

# Arthrodèse intersomatique vertébrale lombaire

P. Cottin, E. Ferrero, T. Bégué

*L'arthrodèse intersomatique réalise la fusion d'un segment vertébral dégénératif. Il s'agit le plus souvent d'une fusion par greffe armée par une cage métallique ou en polyéther-éther-céto, matière radiotransparente, dont le rôle est de renforcer la résistance mécanique aux contraintes réductionnelles qui peuvent être importantes. Les fonctions de ce type d'arthrodèse sont : l'amélioration de la stabilité segmentaire par restitution d'un triangle ; la restitution et le maintien de la hauteur discale avec réouverture des foramens sténosés ; la restitution et le maintien de la lordose segmentaire, facteur de protection des segments adjacents ; l'optimisation de la fusion vertébrale par l'importance des surfaces osseuses en contact et par une meilleure stabilité initiale. Les modèles de cages intersomatiques sont nombreux, et sont tous calibrés en hauteur et en lordose permettant une bonne précision dans la correction des facteurs angulaires rachidiens et pelviens. Les voies d'abord variées dépendent essentiellement des habitudes des chirurgiens en particulier pour les voies antérieures et antérolatérales qui nécessitent une bonne connaissance de l'abdomen et surtout du contrôle des gros vaisseaux artériels et veineux. Ce travail détaille les différentes techniques de ces arthrodèses, en mettant en exergue les différents avantages et inconvénients de chacune d'elles.*

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés** : Rachis lombosacré ; Arthrodèse lombaire intersomatique ; Discopathies lombaires ; Rachis dégénératif ; Cages intersomatiques

## Plan

■ Introduction	1
■ Arthrodèse intersomatique antérieure	2
Technique chirurgicale	3
Indications et contre-indications à l'« anterior lumbar interbody fusion »	10
■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure	11
■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie transforaminale	13
■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie rétropéritonéale latérale	16
Introduction	16
Installation	16
Abord	16
Préparation discale	17
Positionnement de l'implant	17
Indications et avantages des « extreme lateral interbody fusion »	17
Complications et contre-indications	19
■ Conclusion	19

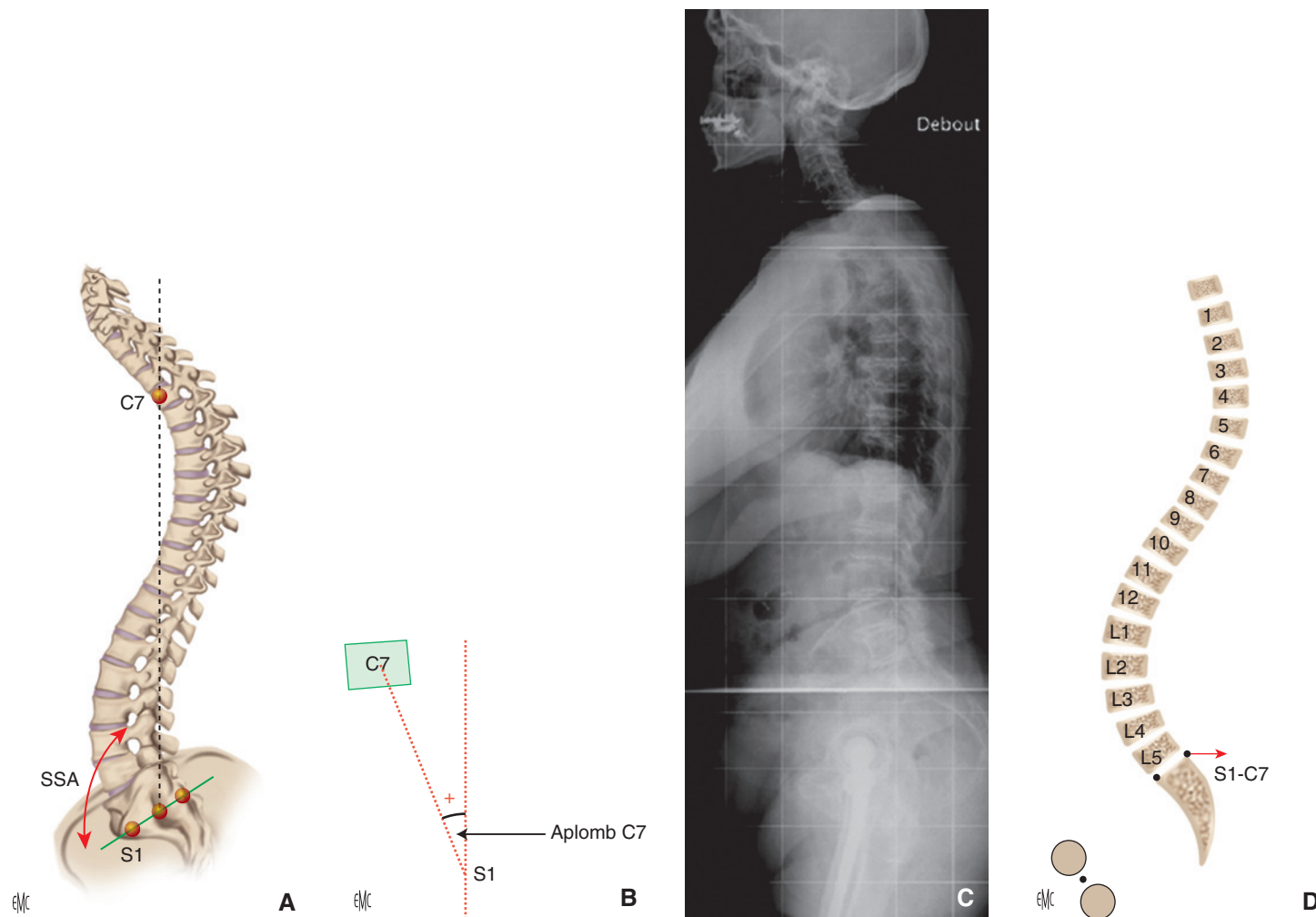
## ■ Introduction

L'arthrodèse rachidienne intersomatique occupe une place importante dans le traitement des pathologies dégénératives

rachidiennes. En 2004, elle représentait 23,5 % des arthrodèses rachidiennes toutes techniques confondues [1, 2]. Le rachis a trois fonctions : statique, dynamique et de protection de l'axe neurologique. L'évolution naturelle du rachis lombaire se fait vers une attitude en cyphose, liée à la dégénérescence discale, articulaire et musculoligamentaire, souvent associée à un déséquilibre sagittal global [3, 4] (Fig. 1). L'analyse de ce défaut d'alignement est donc indispensable dans le traitement des pathologies dégénératives rachidiennes. During [5], en 1985, introduit la notion d'un couple rachis et bassin, responsable d'une posture stable par la relation entre l'orientation du bassin et des hanches, avec la lordose lombaire. En 1992, Duval-Beaupère [6] décrit la pelvimétrie (avec la gîte sagittale de T9 [GST9], angle entre la verticale et la droite partant du centre du corps T9 jusqu'au milieu de l'axe bicoxofémoral). Puis en 1998, Duval-Beaupère et Legaye décrivent les paramètres pelviens, déterminants de l'équilibre sagittal global, avec l'incidence pelvienne (IP) (paramètre morphologique du pelvis), la pente sacrée (PS) et la version pelvienne (VP) (paramètres positionnels). Ils démontrent une relation algébrique :

$$IP = VP + PS [7, 8]$$

En 2003, Guigui et al. [9] confirment une relation entre IP, PS et lordose lombaire, avec des équations de régression et démontrent que la cyphose thoracique, avec la VP, sont des facteurs d'adaptation pour compenser le défaut d'alignement sagittal. L'évaluation de l'équilibre sagittal, avec l'analyse des paramètres pelviens (IP, VP, PS), rachidiens (lordose lombaire maximale, cyphose thoracique maximale) et de gîte sagittal (*sagittal vertical axis, spino-sacral angle*) est indispensable. Cette analyse



**Figure 1.** Reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson.

- A.** Mode de calcul de l'angle spinosacré (*spino-sacral angle* [SSA]).  
**B.** Gîte sagittale de C7.  
**C.** Exemple clinique de mesure des angles SSA et *sagittal vertical axis* (SVA).  
**D.** Mesure de l'axe vertébral sagittal.

doit permettre d'adapter la chirurgie de correction afin de préserver ou de restaurer l'alignement lors de l'arthrodèse, pour obtenir un rachis équilibré avec une posture économe en énergie [10-13] (Fig. 2).

Pour pouvoir réaliser cela, plusieurs techniques d'arthrodèse, avec ou sans libération, instrumentées ou non, in situ ou avec correction, sont décrites :

- postérieure (lames et articulaires) ;
- postérolatérale (articulaires et transverses) ;
- intersomatique (entre deux corps vertébraux) ;
- circonférentielle.

Outre de préserver les trois fonctions du rachis, le but d'une arthrodèse est d'obtenir une fusion stable avec une fixation postérieure et/ou antérieure, en corrigeant la faillite rachidienne dans une position d'équilibre économe [14]. Chaque technique a ses avantages et ses inconvénients, nous exposons ceux de l'arthrodèse intersomatique, dont il existe quatre types principaux avec différents abord :

- *anterior lumbar interbody fusion* (ALIF) ;
- *posterior lumbar interbody fusion* (PLIF) ;
- *transforaminale lumbar interbody fusion* (TLIF) ;
- *extreme lateral lumbar interbody fusion* (XLIF).

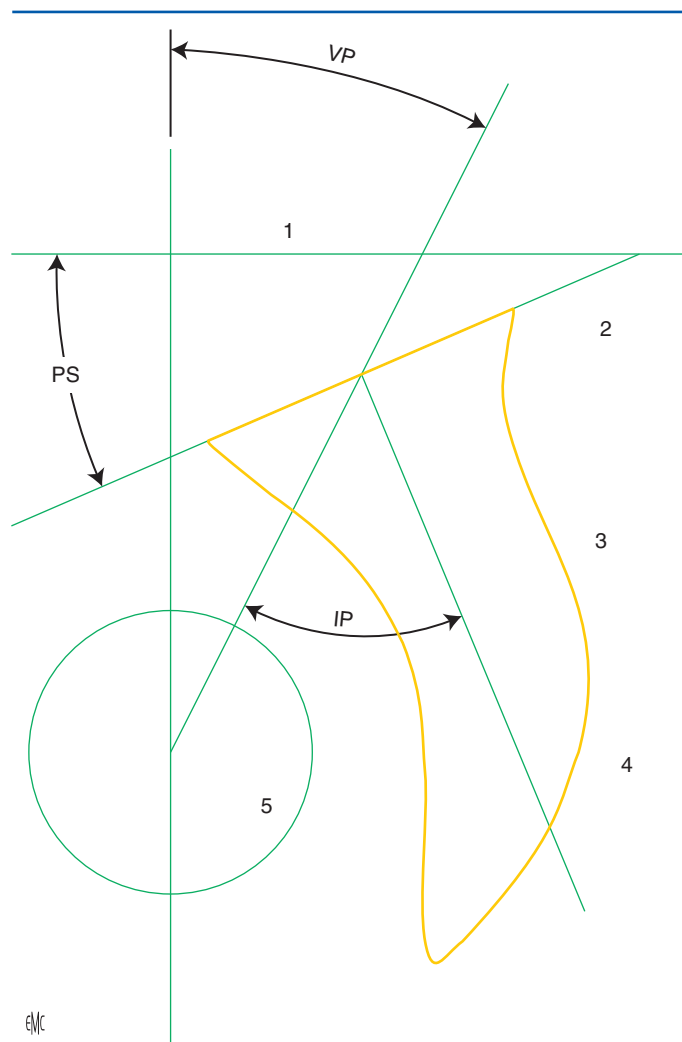
Nous ne traitons pas des arthrodèses intersomatiques mini-invasives qui font l'objet d'un autre article (Fig. 3).

## ■ Arthrodèse intersomatique antérieure

Réalisée en utilisant des cages d'arthrodèse de forme rectangulaire, une seule cage est utilisée par niveau. Présentant une grande surface de contact, la répartition des contraintes est homogène, facilitant la fusion d'autant que la greffe travaille en compression. La voie d'abord nécessite une laparotomie le plus souvent rétropéritonéale, ailleurs transpéritonéale antérieure ou latérale avec mobilisation des gros vaisseaux. Un apprentissage sérieux de la technique est obligatoire pour limiter le risque hémorragique.

Le bilan d'imagerie préopératoire nécessaire comprend : radiographie du rachis en entier face et profil, des clichés centrés sur les espaces pathologiques avec face, profil, trois quarts, clichés dynamiques en flexion et extension (Fig. 4). Une imagerie par résonance magnétique (IRM) lombaire est nécessaire afin d'étudier les discopathies à arthrodéser, éliminer les sténoses canalaires et foraminales qui pourraient imposer une décompression postérieure par laminectomie, laminoarthrectomie ou foraminotomie. L'étude du signe de Modic au niveau des atteintes dégénératives permet de caractériser le degré d'inflammation du disque et des plateaux vertébraux adjacents (Fig. 5). Un angioscanner avec

étude de la hauteur du carrefour veineux cave est souhaitable, il permet de plus de vérifier l'existence d'une veine iliolombaire ascendante en montrant son départ en regard de la face latérale de L5. De nombreuses variations anatomiques existent (Fig. 6).



**Figure 2.** Méthodes d'analyse des paramètres pelviens sur incidence de profil de la charnière lombosacrée. IP : incidence pelvienne ; PS : pente sacrée ; VP : version pelvienne.  $IP = VP + PS$ .

L'ensemble des données permet de mettre en évidence des variations fréquentes des vaisseaux dont la mobilisation est nécessaire à l'abord antérieur des disques (Fig. 7).

## Technique chirurgicale

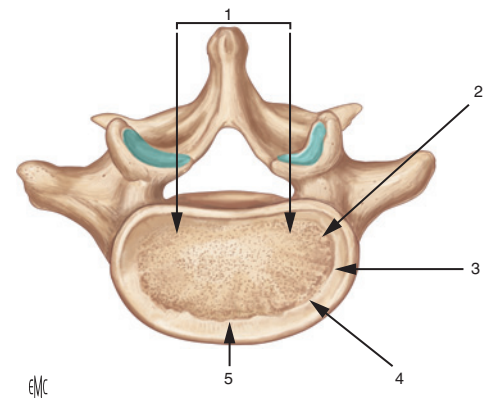
### Installation et préparation

La préparation du patient est identique à toute intervention par laparotomie. Dans les jours précédant l'intervention, un régime sans résidus peut être institué afin de faciliter le retour du transit.

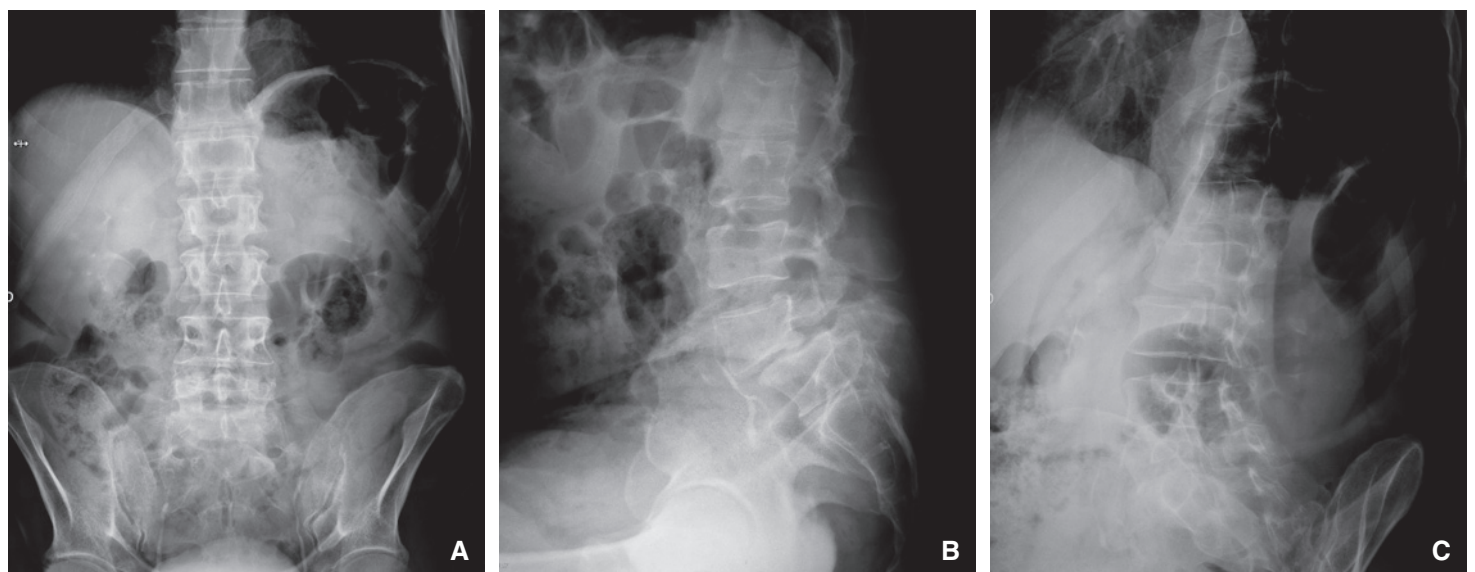
L'anesthésie du patient doit être générale, avec curarisation pour relâcher la poussée abdominale, ou péridurale haute. Dans tous les cas, compte tenu du risque hémorragique de ce type d'intervention, il est indispensable de prévoir deux grosses voies veineuses de sécurité.

