

SCOLIOSES : TECHNIQUES DE CORRECTION

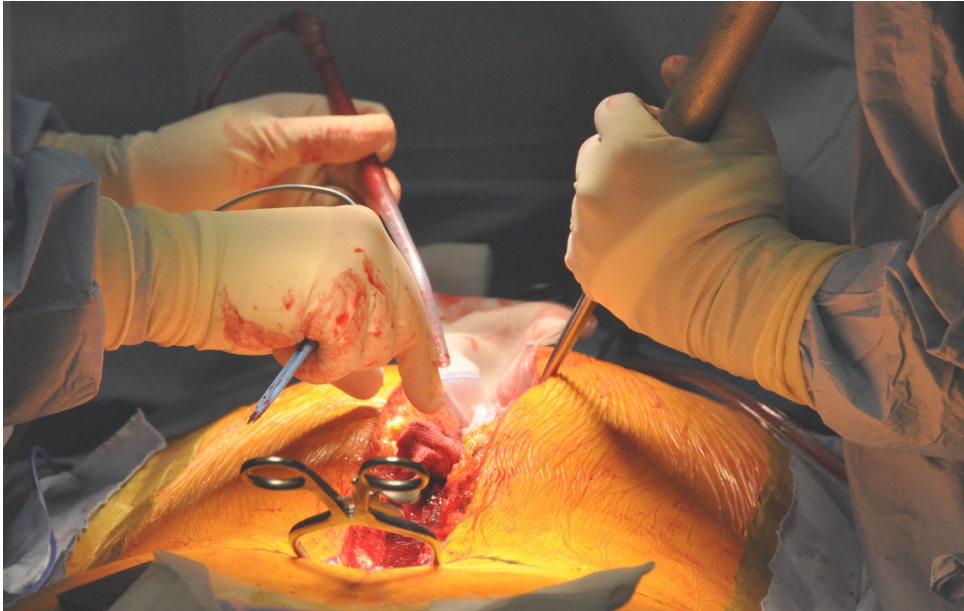


FIG. 1 - IMAGE CLÉ - Photographie peropératoire d'une chirurgie correctrice de scoliose. À l'heure actuelle, le traitement n'est pas mini-invasif et l'abord est nécessairement étendu aux vertèbres à instrumenter. Cette chirurgie relativement délicate est idéalement réalisée par deux chirurgiens.



LUDOVIC KAMINSKI
SIMON VANDERGUGTEN
PHILIPPE MAHAUDENS



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

- 🔑 Le traitement orthopédique des scolioses se réalise à partir d'une succession de plâtres nommés EDF pour aboutir à un corset définitif.
- 🔑 Cette méthode de réduction progressive se base sur l'utilisation d'une table de Cotrel dont l'utilisation est normalisée.
- 🔑 Le traitement orthopédique est efficace lorsqu'il permet de corriger au moins 50 % des courbures scoliotiques.
- 🔑 Les corsets, plâtrés ou non, doivent toujours être surveillés. Des recommandations aux parents sont nécessaires tout comme la connaissance des possibles complications du traitement orthopédique.
- 🔑 Parmi les nombreuses techniques chirurgicales développées pour traiter les scolioses, l'arthrodèse vertébrale postérieure est la plus utilisée.
- 🔑 Cette dernière repose sur une planification frontale et sagittale rigoureuse.
- 🔑 La mise en place des différents implants obéit à des règles précises. Leur nombre et densité sont adaptés à chaque déformation.
- 🔑 La réduction chirurgicale de la déformation s'accorde à chaque patient mais reste une combinaison variable de quatre techniques : distraction/compression, rotation de tige, translation et « dérotation ».

INTRODUCTION

Ce chapitre technique ne discute pas des indications de traitement qui sont détaillées dans d'autres chapitres mais vise à décrire sommairement les techniques utilisées dans le traitement des scolioses idiopathiques. Nous aborderons d'abord les techniques de réalisation d'un corset plâtré dit EDF puis les techniques chirurgicales de mise en place des implants et de correction par arthrodèse vertébrale postérieure. Les techniques de modulation de croissance et celles spécifiques aux scolioses neuromusculaires ou congénitales ne seront pas abordées dans ce chapitre.

TECHNIQUE PAR PLÂTRE

PRÉAMBULE

Le traitement des scolioses par corsets plâtrés a démarré au XIX^e siècle. Ce n'est qu'après une longue maturation que le traitement tel qu'il est pratiqué aujourd'hui s'est développé, se basant essentiellement sur les travaux de Cotrel réalisés dans les années 60. Ce dernier conçut un cadre de réduction très maniable associant plusieurs principes correcteurs identifiés progressivement. À ce jour, le cadre de Cotrel ou cadre **EDF** (*Élongation, Dérotation, Flexion latérale du rachis*) reste l'instrument de base pour le traitement des déformations rachidiennes (fig. 1) dans les centres hospitaliers ayant gardé l'expertise de la technique par plâtre.



PRINCIPES

La technique de confection des plâtres est fondée sur 5 principes essentiels et combinés :

- ✦ une **traction axiale** (cranio-pelvienne) progressivement augmentée,
- ✦ un positionnement en **légère cyphose** globale du tronc afin de d'augmenter le jeu des articulaires postérieures,
- ✦ une « **dérotation** » des courbures scoliotiques par un couple de force prenant appui sur la gibbosité (pour la pousser vers l'avant) et sur le côté concave,
- ✦ une **poussée horizontale** (appelée, par Cotrel, *flexion latérale*) au niveau des zones apicales afin de translater le côté convexe des courbures vers le côté concave,
- ✦ des **chambres d'expansion** (ouvertures) aux parties antérieure du côté convexe et postérieure du côté concave pour optimiser l'effet rotatoire.

RÉALISATION

Le patient est positionné en décubitus dorsal sur la table de Cotrel (fig. 2).

La traction axiale est réalisée par la mise en place d'un collier de sayre (qui englobe la tête et le menton) et de deux sangles pelviennes tractant le bassin vers les pieds. L'utilisation d'un dynamomètre au niveau crânial permet d'appliquer une première force de traction de 5 kg, qui va naturellement diminuer dans les minutes qui suivent suite au relâchement progressif du patient. Une nouvelle force de traction est alors implémentée pour récupérer une valeur de 5 kg et la démarche sera reproduite une 3^e fois.

