UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS
FACULTE DE MEDECINE

PRECISION DU VISSAGE TRANS-ISTHMIQUE SOUS GUIDAGE SCANNER ET SCOPIQUE : A PROPOS DE 50 CAS

THESE D'EXERCICE DE MEDECINE

En vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement à la Faculté de Médecine de Nice
Le 8 avril 2016

Par

Elodie CERVANTES
Née le 17 novembre 1985 à AVIGNON (84)
DES de Radiologie

Président du jury
Monsieur le Professeur Bernard PADOVANI

Assesseurs
Monsieur le Professeur Patrick CHEVALLIER
Monsieur le Professeur Fernand DE PERETTI
Monsieur le Docteur Stéphane LITRICO
Monsieur le Docteur Florent PENNES

Directeur de thèse
Monsieur le Docteur Nicolas AMORETTI

UNIVERSITÉ NICE-SOPHIA ANTIPOLIS

FACULTÉ DE MÉDECINE

Liste des professeurs au **1er septembre 2015** à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen M. BAQUÉ Patrick

Vice-Doyen M. BOILEAU Pascal

Assesseurs M. ESNAULT Vincent
M. CARLES Michel
Mme BREUIL Véronique
M. MARTY Pierre

Conservateur de la bibliothèque Mme DE LEMOS Annelyse

Directrice administrative des services Mme CALLEA Isabelle

Doyens honoraires M. AYRAUD Noël
M. RAMPAL Patrick
M. BENCHIMOL Daniel

Professeurs honoraires

M. BALAS Daniel
M. BATT Michel M.
BLAIVE Bruno
M. BOQUET Patrice
M. BOURGEON André
M. BOUTTÉ Patrick
M. BRUNETON Jean-Noël
Mme BUSSIERE Françoise
M. CAMOUS Jean-Pierre
M. CHATEL Marcel
M. COUSSEMENT Alain
M. DARCOURT Guy
M. DELLAMONICA Pierre
M. DELMONT Jean
M. DEMARD François M.
M. DOLISI Claude
M. FRANCO Alain
M. FREYCHET Pierre
M. GÉRARD Jean-Pierre
M. GILLET Jean-Yves
M. GRELLIER Patrick
M. HARTER Michel
M. INGLESAKIS Jean-André
M. LALANNE Claude-Michel
M. LAMBERT Jean-Claude
M. LAZDUNSKI Michel
M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. LE BAS Pierre
M. LE FICHOUX Yves
Mme LEBRETON Elisabeth
M. LOUBIERE Robert
M. MARIANI Roger
M. MASSEYEFF René
M. MATTEI Mathieu M.
MOUIEL Jean
Mme MYQUEL Martine
M. OLLIER Amédée
M. ORTONNE Jean-Paul
M. SAUTRON Jean Baptiste
M. SCHNEIDER Maurice
M. SERRES Jean-Jacques
M. TOUBOL Jacques
M. TRAN Dinh Khiem
M. VAN OBBERGHEN Emmanuel
M. ZIEGLER Gérard

M.C.A. honoraire Mlle ALLINE Madeleine

M.C.U. honoraires

M. ARNOLD Jacques
M. BASTERIS Bernard
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie
Mme DONZEAU Michèle
M. EMILIOZZI Roméo
M. FRANKEN Philippe
M. GASTAUD Marcel
M.GIRARD-PIPAU Fernand
M. GIUDICELLI Jean
M. MAGNÉ Jacques
Mme MEMRAN Nadine
M. MENGUAL Raymond
M. POIRÉE Jean-Claude
Mme ROURE Marie-Claire

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M. BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M. BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M. DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M. DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M. FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M. FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M. GASTAUD Pierre	Ophtalmologie (55.02)
M. GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M. GRIMAUD Dominique	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M. HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M. HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M. LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénéréologie (50.03)
M. MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M. MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M. MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
M. PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M. PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M. QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M. M.ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M. SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M. THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

Mme ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M. BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M. BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
M. BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M. BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
M. CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
Mme CRENESSE Dominique	Physiologie (44.02)
M. DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M. DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M. ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M. FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M. FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M. GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M. GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
Mme ICHAI Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M. MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M. MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M. PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M. PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M. RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
Mme RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M. ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M. SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M. STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M. THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M. TRAN Albert	Hépato Gastro-entérologie (52.01)

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

M. ALBERTINI Marc	Pédiatrie (54.01)
Mme BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
M. BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
M. BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M. BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M. BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
Mme BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M. BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
Mlle BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M. CANIVET Bertrand	Médecine Interne (53.01)
M. CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M. CASSUTO Jill-Patrice	Hématologie et Transfusion (47.01)
M. CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)

M. DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M. DUMONTIER Christian	Chirurgie plastique
M. FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M. FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
M. FREDENRICH Alexandre	Endocrinologie, Diabète et Maladies métaboliques (54.04)
Mlle GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M. GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M. HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M. IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M. JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M. JOURDAN Jacques	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
M. LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M. PASSERON Thierry	Dermato-Vénéréologie (50-03)
M. PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M. ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M. ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M. RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M. SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M. TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M. VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. HOFLIGER Philippe	Médecine Générale

PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca	Anglais
Mme ROSE Patricia	Anglais

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M. AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M. BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
Mme BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M. DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M FAVRE Guillaume	Néphrologie (52.03)
M. FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M. GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
Mme HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
Mme LEGROS Laurence	Hématologie et Transfusion (47.01)

Mme MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
Mme MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M. NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
M. PHILIP Patrick	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
M. ROUX Christian	Rhumatologie (50.01)
M. TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M. TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M.COYNE John	Anatomie et Cytologie (42.03)
M.GARDON Gilles	Médecine Générale
Mme PACZESNY Sophie	Hématologie (47.01)
Mme POURRAT Isabelle	Médecine Générale

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

M. BALDIN Jean-Luc	Médecine Générale
M. DARMON David	Médecine Générale
Mme MONNIER Brigitte	Médecine Générale
M. PAPA Michel	Médecine Générale

PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M. BERTRAND François	Médecine Interne
M. BROCKER Patrice	Médecine Interne Option Gériatrie
M. CHEVALLIER Daniel	Urologie
Mme FOURNIER-MEHOUAS Manuella	Médecine Physique et Réadaptation
M. JAMBOU Patrick	Coordination prélèvements d'organes
M. QUARANTA Jean-François	Santé Publique

A Monsieur le Président du jury,

Le Professeur Bernard Padovani,

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.

J'ai eu le plaisir de débuter la radiologie dans votre service.

Je tenais à vous exprimer toute ma gratitude pour ces années de formation, pour votre disponibilité, votre gentillesse, et votre bienveillance tout au long de mon parcours. Mais également pour m'avoir accordé du temps et conseillé à chaque moment où je vous ai sollicité.

Recevez ici l'expression de ma profonde considération.

A notre Maitre et jury de thèse, Monsieur le Professeur Chevallier

Vous me faites l'honneur de juger ce travail.

Je vous exprime ma plus profonde reconnaissance pour l'enseignement au quotidien durant les deux semestres que j'ai eu le plaisir d'effectuer dans votre service. Cet enseignement a fait le socle de mes connaissances actuelles et futures. Votre expérience et votre professionnalisme imposent le respect.

Je tenais à vous exprimer toute ma gratitude pour votre disponibilité, vos conseils, et pour la confiance que vous m'avez accordée tout au long de mon parcours.

Recevez ici l'expression de ma très sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A notre Maitre et jury de thèse, Monsieur le Professeur De Peretti

Vous me faites l'honneur de juger ce travail et je vous en remercie.

Je suis honorée que vous ayez accepté de l'enrichir de votre savoir et de votre expérience.

Que ce travail soit l'occasion de vous témoigner ma profonde considération.

A notre Maitre et jury de thèse, Monsieur le Docteur Stéphane Litrico

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury de thèse.

Merci pour votre disponibilité et votre présence en ce jour.

Soyez assuré de ma reconnaissance.

A notre Maitre et jury de thèse, Monsieur le Docteur Florent Pennes

Tu me fais l'honneur de juger ce travail,

Je tiens à te remercier pour tes conseils, ton soutien, ta disponibilité, et tes qualités pédagogiques.

Soit assuré de ma profonde reconnaissance.

A mon Directeur de thèse, Monsieur le Docteur Nicolas Amoretti,

Vous me faites l'honneur de diriger cette thèse.

Je vous remercie de m'avoir fait confiance tout au long de mon parcours.

Merci de m'avoir confié ce travail, de m'avoir encouragé, soutenu et motivé, y compris dans les moments difficiles.

Soyez assuré de ma profonde admiration.

A ma mère, à mon père ...

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION 11

II. RAPPELS ET PRE-REQUIS 13

A. ANATOMIE 13

B. DEFINITIONS 18

C. LYSES ISTHMIQUES : GENERALITES 20

D. LYSES ISTHMIQUES : THERAPEUTIQUES 50

III. OBJECTIFS 61

IV. ETUDE 62

A. MATERIEL ET METHODES 62

B. RESULTATS 80

V. DISCUSSION 92

VI. CONCLUSION 97

VII. CAS CLINIQUES 98

VIII. ANNEXES 114

IX. BIBLIOGRAPHIE 118

Table des matières 127

Index des illustrations 129

Serment d'Hippocrate 132

I. INTRODUCTION

La lyse isthmique est une pathologie fréquente, il s'agit de la principale cause de spondylolisthésis. D'origine principalement mécanique par microtraumatismes répétés, elle peut compliquer une anomalie congénitale notamment un allongement de l'isthme ou survenir dans un contexte de trouble de la statique pelvi-rachidienne chez l'enfant, l'adolescent ou le jeune adulte.