L'installation du patient doit permettre un abord et une vision faciles dans l'axe du disque. La position recommandée est celle de Da Vinci [15, 16] qui permet à l'opérateur entre les membres inférieurs d'avoir une vision correcte de la partie postérieure du disque.

Le positionnement de la radioscopie est étudié pour que la face et le profil soient facilement réalisables sans perdre le centrage de la zone opératoire (Fig. 8). Un marquage cutané dans l'axe du ou des disques opérés permet de centrer l'incision cutanée (Fig. 9).



**Figure 3.** Localisations et modes d'abord des arthrodèses intersomatiques vertébrales (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson). 1. PLIF (*posterior lumbar interbody fusion*) ; 2. ELIF (*extra-foraminal lumbar interbody fusion*) ; 3. XLIF (*extreme lateral lumbar interbody fusion*) ; 4. antérolatéral ou oblique ; 5. ALIF (*anterior lumbar interbody fusion*).



**Figure 4.** Radiographies de face (A), profil (B), et trois quarts (C) d'un spondylosthésis par spondylolyse L5-S1.

L'incision peut être horizontale ou paramédiane gauche plus efficace en cas de nécessité d'élargissement urgent. La longueur de l'incision est habituellement comprise entre 5 et 7 cm. Le marquage cutané se fait dans l'axe du disque sous contrôle scopique de profil.

Il faut s'assurer que les membres inférieurs sont en flexion afin de faciliter l'ouverture postérieure des disques et d'éviter de mettre les vaisseaux en tension ce qui rendrait leur mobilisation plus dangereuse.

Un capteur de saturation est posé sur le gros orteil gauche. Il sert à surveiller le flux dans le membre inférieur gauche qui peut être réduit lors de la mobilisation de l'axe aortocave.



**Figure 5.** IRM rachidienne avec discopathie sévère Modic 2, associée à une instabilité locale.

Une sonde urinaire est posée durant l'intervention (Fig. 10).

### Abord chirurgical

Selon le niveau opératoire, le problème essentiel est le contrôle vasculaire et le respect du plexus hypogastrique, facteur de risque d'éjaculation rétrograde chez l'homme (1,8 %). Dans l'abord rétro-péritonéal, la voie peut être gauche ou droite selon Onimus [17, 18]. Cette voie protège davantage du risque d'éjaculation rétrograde mais le contrôle de la veine iliaque est plus aléatoire surtout si le carrefour veineux est bas et latéralisé à droite (Fig. 11).

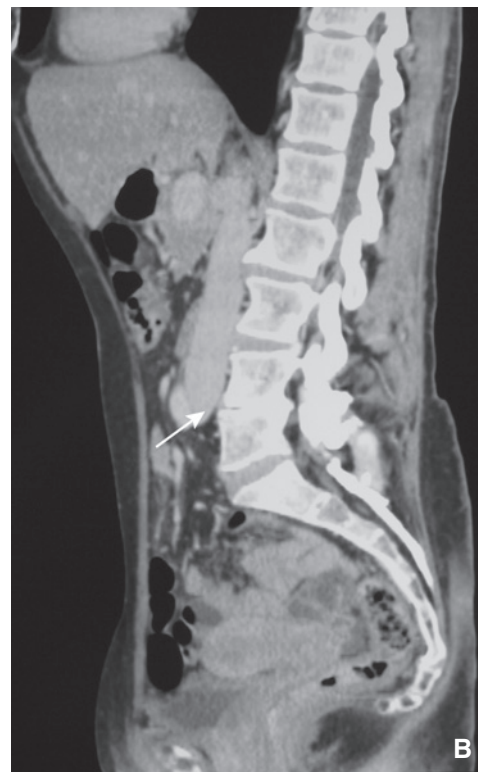
#### Pour L5-S1

Le plan de décollement est trouvé facilement en bas et latéralement. Si l'abord droit est plus facile du fait de l'éloignement de la veine gauche et semble donner moins de risque d'éjaculation rétrograde, en revanche, en cas d'adhérences inflammatoires importantes entre la veine iliaque gauche et le disque, le contrôle de la libération vasculaire peut devenir dangereux (Fig. 12). La graisse prévertébrale et le plexus hypogastrique sont refoulés à gauche ou à droite selon le côté choisi, prudemment à la compresse afin d'éviter le risque de lésion source d'éjaculation rétrograde. Les vaisseaux présacrés doivent être sectionnés entre ligatures pour arriver sur la partie antérieure circonférentielle du disque.

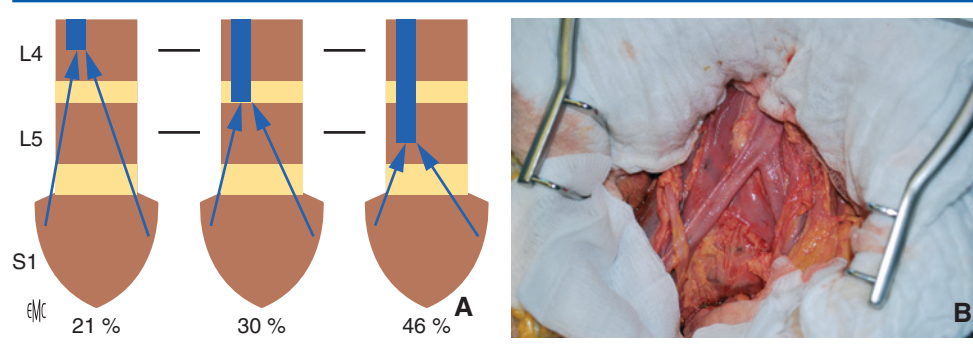
#### Pour L4-L5

Après l'incision cutanée, l'incision de l'aponévrose du muscle grand droit de l'abdomen permet de décoller le corps musculaire et de passer derrière celui-ci pour atteindre la partie latérale du fascia rétro-péritonéal et d'amorcer ainsi le décollement du sac péritonéal. En bas et à gauche, la section de l'arcade de Douglas puis l'incision du fascia musculotendineux rendent ce geste plus facile. Après l'incision du fascia, la dissection doit être prudente du fait du peu d'adhérence de l'uretère au plan péritonéal. Le pédicule génital testiculaire ou ovarien doit être repéré comme l'uretère. Ces éléments sont translétés à droite pour assurer leur protection durant le décollement qui est poursuivi jusqu'au plan vertébral. Le péritoine postérieur étant décollé et refoulé vers la ligne médiane, l'abord des disques nécessite la mobilisation des vaisseaux.

La confluence veineuse cave siège le plus souvent à ce niveau. La dissection des vaisseaux devient difficile et la mobilisation à gauche de l'axe aortocave doit être réalisée après une étude

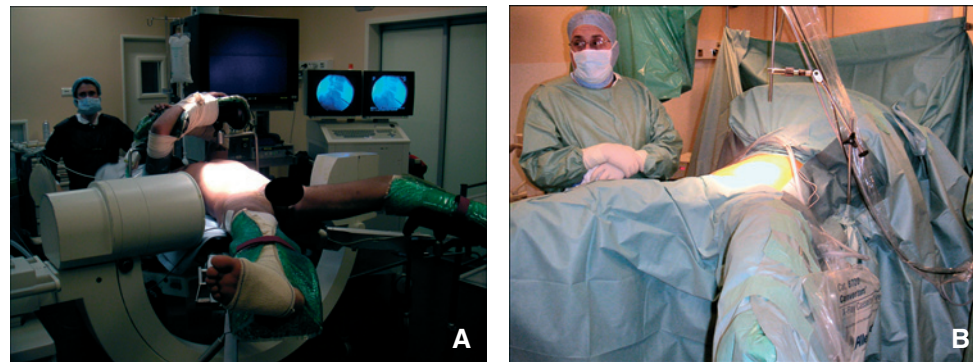


**Figure 6.** Angioscanner abdominopelvien pré-opératoire de face (A) et de profil (B) avec reconstruction pour déterminer la hauteur de la confluence veineuse cave (flèche).


**Figure 7.**

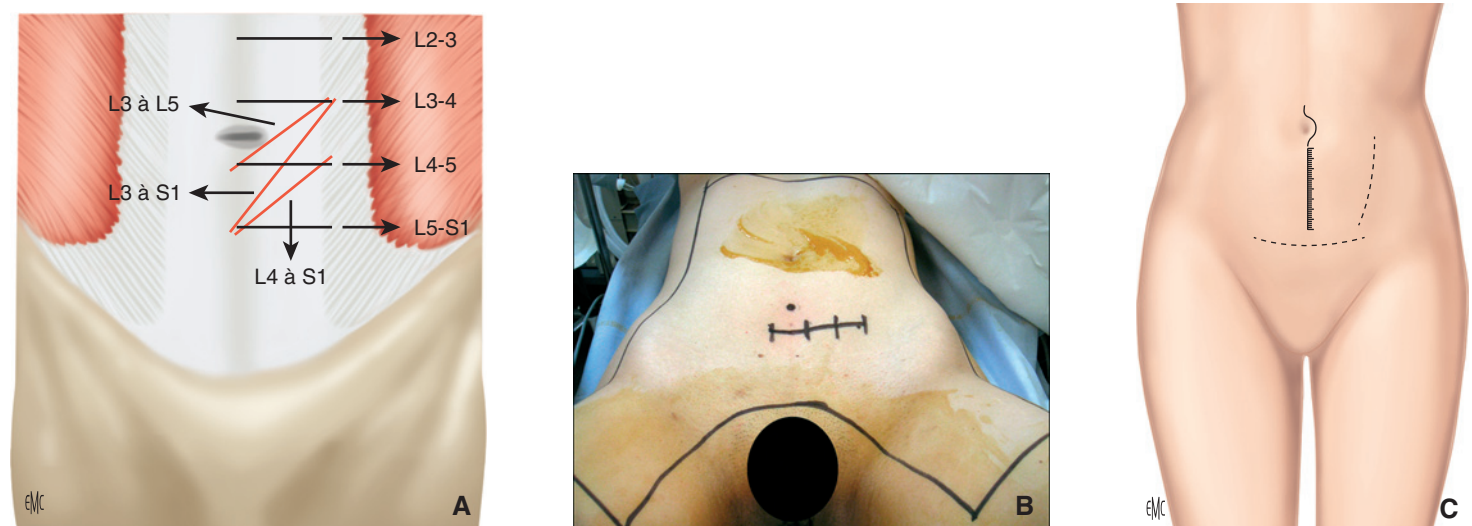
**A.** Variations anatomiques usuelles de la confluence veineuse cave (selon Louis, 1974).

**B.** Vue de dissection anatomique des carrefours aortique et cave avec évaluation de la hauteur de l'aisselle de la veine cave et du rapport entre le disque L5-S1 et la veine iliaque gauche.


**Figure 8.**

**A.** Installation du patient, de l'appareil de radioscopie permettant le contrôle face et profil.

**B.** Mise en place des champs et de l'éclairage opératoire.



**Figure 9.** Hauteur des incisions selon le niveau opéré (A à C) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

soigneuse de l'angioscanner et une dissection prudente des vaisseaux surtout si l'inflammation discale ou la présence d'ostéophytes ont provoqué des adhérences intimes entre les veines et le plan discovertébral. Le plus souvent, le plan veineux est disséqué à la noisette montée sur pince, en commençant à libérer la face antérieure de L4. Une valve ou un clou de Steinmann maintiennent à droite l'origine de la veine cave. Le suivi du bord gauche de la veine iliaque gauche permet de confirmer l'existence d'une veine iliolombaire au niveau de la face latérale de L5 dans la forme anatomique la plus classique. Cette veine très variable dans sa longueur et son diamètre, parfois bifurquée ou trifurquée, peut être plaquée contre L5 et sa libération peut être très difficile. Prudemment, un dissecteur mousse est passé entre la veine et le corps vertébral et la veine peut être sectionnée entre deux ligatures ou clips (10 mm) en laissant un moignon le plus long possible du côté iliaque.

Dans tous les cas, la veine iliolombaire est sectionnée avant la mobilisation de l'axe vasculaire à droite afin d'éviter absolument un arrachage au niveau de l'iliaque primitive.

La veine iliolombaire sectionnée, l'axe aortocave est mobilisé vers la droite. La veine iliaque primitive est prudemment décollée du disque et du corps vertébral L5 pour permettre un abord large du disque L4-L5. Une valve longue ou un clou de Steinmann maintiennent les vaisseaux à droite. Des adhérences intimes existent parfois (du fait d'un processus inflammatoire ancien). Dans ce cas, la libération veineuse peut imposer la création d'un espace de dissection passant dans l'épaisseur du disque ou sous le ligament commun antérieur. L'utilisation d'une rugine à dure-mère ou d'un petit ostéotome coudé à biseau permet cette décortication ostéodiscale en déplaçant la veine progressivement. L'utilisation d'une cage d'arthrodèse à mise en place oblique antéroexterne gauche permet de limiter le transfert à droite des vaisseaux et de limiter leur traction lorsque la confluence cave se situe juste au niveau L4-L5 et est latéralisée à gauche.

#### En L1-L2, L2-L3 et L3-L4

Le décollement rétropéritonéal droit ou gauche est plus facile bien que le péritoine soit plus fragile. Il faut le décoller au tampon

dans l'espace avasculaire jusqu'au plan du muscle iliaque. Chaque pédicule lombaire est ligaturé et sectionné de part et d'autre du disque opéré. Dans certaines conformations anatomiques, la lombotomie, voire la lombothoracotomie extrapleurale est préférable. Le décollement rétro-rénal présente les éléments du pilier gauche du diaphragme qu'il faut libérer et les pédicules vasculaires adjacents à lier.

La dissection de la face antérieure du rachis doit se faire prudemment à la noisette montée sur pince. Les données de l'angiographie préopératoire [15, 16] permettent de s'adapter aux variations anatomiques des vaisseaux. La mise en place d'un écarteur à quatre lames mousses et à hauteur variable est une aide importante pour s'exposer correctement lors de la dissection vasculaire. La mise en place des lames de l'écarteur est réalisée sous contrôle digital. De préférence cet écarteur est radio-transparent (Fig. 13).

Il n'est pas judicieux, et il est même dangereux, de libérer la veine iliaque ainsi que la confluence cave à l'aide d'un dissecteur même mousse du fait des risques de déchirure veineuse postérieure difficilement réparable, surtout en cas d'adhérences inflammatoires.