La « dérotation » vertébrale est réalisée par traction de larges bandes de tissu orientées verticalement par rapport au tronc du patient. Des bandes sont également placées au-dessus et en dessous de la courbure à corriger pour induire une rotation dans le sens opposé de la courbure scoliotique. Elles permettent ainsi de corriger des courbures sus ou sous-jacentes inverses ou d'éviter une rotation de l'ensemble du tronc.

La poussée horizontale se réalise avec des bandes de tissus placées horizontalement et en regard des apex. Ces bandes ont une orientation perpendiculaire au rachis en région lombaire et sont disposées dans l'axe des arcs costaux postérieurs pour la gibbosité thoracique. Des bandes en tissu supplémentaires exercent des poussées horizontales opposées de part et d'autre des courbures à corriger. En effet, la correction d'une courbure peut entraîner une compensation en amont ou en aval (amorçe d'une contre-courbe, exagération de la contre-courbe déjà présente).



Fig. 2 - Photographie d'une patiente scoliotique plâtrée dans le cadre de Cotrel avec bandes de correction en tissu.

CRITÈRES D'EFFICACITÉ DU TRAITEMENT PAR PLÂTRE

L'efficacité du traitement par plâtres est basée principalement sur le principe du maintien prolongé d'un segment corporel dans une position de correction (loi de *Hueter-Volkman*). Le plâtre va diminuer les contraintes mécaniques au niveau des concavités des courbures favorisant ainsi leur meilleure croissance osseuse.

Cette efficacité est augmentée par la réalisation successive d'une série de plâtres (*serial casts*), généralement au nombre de 2 à 3, portés pendant une période de 4 à 6 semaines chacun. Ce traitement est ensuite poursuivi par le port d'un corset rigide, généralement un corset lyonnais, maintenu jusqu'à maturité osseuse. Cette succession de plâtres (soit une durée totale d'environ 4 mois) permet d'obtenir une correction progressive des courbures (*fig. 3*).

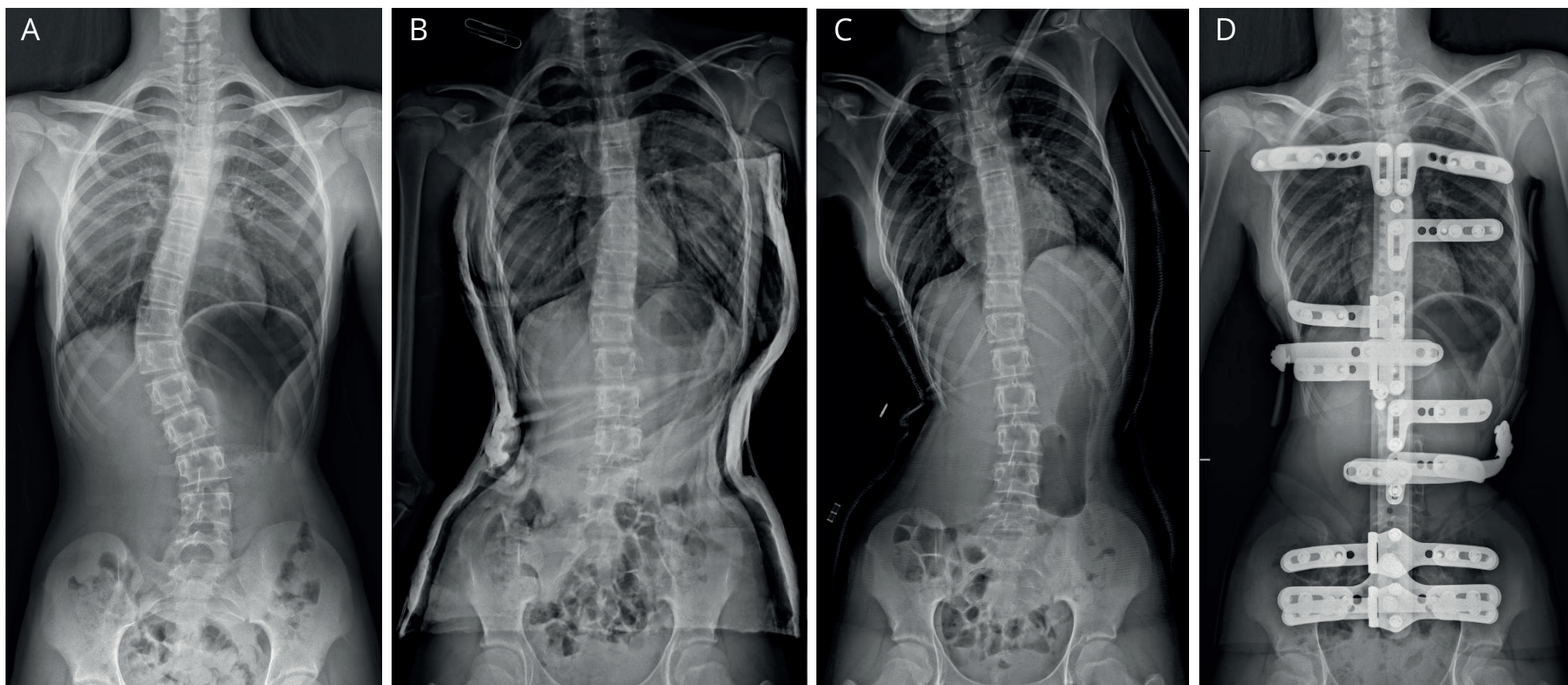


Fig. 3 - Radiographies *full spine* de face d'une courbure thoracique traitée par plâtre EDF. (A), radiographie en charge avant le plâtre. (B), contrôle à 1 mois. (C), contrôle à 3 mois. (D), corset lyonnais mis en place à 4 mois.



La littérature scientifique souligne qu'un traitement orthopédique est efficace s'il parvient à corriger au moins de **50 %** des courbures scoliotiques. Une correction de 70 % est corrélée avec un maintien à long terme des courbures scoliotiques réduites.