La lombalgie basse et les radiculalgies sont les principales manifestations cliniques, pouvant être invalidantes notamment chez les patients sportifs, entrainant des périodes d'arrêt prolongé jusqu'à la contre-indication de l'activité.

La prise en charge thérapeutique des lyses isthmiques symptomatiques reste controversée. Le traitement initial est médical et conservateur (antalgiques oraux, rééducation, corset), et les infiltrations thérapeutiques permettent de passer un cap douloureux.

En cas de résistance, la fixation chirurgicale peut être proposée. Mais les techniques classiques sont invasives, nécessitant une ouverture des plans musculaires postérieurs, une anesthésie générale et une hospitalisation longue, souvent suivie d'une rééducation importante.

De nombreuses options chirurgicales sont décrites en fonction de la voie d'abord ; cependant l'ensemble des dernières études n'a pas permis d'établir de façon évidente la supériorité d'une procédure par rapport à l'autre [1,2].
Les techniques chirurgicales ont évolué vers de nouvelles méthodes dites « micro-invasives » sous contrôle scopique, avec des incisions cutanées plus petites, afin de respecter le plus possible les structures anatomiques adjacentes. La fixation chirurgicale par arthrodèse postérieure, vissage trans-pédiculaires et greffe osseuse inter somatique (PLIF) est actuellement le traitement de référence.

Parmi ces techniques, l'intervention de reconstruction pars isthmique (à travers la lyse isthmique) montre des résultats similaires, ne réduisant pas ou peu l'anté-listhésis. Cependant elle permet de stabiliser mécaniquement les micro-cisaillements au niveau de la lyse et de diminuer l'inflammation locale responsable de la symptomatologie.

En prenant en compte ces données et en suivant ce même principe d'être le moins invasif possible, l'équipe de radiologie interventionnelle de l'hôpital de l'Archet à Nice a développé [3] la même intervention de fixation pars isthmique par voie percutanée sous anesthésie locale. Les vissages percutanés étant régulièrement réalisés au CHU dans le cadre des fractures disjonctions de la ceinture pelvienne, et des fractures du toit du cotyle. L'avantage de cette voie d'abord non

délabrante pour la structure musculaire est de réduire le phénomène de distension musculo-ligamentaire, sans toutefois rétablir un équilibre sagittal complet.

Initialement, l'idée est venue avec l'équipe chirurgicale d'une adaptation de la technique de vissage percutanée sous scanner des articulations sacro iliaques dans les disjonctions sacro iliaques post traumatiques [4-6]. Cette technique est réalisée depuis plusieurs années dans notre CHU [6,7] et elle a prouvé son efficacité. Elle permet de fixer l'articulation par mise en place de vis sous contrôle tomodensitométrique afin de sécuriser le trajet du matériel d'ostéosynthèse limitant les risques de lésions nerveuses, vasculaires ou viscérales.

En suivant le même principe, notre équipe a développé en 2005 une technique entièrement percutanée de vissage des surfaces articulaires postérieures (transfacettaire) sous anesthésie locale, en complément d'un temps antérieur classique (ALIF). Elle permet une «reprise » par voie postérieure pour consolider un premier temps chirurgical antérieur, et favoriser la fusion du greffon, avec une meilleure tolérance pour le patient, sans augmenter la mortalité ni surtout la morbidité opératoire [8,9] avec de très bons résultats en terme de positionnement, de tolérance et d'efficacité [10].

Le but de notre étude est d'évaluer la faisabilité et la précision du positionnement des vis avec une technique de fixation percutanée « pars isthmique » sous anesthésie locale en suivant les critères de bon positionnement déjà établis dans la littérature [3]. Du fait de sa réalisation sous double-contrôle scopique et tomodensitométrique, notre équipe espérait obtenir des résultats au moins aussi bons que ceux obtenus par la chirurgie standard en termes de placement des vis.

II. RAPPELS ET PRE-REQUIS

A. ANATOMIE

1. Anatomie descriptive de la vertèbre lombaire

Le corps vertébral lombaire [11] est réniforme, à grand axe transversal et à concavité postérieure. Le diamètre transversal croît de la face supérieure à la face inférieure de chaque corps vertébral et d'une vertèbre de L1 à L5. Sa face postérieure, concave vers l'arrière, est occupée par des orifices vasculaires dans sa partie médiane. Le plateau vertébral présente une couronne de cartilage hyalin en périphérie.