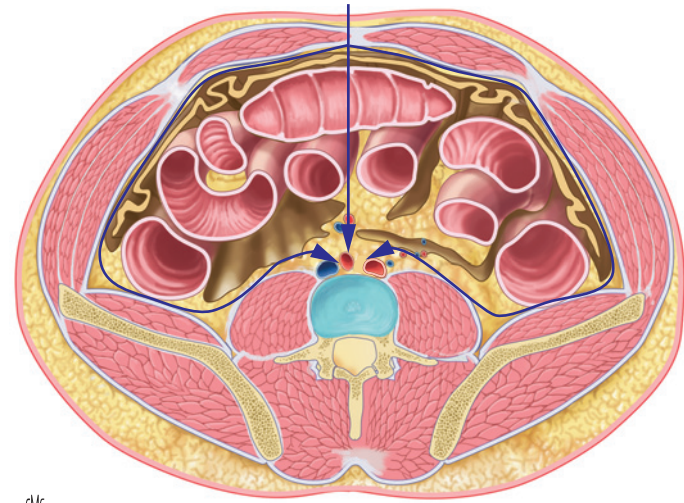


**Figure 10.** Mise en place du capteur de surveillance vasculaire au niveau de l'hallux du pied gauche.

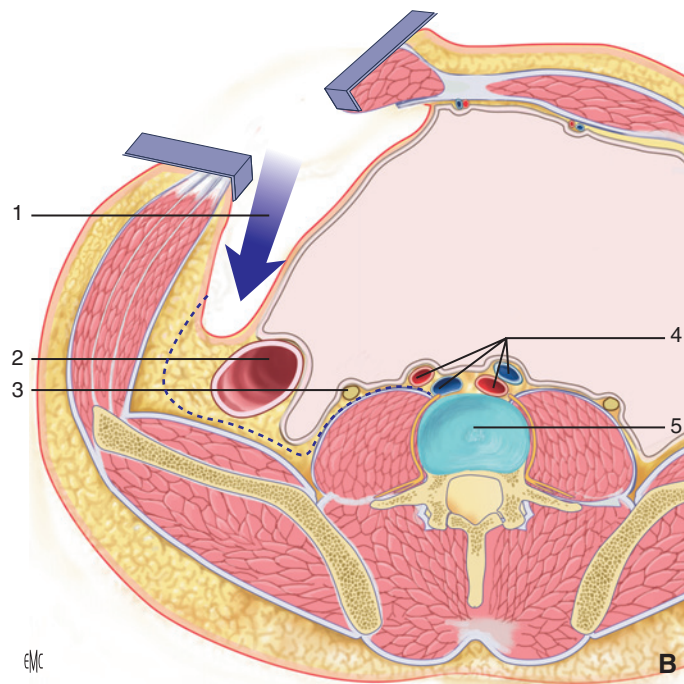
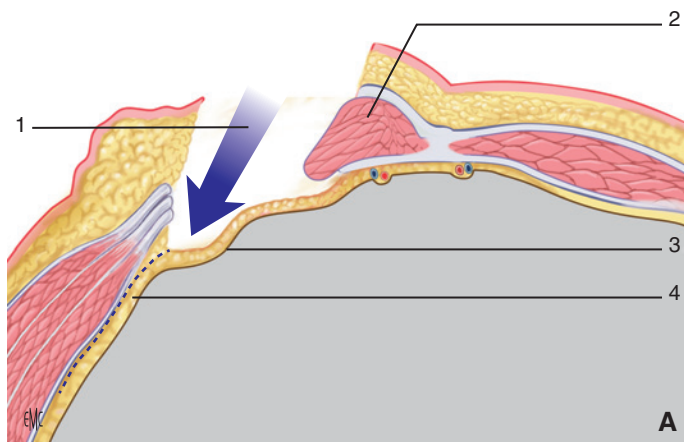
En cas de plaie veineuse, l'hémostase immédiate doit se faire par simple tamponnage et non par clampage pour ne pas aggraver les lésions initiales. La réparation peut nécessiter une dissection extensive des veines et l'avis d'un chirurgien vasculaire (Fig. 14 à 16).

### Abord transpéritonéal

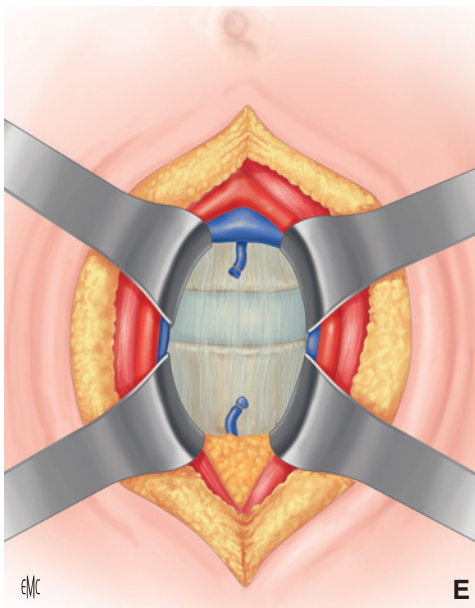
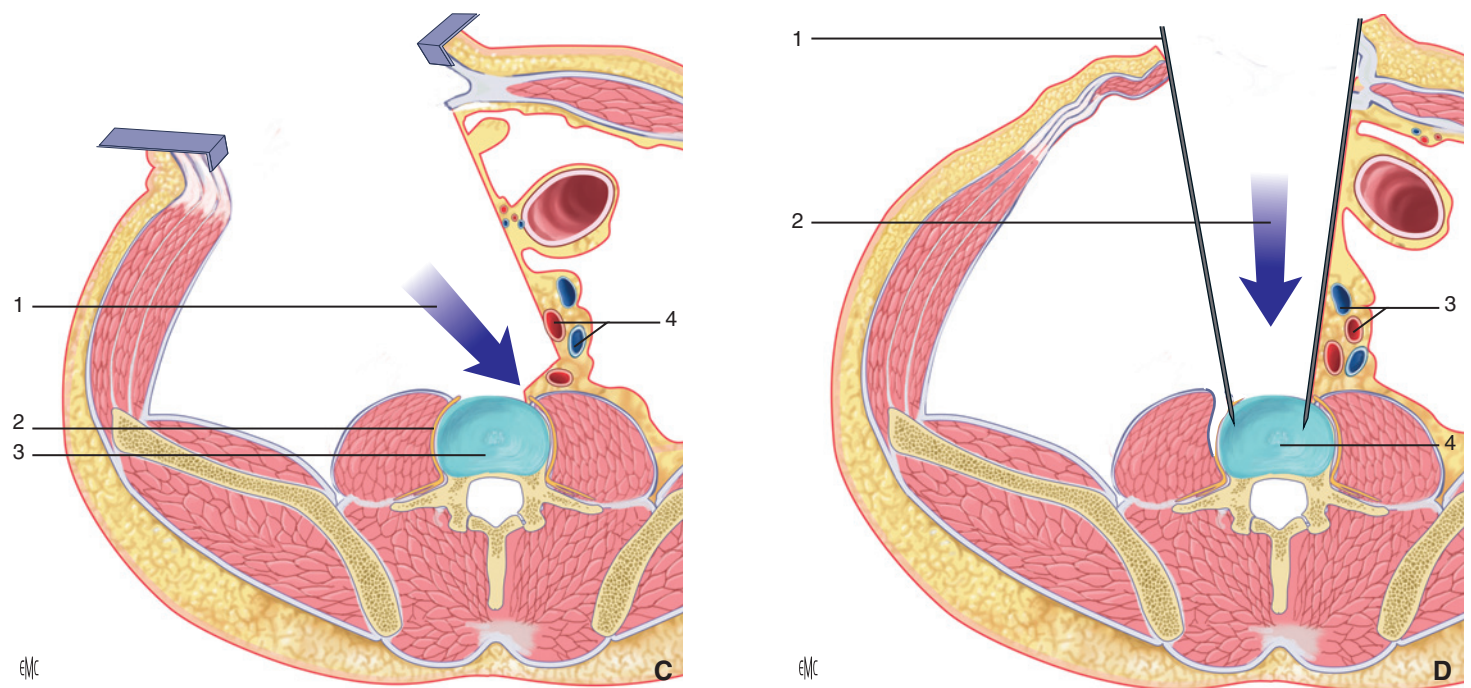
Cet abord différent est recommandé pour le niveau L5-S1 en particulier en cas d'obésité ou de multiples laparotomies précédentes rendant le péritoine adhérent, voire indécollable. L'incision cutanée est médiane sous-ombilicale ou type Pfannenstiel. Une entérolyse en cas d'adhérences dans la grande cavité est souvent nécessaire. Puis le péritoine pariétal postérieur est incisé verticalement et est écarté latéralement avec les axes vasculaires.



**Figure 11.** Coupe anatomique transversale et trajet des abords lombaires bas (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 12.**  
**A.** Décollement rétro-péritonéal après incision du feuillet antérieur du muscle grand droit de l'abdomen. 1. Décollement du fascia dans le plan grasseux ; 2. muscle droit ; 3. péritoine ; 4. graisse rétro-péritonéale.  
**B.** Décollement à latéraliser pour passer devant le muscle psoas. 1. Décollement du péritoine après incision du fascia ; 2. côlon sigmoïde ; 3. uretère ; 4. artère et veines iliaques gauches et droites ; 5. disque.

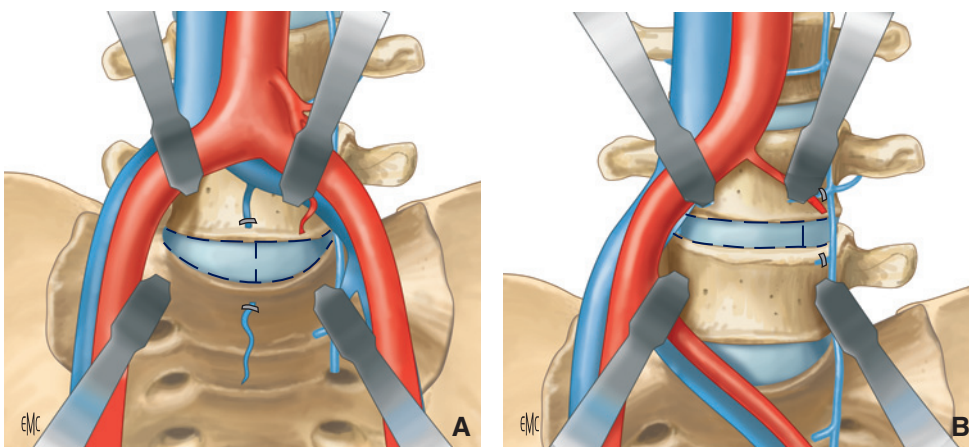


**Figure 12.** (suite)

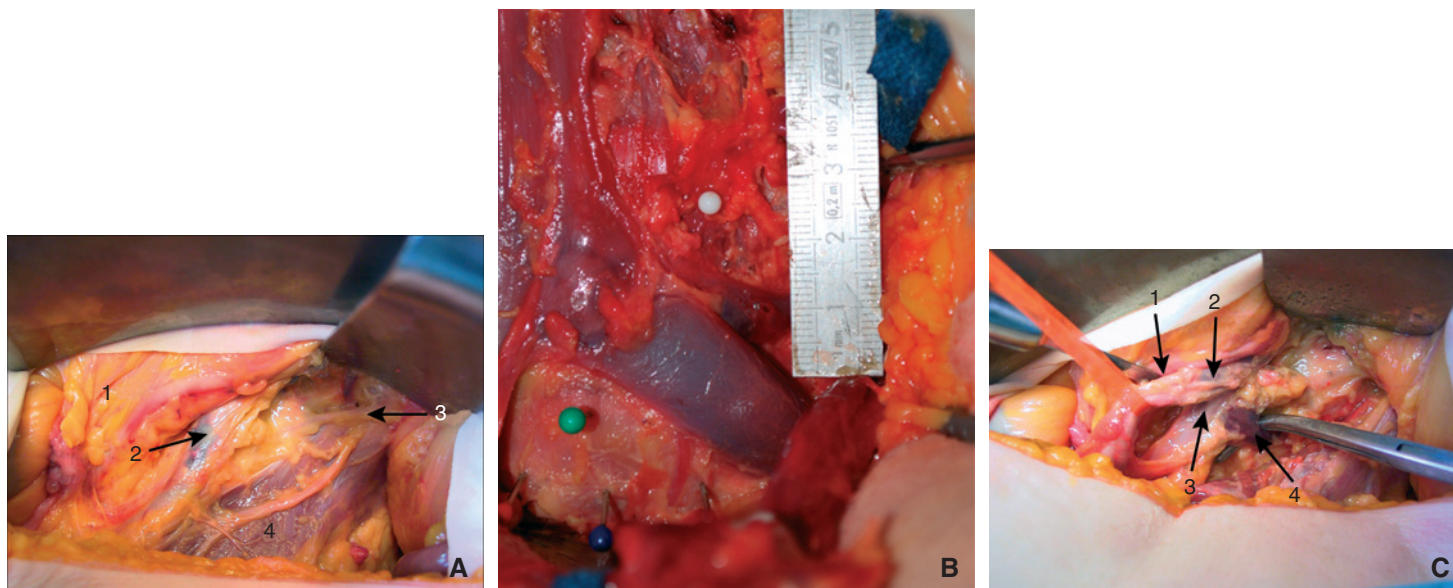
**C.** Dégagement de la face antérieure du disque et mobilisation vers la droite de l'axe aortocave. 1. Décollement du péritoine prévertébral, translation des vaisseaux et de l'uretère vers la droite ; 2. nerf sympathique lombaire ; 3. disque ; 4. vaisseaux.

**D.** Exposition du disque maintenu par des clous de Steinmann latéraux sus- et sous-jacents. 1. Clous de Steinmann sus- et sous-jacents au disque ; 2. zone d'exposition dans l'axe du disque ; 3. vaisseaux ; 4. corps vertébral.

**E.** Exposition du niveau terminée, la vision se faisant dans l'axe du disque (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



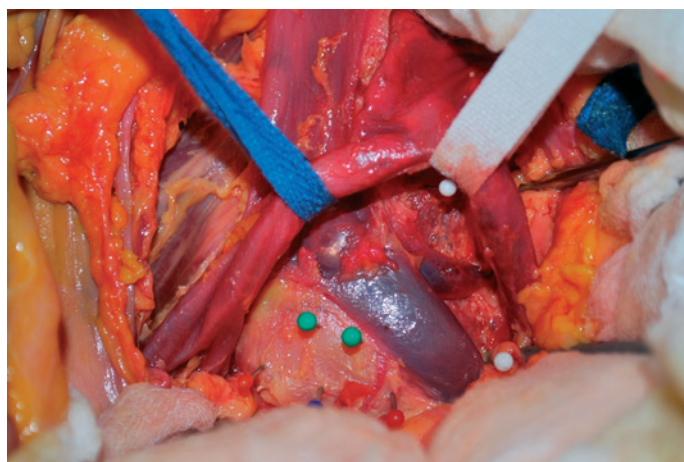
**Figure 13.** Après dissection, le maintien de l'exposition des disques est réalisé par des écarteurs à pointe ou des clous de Steinmann en L5-S1 (A) et L4-L5 (B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 14.** Temps successifs du contrôle vasculaire de la veine iliolumbaire lors de l'abord du disque (A à C).

**A, B.** Avant dissection. 1. Uretère ; 2. artère iliaque primitive ; 3. sympathique ; 4. psoas.

**C.** Désinsertion du psoas. 1. Disque L5-S1 ; 2. artère iliaque primitive ; 3. veine iliaque primitive ; 4. veine iliolumbaire.



**Figure 15.** Vue anatomique de l'origine de la veine iliolumbaire perpendiculaire au tronc de la veine iliaque primitive.

L'intestin grêle est refoulé à droite et en haut, le mésocôlon et le sigmoïde vers la gauche où il est maintenu par une valve et des champs humides. L'installation du patient se fait en position de Trendelenburg, cette position facilitant l'exposition du détroit supérieur. Devant le disque L5-S1, les vaisseaux présacrés sont liés et sectionnés.