L'efficacité du traitement par plâtres peut être augmentée par l'utilisation :

- ✦ d'un appui plâtré occipito-mentonnier (fig. 4). Celui-ci est utilisé chez les enfants scoliotiques plus jeunes (*early-onset scoliosis*) non hypotoniques, pour des courbures plutôt thoraciques, pour des courbures dorsales hautes ou pour éviter tout appui sur le grill costal (en cas d'insuffisance respiratoire),
- ✦ de MEOPA (mélange équimolaire oxygène-protoxyde d'azote). Le produit est inhalé durant la confection du plâtre. Sa rapidité d'action et sa réversibilité quasi-immédiate lors de l'arrêt de l'inhalation facilitent son utilisation et sa tolérance. Son administration, soumise à une prescription médicale, doit être réalisée par un personnel soignant spécifiquement formé. Cette technique est régulièrement proposée aux enfants peu compliants ou stressés,
- ✦ d'une anesthésie générale (AG), dont les résultats en terme de correction sont supérieurs (fig. 5). Ces AG sont proposées aux enfants non compliants, ou en cas de courbures très raides,
- ✦ de la mise en place préalable d'un programme d'assouplissements intensifs du rachis dans les 3 plans de l'espace (1 h, 1x par jour pendant 10 jours).



 **Fig. 4** - Photographie d'une patiente *early-onset scoliosis* dans un plâtre avec appui occipito-mentonnier.



Fig. 5 - Photographies d'une patiente scoliotique plâtrée sous anesthésie générale.

RECOMMANDATIONS

Quelques recommandations sont à transmettre aux familles lors de traitements par plâtre :

- ▶ éviter les boissons gazeuses, les féculents ainsi que les repas copieux pendant 24 h après la mise en plâtre pour limiter la dilatation gastrique,
- ▶ ne changer le linge de corps placé sous le plâtre que tous les 3 à 4 jours,
- ▶ contacter au plus vite l'équipe médicale si le linge de corps est souillé (sang, liquide suspect) lors de son renouvellement,
- ▶ Enfin, on veillera à ne pas laisser de délai sans contention entre ablation du plâtre et mise en place d'un corset car les corrections sont rapidement perdues.

COMPLICATIONS

RESPIRATOIRES

À première vue, le plâtre peut être perçu comme une technique générant des forces compressives sur la cage thoracique et limitant, de ce fait, son expansion. Cependant, bien moulé, il ne comprime pas la cage thoracique et respecte les mouvements respiratoires. Une étude récente de *Shafer* a montré que même si les fonctions pulmonaires sont diminuées au moment de la confection du plâtre, elles retournent vers leurs valeurs initiales dans le mois. À long terme, le plâtre peut agir comme protecteur d'une dégradation de la fonction pulmonaire en bloquant l'aggravation des courbures scoliotiques.

ESCARRES

Des irritations cutanées d'origine variées (points d'hyperpression, linge de corps plié, transpiration, manque d'hygiène, zone cutanée fine) peuvent entraîner des escarres. Des ouvertures peuvent être réalisées dans le plâtre pour libérer les zones d'hyperpression ou les zones blessées afin de les soigner. Si la zone en souffrance est difficilement accessible aux soins, alors le plâtre doit être complètement retiré et différé quand la plaie sera complètement cicatrisée.

PROBLÈMES GASTRIQUES

Certains enfants stressés peuvent présenter des reflux gastriques tandis que d'autres montreront une dilation gastrique par aérophagie ou simplement à cause d'un repas trop copieux. Ces dilations se traitent en service d'urgence par la mise en place d'une sonde gastrique avant la libération des contraintes excessives du plâtre.

PROBLÈMES CUTANÉS

Des éruptions cutanées liées à d'autres pathologies peuvent survenir comme de l'eczéma, une infection virale (rougeole, roséole) ou une intolérance au matériau du plâtre. Dans ces situations, le plâtre doit être enlevé le temps de traiter le problème cutané ainsi que sa cause.



CORRECTION CHIRURGICALE POSTERIEURE

PRINCIPES

Les principes de correction des scolioses idiopathiques par arthrodièse vertébrale postérieure utilisent des implants fixés dans les vertèbres. Cet ancrage va nous permettre de réduire la déformation par fixation progressive des implants sur deux tiges préalablement ceintrées (sur base d'une planification) dans le plan sagittal.

PLANIFICATION

De manière schématique, la planification **frontale** (étendue du montage) se base sur les principes de **Lenke** et la planification **sagittale** se base sur les principes d'**Abelin-Genevois** (cf. chapitres *Scolioses : examens complémentaires* et *Scolioses : traitement chirurgical et conservateur*).

LES IMPLANTS : DESCRIPTION ET TECHNIQUE

VIS PÉDICULAIRES

La vis pédiculaire est pour nous, l'implant de choix, efficace et robuste. Leur positionnement est fiable et reproductible, même dans les scolioses évoluées avec rotation vertébrale importante. La technique de mise en place nécessite néanmoins une courbe d'apprentissage importante doit être le fruit d'un véritable compagnonnage par un chirurgien senior. De manière générale, que ce soit lors de l'apprentissage ou lors de la mise en place des implants pour une correction de scoliose, on commence par les vis lombaires basses, et on progresse vers la partie proximale du rachis soit avec une difficulté croissante. Nous ne sommes pas favorable à l'utilisation systématique d'un système de navigation qui peut engendrer un faux sentiment de sécurité. Nous préférons nous baser sur des critères anatomiques selon la technique de Lenke.

Pour les **vis lombaires** (fig. 6) : le point d'entrée de la vis se situe à la jonction

du milieu du processus transverse et du bord latéral de l'articulaire supérieure de la vertèbre instrumentée. À l'aide d'une gouge on résèque une partie de l'articulaire supérieure après avoir avivé les cartilages articulaires des deux facettes à l'aide d'une fine pince gouge ou d'un ostéotome. La résection de l'articulaire supérieure expose l'os spongieux : les corticales de l'articulaire se rejoignent pour former l'isthme (image de « Y » en direction de l'isthme). Le point d'entrée se situe précisément à cet endroit. L'os spongieux peut être perforé s'il est scléreux à l'aide d'une pointe carrée. Ensuite on utilise une sonde pédiculaire courbe, insérée au niveau du point d'entrée, introduite progressivement et sans forcer en direction légèrement convergente. Le trajet est ajusté de manière plus ou moins descendante selon la position du