Les pédicules sont épais, à direction antéropostérieure ou légèrement oblique en arrière et en dedans. Ils s'implantent sur la moitié supérieure de la face postérolatérale du corps vertébral. Le bord supérieur est un peu concave en haut et le bord inférieur est très échancré. Ils diminuent de hauteur de L1 à L5 [12].

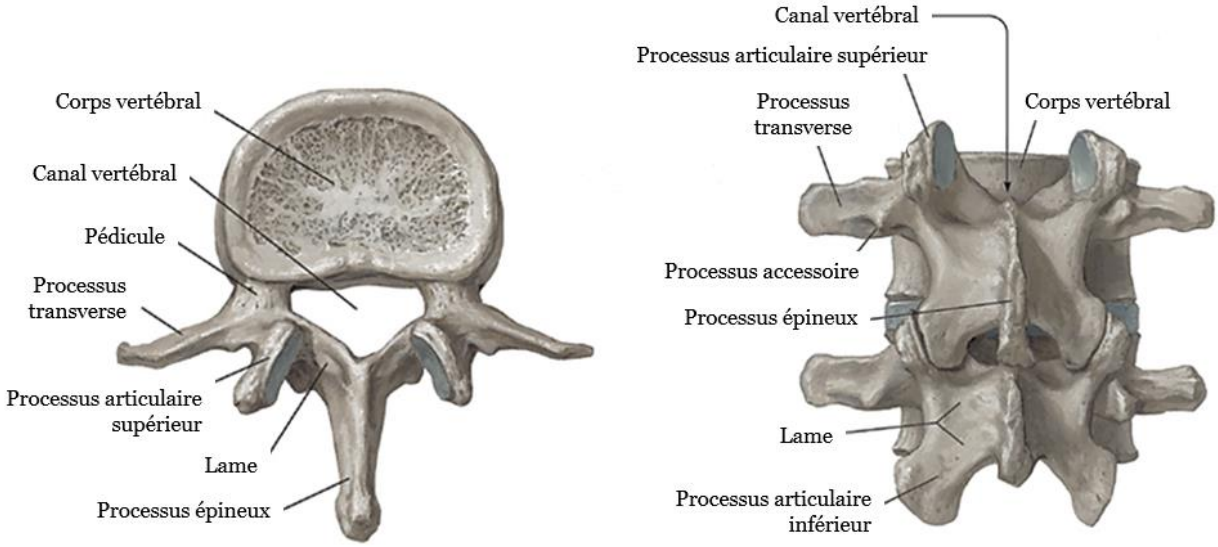


Figure 1. Anatomie de la vertèbre lombaire ; vue supérieure et postérieure (Frank H. Netter)

Les lames sont quadrilatères, épaisses, courtes, plus hautes que larges et obliques en bas, en arrière et en dedans. Les lames de deux vertèbres adjacentes délimitent entre elles un espace fermé par les ligaments jaunes.

Les apophyses transverses s'implantent à l'union du pédicule et de l'apophyse articulaire supérieure. Orientées transversalement, elles se dirigent en dehors, légèrement en haut et en arrière. Les apophyses transverses de L3 sont les plus longues et les plus horizontales. Les apophyses de L1 et de L2 sont obliques vers le bas alors que celles de L4 et de L5 sont ascendantes. La morphologie de ces apophyses varie d'une vertèbre à l'autre et même d'un côté à l'autre.

Les apophyses articulaires sont des lames osseuses épaisses, pratiquement verticales, situées à l'union des pédicules et des lames dans un plan postérieur par rapport aux apophyses transverses.

Les apophyses articulaires supérieures, orientées transversalement, se situent en arrière et au-dessus des apophyses transverses. Leur face interne présente une surface articulaire cartilagineuse, concave en arrière et en dedans, en forme de gouttière verticale. Leur face externe porte le long du bord postérieur une saillie osseuse : le tubercule mamillaire.

Au niveau des trois premières vertèbres lombaires, les apophyses articulaires supérieures sont plus écartées l'une de l'autre que les apophyses articulaires inférieures. Sur une vue sagittale, les surfaces des articulaires supérieures regardent en haut et en arrière ; leur inclinaison augmente de L1 à L5.

Les apophyses articulaires inférieures s'implantent sur le bord inférieur des lames, orientées obliquement en bas et en arrière. Elles présentent une surface articulaire convexe, de forme cylindrique, qui regarde en avant et en dehors. Cette surface articulaire s'adapte à la concavité de l'apophyse articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente.

