conséquences d'une déformation progressive.

LES CYPHOSES LOMBAIRES DÉGÉNÉRATIVES (LDK)

Leur prévalence est très grande dans la population et certainement de 50 % des plus de 65 ans. Ces déformations sont moins importantes que les scolioses *de novo* et peuvent être vue comme faisant partie de ces dernières à un stade plus précoce. Elles partagent la même étiologie dégénérative que les scolioses adultes à ceci près qu'un angle de Cobb de plus de 10° n'est pas présent dans le plan frontal. Les phénomènes dégénératifs engendrent ici une perte symétrique de la hauteur discale. Ceci peut être bien toléré tant que les capacités naturelles de compensation ne sont pas dépassées. Les LDK doivent être identifiées et évaluées pour toute chirurgie visant à une fusion dans cette zone (fig. 4). En effet, il faut régulièrement adapter la technique chirurgicale (si l'indication n'est pas la déformation) pour ne pas provoquer de résultat catastrophique chez ces patients.

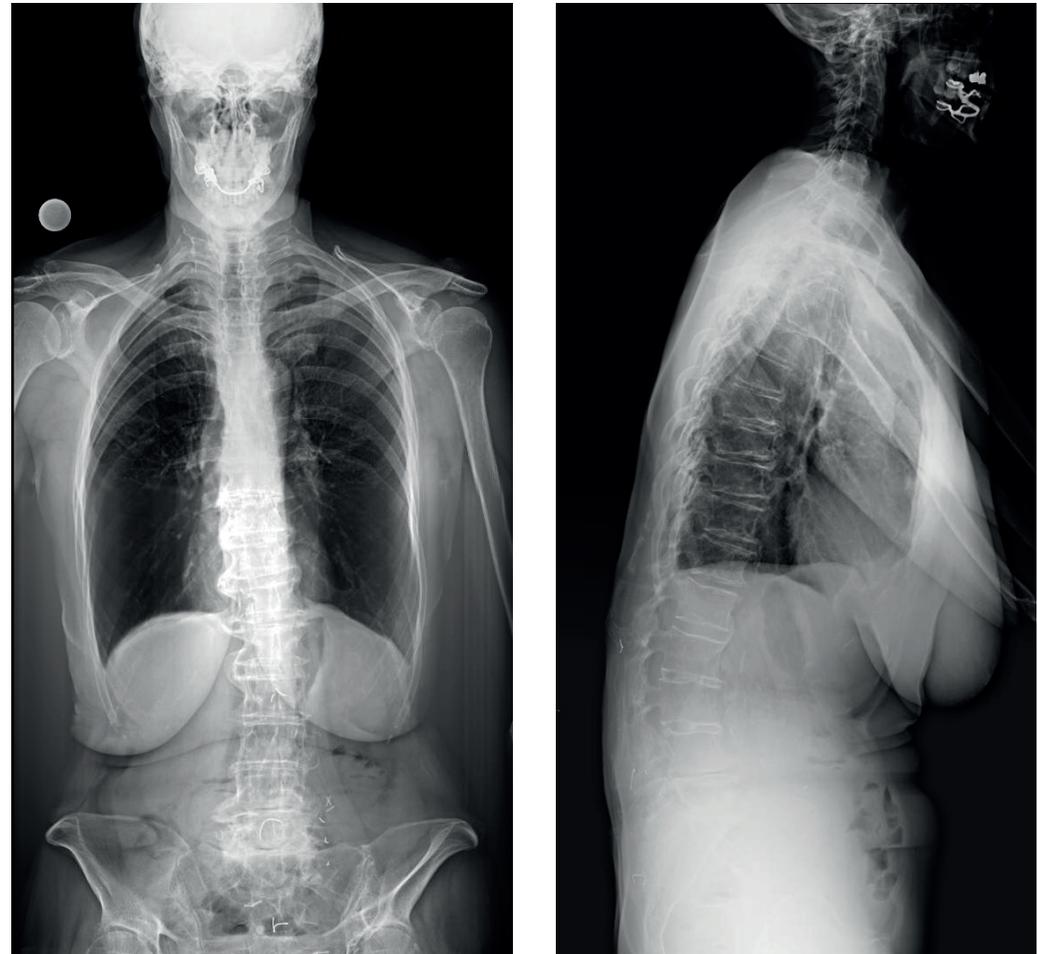


Fig. 4 - Image d'une cyphose lombaire dégénérative à un stade avancé. Chez cette patiente, une indication chirurgicale a été retenue devant l'échec de tout autre traitement. Notez l'absence de déviation coronale.



LES SCOLIOSES ADULTES (DE NOVO)

Ce sont des scolioses se développant à l'âge adulte (6 % des plus de 50 ans). La déformation commence dans le disque intervertébral qui perd en hauteur mais de manière asymétrique. Ceci induit une surcharge mécanique sur les plateaux et les facettes avec remodelage osseux s'accompagnant d'un déséquilibre des systèmes ligamentaire et musculaire. L'ensemble va entraîner une déformation progressive dans les plans sagittal, coronal et axial. Par perte de la hauteur discale, la colonne lombaire perd sa lordose. La perte de la lordose est compensée par une rétroversion de bassin ainsi qu'une extension thoracique et cervicale. Lorsque ces dernières sont dépassées, une flexion des genoux achève la compensation. L'origine est donc dégénérative mais avec une usure asymétrique qui va modifier l'alignement dans les différents plans (fig. 5). Les scolioses adultes touchent souvent la colonne lombaire et progressent plus vite qu'une AIS (1.6 °/an vs 0.8°/an).