### Excision et avivement de l'espace intervertébral

Le disque exposé doit être réséqué. Le décollement discal commence par l'utilisation d'une rugine de Cobb puis secondairement par l'utilisation des pinces à disque. Un puis deux distracteurs utilisés en alternance gauche-droite permettent un début d'ouverture antérieure du disque et l'avivement des plateaux vertébraux adjacents par une curette tranchante. Cette libération primaire doit être prudente et progressive afin d'éviter une impaction des plateaux par fracture-tassement intraspongieuse. L'enfoncement postérieur des distracteurs est contrôlé en permanence sous radioscopie de profil. La difficulté principale reste la libération postérieure strictement nécessaire pour la restitution de la hauteur discale et la correction de la lordose segmentaire. Des microcurettes, des fraises en cas d'ostéophytes postérieurs sont parfois utiles. Dans les formes très difficiles (disques très pincés), un distracteur à palette large assure la restitution de la hauteur discale. Mais il ne faut jamais trop distraire de

fait du risque d'altérations radiculaires le plus souvent temporaires mais aussi de fractures isthmiques de diagnostic radiologique. Dans tous les cas, il semble raisonnable de ne pas distraire de plus de 10 mm chez les femmes et 12 mm chez l'homme.

### Correction morphologique et la greffe

L'ALIF permet la correction de la hauteur discale et de la lordose segmentaire par l'utilisation actuelle de cages spécifiques le plus souvent dans un matériel résistant et biocompatible en polyéther-éther-cétone (PEEK). La résistance mécanique de la cage, calibrée en hauteur et angle, permet le maintien de la correction durant la phase de fusion et assure également une excellente stabilité à l'arthrodèse segmentaire qui travaille en compression antérieure, par restitution d'un triangle de stabilité en association avec les articulaires ou à une éventuelle ostéosynthèse postérieure.

Plusieurs modèles de cages existent. Elles présentent des loges de fusions et peuvent être équipées de mécanismes de verrouillage évitant les risques d'expulsions postopératoires. Les hauteurs vont généralement de 9 à 15 mm, avec des lordoses de 8 à 12°. La hauteur de la cage est déterminée par celle des disques physiologiquement sains. L'angle de lordose est calculé pour rétablir un équilibre sagittal le plus anatomique possible (*sagittal vertical axis, spino-sacral angle*) par rapport à l'évaluation faite lors du bilan préopératoire (Fig. 17, 18).

L'espace discal étant avivé, l'utilisation de fantômes d'épaisseur et de lordose variables vont permettre de rétablir la hauteur physiologique du disque altéré et de corriger l'équilibre sagittal du rachis au mieux par l'utilisation de cage plus ou moins lordosante. Ce réglage peut être déterminé en préopératoire en utilisant le bilan radiologique et en particulier les facteurs angulaires rachidiens et pelviens.

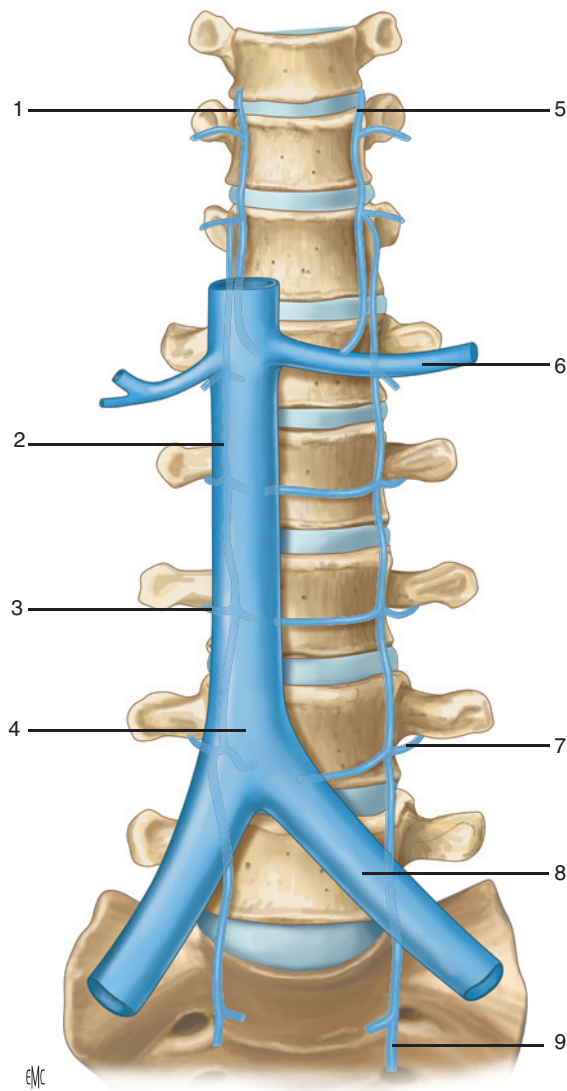
Le remplissage des loges de fusion des cages peut se faire avec une greffe osseuse autologue, un coagulum de granulés de phosphate tricalcique ou même actuellement par un vecteur en tissu résorbable imbibé de facteur de croissance osseuse (*bone morphogenetic protein [BMP]*) [19] (Fig. 19).

En cas d'utilisation de cage sans verrou mécanique, une ostéosynthèse antéroexterne de neutralisation à vissage verrouillé est indispensable pour stabiliser l'implant et éviter tout risque de mobilisation de l'ALIF compte tenu des contraintes mécaniques importantes (Fig. 20 à 23).

### Cas particulier : spondylolisthésis L5-S1

La technique ALIF permet la réduction et la fusion des spondylolisthésis L5-S1 de grades 1 et 2, après l'avivement de l'espace intervertébral. Le patient doit être installé sans hyperlordose, voire

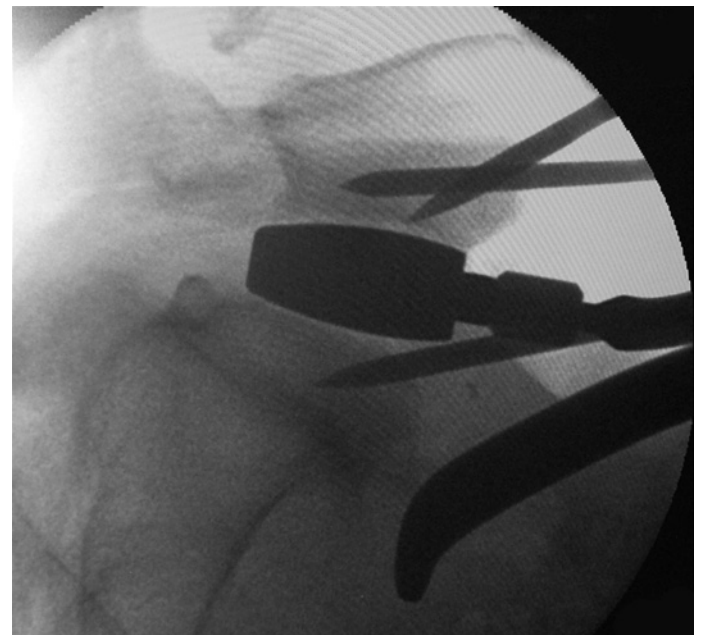




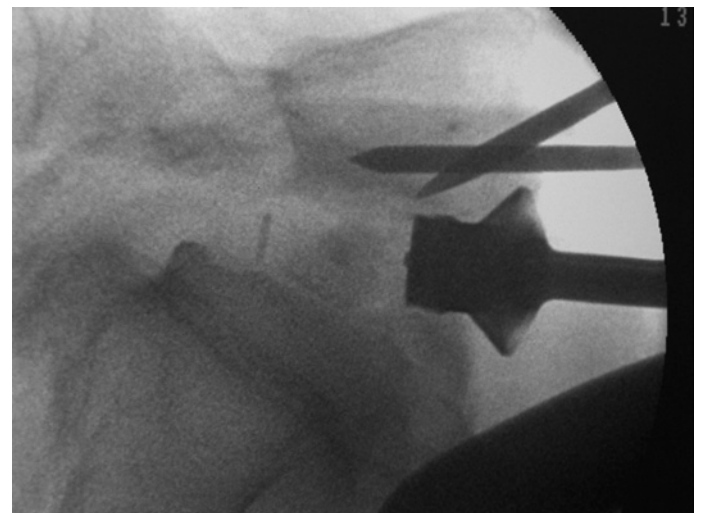
**Figure 16.** Schéma habituel de la localisation anatomique de la veine iliolombaire (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson). 1. Veine azygos ; 2. veine lombaire ascendante ; 3. veine lombaire ; 4. veine cave inférieure ; 5. veine hémiazygos ; 6. veine rénale gauche ; 7. veine iliolombaire ; 8. veine iliaque commune ; 9. veine sacrale latérale.



**Figure 17.** Utilisation d'une cage en polyéther-éther-cétone et remplissage avec coagulum de phosphate tricalcique (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 18.** Mise en place peropératoire du fantôme de cage (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 19.** Vue peropératoire d'impaction d'une cage antérieure ou antérolatérale (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

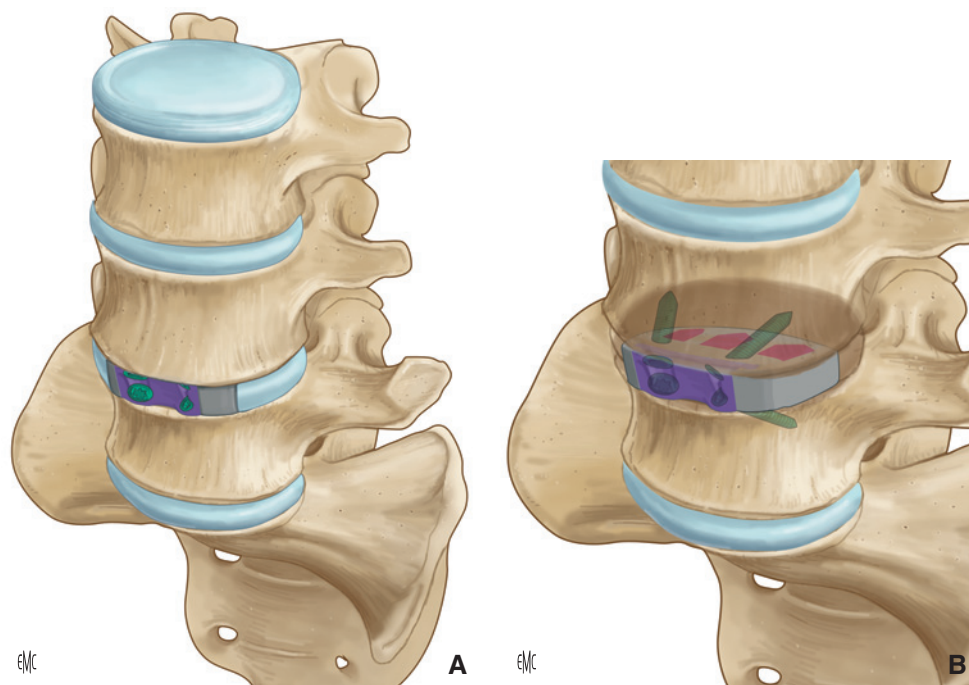
en flexion de cuisses afin de détendre les vaisseaux et de faciliter la correction de l'antélisthésis de L5, l'espace discal étant fortement oblique en bas et en avant.

Dans les cas rendus difficiles par cette obliquité ou lorsque le pubis gêne l'abord, l'avivement ainsi que l'impaction de la cage, une ostéotomie du bord antéro-inférieur de L5 permet de retrouver l'axe du disque et de faciliter l'arthrodèse sans risquer de nuire à la qualité de la fusion (Fig. 24, 25).

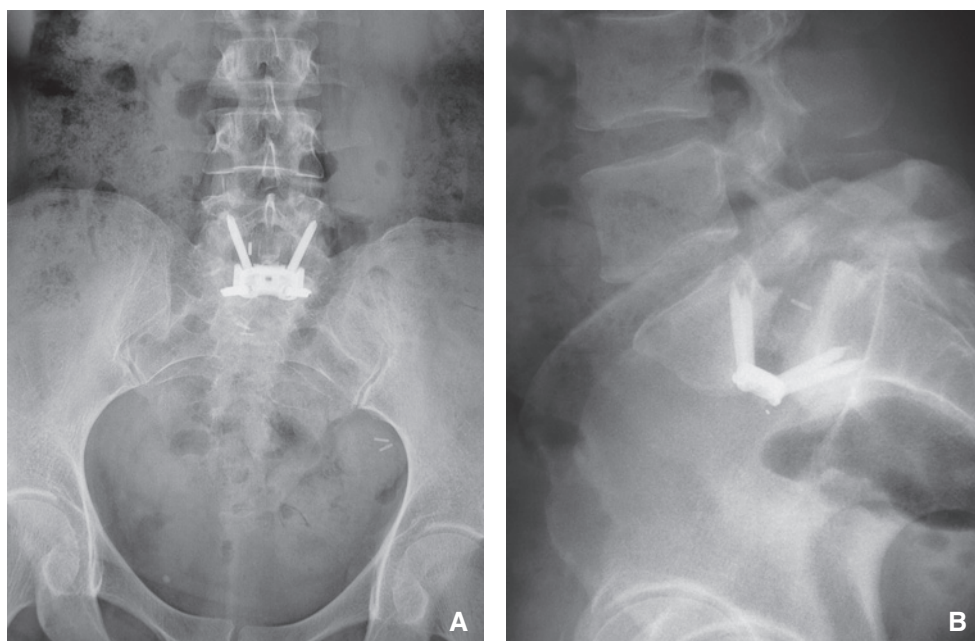
### Fermeture et les suites opératoires

L'intervention terminée, l'hémostase est parfaitement vérifiée, ainsi que l'intégrité de l'uretère, des pédicules génitaux, le plexus sympathique dont l'atteinte par traction peut donner le syndrome « pied chaud » généralement temporaire mais définitif dans 10 % des cas [15-17]. Une brèche péritonéale est fermée par une suture résorbable.

Un drain aspiratif type Redon est positionné dans la zone opératoire en rétropéritonéal.



**Figure 20.** Cages à impaction antéropostérieure autostabilisées par vis, ailettes, clavettes (A, B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 21.** Radiographies de face (A) et profil (B) centrées sur L5-S1. Anterior lumbar interbody fusion (ALIF) réductionnelle sur spondylolisthésis L5-S1 par voie antérieure rétropéritonéale gauche (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

Le sac péritonéal est remis en place, l'aponévrose des droits est fermée par un surjet de fil à résorption lente. La suture cutanée est faite à l'aide d'un surjet intradermique ou de petites agrafes.

La prévention antithrombotique est assurée par un traitement anticoagulant pendant une durée d'un mois associé au port d'une contention élastique type 2.

Une antibioprofylaxie est maintenue pendant 24 heures.

Le lever, sans corsetage le plus souvent, est très rapide, à 48 heures en moyenne, l'autonomie permet la sortie de l'établissement 4 à 5 jours après l'intervention.