L'apophyse épineuse, massive, se dirige presque horizontalement vers l'arrière et légèrement vers le bas.

L'isthme vertébral ou « pars interarticularis », est la partie (*pars*) osseuse de l'arc vertébral postérieur, située entre les processus articulaires (*interarticularis*) postérieurs et inférieurs, au carrefour avec la lame et le pédicule, le processus transverse étant plus latéral.

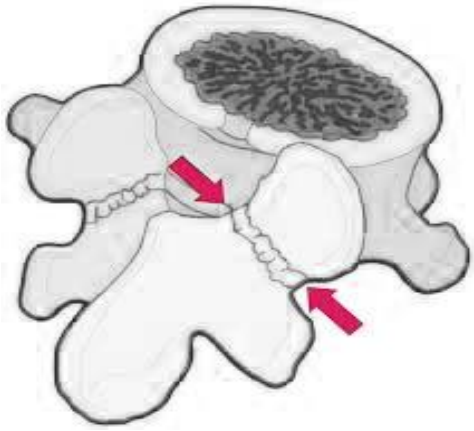


Figure 2. Isthme vertébral (pars interarticularis)

2. Anatomie fonctionnelle du rachis lombaire

La stabilité et la mobilité du rachis sont assurées par un ensemble de structures, initialement décrites par Junghanns [13], comme le « segment mobile » vertébral. La colonne vertébrale est constituée d'un ensemble de « segments mobiles » dont la somme représente la mobilité totale du rachis.

Les vertèbres s'articulent entre elles par un trépied réalisé par le disque en avant et les deux apophyses articulaires en arrière. Ce trépied, avec les ligaments intervertébraux inter-apophysaires et inter-épineux, réalise une articulation mobile.

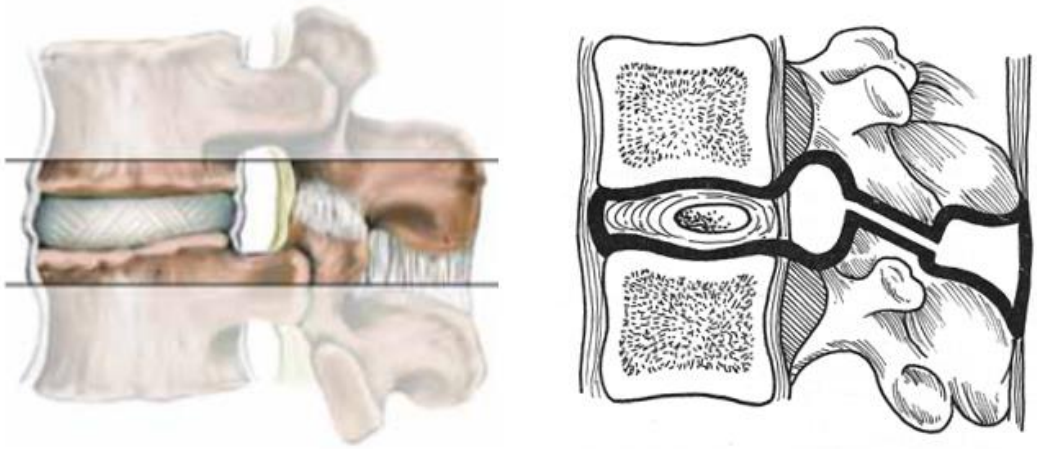


Figure 3. Vue latérale et schématisation du segment mobile vertébral

* Le disque intervertébral

Principal élément d'union entre les vertèbres, le disque intervertébral plus haut en avant qu'en arrière, notamment en L5-S1, contribue à former la lordose physiologique.

Le disque intervertébral est considéré comme une entité qui associe trois éléments : un noyau gélatineux central, un anneau fibreux périphérique et du tissu cartilagineux recouvrant les plateaux vertébraux adjacents.

* Les articulations vertébrales postérieures

Elles jouent un rôle déterminant dans la qualité et l'amplitude des mouvements intervertébraux. Elles participent à la stabilité du rachis et à la protection des éléments nerveux.

À chaque niveau, le complexe articulaire est formé par la surface articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente et la surface articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente.

Les surfaces articulaires, recouvertes de cartilage hyalin d'une épaisseur de 2 à 4 mm, s'emboîtent réciproquement. Les interlignes articulaires forment avec le plan sagittal un angle dont la valeur augmente de L1 à L5. L'orientation sagittale favorise les mouvements de flexion, d'extension et de latéralité alors qu'une orientation plus frontale facilite les mouvements de rotation.

L'orientation de l'interligne varie d'un sujet à l'autre et d'une vertèbre à l'autre chez un même sujet, il existe fréquemment une asymétrie d'orientation entre les facettes articulaires droites et gauches. Cette asymétrie résulterait d'une adaptation aux contraintes mécaniques [14].