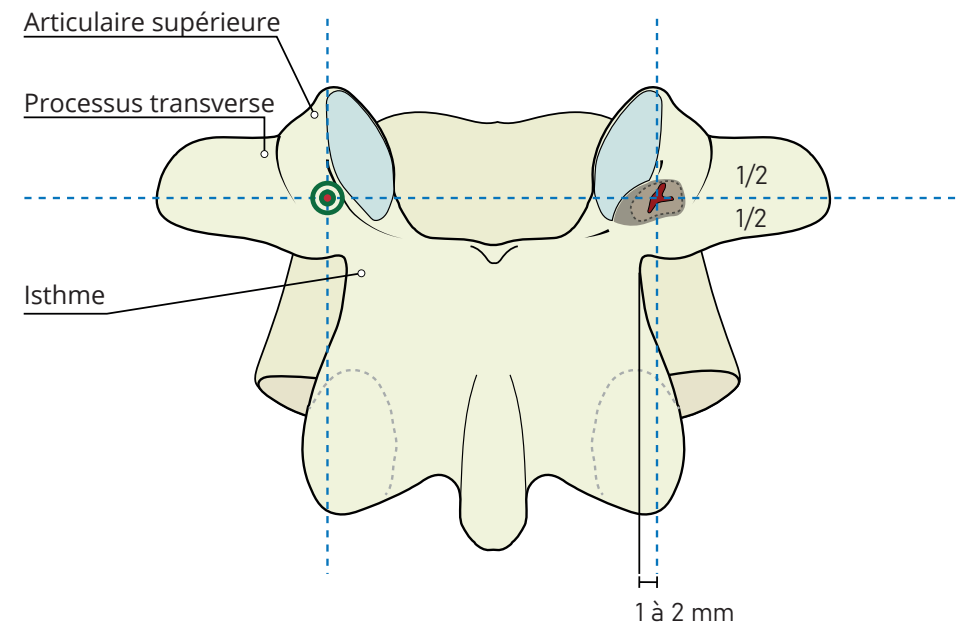


Fig. 6 - Point d'entrée de la vis pédiculaire lombaire (« Y » rouge dans la zone de résection à la pince gouge, en brun). Il se situe à la jonction d'une ligne horizontale passant par le milieu du processus transverse et d'une ligne verticale passant globalement par le bord latéral de l'articulaire supérieure et plus exactement à 1-2 mm latéralement à la *pars interarticularis* (isthme).

patient sur la table et la fluoroscopie de profil réalisée lors du repérage. Un palpeur à bout mousse est ensuite utilisé pour vérifier le trajet intrapédiculaire et l'absence d'effraction corticale médiale (en direction du canal) ou latérale ainsi que la présence d'os cortical à l'extrémité du trajet. Ceci permet également de mesurer la longueur de la vis pédiculaires. En général nous utilisons des vis pédiculaires de 6,5 mm de diamètre en lombaire.

Pour les **vis thoraciques** (fig. 7), l'articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente à la vertèbre instrumentée est réséquée à l'aide d'un ostéotome droit ou courbe (Stagnara), ce qui permet de réaliser l'avivement du cartilage articulaire mais également de visualiser le bord latéral de l'articulaire supérieure de la vertèbre instrumentée. La hauteur du point d'entrée varie en fonction de la vertèbre instrumentée : en T11 et T12, il est situé à hauteur du milieu de la transverse ; entre T4 et T10, il est situé à hauteur du tiers proximal voire du bord supérieur de la transverse (la hauteur augmente graduellement de T10 à T6 puis diminue) ; il est à nouveau situé à hauteur du milieu de la transverse de T1 à T3. Après avoir localisé le point d'entrée, médialement au bord latéral de l'articulaire supérieure, littéralement *dans le fond de la vallée*, la corticale postérieure peut être directement trépanée à l'aide d'une pointe carrée ou réséquée à l'aide d'une grosse pince gouge. Une sonde pédiculaire courbe est introduite jusqu'à une profondeur de 20 mm, sa concavité dirigée en latéral, de manière à s'éloigner du canal avec une direction légèrement convergente. La sonde est alors repositionnée délicatement dans le même trajet avec la concavité dirigée en direction médiale (au-delà de 20 mm, le mur postérieur est dépassé), et le trajet est progressivement poursuivi dans le corps vertébral en direction convergente. La direction ascendante ou descendante est fonction de la cyphose thoracique et du positionnement du patient sur la table. Le trajet est vérifié à l'aide du palpeur. La visée pédiculaire thoracique peut devenir assez compliquée lorsqu'on s'approche du sommet de la courbure, du côté de la concavité car les pédicules ont été déformés par la rotation de la vertèbre lors de la progression de la scoliose. Dans certains cas, ils peuvent être presque inexistantes et la vis peut être positionnée en « *IN-OUT-IN* », c'est-à-dire qu'une partie de son trajet est latéral à la vertèbre,

au niveau de l'articulation costo-transversaire. En général nous utilisons des vis pédiculaires de 5,5 mm de diamètre en thoracique (souvent 6,5 mm en T11 et T12 et 4,5 mm au-dessus de T3 ainsi qu'au sommet concave de la courbure).