FLAT BACK IATROGÉNIQUE

Là encore, la pathogénie est semblable aux scolioses adultes. Les phénomènes dégénératifs vont être accentués par un antécédent chirurgical qui aura modifié l'équilibre naturel de la colonne. Le *flat back* est dit iatrogénique car il est causé la plupart du temps par une mauvaise planification chirurgicale avec absence de prise en compte adéquate de l'équilibre sagittal (fig. 6). Souvent on l'observe dans le cadre des chirurgies de fusion et il est particulièrement présent dans les techniques de correction des scolioses par distraction (Harrington mais aussi Cotrel-Dubousset). Pour les fusions courtes dans la colonne lombaire, le positionnement du patient a une importance capitale et les hanches doivent systématiquement être

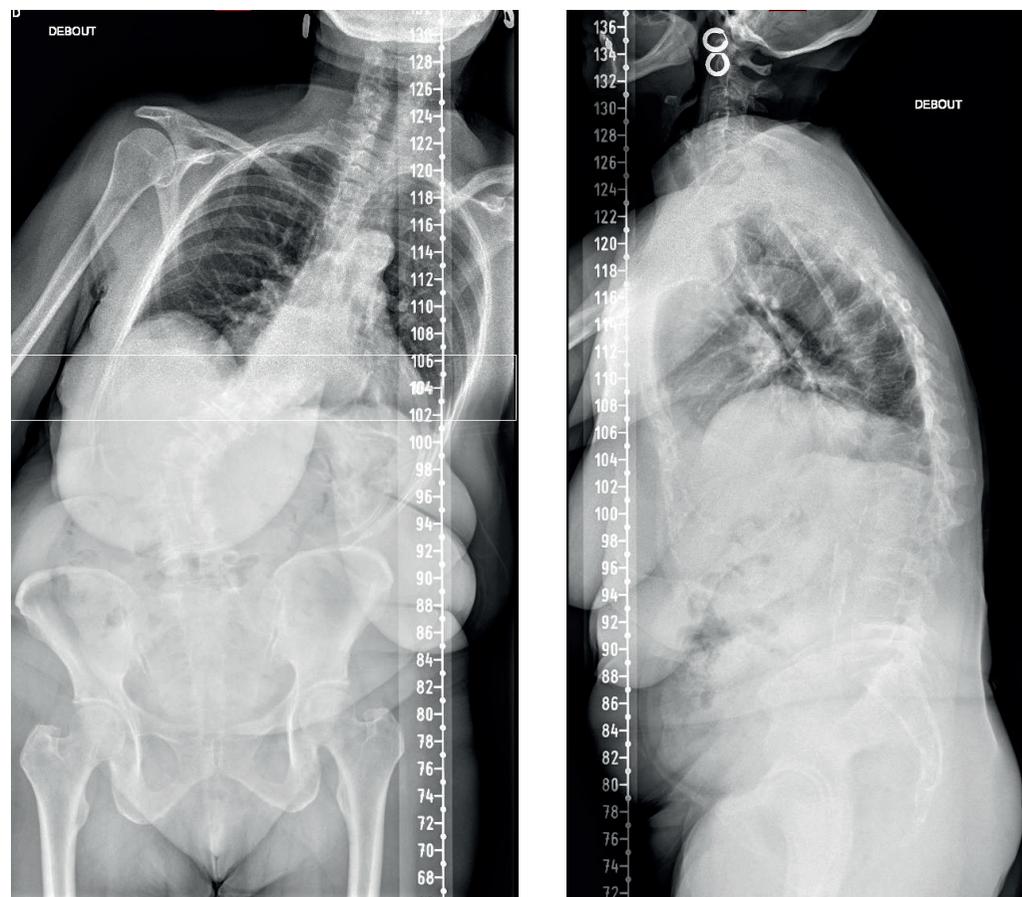


Fig. 5 - Image d'une scoliose adulte. Notez les déformations majeures dans le plan coronal et sagittal.

positionnées en hyperextension et non en genu-pectoral (la lordose est en effet réduite de 25 % lorsque les hanches sont fléchies de 33°).

Toujours dans ces chirurgies, il nous faut adapter la technique dans le but de restaurer, autant que possible, la lordose naturelle des segments fusionnés