Les apophyses articulaires sont unies par une capsule fibroélastique insérée à la jonction os/cartilage et qui bombe légèrement en avant et en dedans dans le canal rachidien. La capsule est renforcée et épaissie en avant par le segment latéral du ligament jaune et en arrière par des fibres ligamentaires verticales, dites ligaments postérieurs.

* Les ligaments intervertébraux :

Ils complètent l'union des corps vertébraux et constituent des freins aux mouvements du segment mobile.

* Le ligament longitudinal commun antérieur

Il s'insère sur les faces antérieures et latérales des corps vertébraux. Il est composé de trois faisceaux : un faisceau profond intéressant un segment intervertébral, un faisceau intermédiaire unissant deux ou trois niveaux et un faisceau superficiel reliant quatre ou cinq corps vertébraux.

C'est un élément de contention solide deux fois plus résistant que le ligament longitudinal postérieur. Il joue un rôle de maintien et évite l'hyper extension.

* Le ligament longitudinal commun postérieur

Il tapisse la partie médiane de la face postérieure du corps vertébral.

En passant d'un disque à l'autre, il détermine une zone ostéofibreuse rétrovertébrale pour la veine basivertébrale et les plexus épiduraux ; c'est dans cet espace que peuvent migrer les hernies discales sous-ligamentaires.

La largeur du ligament longitudinal postérieur diminue progressivement de haut en bas à l'étage lombaire. Dans la région lombaire haute, le ligament commun postérieur est juxtaposé contre la dure-mère ; dans la région lombaire basse, il est séparé de la dure-mère par la graisse contenue dans l'espace épidural antérieur. Il s'oppose à l'hyperflexion.

* Le ligament jaune

Il unit latéralement les lames des vertèbres adjacentes.

Le ligament jaune s'insère en haut jusqu'à mi-hauteur de la face antérieure de la lame de la vertèbre sus-jacente ; en bas, sur le bord supérieur de la lame de la vertèbre sous-jacente ; en avant et latéralement, sur la partie la plus antérieure et latérale des apophyses articulaires postérieures, recouvrant l'interligne articulaire fermé par la capsule articulaire. En arrière, il se poursuit avec le ligament inter-épineux.

* Le ligament inter-épineux

Il est l'élément d'union entre les apophyses épineuses. Il se confond en avant avec le ligament jaune et en arrière avec le ligament sus-épineux.

* Le ligament sus épineux

Il est tendu au sommet des apophyses épineuses.