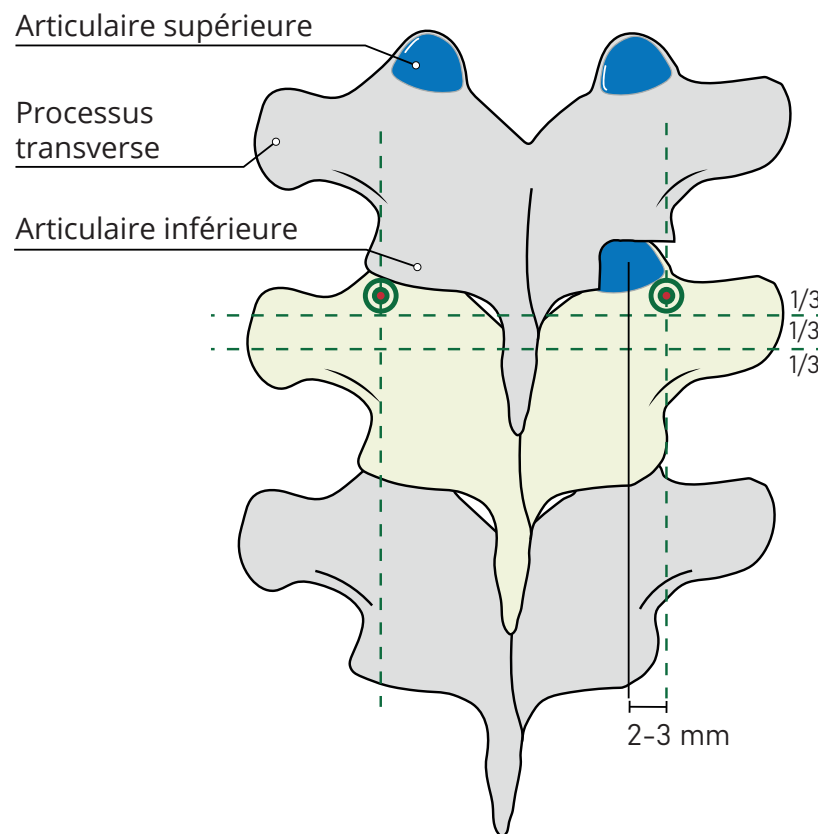


Fig. 7 - Point d'entrée de la vis pédiculaire thoracique. Il se situe longitudinalement entre le tiers supérieur et moyen de la hauteur de la transverse. En médio-latéral, il est globalement sur une ligne verticale passant par le bord latéral de l'articulaire inférieure et plus exactement à 2-3 mm du centre de l'articulaire supérieure (représentée en bleu). Dans le plan antéro-postérieur il se localise dans le fond de la vallée qui sépare les lames et les processus transverses.



CROCHETS SUPRALAMAIRES ET PÉDICULAIRES

Une pince pédiculo-supralamaire peut être utilisée en partie proximale du montage afin de diminuer le risque de cyphose jonctionnelle supérieure au montage. Ceci n'est pas démontré et continue à faire débat. Quoi qu'il en soit, les crochets restent une excellente alternative aux vis lorsque la visée pédiculaire est impossible. On peut réaliser une compression par mise en place d'un crochet supralamaire proximal et pédiculaire distal. On peut effectuer une distraction par mise en place de crochets pédiculaires proximaux.

Le trajet du crochet supralamaire peut être préparé à l'aide d'une rugine adaptée ou directement effectué à l'aide du crochet lui-même monté sur la pince à crochet. Le point d'entrée est situé à la partie supérieure de lame de la vertèbre instrumentée, au niveau de l'insertion distale du ligament jaune. Le trajet est effectué par un mouvement de rotation du poignet à l'aide de la rugine qui est progressivement introduite dans le canal vertébral en décollant le ligament jaune de la partie supérieure de la lame.

De la même manière, le trajet du crochet pédiculaire (fig. 8) peut être préparé à l'aide d'une rugine ou directement effectuée à l'aide du crochet monté sur la pince à crochet. On repère l'articulaire inférieure de la vertèbre instrumentée et le trajet est préparé dans le plan de l'interligne articulaire à cheval sur la partie latérale de l'articulaire supérieure en direction ascendante.

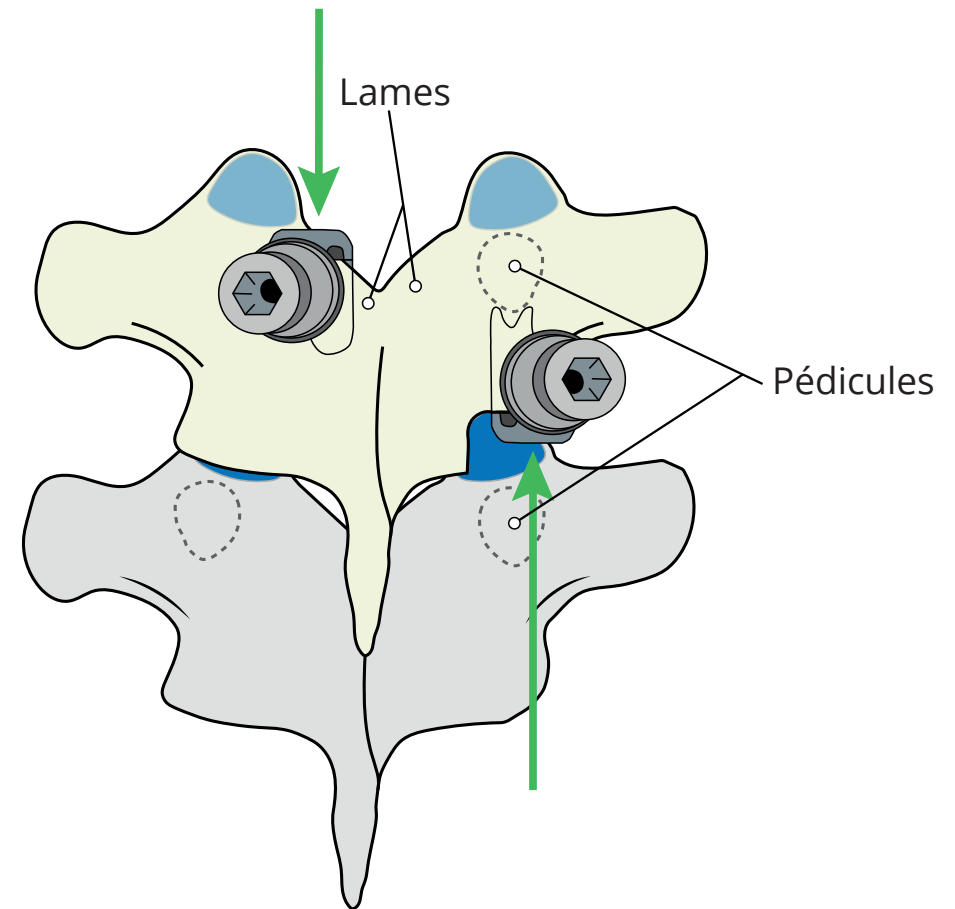


Fig. 8 - Mise en place de crochets. À gauche, crochet supralamaire dont la prise au niveau du bord supérieur de la lame est assurée par un franchissement de l'insertion distale du ligament jaune. À droite, crochet pédiculaire. Après résection partielle de l'articulaire inférieure (optionnelle), l'implant vient glisser sur l'articulaire supérieure pour se bloquer à la partie inférieure du pédicule grâce à son extrémité fourchue.