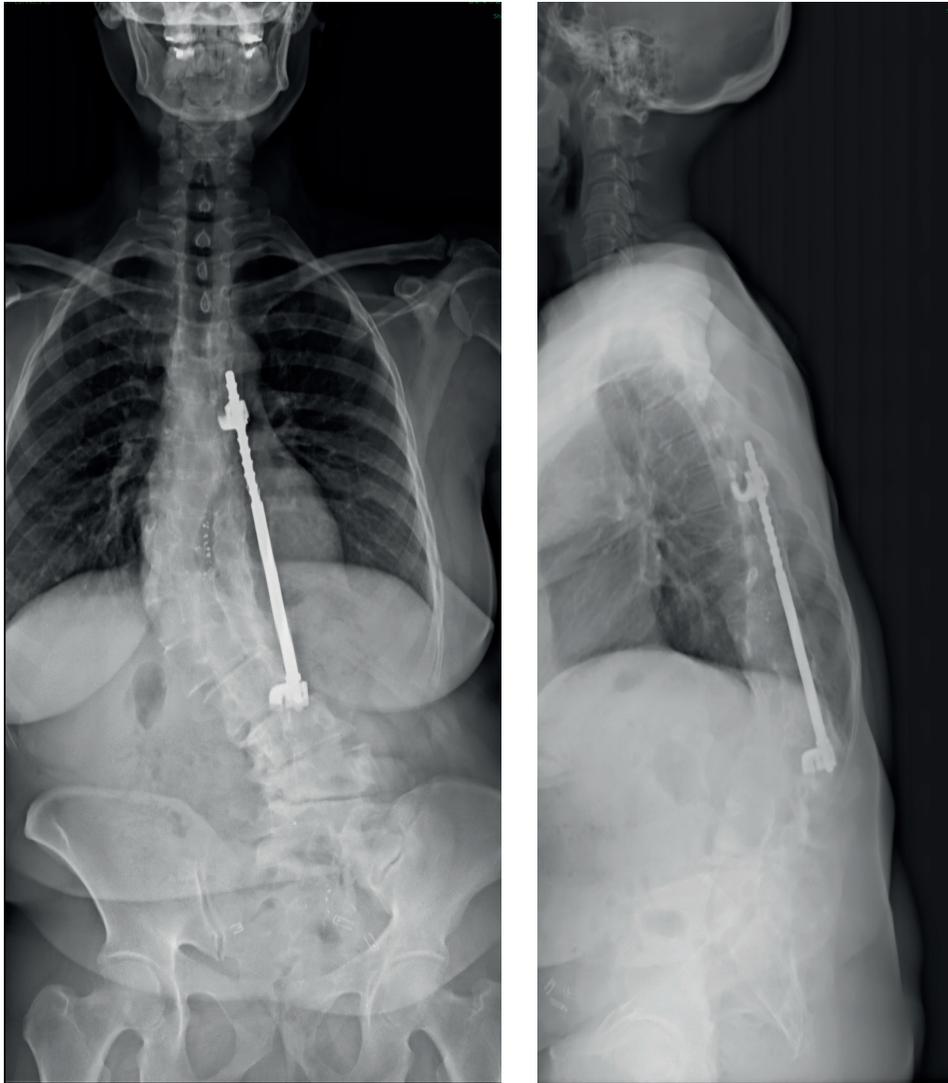


Fig. 6 - Image d'un *flat back* iatrogénique à 30 ans d'évolution d'une AIS traitée à l'adolescence par tige de Harrington.

Le *flat back* peut aussi s'observer après des chirurgies de décompression lorsque cette dernière a été trop généreuse. En théorie, une arthrectomie isolée est susceptible de pouvoir causer un listhésis, une rotation vertébrale ou une cyphose segmentaire. Une bonne exposition anatomique, une technique mini-invasive ainsi qu'une prudence particulière concernant la résection en regard des isthmes vertébraux permet de limiter assez fortement la survenue de ces complications.

CLINIQUE

Les LDK, scolioses adultes et *flat back* iatrogéniques présentent des caractéristiques communes bien différentes des AIS. En effet, les AIS sont habituellement non ou peu douloureuses et la déformation reste le symptôme principal de ces maladies.

AIS

La littérature est claire sur l'évolution naturelle des AIS : les suivis de scolioses non traitées durant 50 à 60 ans (angle de Cobb moyen de 60°) démontrent l'absence d'évolution catastrophique. On note toutefois plus de lombalgies chroniques chez les scoliotiques par rapport à la population normale. La fonction est préservée et par là, l'activité n'est pas réellement limitée. Bien souvent les courbures progressent radiologiquement. Ceci est essentiellement vrai si l'apex se situe en zone thoracique ou thoracolombaire et si l'angle de Cobb dépasse 50°.

Les AIS opérées sont, dans la littérature, suivies moins longtemps (30 ans). Elles ne présentent pas plus de douleur que la population normale mais elles ont une fonction légèrement diminuée. Le facteur de risque principal d'une mauvaise évolution à l'âge adulte est l'équilibre sagittal. Si la chirurgie initiale ne respecte pas la balance sagittale, le risque est plus grand, à l'âge adulte, de présenter des douleurs, une mauvaise qualité de vie et une perte de fonction.



LDK, SCOLIOSES ADULTES ET FLAT BACK IATROGÉNIQUES

L'image typique est un patient présentant une camptocormie, une incapacité à tenir des objets devant soi et une incapacité à monter à pied une surface inclinée. La station érigée se fait avec les genoux légèrement fléchis.

Dans les faits, il existe une très grande variété de présentations cliniques et il en va de même pour l'intensité des plaintes. Retenons ici que les ASD offrent une combinaison individuelle de :

- ✦ douleurs,
- ✦ plaintes neurologiques,
- ✦ fatigue,
- ✦ perte d'autonomie et de fonction.

L'inspection d'un patient dévêti de face et de profil est capitale en position érigée comme à la marche (cf. chapitre *Notions d'équilibre sagittal*). Elle donne une vision claire des compensations en cours dans le plan sagittal. Elle permet aussi de déceler une inégalité de longueur des membres inférieurs ainsi qu'une flèche dans le plan coronal.

La palpation va rechercher les zones douloureuses au niveau de la colonne ou à distance comme fréquemment en cas de conflit costo-iliaque où les dernières côtes génèrent une douleur par appui sur une aile iliaque (cyphose lombaire + rétroversion pelvienne).