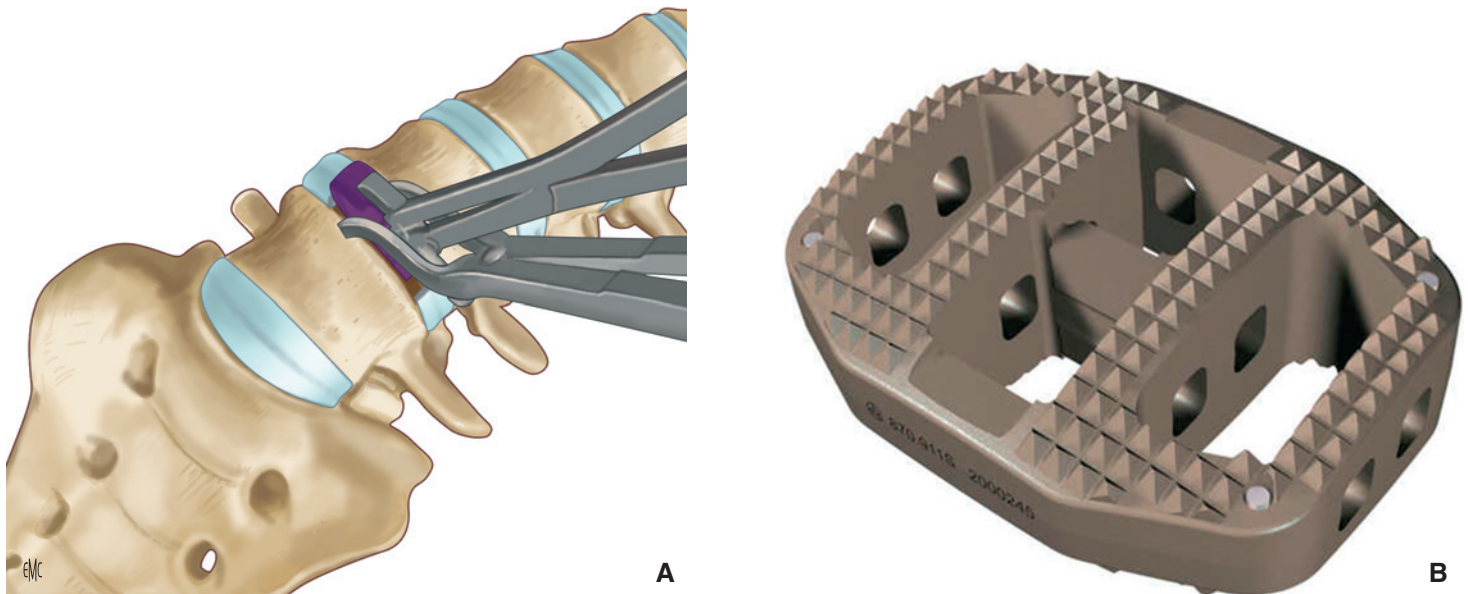
## Indications et contre-indications à l'« anterior lumbar interbody fusion »

### Indications et avantages

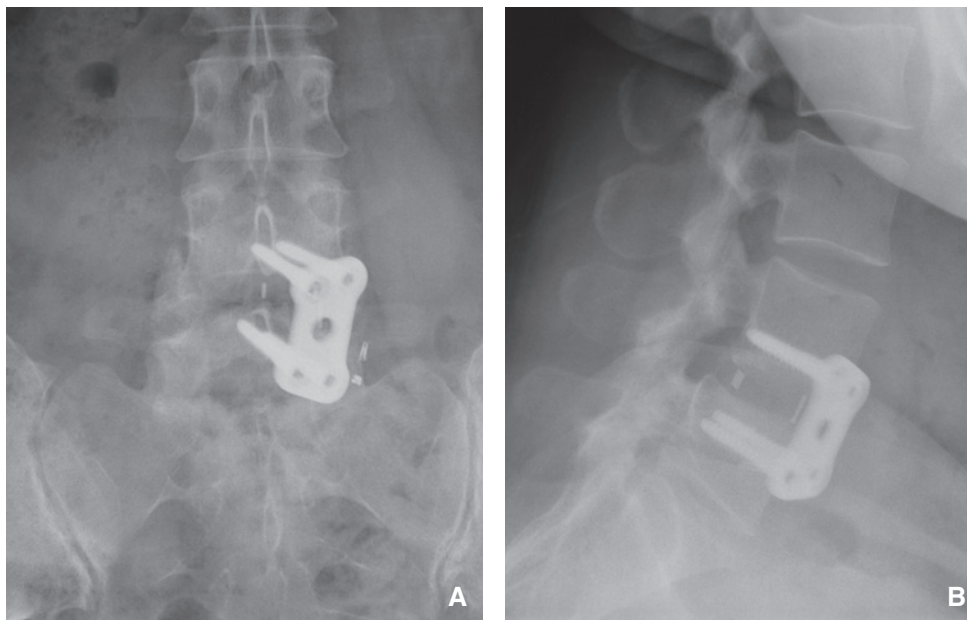
Les indications de l'ALIF sont les arthroses vertébrales très sévères dans les discopathies avec arthrose postérieure associée

et évoluée de stades 2 à 4, les spondylolisthésis dégénératifs ou constitutionnels grades 1 et 2 avec instabilité et en complément d'une chirurgie de correction-fusion postérieure (afin d'éviter une pseudarthrose).

Les avantages de l'ALIF sont multiples. Outre la restitution de la hauteur discale et celle de la lordose segmentaire physiologique, elle permet la correction des glissements des spondylolisthésis par retension des formations ostéoligamentaires. La grande stabilité du montage évite le risque de perte de correction secondaire. Les différents moyens de stabilisation proposés par les fabricants et l'ostéosynthèse antéroexterne de neutralisation associée suppriment pratiquement tout risque de mobilisation du matériel. D'autres bénéfices de la technique sont concomitants : le risque de fibrose dure-mérienne, voire d'arachnoïdite est absent, la musculature postérieure est respectée limitant les lombalgies secondaires. De plus, la réouverture des foramens sténosés par la distraction intervertébrale contribue à la libération radiculaire dans le même temps que l'arthrodèse.



**Figure 22.** Cages à impaction antérolatérale autostabilisées ou non (A, B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 23.** Radiographies de face (A) et profil (B) d'*anterior lumbar interbody fusion* (ALIF) L4-L5 avec cage en polyéthylène-éthylène et plaque de neutralisation à vis verrouillées (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

### Contre-indications de la technique

Certaines sont des contre-indications absolues telles que : une obésité morbide, des antécédents vasculaires importants (anévrisme de l'aorte abdominale, artérite sévère, séquelles de chirurgie vasculaire avec pontage), facteurs de risque d'embolie artérielle, des séquelles d'infection type spondylodiscite bactérienne ancienne ou évolutive, les tumeurs bénignes et malignes du rachis et tout cancer ou maladie avec immunodéficience.

D'autres sont des contre-indications relatives à évaluer au cas par cas : les abdomens multiopérés, les fractures du rachis à l'étage opéré, l'ostéoporose, les troubles de l'hémostase. Dans le cas particulier de sténose canalaire par hypertrophie articulaire arthrosique, l'ALIF ne peut être utilisée seule et une décompression par laminectomie est nécessaire en complément. Dans ce cas, une voie postérieure avec laminoarthrectomie et arthrodèse postérolatérale instrumentée associée est envisagée.

### ■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie postérieure <sup>[20]</sup>

Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, Mac Even développe l'abord postérieur du rachis pour le traitement des abcès pottiques. En 1953, Cloward développe l'arthrodèse intersomatique par voie postérieure, avec greffon autologue <sup>[21]</sup>.

La PLIF peut être indiquée dans les chirurgies de correction d'une déformation rachidienne, les sténoses lombaires, les discopathies dégénératives, les spondylolisthésis dégénératifs ou par spondylolyse, en association avec une arthrodèse instrumentée postérieure. Elle permet une arthrodèse circonférentielle avec un abord postérieur unique <sup>[22]</sup>.

Les contre-indications référencées sont : les antécédents de spondylodiscites bactériennes, les fractures de corps vertébraux, les tumeurs rachidiennes, les séquelles d'interventions du rachis

par voie postérieure avec adhérences méningées sévères (risque de brèche), l'ostéoporose majeure (les cages pouvant fracturer les corticales vertébrales en s'enfonçant) [23].

Deux installations sont possibles :

- genoux fléchis à 90°, avec contre-appuis fessiers et latéraux qui permettent une réduction de la lordose et une ouverture des espaces intersomatiques. Cette installation est recommandée car elle permet une détente radiculaire ;



**Figure 24.** Ostéotomie de l'angle antéro-inférieur de L5 permettant de retrouver l'axe du disque (flèche).

- en décubitus ventral, avec un billot thoracique et un appui iliaque pour obtenir une flexion de hanches de 20°, genoux tendus.

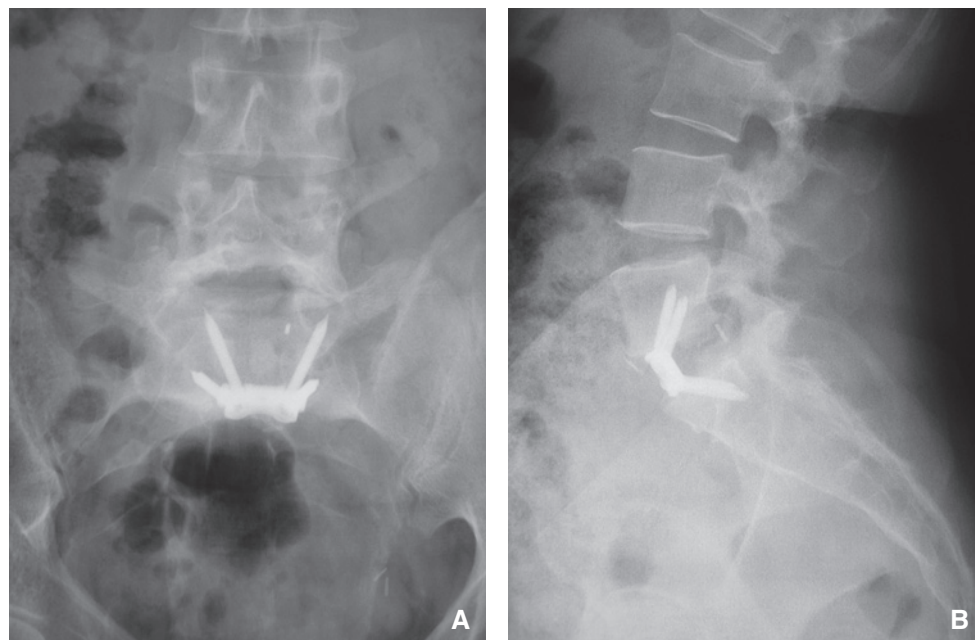
Il faut toujours vérifier l'absence de compression oculaire, abdominale ou d'étirement du plexus axillaire lors de l'installation. L'abord est postérieur médian, centré sur la ligne des épineuses. Après incision cutanée puis du fascia thoracolombaire, le rachis est exposé de façon bilatérale, à l'aide de la rugine de Cobb, des isthmes et articulaires jusqu'aux apophyses transverses (en cas d'arthrodèse postérolatérale). Le niveau est vérifié par un contrôle radiologique ou scopique peropératoire. Une hémostase soignée doit être réalisée avec des compresses et en coagulant les branches postérieures des artères segmentaires.

La libération est réalisée par une laminectomie bilatérale avec foraminotomie, puis une discectomie complète bilatérale, très latérale vers les foramens, à la pince de Kerrison et à la pince à disque. Ensuite, les plateaux vertébraux sont avivés à la curette, en prenant soin de ne pas être trop agressif pour respecter l'os corticospongieux sur lequel les cages prennent appui (risque d'enfoncement des implants) et en protégeant les structures nerveuses durant l'ensemble de ces étapes. Il est conseillé de mettre en place les vis pédiculaires avant la libération (Fig. 26 à 28).

Avec des bougies de tailles croissantes, placées de manière bilatérale, une distraction progressive de l'espace intersomatique est



**Figure 26.** Curette tranchante.



**Figure 25.** Radiographies de face (A) et profil (B) d'un spondylolisthésis à grand déplacement par spondylolyse bilatérale ; *anterior lumbar interbody fusion* (ALIF) par cage en polyéthylène-tétrafluorure d'éthyle autoverrouillable (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

effectuée jusqu'à l'obtention d'une hauteur intersomatique et d'une lordose équivalentes à celles des disques sains adjacents. Après un contrôle radiologique de la position des bougies (profondeur, hauteur et lordose), deux cages remplies d'autogreffe osseuse sont introduites successivement (en laissant la bougie controlatérale pour la première cage). La greffe est issue du produit de la laminectomie, d'un prélèvement de crête iliaque postérieure ou d'un substitut osseux (Fig. 29).

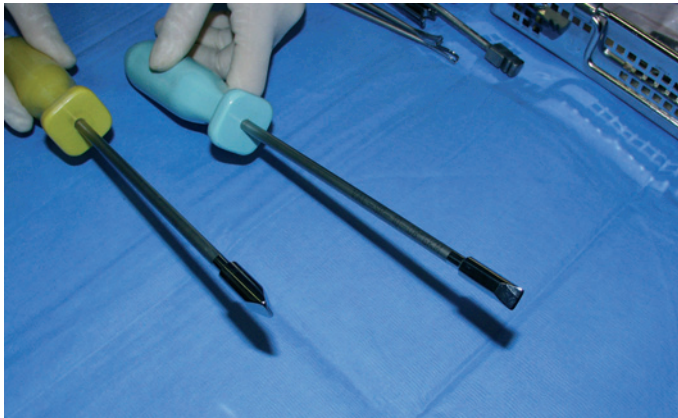


Figure 27. Distracteurs calibrés.

Les deux cages arciformes doivent être situées en avant, au tiers antérieur des plateaux. Leur forme trapézoïdale à base antérieure associée à la compression postérieure permet de restaurer la lordose. Avant la mise en place des tiges, la greffe postérolatérale doit être posée [24] (Fig. 30 à 32). La fermeture se fait en trois plans : aponévrotique, sous-cutané et cutané, sur drains de Redon aspiratifs. Les risques opératoires à craindre classiquement restent la brèche durale et la traction excessive sur le sac dural et les racines adjacentes [23]. En postopératoire, le lever est indiqué vers la 48<sup>e</sup> heure. Les drains de Redon sont ôtés le deuxième ou le troisième jour. Aucune contention n'est nécessaire sauf en cas d'ostéoporose importante, un corset en coutil baleiné de protection durant 2 à 3 mois est alors préférable (Fig. 33).

## ■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie transforaminale [25]

En 1993, Harms et Jezsanky [26] développent une alternative à la PLIF, avec moins de risque de lésions neurologiques : la TLIF [27]. Les TLIF sont indiquées dans les arthrodèses intersomatiques des discopathies dégénératives avec hernie discale extraforaminale, des spondylolisthésis dégénératifs ou par lyse à grand déplacement avec des racines très médialisées et dans la déformation rachidienne de l'adulte [28-30].

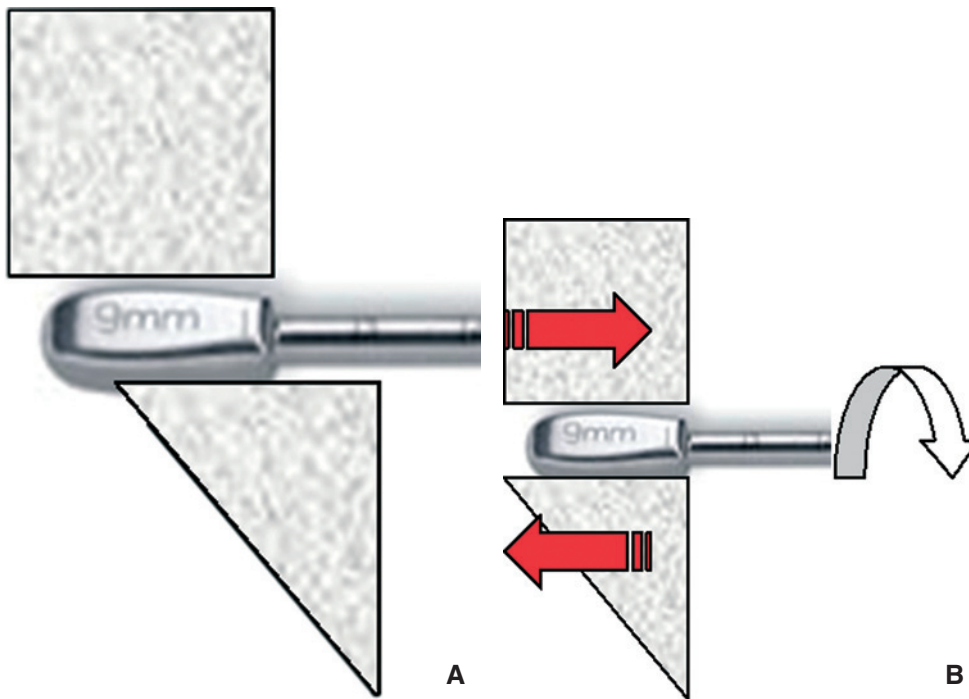


Figure 28. Technique de réduction du listhésis dégénératif par mise en tension des formations ligamentaires (A, B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

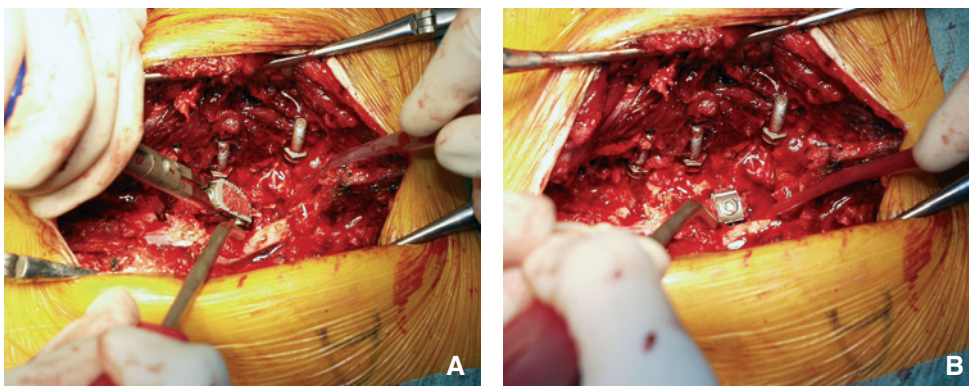


Figure 29. Impaction (A) des deux cages droite et gauche sous protection des racines par spatules larges (B).