LIENS SOUS-LAMAIRES

Lorsque la visée pédiculaire est impossible, car les pédicules sont inexistantes, et la déformation scoliothique très importante, des liens sous-lamaires peuvent être utilisés (fig. 9). Dans certains grands centres, cet implant est utilisé pour toutes les vertèbres thoraciques en remplacement des vis pédiculaires. Le lien sous-lamaire cravate la lame en passant dans le canal vertébral, à côté de la moelle épinière. Sa mise en place est donc particulièrement délicate. Les liens sont en matière synthétique souple terminée à une extrémité par une partie métallique rigide et malléable. Celle-ci est préalablement recourbée en forme de « U », la branche horizontale du U devant correspondre à la hauteur de la lame.

Pour préparer le trajet, il faut d'abord réséquer les processus épineux, et ouvrir le canal par résection d'une partie du ligament jaune sus et sous-jacent à l'aide d'une pince Kerrison. La partie métallique, préalablement recourbée, est ensuite insérée délicatement dans le canal vertébral en restant toujours au contact de la face antérieure de la lame. Lorsque les tiges sont mises en place, les liens sont fixés sur un dispositif dynamométrique qui permet leur mise en tension progressive lors de la réduction.

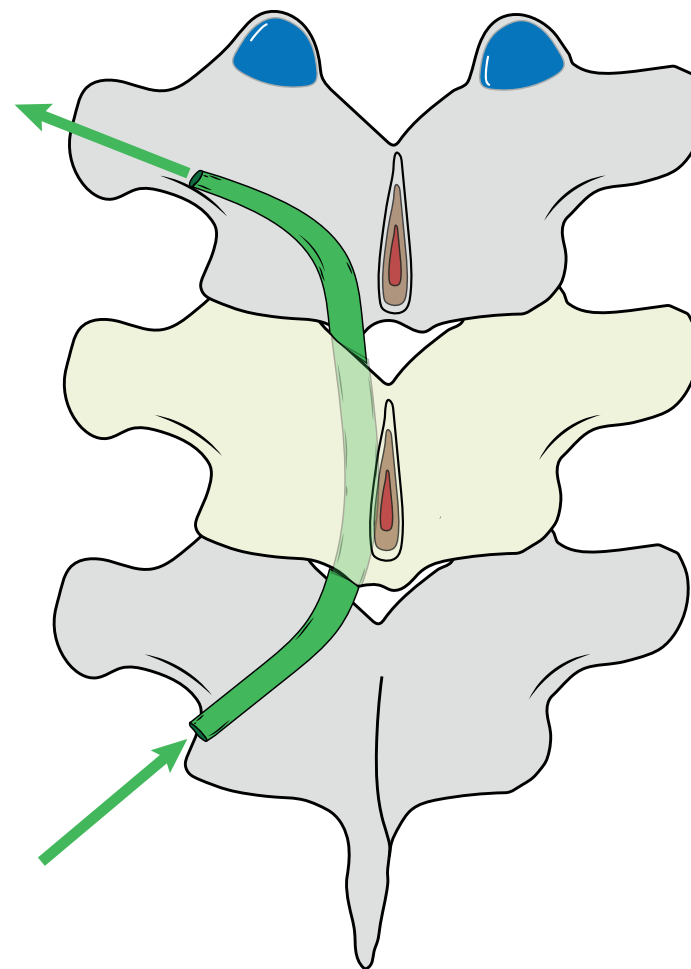


Fig. 9 - Mise en place d'un lien sous-lamaire dans le canal vertébral. Ce dernier est inséré par le côté distal et nécessite un franchissement du ligament jaune de part et d'autre de la lame. Il est prudemment récupéré à son passage au niveau segmentaire supérieur.



TECHNIQUES DE RÉDUCTION

La première étape est le cintrage des tiges (réglage de la cyphose et de la lordose) selon les principes de planification sagittale décrits plus haut. On peut le faire manuellement ou bien utiliser des tiges pré-cintrées en usine sur base d'une planification sagittale effectuée au moins 10 jours avant la chirurgie.

Plus la scoliose est raide et déformée, plus les manœuvres de correction devront être puissantes, donc plus les contraintes sur les tiges seront importantes. C'est la raison pour laquelle nous préférons utiliser des tiges rigides en chrome-cobalt de gros diamètre (5,5 mm voire 6 mm). Les contraintes mécaniques sont inégalement réparties et elles sont majeures dans la concavité de la courbure thoracique. Pour cette raison, comme la tige se déformera davantage à cet endroit, nous augmenterons la cyphose lors du cintrage de 5° à 10° en fonction de l'importance et de la raideur de la déformation.

Nous combinons habituellement plusieurs techniques de réduction lors de la correction d'une scoliose :

DISTRACTION ET COMPRESSION

La technique la plus simple et la plus ancienne mais qui reste néanmoins d'actualité est la **distraction** dans les **concavités** et la **compression** des **convexités** dans le plan frontal (fig. 10, A). C'était le principe initial du montage selon *Cotrel et Dubousset* utilisant les crochets. Les manœuvres consistaient donc à réaliser une distraction entre crochets pédiculaires en proximal et crochets supralamaïres (ou vis pédiculaires) en distal ainsi qu'une compression entre crochets supralamaïres proximaux et crochets pédiculaires distaux.

ROTATION DE LA TIGE

Les tiges cintrées peuvent être mises en place à 90° sur les implants : la cyphose de la tige le long de la convexité de la courbure thoracique, c'est-à-dire dans le plan frontal. Après fixation aux implants, la rotation des tiges de 90° à l'aide d'une clé mise en place sur l'extrémité hexagonale de la tige réduira la scoliose. La cyphose de la tige qui suit la convexité de la courbure réduira la courbure lors de la rotation de la tige (fig. 10, B). La rotation s'arrête lorsque les courbures de la tige sont dans le plan sagittal. Cette technique est insuffisante pour réduire seule la déformation car les contraintes entre la tige et les implants sont importantes, mais elle peut être combinée aux autres techniques de réduction.

TRANSLATION

Les tiges sont ici mises en place dans le plan sagittal et verrouillées en rotation. Les vertèbres seront ensuite attirées vers les tiges par réduction séquentielle des implants sur la tige. La mise en tension des liens sous-lamaïres, par exemple, engendre exclusivement de la translation (fig. 10, C).