La mobilisation permet de mieux comprendre la raideur des déformations, les réserves de compensation ou de préciser une éventuelle atteinte neurologique.

IMAGERIE

L'imagerie doit être entendue comme une aide pour confirmer le jugement clinique, réaliser des mesures angulaires et, par là, assurer un suivi ou planifier une chirurgie.

RADIOGRAPHIE

Chez l'adulte, nous devons réaliser des radiographies *full spine* (FS) de face et de profil. Ces dernières doivent idéalement inclure C2, les têtes fémorales et les fémurs proximaux. Le positionnement du patient est standardisé : debout, mains fermées posées sur les clavicules, genoux tendus et regard horizontal.

CT-SCAN ET IRM

Le CT-scan est très utile pour planifier avec le maximum de précision une chirurgie. Il va aussi permettre d'analyser la colonne en décharge par opposition à la radiographie FS et ainsi d'évaluer la raideur d'une déformation (ou l'impact de la gravité sur cette dernière).

L'IRM est réalisée en cas de plainte neurologique ou pour planifier une chirurgie.

BILAN SAGITTAL

Au final, le bilan complémentaire doit nous permettre d'analyser les paramètres suivants (voir aussi chapitre *Notions d'équilibre sagittal*) :

PARAMÈTRES GLOBAUX

✧ **SVA** (*Sagittal Vertical Axis*)

C'est une flèche sagittale mesurée par la distance entre deux lignes verticales :

- ▶ du centre du corps vertébral de C7 ,
- ▶ du coin postéro-supérieur du plateau de S1.

PARAMÈTRES SPINO-PELVIENS

✧ **PI** (*Pelvic Incidence*) : l'incidence pelvienne.

✧ **PT** (*Pelvic Tilt*) : la version pelvienne.

✧ **SS** (*Sacral Slope*) : la pente sacrée.

PARAMÈTRES RÉGIONAUX

Ce sont les valeurs angulaires de chaque courbure sagittale :

✧ **CL** (*Cervical Lordosis*)

- ▶ Elle se mesure par l'angle de Cobb entre C2 et C7,

✧ **TK** (*Thoracic Kyphosis*)

- ▶ Elle se mesure par l'angle de Cobb entre T1 et T12,

✧ **LL** (*Lumbar Lordosis*)

- ▶ Elle se mesure par l'angle de Cobb entre L1 et S1.

On retiendra qu'il existe une association forte entre un **PT > 22°** ou un **PI - LL > 11°** et une **limitation fonctionnelle douloureuse** chez les patients.

BILAN CORONAL

On identifie les éléments suivants dont certains vont se baser sur la *Central Sacral Vertical Line*, **CSVL** (ligne verticale passant par le centre du sacrum). La *figure 7* illustre la description suivante.

Repérage des vertèbres particulières :

✧ **STABLE** (S) : vertèbre la plus proximale coupée en deux par la CSVL,

✧ **APEX** (A) : vertèbre la plus éloignée de la CSVL (elle est horizontale),

✧ **LIMITE** (L) : vertèbre la plus inclinée sur l'horizontale (on distingue au moins une supérieure et une inférieure),

✧ **NEUTRE** (N) : vertèbre sans rotation (souvent adjacente à la vertèbre limite),

Amplitude de la déformation coronale :

✧ **Cobb** (C) : angle coronal pour chaque courbure entre ses vertèbres limites,

✧ **flèche coronale** (F)

qui est une distance entre deux lignes verticales :

- ▶ du centre du corps vertébral de C7 (*C7 plumb line*),
- ▶ avec la CSVL.