Les contre-indications principales sont les antécédents de spondylodiscites bactériennes, l'instabilité rachidienne majeure, les fractures de corps vertébraux, les tumeurs rachidiennes, les séquelles d'interventions du rachis par voie postérieure avec adhérences méningées sévères, l'ostéoporose majeure (les cages pouvant fracturer les corticales vertébrales en s'enfonçant) [31].

Deux installations sont possibles :

- genoux fléchis à 90°, avec contre-appuis fessiers et latéraux qui permettent une réduction de la lordose et une ouverture des espaces intersomatiques. Cette installation est recommandée car elle permet une détente radriculaire ;
- en décubitus ventral, avec un billot thoracique et un appui iliaque pour obtenir une flexion de hanches de 20°, genoux tendus.

Deux voies d'abord peuvent être utilisées [32, 33] :

- un abord médian standard jusqu'aux lames, puis une laminectomie et un abord discal unilatéral, du côté de la radiculalgie ;
- un abord de Wiltse [34], avec soit une incision cutanée médiane, soit deux incisions de part et d'autre de la ligne médiane, puis une incision longitudinale du fascia thoracolombaire. Ensuite, il faut repérer l'espace de clivage entre les muscles multifidus

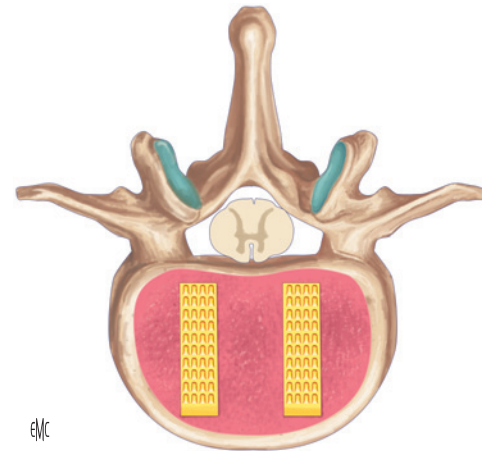


**Figure 30.** Cage à lordose réglable autostabilisée.

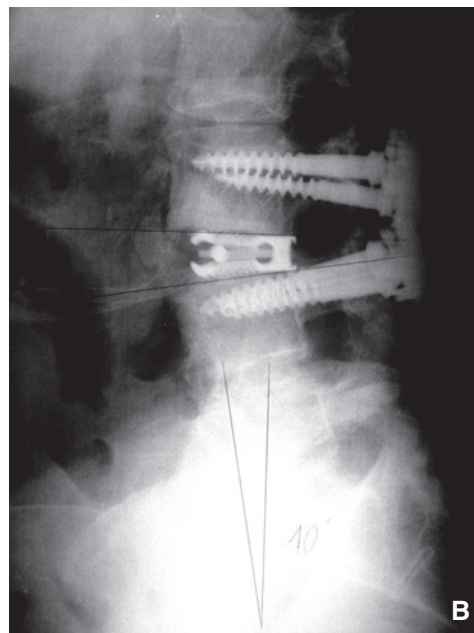
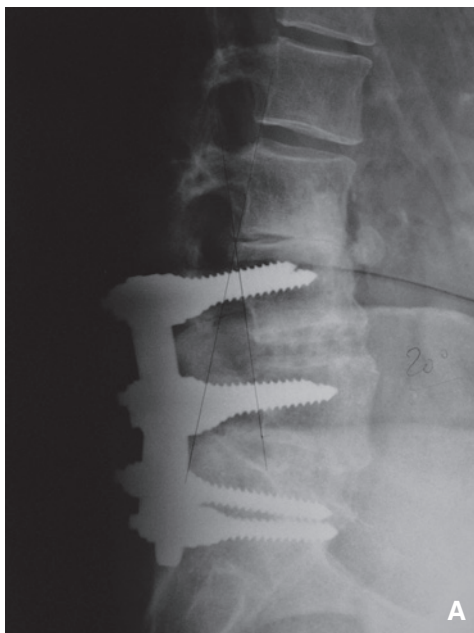
et longissimus (le repérage est plus facile à la partie proximale de l'incision) puis disséquer cet espace jusqu'au massif articulaire. On réalise avec les ciseaux à frapper et la pince-gouge l'arthrectomie de la portion inférolatérale de la vertèbre sus-jacente et de la facette supérieure de la vertèbre sous-jacente, ce



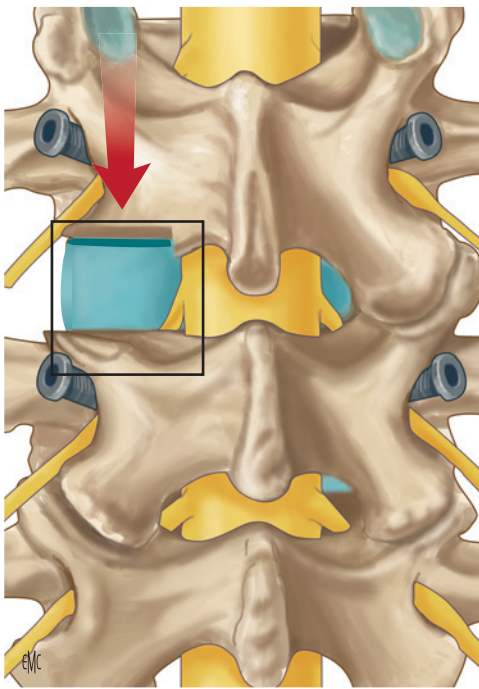
**Figure 31.** Cage monobloc en polyéther-éther-cétone prélordosée (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



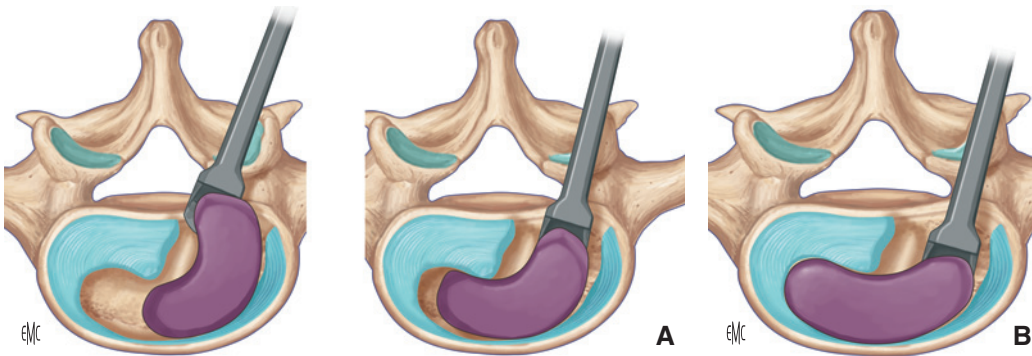
**Figure 32.** Les deux cages *posterior lumbar interbody fusion* (PLIF) en place dans l'espace intervertébral avec la greffe associée (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



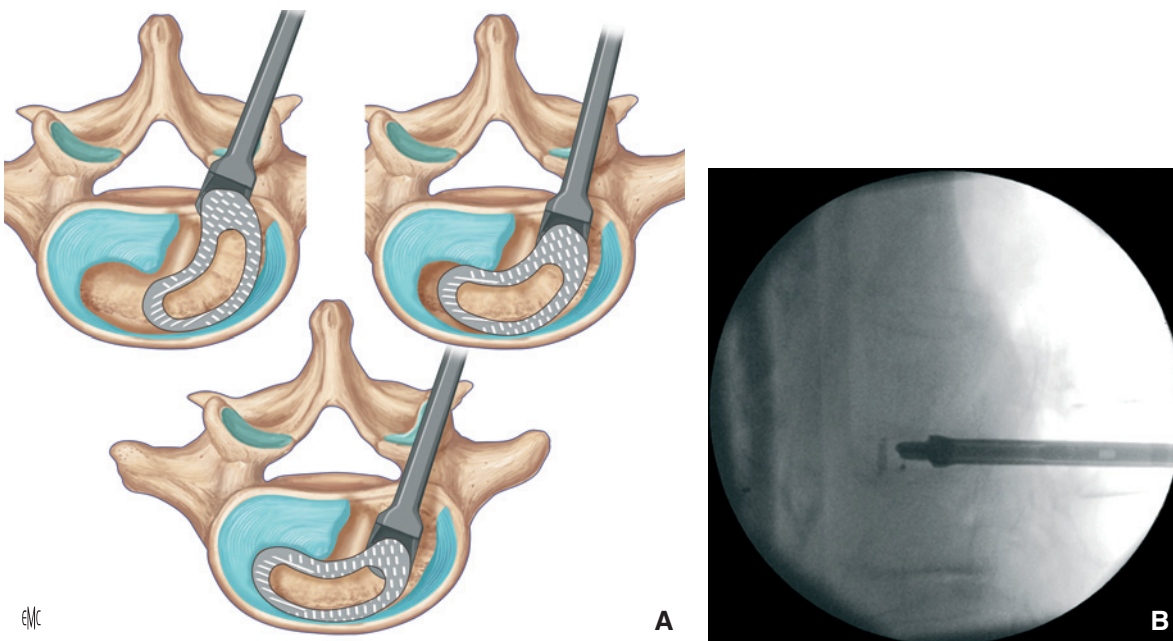
**Figure 33.** Correction d'une cyphose L3-L4 (A) sus-jacente à une arthrodèse L4-S1 rectiligne par *posterior lumbar interbody fusion* (PLIF) à cages lordosantes avec arthrodèse postérolatérale instrumentée L3-L4 (B).



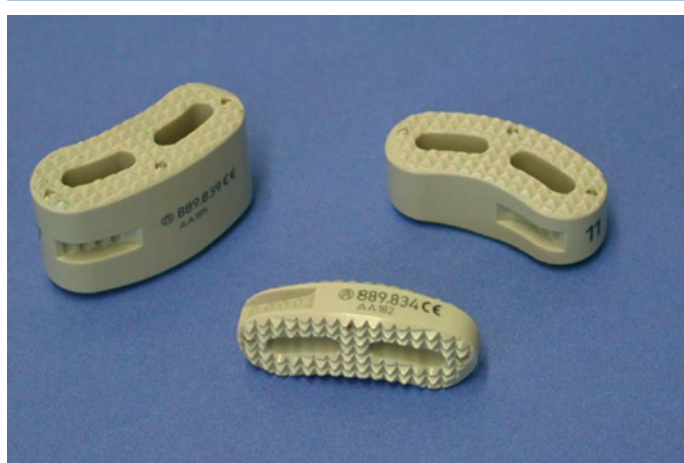
**Figure 34.** Résection unilatérale de l'articulaire permettant l'abord latéral large du disque, la visualisation et la protection des deux racines (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



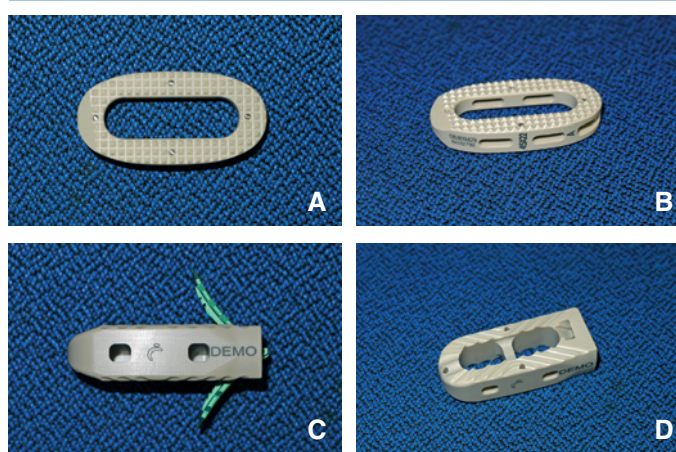
**Figure 35.** Phases d'introduction du fantôme de la cage avec le mouvement de rotation (A) nécessaire au positionnement antérieur (B), facteur de correction de la lordose (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 36.** Mise en place de la cage définitive (A) et vue scopique peropératoire (B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 37.** Cages transforaminale lumbar interbody fusion (TLIF) de différentes épaisseurs en polyéther-éther-cétone avec visualisation des chambres de greffe et les picots de stabilisation (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 38.** Différents modèles de cages en polyéther-éther-cétone standards et verrouillables utilisées pour les *extreme lateral lumbar interbody fusion* (XLIF) (A à D) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

qui permet un abord discal latéral, après avoir protégé la racine nerveuse (Fig. 34, 35).

On effectue par cet abord unilatéral une discectomie complète à la pince à disque et à la curette, avec un avivement des plateaux vertébraux en préservant l'os sous-chondral. La distraction de l'espace intersomatique est faite avec des bougies de taille croissante. Ces bougies sont arciformes comme la future cage et sont insérées selon un axe sagittal de 45°. Une rotation est ensuite réalisée grâce aux différents poussoirs, pour disposer l'implant au tiers antérieur de l'espace intersomatique. La position correcte de l'implant est contrôlée sous radioscopie (Fig. 36, 37).

La cage arciforme, remplie d'os spongieux (issu du produit de laminectomie, de la crête postérieure ou de substitut osseux), est mise en place dans l'espace intersomatique, entourée de greffe corticospongieuse en avant et en arrière. Enfin, la correction de la déformation est réalisée en cintrant les tiges. La fermeture s'effectue en trois plans comme pour la PLIF.

Les complications sont moins nombreuses que pour la PLIF [32, 35, 36]. Le risque de lésions neurologiques est moins important avec les TLIF car elles provoquent moins d'étirement du sac dural et des racines. L'association à une arthrodèse postérolatérale et fusion retrouve 95 % de consolidation selon Ghosez [37]. Selon Ould-Slimane, sur une série de 40 patients, les résultats montrent une augmentation significative de la hauteur discale, une restitution de la lordose lombaire segmentaire et maximale, une diminution de la rétroversion mais sans modification de l'équilibre sagittal global [38].

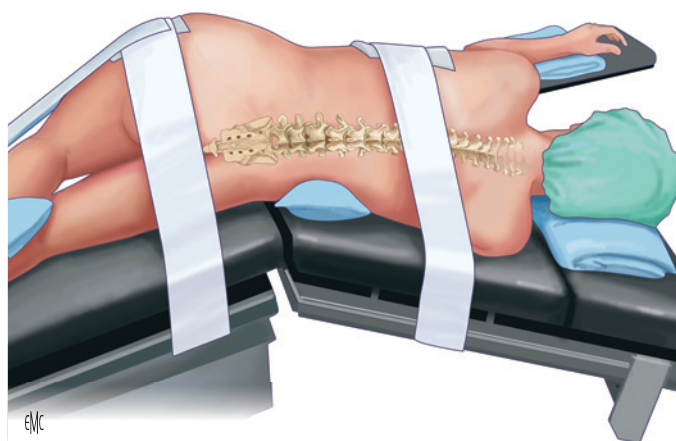
## ■ Arthrodèse lombaire intersomatique par voie rétro-péritonéale latérale

### Introduction

En 1996, Le Huec et Husson [39] publiaient le premier cas d'arthrodèse intersomatique par voie rétro-péritonéale sous endoscopie. Ensuite, Pimenta décrit une technique d'arthrodèse intersomatique par voie latérale trans-psoas [40]. En 2006, Ozgur [41] publie sur la technique de la XLIF. L'intérêt de cette technique est de permettre par un abord mini-invasif une fusion intersomatique, tout en évitant le risque de plaie vasculaire des gros vaisseaux du tronc (Fig. 38).