DÉROTATION

Toute technique de réduction vise à effectuer de la « dérotation » car la rotation vertébrale est la déformation première de la scoliose. Pour corriger une scoliose, on cherchera donc à modifier la rotation vertébrale, ce qui atténuera en même temps la gibbosité qui n'est autre qu'une proéminence des côtes sous l'effet de la rotation vertébrale. Bien que la distraction et la translation engendreront aussi de la « dérotation » par mise en tension des structures capsulo-ligamentaires entre les vertèbres (ligamentotaxis), les techniques de « dérotation » pures seront plus puissantes.

Utilisant exclusivement des vis pédiculaires, on peut faire tourner autour de la tige plusieurs groupes (*clusters*) de vertèbres les uns par rapport aux autres. Ainsi, à l'aide d'un ancillaire adapté, on effectue la rotation autour d'une ou deux tiges du groupe de vertèbres à l'apex de la courbure par rapport aux groupes de vertèbres des extrémités (fig. 10, D).

De manière alternative on peut, après avoir réduit les implants de la tige convexe, utiliser cette tige convexe comme un axe de rotation pour réduire et réaliser la « dérotation » des vertèbres vers la tige concave (fig. 11). L'utilisation de vis mono-axiales au niveau de l'apex rend la réduction plus efficace.





CINTRAGE *IN SITU*

Nous utilisons cette technique en fin de correction pour modifier la forme définitive (c'est-à-dire contrainte) des tiges à l'aide de fers à cintrer. Deux options sont possibles : un cintrage sagittal pour modifier ou corriger l'équilibre sagittal (p. ex., la cyphose de la tige concave est jugée trop faible suite à la réduction), ou bien un ceintrage coronal pour corriger un défaut frontal (la correction d'une courbure scoliotique unique peut engendrer un déséquilibre frontal de l'épineuse de C7 par rapport au pli fessier).

EN PRATIQUE

Nous privilégions les techniques de « dérotation » avec utilisation préférentielle de vis pédiculaires. Si la visée pédiculaire n'est pas possible dans la courbure thoracique, nous utilisons des liens sous-lamaires pour effectuer la translation. En fin de réduction, nous effectuons des manœuvres complémentaires de distraction dans les concavités, et au besoin, un cintrage *in situ* pour corriger un éventuel déséquilibre résiduel.



-  Crochets supralamaires
-  Crochets pédiculaires
-  Vis pédiculaire
-  Lien sous-lamaire

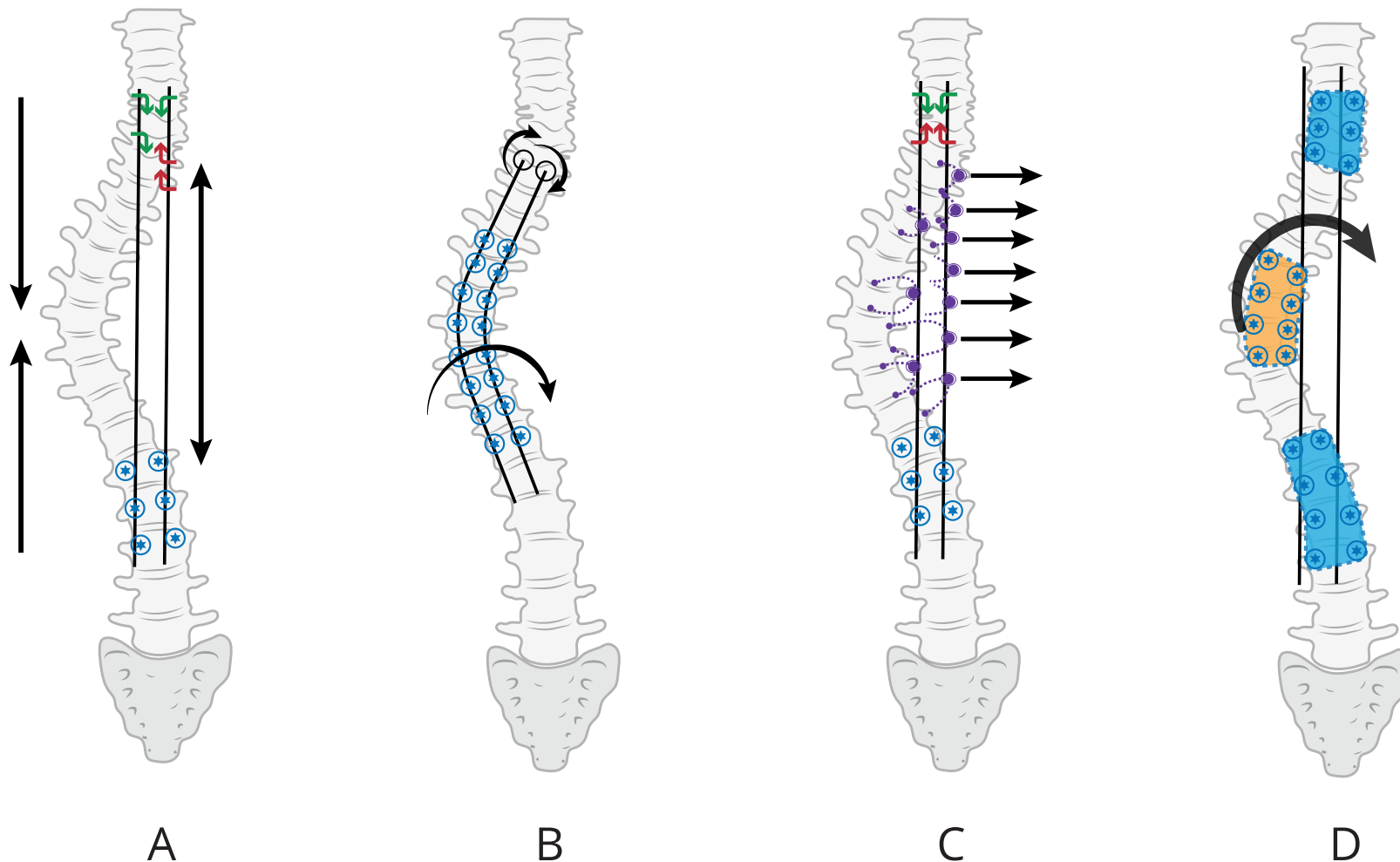


Fig. 10 - Les principales techniques de réduction des scolioses.
(A) : Principe de distraction et compression selon Cotrel et Dubousset avec utilisation de vis pédiculaires, de crochets supralamaires et crochets pédiculaires,
(B) : Rotation de la tige du plan frontal vers le plan sagittal,
(C) : Translation des vertèbres vers la tige par mise en tension de liens sous-lamaires. Notez la densité double des liens dans la concavité de la courbure,
(D) : « Dérotation » du groupe de vertèbres apicales par rapport aux groupes de vertèbres des extrémités.