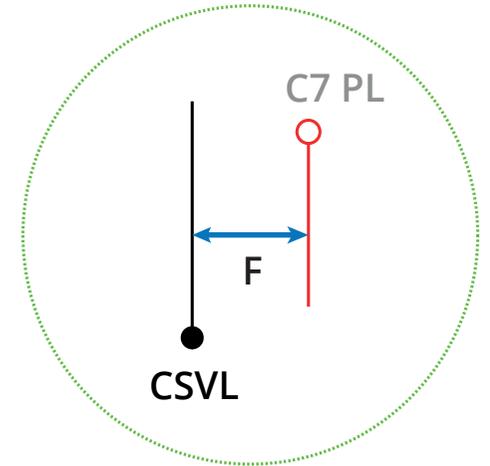
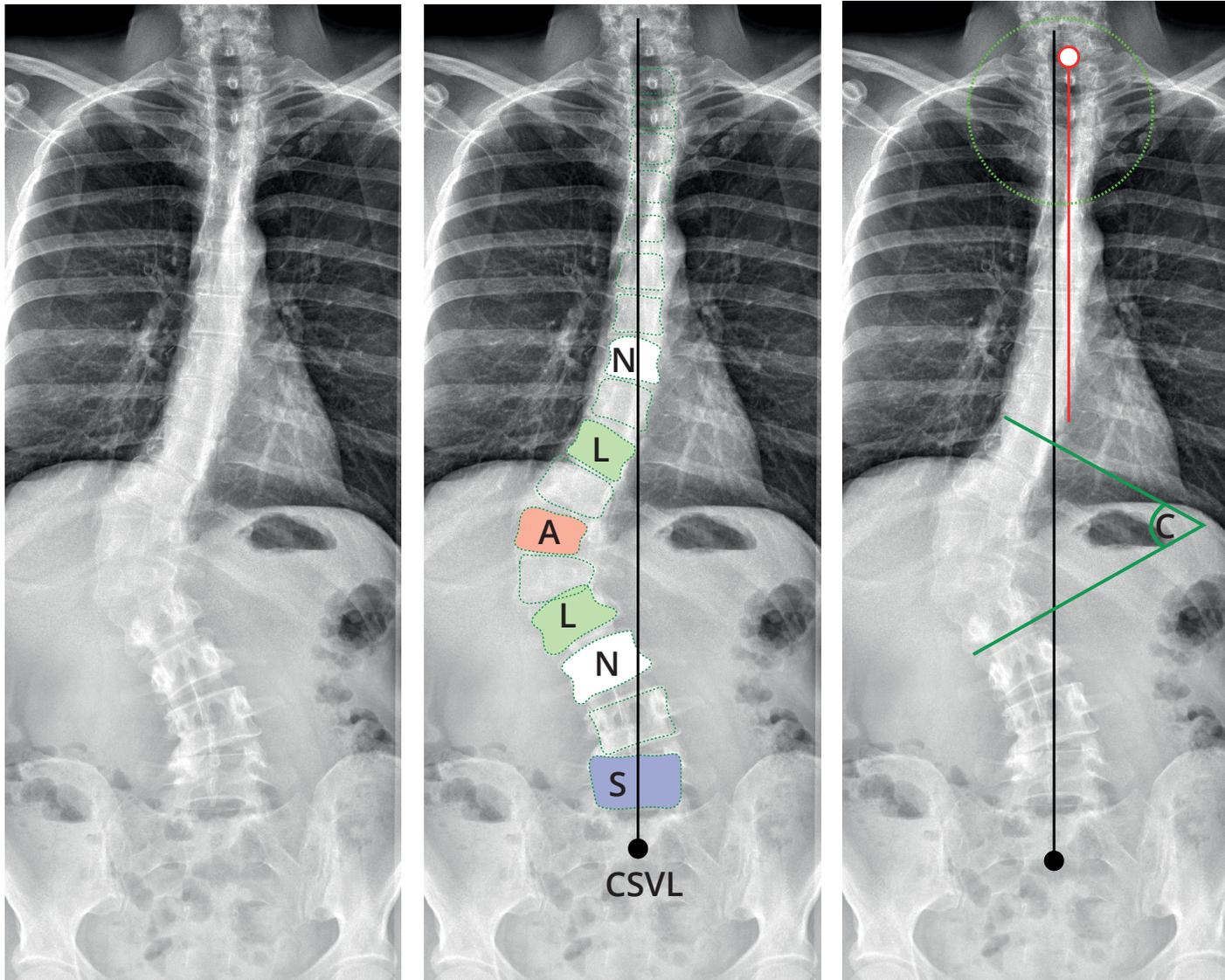


Fig. 7 - Mesures coronales sur radiographie FS de face avec :
 (S) Vertèbre STABLE,
 (A) Vertèbre APEX,
 (L) Vertèbre LIMITE,
 (N) Vertèbre NEUTRE,
 (C) Angle de Cobb,
 (F) Flèche coronale.

CLASSIFICATION SRS-SCHWAB

C'est la classification de référence des ASD à l'heure actuelle. Elle est fortement corrélée à la qualité de vie (HRQoL). Elle rend compte des déformations à la fois coronales et sagittales.

La déformation coronale : on tient compte des angulations avec Cobb $> 30^\circ$ et de leur apex dont la localisation déterminera le type de courbure.

La déformation sagittale tient compte de 3 paramètres :

- △ **PI-LL** avec les valeurs frontières de 10° et 20° ,
- △ **SVA** avec les valeurs frontières de +4 cm et +9,5 cm,
- △ **PT** avec les valeurs frontières de 20° et 30° .

L'importance de la déformation sagittale peut être ainsi résumée par la présence de **Sagittal Modifiers**. Plus ces derniers sont présents, plus la déformation sera importante, débilite et difficile à traiter.

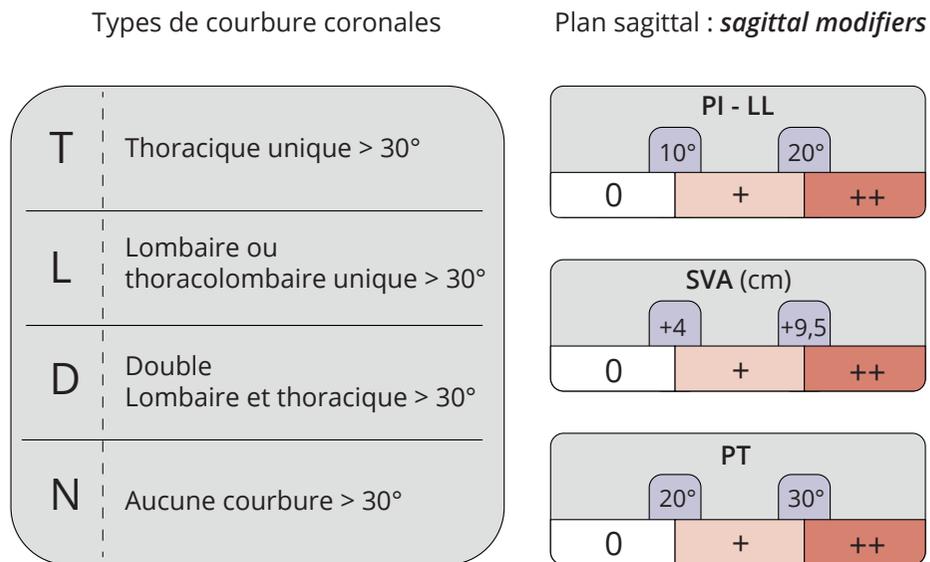


Fig. 8 - La classification SRS-Schwab nous permet de caractériser les ASD.