### Installation

Le patient est installé en décubitus latéral (généralement sur son côté convexe), maintenu par des contre-appuis, sur une



**Figure 39.** Position en inclinaison latérale avec billot lombaire (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

table radiotransparente. Un billot est placé sous le thorax, il faut s'assurer de la liberté du creux axillaire pour éviter une compression du plexus ; les points d'appui sont protégés [7, 42, 43] (Fig. 39).

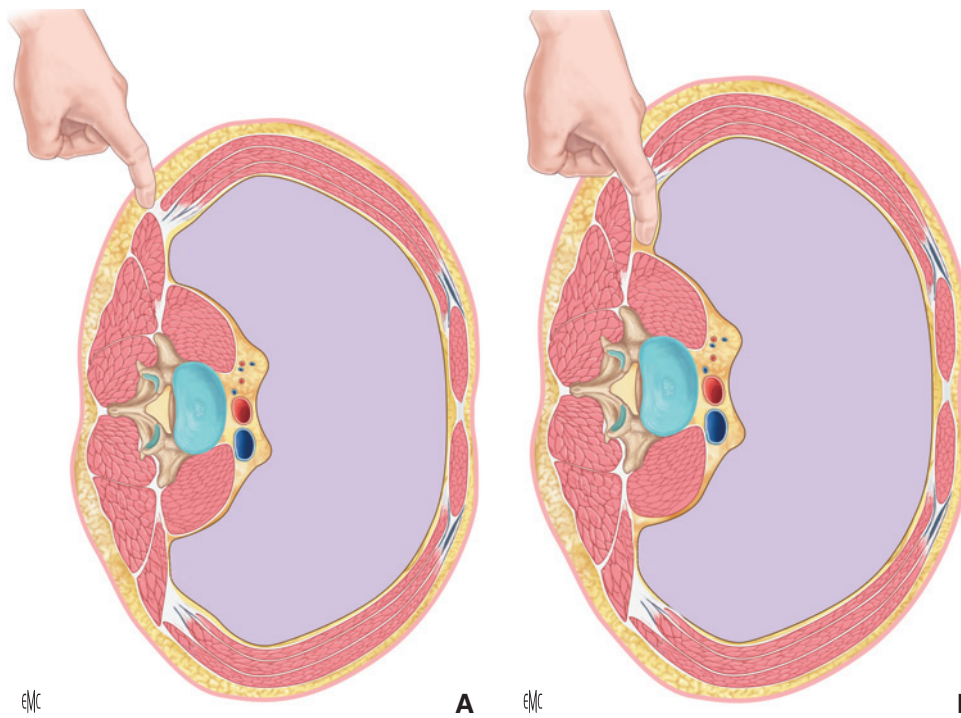
### Abord

Sous contrôle scopique, l'incision cutanée est repérée à la verticale du disque. Une incision d'environ 3 cm est réalisée dans la concavité, pour permettre un abord direct à 90° du rachis. En cas de geste sur un seul niveau, l'incision est réalisée en regard du disque ; en cas de XLIF sur deux niveaux adjacents, on peut, par une seule incision située au milieu, opérer sur ces deux étages [7] (Fig. 40).

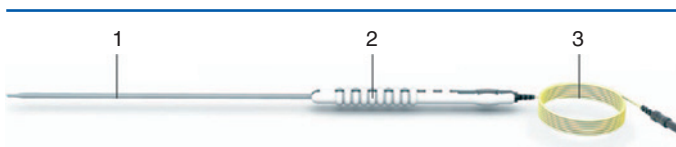
Après incision du tissu sous-cutané, des muscles obliques externes, internes, transverses et de l'aponévrose profonde, droit devant, on accède à l'espace rétro-péritonéal et au muscle psoas.

Le passage trans-psoas s'effectue sous contrôle neurophysiologique en temps réel par des potentiels évoqués. On place une sonde capteur dans le patient et les dilateurs que l'on descend progressivement autour d'une broche guide (sous contrôle scopique) à travers du psoas jusqu'au disque sont équipés d'émetteurs, ce qui permet de vérifier la position par rapport au plexus lombosacré et de la corriger. Des études anatomiques ont montré une position du plexus lombosacré généralement au tiers postérieur du psoas et le nerf génito-fémoral à sa portion antérieure [8] (Fig. 41).





**Figure 40.** Abord cutané (A) et rétro-péritonéal réalisé sous contrôle digital (B) par voie mini-invasive (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 41.** Sonde de contrôle électrique de neurostimulation (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson). 1. Sonde ; 2. poignée ; 3. câble.

### Positionnement de l'implant (Fig. 44, 45)

Après essai de « fantômes » de différentes tailles et épaisseurs, on positionne l'implant, associé à de l'os spongieux au tiers antéromédial des plateaux [19].

Après vérification radiographique de la bonne position de l'implant (parfaitement centré de face et positionné au niveau du tiers antéromédial du disque de profil), on procède à la fermeture du plan aponévrotique, de la sous-peau et de la peau.

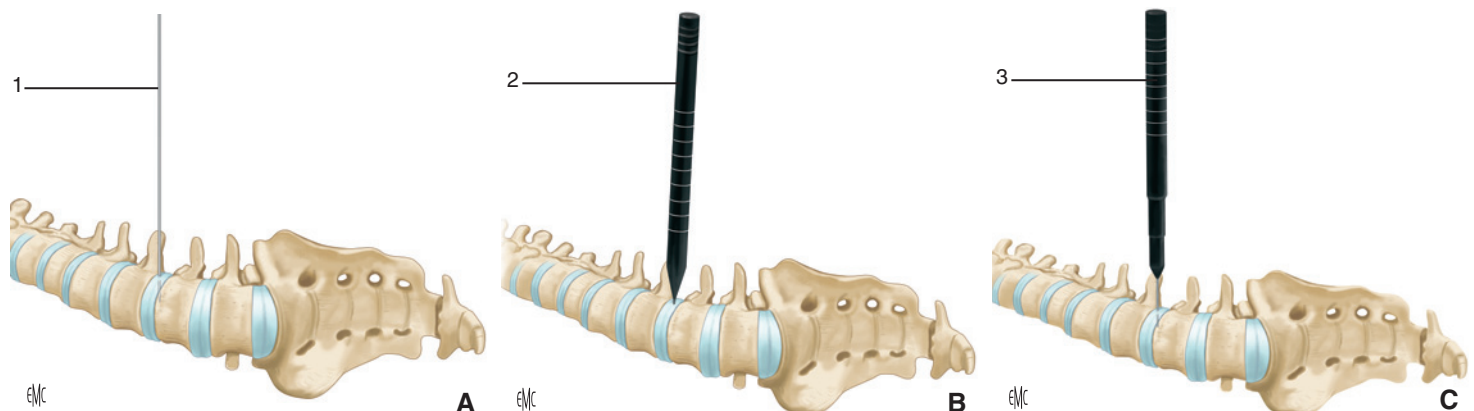
Pendant toute la durée de l'intervention, il faut s'assurer que le patient n'a pas bougé.

### Préparation discale (Fig. 42)

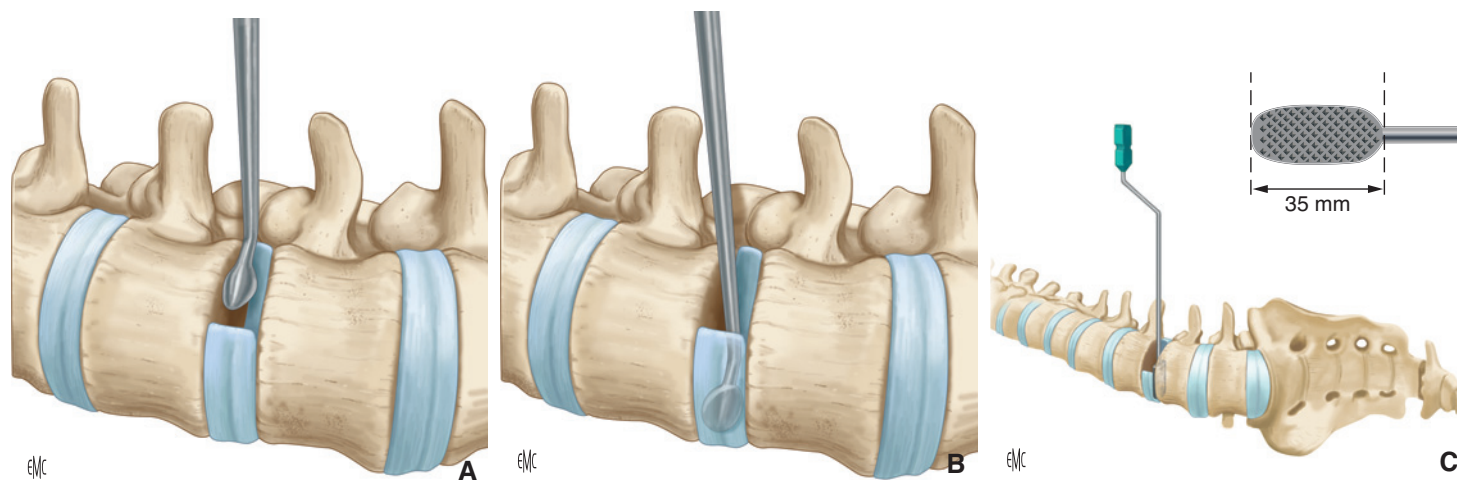
Lorsque le plus gros dilateur est descendu jusqu'au disque, on place autour un écarteur circulaire, au travers duquel s'effectue le travail. Une discectomie complète est réalisée, avec des pinces de Kerrison, pinces à disque et curettes par une fenêtre réalisée dans la partie latérale de l'annulus au tiers antérieur, en respectant le ligament commun vertébral antérieur sur lequel sont appliqués les vaisseaux. Les plateaux vertébraux sont préparés sans pénétrer dans l'os spongieux sous-cortical, pour éviter un enfoncement secondaire de l'implant (Fig. 43).

### Indications et avantages des « extreme lateral interbody fusion »

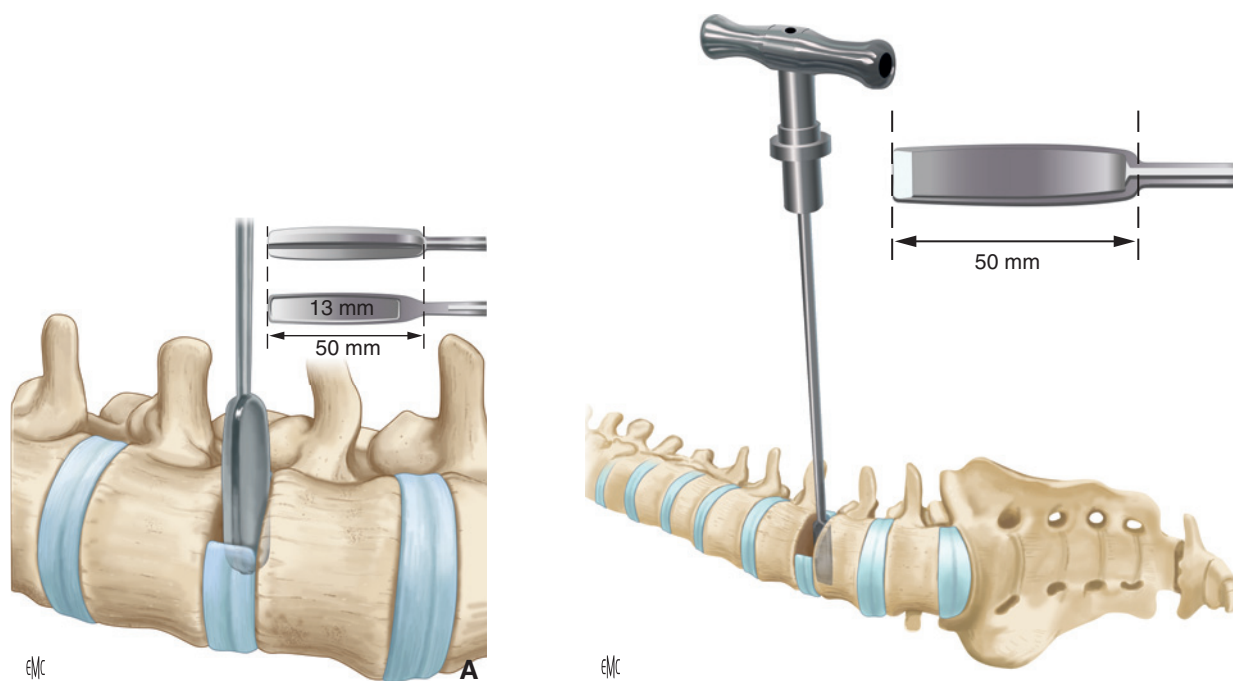
Ce sont essentiellement les pathologies lombaires dégénératives (scolioses, discopathies, etc.), associées ou non à une instrumentation postérieure (niveaux de T10 à L5). L'intervention permet une restauration de la hauteur discale avec correction du plan frontal et sagittal, une décompression indirecte des foramens. La perte sanguine est diminuée, la récupération est plus rapide avec moins de risque vasculaire que l'ALIF et moins de risque de brèche durale et de lésion nerveuse que la PLIF. Elle est possible chez l'obèse, avec



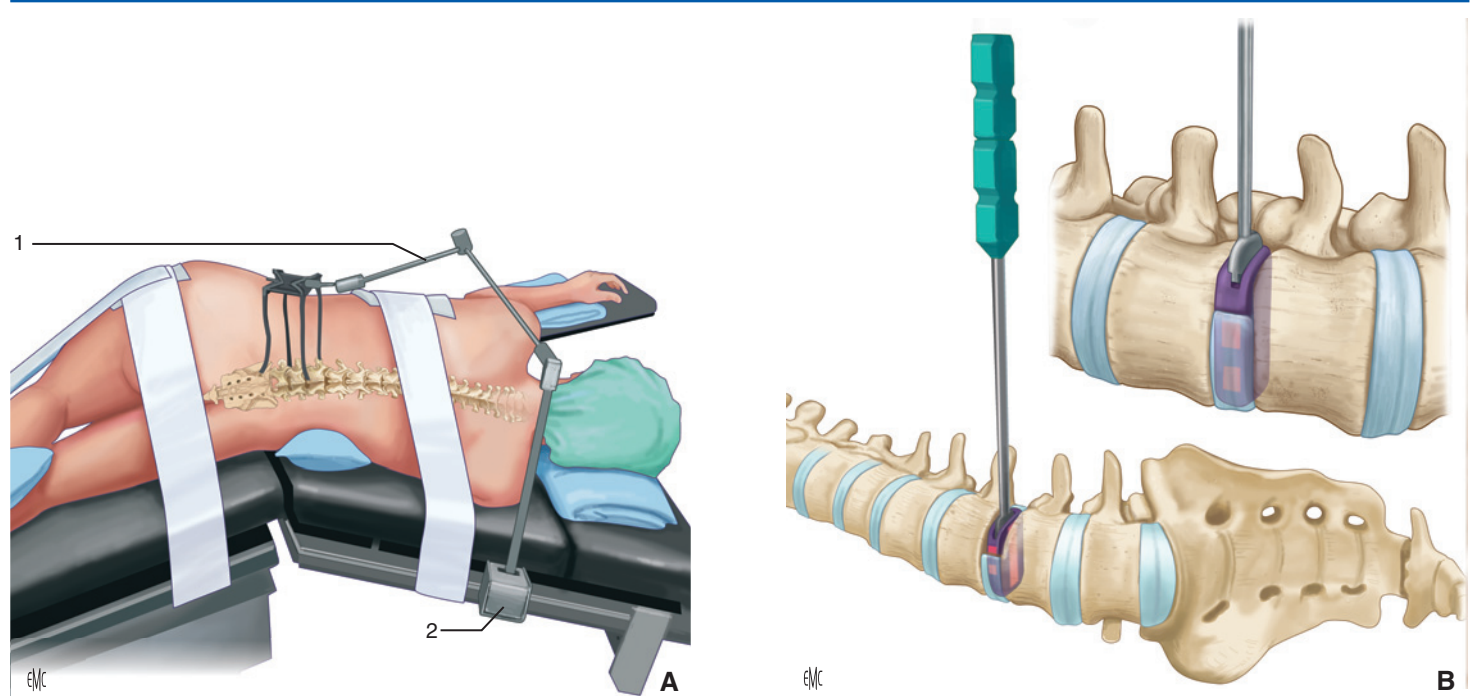
**Figure 42.** Phases du repérage du niveau opératoire par broche de Kirschner (1) (A) puis dilateurs (B, C) et du tiers antérieur du disque (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson). 2. Dissecteur tissulaire ; 3. dilateurs centrés.