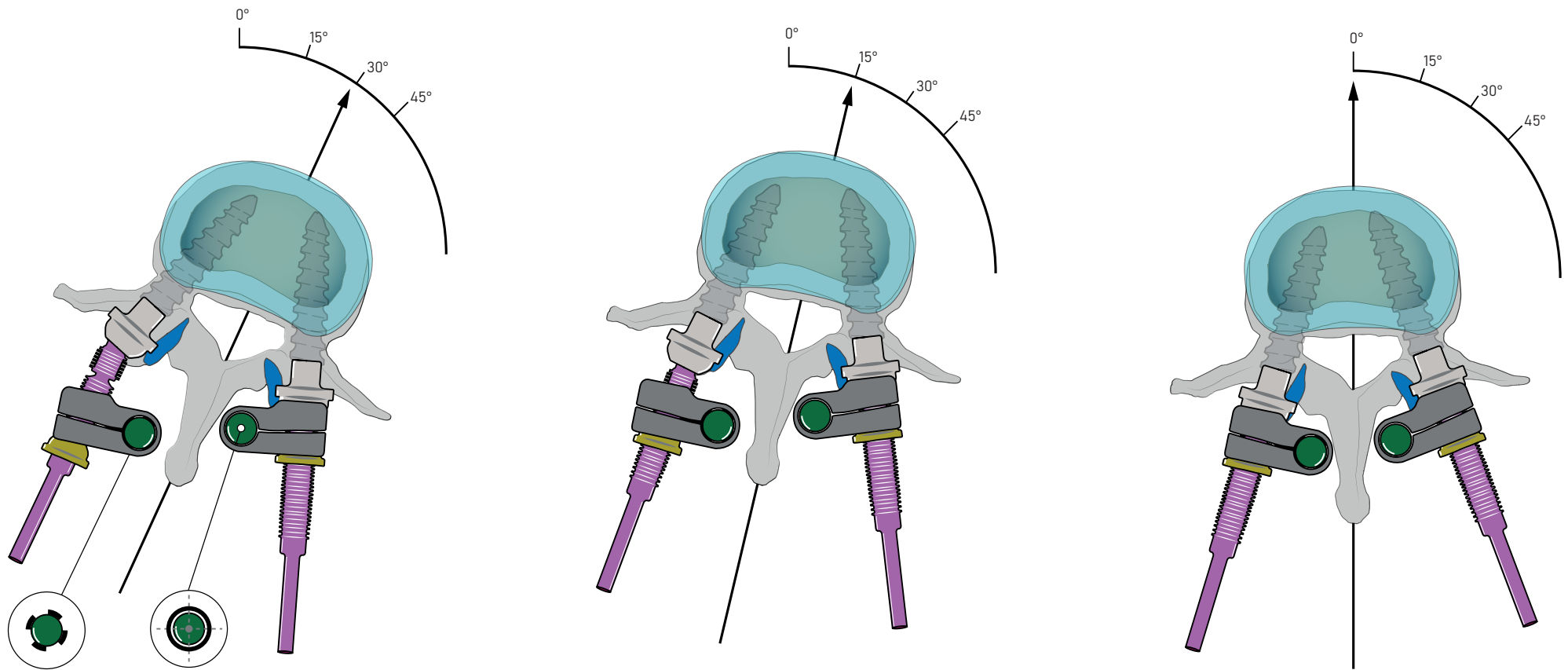


Fig. 11 - Schéma de « dérotation » postéro-latérale vers la tige concave (à gauche des vertèbres sur l'image), autour de la tige convexe (à droite).

RÉFÉRENCES

1. Cotrel, Y. and G. Morel, « **The Elongation-Derotation-Flexion Technic in the Correction of Scoliosis.** » Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1964.
2. D'Andrea, C.R., et al., « **Part 1. Review and meta-analysis of studies on modulation of longitudinal bone growth and growth plate activity: A macro-scale perspective.** » J Orthop Res, 2021.
3. Van den Bogaart, M., et al., « **Predictive factors for brace treatment outcome in adolescent idiopathic scoliosis: a best-evidence synthesis.** » Eur Spine J, 2019.
4. Bourgade, C., et al., « **The use of nitrous oxide and oxygen in paediatric emergency departments.** » Soins Pédiatr Pueric, 2016.
5. Canavese, F., et al., « **Serial elongation, derotation and flexion (EDF) casting under general anesthesia and neuromuscular blocking drugs improve outcome in patients with juvenile scoliosis: preliminary results.** » Eur Spine J, 2016.
6. Shafer, C., R. Mahajan, and S. Kishan, « **EDF Casting for Early Onset Scoliosis: What We Learned From 175 Castings.** » Spine (Phila Pa 1976), 2021.
7. Morin C, Sales de Gauzy J, Jouve JL. « **Orthopédie pédiatrique Rachis et thorax.** » Techniques Chirurgicales orthopédie-Traumatologie de l'enfant (Elsevier Masson SAS, Paris), 2016.
8. Post M, Verdun S, Roussouly P, Abelin-Genevois K. « **New sagittal classification of AIS: validation by 3D characterization.** » Eur Spine J. 2019.
9. Dubousset J, Cotrel Y. « **Application technique of Cotrel-Dubousset instrumentation for scoliosis deformities.** » Clin Orthop Relat Res. 1991.
10. Clément JL, Chau E, Vallade MJ, Geoffray A. « **Simultaneous translation on two rods is an effective method for correction of hypokyphosis in AIS: radiographic results of 24 hypokyphotic thoracic scoliosis with 2 years minimum follow-up.** » Eur Spine J. 2011.