TRAITEMENT

Le traitement des ASD est **difficile**. De manière générale, il est assez faiblement efficace et notre capacité à améliorer la santé globale de ces patients reste limitée.

CONSERVATEUR

Ce traitement est de règle au stade initial même si les preuves de son efficacité sont limitées voire nulles dans la littérature. Son grand avantage est de ne présenter aucune complication. Après des patients, la stratégie est donc de rechercher une optimisation par la pratique sportive régulière et la kinésithérapie dans le but d'entretenir l'ensemble de la musculature tout en gardant un maximum de souplesse. Il faut bien entendu optimiser la masse corporelle car lors d'une prise de poids, le stockage de masse se fait majoritairement en avant des articulations coxo-fémorales et aura donc un impact négatif concernant le maintien de l'équilibre sagittal.

Les corsets sont à éviter autant que possible du fait qu'ils imposent un repos musculaire avec amyotrophie et raideur consécutive. S'il doit y avoir un corset, ce dernier est préférablement souple et renforcé afin de ne pas causer de lésions cutanées et de pouvoir s'adapter au mieux à une anatomie modifiée par la déformation. Nous les considérerons plutôt dans les déformations majeures chez des personnes non opérables car trop âgées ou présentant de nombreuses comorbidités.

Un appui antérieur est en revanche souvent une aide salutaire. Les bâtons de marche nordique peuvent apporter un confort certain au patient en aidant mécaniquement le maintien de la position érigée ce qui autorise un surcroît d'activité physique.



MÉDICAL

Le traitement antalgique est utile mais il faut favoriser une médication transitoire lors des crises douloureuses avec un palier 1 à 2. Le traitement algologique est la deuxième ligne de traitement à considérer. Les injections péri-durales ou radiculaires sélectives vont se montrer efficaces en cas d'atteinte neurologique associée mais, à 2 ans de recul, seuls 25 % des patients vont encore pouvoir en tirer un bénéfice.

CHIRURGIE

Dernière étape possible de traitement, la chirurgie peut être réalisée suivant plusieurs stratégies, avec une méthode de la moins à la plus agressive.

DÉCOMPRESSION ISOLÉE

La technique sera toujours un premier choix car elle épargne au mieux le rachis. Cependant, son utilisation reste conditionnée à une douleur neuropathique ou à une claudication neurogène sur sténose canalaire. Elle n'a pas d'utilité en cas de douleur principalement axiale mais a une efficacité démontrée à 2 ans de recul sur les douleurs des membres inférieurs. Particulièrement utile en cas de radiculalgie du côté de la convexité, elle perd beaucoup en efficacité sur les radiculalgies du côté concave où le risque de récurrence des symptômes est grand. Même dans les déformations importantes, elle peut être réalisée avec succès (mais difficulté) en cas d'ankylose segmentaire (ponts ostéophytiques ou disque dégénératif terminal).

STABILISATION LIMITÉE À UN OU QUELQUES SEGMENTS

Le choix peut être pertinent pour certaines déformations limitées. Par exemple un spondylolisthésis ou une perte de lordose lombaire sur 1 à 3 segments seulement. Elles s'associent fréquemment à une décompression canalaire ou foraminale qui viendra traiter les symptômes neurologiques. La prise en compte d'un rééquilibrage frontal et coronal est capital et en son absence, le taux de révisions est de 30 %.

OSTÉOTOMIES

Ces procédures sont à considérer pour les déformations symptomatiques les plus graves qui résistent à toute autre forme de traitement (fig. 9). Ce sont des chirurgies complexes et étendues qui visent une correction sagittale et parfois coronale et axiale. Leur planification demande une bonne compréhension de la pathologie et est toujours individuelle (fig. 10). On peut en décrire 6 types différents par ordre de complexité (les différentes ostéotomies seront précisées dans le chapitre *Techniques de correction sagittale*). Le principe est de ne jamais « hyper » corriger (car cela augmente le risque de cyphose jonctionnelle (*Proximal Junction Kyphosis, PJK*) sans gain sur la douleur ou la fonction). La planification doit tenir compte de l'âge et il faudra être moins agressif si le patient est âgé ou présente de nombreuses comorbidités. Ainsi, chez la personne fragile, on préférera réaliser plutôt une