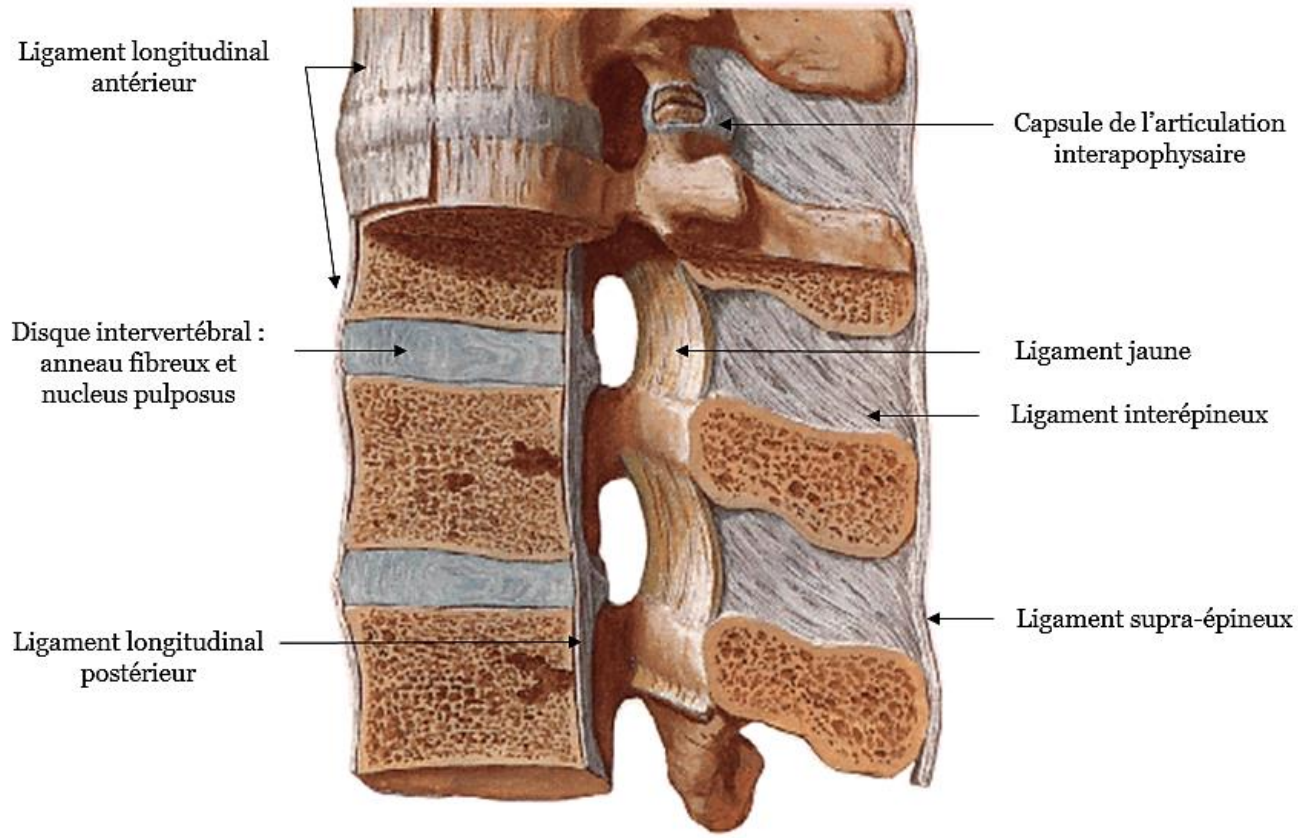


Figure 4. Ligaments intervertébraux

B. DEFINITIONS

Deux termes sont importants à définir :

1. Spondylolyse :

Solution de continuité de la pars interarticularis (isthme) située entre les deux apophyses articulaires supérieures et inférieures, en continuité avec la lame, le pédicule et la transverse. Elle s'accompagne inconstamment d'un spondylolisthésis.

L'incidence globale est de 5 à 10% en fonction des séries, souvent de découverte fortuite. Il s'agit de la première cause de lombalgie chez l'enfant et l'adulte jeune.

L'étiologie est multifactorielle [15] impliquant des facteurs génétiques prédisposants et des microtraumatismes répétés (activités sportives en charge et hyperlordose).

2. Spondylolisthésis :

Le terme spondylolisthésis, du grec « *spondylos* » vertèbre et « *olisthésis* » glissement, initialement décrit par Killian en 1853 [16], est défini par Taillard [15] comme « le glissement antérieur permanent du corps vertébral, accompagné des pédicules, des processus transverses et des articulaires postérieures, d'une vertèbre par rapport à la vertèbre sous-jacente ».

Ce glissement est la conséquence d'une anomalie de l'isthme **bilatéral** : solution de continuité (spondylolyse) ou élongation de la pars interarticularis. Il se produit le plus souvent à l'étage lombaire avec une prédilection pour la charnière lombo-sacrée.

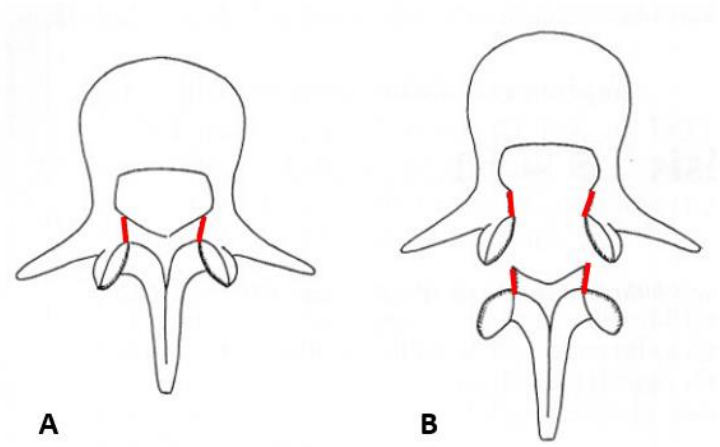


Figure 5. Spondylolyse et spondylolisthésis

A. Spondylolyse. B. Spondylolisthésis (J.P. Steib 1989)[17]

Actuellement et depuis 1976, le spondylolisthésis est classé en 6 types selon Wiltse et Newman [18], en fonction des différentes étiologies possibles :

- le type 1 : spondylolisthésis congénital ou dysplasique. Il comporte deux types, le type 1A avec des articulaires trop fuyantes et trop coronales et le type 1B avec des articulaires trop sagittales. Une spina bifida est souvent associée.
- le type 2 : spondylolisthésis par lyse isthmique pure. Il existe un sous-groupe A avec lyse acquise, et un sous-groupe B avec allongement par consolidation.
- le type 3 : spondylolisthésis dégénératif.
- le type 4 : spondylolisthésis macro-traumatique, aigu.
- le type 5 : spondylolisthésis pathologique, d'origine néoplasique ou infectieuse.
- le type 6 : spondylolisthésis iatrogène, surtout post-chirurgical.