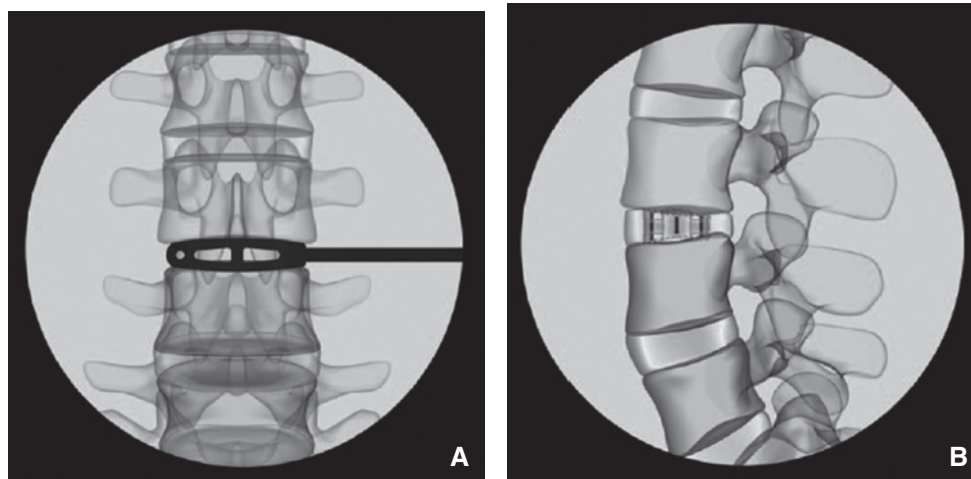
**Figure 43.** Curetage discal et avivement des plateaux vertébraux respectant les corticales et le ligament commun vertébral antérieur (A à C) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 44.** Essais des différents fantômes d'épaisseur et de lordose sous contrôle scopique (A, B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 45.** Position du patient (A) lors de l'impaction de l'*extreme lateral lumbar interbody fusion* (XLIF) (B) (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson). 1. Bras universel ; 2. clamp de table.



**Figure 46.** Vue scopique face (A) et profil (B) de la cage *extreme lateral lumbar interbody fusion* (XLIF) en place (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

chute du tablier adipeux vers l'avant en décubitus latéral [43, 44] (Fig. 46 à 48).

### Complications et contre-indications

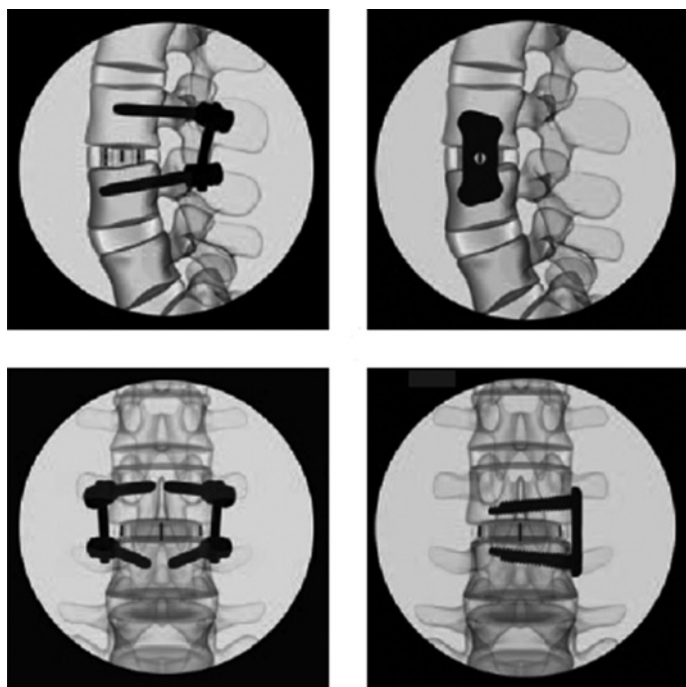
Les complications sont rares : infection, fracture, pseudarthrose, hernie de paroi.

Les contre-indications absolues sont : une sténose sévère du canal rachidien, un spondylolisthésis à grand déplacement, une anomalie vasculaire de l'axe aortocave et iliaque. D'autres sont relatives : des antécédents de chirurgie rétropéritonéale, un disque très pincé dont la distraction est impossible sans un abord antérieur direct [45, 46].

### Conclusion

Les différents types de techniques d'arthrodèse intersomatique lombaire décrits sont peu délabrants et peu hémorragiques. Leur avantage est de permettre des fusions fiables restituant la hauteur discale et la lordose segmentaire. La stabilité de l'arthrodèse circonférentielle obtenue par ces méthodes favorise une fusion plus rapide et complète. De plus, ce type d'intervention permet une correction précise des défauts d'alignements rachidiens et pelviens présents dans les pathologies dégénératives rachidiennes.

Les auteurs préfèrent, dans leur pratique quotidienne, l'ALIF par voie rétropéritonéale gauche en L4-L5 et L5-S1, et pour les niveaux sus-jacents par lombotomie. Ceci permet une meilleure sécurité



**Figure 47.** Vue scopique face et profil de la cage *extreme lateral lumbar interbody fusion* (XLIF) avec ostéosynthèse antérieure ou postérieure (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).



**Figure 48.** Vue radiologique postopératoire de profil sur deux étages traités (reproduit avec l'aimable autorisation de Synthes Inc, Company of Johnson & Johnson).

vasculaire. La discectomie totale réalisée et l'utilisation de cages larges à grande chambre de greffe permettent de mieux restituer la stabilité segmentaire, ce d'autant qu'il existe en préopératoire un anté- ou rétrolisthésis dégénératif.

Le faible nombre de complications observées et la rapidité de la reprise fonctionnelle du patient sont d'autres points d'intérêt.

**Déclaration d'intérêts :** laboratoire Depuy-Synthes ; laboratoire Kisco International.



## Références

- Guigui P, Devyver B, Rillardon L, Ngounou P, Deburge A, Ghosez JP. Complications per et postopératoires précoces dans les arthrodèses lombaires et lombosacrées : étude prospective de 872 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004;**90**:5–15.
- Guigui P, Bizot P, Wodecki P, Metral B, Barre E, Deburge A. Rôle de l'ostéosynthèse dans la consolidation des arthrodèses postérolatérale : une étude comparative chez des patients opérés d'une sténose lombaire. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000;**86**:452–63.
- Videman T, Battié MC, Ripatti S, Gill K, Manninen H, Kaprio J. Determinants of the progression in lumbar degeneration: a 5-year follow-up study of adult male monozygotic twins. *Spine* 2006;**31**:671–8.
- Butler D, Trafimow JH, Andersson GB, McNeill TW, Huckman MS. Discs degenerate before facets. *Spine* 1990;**15**:111–3.
- During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine* 1985;**10**:83–7.
- Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A barycentric study of the sagittal shape of spine and pelvis. *Ann Biomed Eng* 1992;**20**:451–62.
- Caputo AM, Michael KW, Chapman TM, Massey GM, Howes CR, Isaacs RE, et al. Clinical outcomes of extreme lateral interbody fusion in the treatment of adult degenerative scoliosis. *ScientificWorldJournal* 2012;**2012**:680643.
- Arnold PM, Anderson KK, McGuire Jr RA. The lateral transposas approach to the lumbar and thoracic spine: a review. *Surg Neurol Int* 2012;**3**(Suppl. 3):S198–215.
- Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005;**87**:260–7.
- Barrey C, Jund J, Nosedo O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J* 2007;**16**:1459–67.
- Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine* 2005;**30**:2024–9.
- Kim MK, Lee SH, Kim ES, Eoh W, Chung SS, Lee CS. The impact of sagittal balance on clinical results after posterior interbody fusion for patients with degenerative spondylolisthesis: a pilot study. *BMC Musculoskelet Disord* 2011;**12**:69.
- Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine* 2009;**34**:E599–606.
- Lazennec JY, Ramaré S, Arafati N, Laudet CG, Gorin M, Roger B, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *Eur Spine J* 2000;**9**:47–55.
- Tropiano P, Huang RC, Marnay T. Lumbar disc replacement: preliminary results with ProDisc II after a minimum follow-up period of 1 year. *J Spinal Disord Tech* 2003;**16**:362–8.
- Huang RC, Girardi FP, Cammisia Jr FP, Tropiano P, Marnay T. Long-term flexion-extension range of the prodisc total disc replacement. *J Spinal Disord Tech* 2003;**16**:435–40.
- Lazennec JY, Ramare S, Castel E, Laporte C, Benazet JP, Saillant G. Abord antérieur rétro-péritonéal minimisé du rachis de T12 à S1. Bases anatomiques et applications chirurgicales. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. *Chi Endosc Rachis* 2000;**75**:170–81.
- Onimus M, Papin P, Gangloff S, Balique JG. [Video-assisted anterior extra-peritoneal approach of the inferior lumbar spine]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1995;**81**:257–63.
- Pimenta L, Marchi L, Oliveira L, Coutinho E, Amaral R. A prospective, randomized, controlled trial comparing radiographic and clinical outcomes between stand-alone lateral interbody lumbar fusion with either silicate calcium phosphate or rh-BMP2. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurgical* 2013;**74**:343–50.
- DiPaola CP, Molinari RW. Posterior lumbar interbody fusion. *J Am Acad Orthop Surg* 2008;**16**:130–9.
- Cloward B. The classic treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusion. Indications, operative technique, after care. *Clin Orthop* 1985;**193**:5–15.
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Lee JH, Cho KJ, Kim HG. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine* 1997;**22**:210–9 [discussion 219–20].

- [23] Lin PM. Posterior lumbar interbody fusion technique: complications and pitfalls. *Clin Orthop* 1985;**193**:90–102.
- [24] Gödde S, Fritsch E, Dienst M, Kohn D. Influence of cage geometry on sagittal alignment in instrumented posterior lumbar interbody fusion. *Spine* 2003;**28**:1693–9.
- [25] Blondel B, Adetchessi T, Pech-Gourg G, Métellus P, Dufour H, Fuentes S. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion through a unilateral approach and percutaneous osteosynthesis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;**97**:595–601.
- [26] Harms JG. The unilateral, transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. *Oper Orthop Traumatol* 1998;**2**:90–102.
- [27] Ames CP, Acosta Jr FL, Chi J, Iyengar J, Muir W, Acaroglu E, et al. Biomechanical comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion performed at 1 and 2 levels. *Spine* 2005;**30**:E562–6.
- [28] Kwon BK, Berta S, Daffner SD, Vaccaro AR, Hilibrand AS, Grauer JN, et al. Radiographic analysis of transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of adult isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech* 2003;**16**:469–76.
- [29] Faundez AA, Schwender JD, Safriel Y, Gilbert TJ, Mehbod AA, Denis F, et al. Clinical and radiological outcome of anterior-posterior fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion for symptomatic disc degeneration: a retrospective comparative study of 133 patients. *Eur Spine J* 2009;**18**:203–11.
- [30] Crandall DG, Revella J. Transforaminal lumbar interbody fusion versus anterior lumbar interbody fusion as an adjunct to posterior instrumented correction of degenerative lumbar scoliosis: three-year clinical and radiographic outcomes. *Spine* 2009;**34**:2126–33.
- [31] Park Y, Ha JW, Lee YT, Oh HC, Yoo JH, Kim HB. Surgical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of spondylolisthesis and degenerative segmental instability. *Asian Spine J* 2011;**5**:228–36.
- [32] Lowe TG, Tahernia AD, O'Brien MF, Smith DA. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): indications, technique, and 2-year results. *J Spinal Disord Tech* 2002;**15**:31–8.
- [33] Xiao YX, Chen QX, Li FC. Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion: a review of the technique, indications and graft materials. *J Int Med Res* 2009;**37**:908–17.
- [34] Wiltse LL, Bateman JG, Hutchinson RH, Nelson WE. The paraspinous sacrospinalis-splitting approach to the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 1968;**50**:919–26.
- [35] Humphreys SC, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. *Spine* 2001;**26**:567–71.
- [36] Potter BK, Freedman BA, Verwiebe EG, Hall JM, Polly Jr DW, Kuklo TR. Transforaminal lumbar interbody fusion: clinical and radiographic results and complications in 100 consecutive patients. *J Spinal Disord Tech* 2005;**18**:337–46.
- [37] Ghosez JP, Himmer O, Devyver B, Beugnies A, Lootvoet L. Combined anterior and posterior arthrodeses in the treatment of spondylolisthesis. Apropos of a series of 45 cases. *Acta Orthop Belg* 1991;**57**(Suppl. 1):205–12.
- [38] Ould-Slimane M, Lenoir T, Dauzac C, Rillardon L, Hoffmann E, Guigui P, et al. Influence of transforaminal lumbar interbody fusion procedures on spinal and pelvic parameters of sagittal balance. *Eur Spine J* 2012;**21**:1200–6.
- [39] Husson JL, Le Huec JC, Polard JL, Trébucet G, Lesprit E, Bossis JM. Arthrodèse intersomatique des vertèbres lombaires par cœlioscopie rétro-péritonéale. Une étude préliminaire de 38 cas. *Chirurgie* 1998;**123**:491–9.
- [40] Marotta N, Cosar M, Pimenta L, Khoo LT. A novel minimally invasive presacral approach and instrumentation technique for anterior L5-S1 intervertebral discectomy and fusion: technical description and case presentations. *Neurosurg Focus* 2006;**20**:E9.
- [41] Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR. Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J* 2006;**6**:435–43.
- [42] Akbarnia A, Billingham J. Extreme lateral interbody fusion (XLIF). *Curr Orthop Pract* 2009;**20**:238–51.
- [43] Isaacs RE, Hyde J, Goodrich JA, Rodgers WB, Phillips FM. A prospective, nonrandomized, multicenter evaluation of extreme lateral interbody fusion for the treatment of adult degenerative scoliosis: perioperative outcomes and complications. *Spine* 2010;**35**(Suppl. 26):S322–30.
- [44] Karikari IO, Nimjee SM, Hardin CA, Hughes BD, Hodges TR, Mehta AI, et al. Extreme lateral interbody fusion approach for isolated thoracic and thoracolumbar spine diseases: initial clinical experience and early outcomes. *J Spinal Disord Tech* 2011;**24**:368–75.
- [45] Patel VC, Park DK, Herkowitz HN. Lateral transpsoas fusion: indications and outcomes. *ScientificWorldJournal* 2012;**2012**:893608.
- [46] Malham GM, Ellis NJ, Parker RM, Seex KA. Clinical outcome and fusion rates after the first 30 extreme lateral interbody fusions. *ScientificWorldJournal* 2012;**2012**:246989.

P. Cottin (philippe.cottin@abc.aphp.fr).

E. Ferrero.

T. Bégué.

Service de chirurgie orthopédique, traumatologique et réparatrice, Hôpital Antoine-Béclère, Université Paris-Sud, 157, rue de la Porte-de-Trivaux, 92140 Clamart, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Cottin P, Ferrero E, Bégué T. Arthrodèse intersomatique vertébrale lombaire. EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie 2017;12(1):1-21 [Article 44-153].

Disponibles sur [www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



Arbres  
décisionnels



Iconographies  
supplémentaires



Vidéos/  
Animations



Documents  
légaux



Information  
au patient



Informations  
supplémentaires



Auto-  
évaluations



Cas  
clinique

Cet article comporte également le contenu multimédia suivant, accessible en ligne sur [em-consulte.com](http://em-consulte.com) et [em-premium.com](http://em-premium.com) :

## 1 autoévaluation

[Cliquez ici](#)