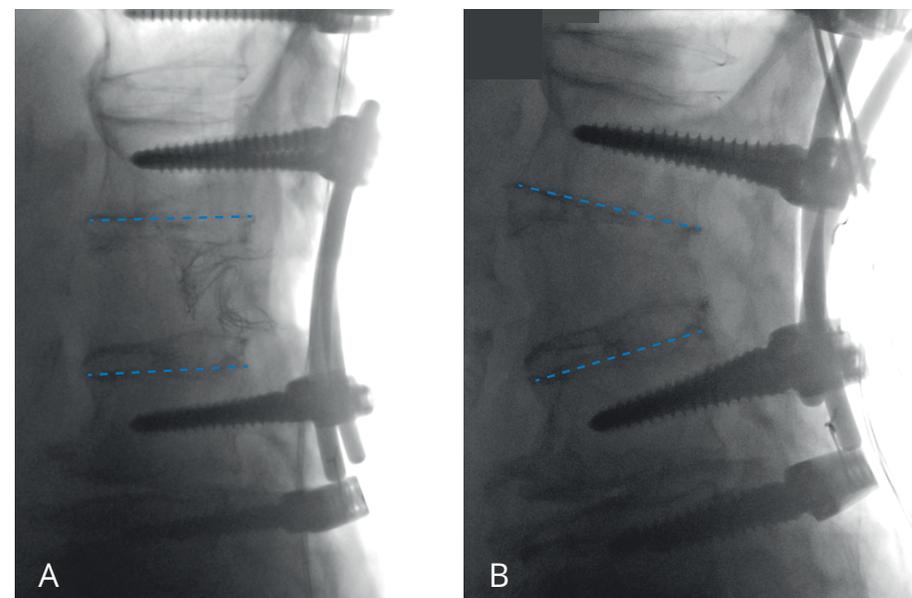


Fig. 9 - Principe des ostéotomies. Image peropératoire de la colonne stabilisée provisoirement par tige courtes avant l'ostéotomie (A) et en cours de réalisation (B).

hypocorrection à la place d'une correction normale. Un SVA aux alentours de 5-6 cm est ainsi une bonne stratégie de traitement chez une personne âgée ou fragile.

Un mauvais choix des niveaux d'arrêt du montage est préjudiciable. En supérieur, stopper l'instrumentation à T11 ou en dessous va générer 50 % de PJK. Les études actuelles recommandent un arrêt au-dessus de T8. En inférieur, il est toujours préférable de stopper l'instrumentation en L5 afin d'éviter les pseudarthroses L5-S1. Un arrêt en S1 génère environ 30 % de révision à 10 ans (la plupart avant 2 ans). Ce dernier est néanmoins pleinement justifié en cas d'anomalie L5-S1 ou de sténose associée (le plus souvent foraminale).

COMPLICATIONS

Les ostéotomies sont associées à un taux élevé de complications. Deux patients sur trois vont présenter une complication et **33 %** une complication dite majeure (c'est-à-dire pouvant menacer la vie). L'impact de ces complications est qu'en cas de survenue, il faut s'attendre à une amélioration plus lente et moins importante des scores fonctionnels et de qualité de vie.

Un patient sur trois va présenter une complication mécanique et 1/6 va devoir être réopéré.

Aussi, les **facteurs de risque de complications** doivent être connus afin d'anticiper au mieux l'évolution. Les principaux sont :

- ✦ l'amplitude de la déformation sagittale (présence de *Sagittal Modifiers ++*),
- ✦ le score ASA,
- ✦ la masse corporelle,
- ✦ un antécédent de chirurgie du rachis.

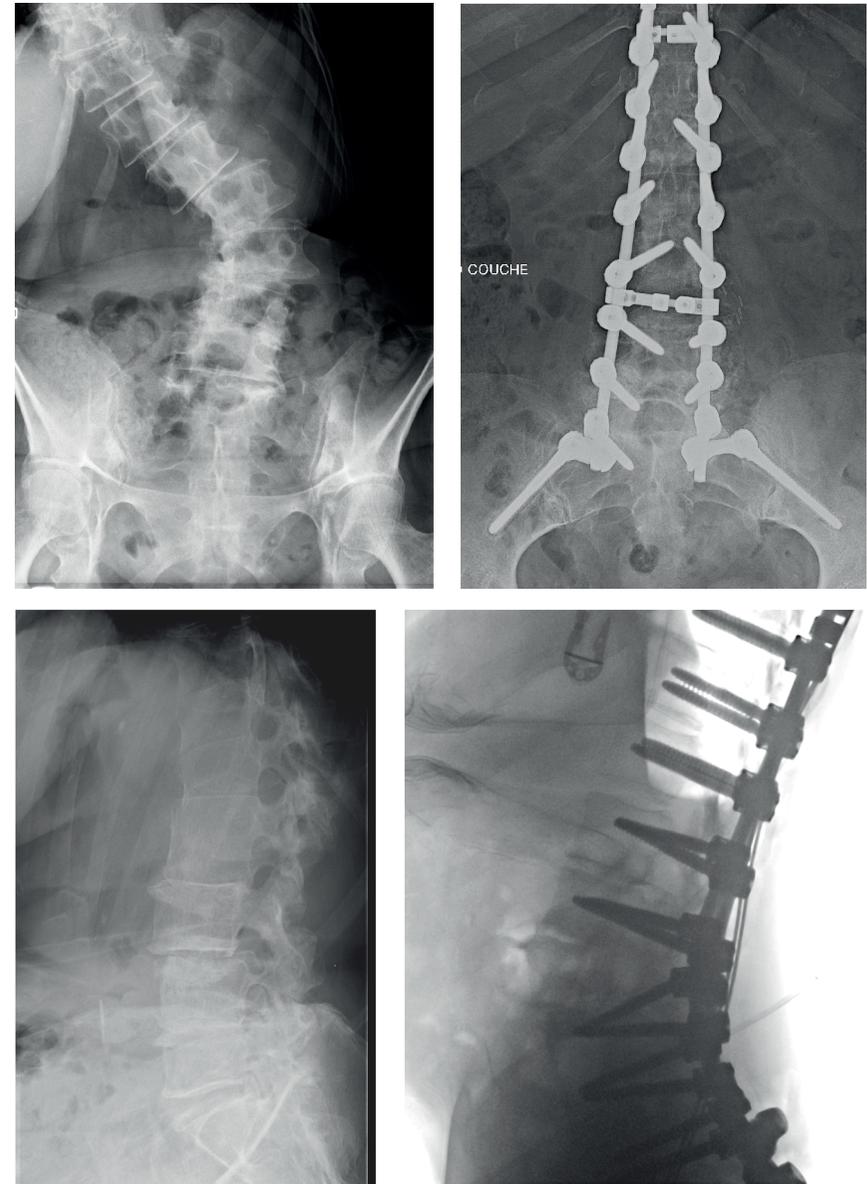


Fig. 10 - Comparatif radiographique pré et postopératoire d'une correction coronale et sagittale par ostéotomie.



Une **optimisation préopératoire** est nécessaire pour lutter contre la survenue de complications :

- ▶ fonction cardio-pulmonaire,
- ▶ statut nutritionnel,
- ▶ arrêt du tabac (> 2 mois).

CONCLUSION/RÉSUMÉ

Les ASD sont des pathologies complexes. Souvent tolérées, elles ne seront pas traitées de manière chirurgicale. Dans les formes symptomatiques, il est impératif de respecter une gradation dans le traitement et pour les mêmes raisons, une optimisation fonctionnelle chez ces patients (activité physique, contrôle du poids). Les atteintes principalement neurologiques vont être traitées avantageusement par une chirurgie de décompression sans instrumentation. Des fusions courtes peuvent être parfois proposées mais devront accorder une importance particulière au rééquilibrage sagittal et coronal. Enfin, dans les formes graves et très symptomatiques malgré tout autre traitement, les ostéotomies vont donner d'assez bons résultats au prix d'un nombre élevé de complications. Pour finir, ces entités sont à bien distinguer des scolioses pédiatriques (tableau 1).

▷ **Tableau 1** - Résumé des différences entre scolioses pédiatriques et adultes.

TYPES	AIS	SCOLIOSE ADULTE
Prévalence	3 %	6 %
Plan de déformation principal	Coronal	Sagittal
Douleur	-	++
Altération fonctionnelle	-	++
Qualité de vie	Préservée	Altérée
Évolution naturelle	Bonne	Mauvaise
Objectifs chirurgicaux	Éviter les conséquences d'une déformation progressive	Amélioration des douleurs, fonction et qualité de vie
Complications	+	+++
Facteurs de risque de mauvaise évolution après chirurgie	Non respect de l'équilibre sagittal	<i>Sagittal Modifiers, ASA, masse, antécédent chirurgical</i>

RÉFÉRENCES

1. F. Schwabe et Al., « **Adult Scoliosis: Prevalence, Sf-36, And Nutritional Parameters In An Elderly Volunteer Population** », Spine (Phila Pa 1976), Vol. 30, No 9, P. 1082-1085, Mai 2005.
2. L. A. Dolan et Al., « **Bracing In Adolescent Idiopathic Scoliosis Trial (Braist): Development And Validation Of A Prognostic Model In Untreated Adolescent Idiopathic Scoliosis Using The Simplified Skeletal Maturity System** », Spine Deform, Vol. 7, No 6, P. 890-898.E4, Nov. 2019.
3. P. J. York et H. J. Kim, « **Degenerative Scoliosis** », Curr Rev Musculoskelet Med, Vol. 10, No 4, P. 547-558, Déc. 2017.
4. S. L. Weinstein, L. A. Dolan, K. F. Spratt, K. K. Peterson, M. J. Spoonamore, et I. V. Ponseti, « **Health And Function Of Patients With Untreated Idiopathic Scoliosis: A 50-Year Natural History Study** », Jama, Vol. 289, No 5, P. 559-567, Févr. 2003.
5. A. J. Danielsson, R. Hasselius, A. Ohlin, et A. L. Nachemson, « **Health-Related Quality Of Life In Untreated Versus Brace-Treated Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Long-Term Follow-Up** », Spine (Phila Pa 1976), Vol. 35, No 2, P. 199-205, Janv. 2010.
6. T. Akazawa, S. Minami, T. Kotani, T. Nemoto, T. Koshi, et K. Takahashi, « **Long-Term Clinical Outcomes Of Surgery For Adolescent Idiopathic Scoliosis 21 To 41 Years Later** », Spine (Phila Pa 1976), Vol. 37, No 5, P. 402-405, Mars 2012.
7. A. J. Danielsson, « **Natural History Of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Tool For Guidance In Decision Of Surgery Of Curves Above 50°** », J Child Orthop, Vol. 7, No 1, P. 37-41, Févr. 2013.
8. M. Haefeli, A. Elfering, R. Kilian, K. Min, et N. Boos, « **Nonoperative Treatment For Adolescent Idiopathic Scoliosis: A 10- To 60-Year Follow-Up With Special Reference To Health-Related Quality Of Life** », Spine (Phila Pa 1976), Vol. 31, No 3, P. 355-366; Discussion 367, Févr. 2006.
9. F. Schwab et Al., « **Scoliosis Research Society-Schwab Adult Spinal Deformity Classification: A Validation Study** », Spine (Phila Pa 1976), Vol. 37, No 12, P. 1077-1082, Mai 2012.