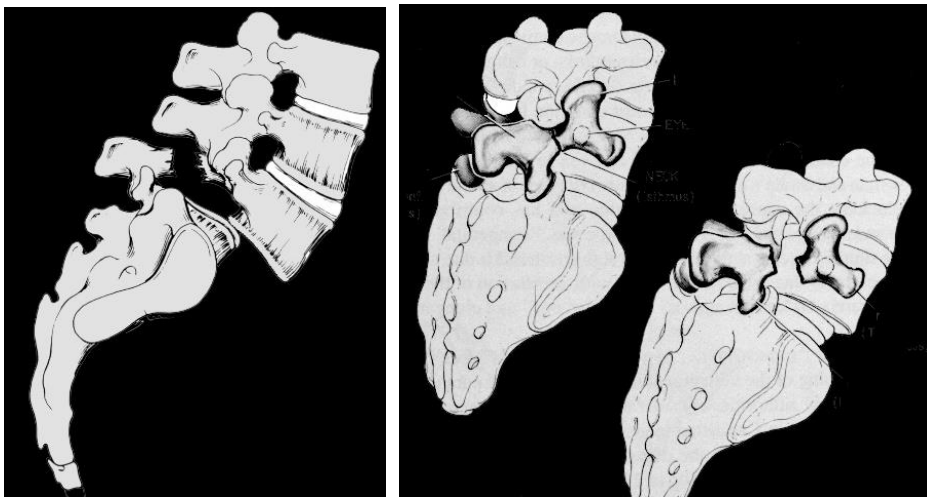


Figure 6. Spondylolisthésis par lyse isthmique (type 2) de L5 sur S1

La classification de Marchetti et Bartolozzi [19] est plus pratique, car elle oppose deux types :

- type 1 : correspondant au spondylolisthésis développemental, survenant pendant la croissance. Le sous-groupe A avec une lyse acquise précocement se surajoutant à l'anomalie congénitale et le sous-groupe B avec allongement isthmique associé à une dysplasie de l'arc postérieur (spina bifida, anomalie d'orientation des articulations).
- type 2 : correspondant au spondylolisthésis acquis avec une rupture de l'isthme à l'âge adulte. Le sous-groupe A est dit traumatique, le sous-groupe B est iatrogène, le sous-groupe C pathologique, et le sous-groupe D est dégénératif.

C. LYSES ISTHMIQUES : GENERALITES

Les lyses isthmiques (spondylolyses) du rachis sont des pathologies fréquentes.
Elles correspondent à une insuffisance osseuse de l'isthme (pars interarticularis) acquise par hypersollicitation de l'arc postérieur rachidien, en particulier chez les sportifs ou chez les personnes âgées.
Cette insuffisance osseuse peut évoluer vers une véritable fracture de contrainte d'origine micro traumatique, créant une solution de continuité au niveau de la pars isthmique, première cause de spondylolisthésis.

1. Epidémiologie

Il s'agit d'une cause fréquente de lombalgie basse chez l'enfant, l'adolescent et l'adulte jeune[20]. L'incidence de la spondylolyse varie de 3 à 10% en fonction des séries, et est plus élevée dans certains groupes ethniques (Esquimaux : 30 à 60%) [21-23].

Fredrickson et al. [24] ont observé une prévalence de la spondylolyse de 4,4 % à l'âge de 6 ans, 5,2 % à 12 ans, 5,6 % à 14 ans et 6,0 % à l'âge adulte. Plus récemment [25], une prévalence de 11,5% a été observée chez l'adulte sur une série scannographique, soit quasiment le double des séries radiographiques.

Les sollicitations sportives en hyper extension font passer la fréquence de la lyse de 6 % dans la population normale jusqu'à 30 % chez les sportifs de haut niveau [26].

Dans son travail, réalisé à partir de 1430 examens radiologiques chez des athlètes de haut niveau, Rossi[27] a mis en évidence 15% de lyse vraie et 5% de listhésis de bas grade. La fréquence de la lyse isthmique varie avec le type d'activité : 63,3 % chez les plongeurs, 36,2 % chez les haltérophiles, 33,3 % chez les lutteurs, 32,8 % chez les gymnastes.

Une prédisposition d'origine constitutionnelle est possible : la spondylolyse est associée de manière significative à certaines anomalies congénitales comme une spina bifida occulta, ou une dystrophie de Scheuermann [28].

Le spondylolyse touche en règle général une seule vertèbre ; il s'agit presque toujours de L5 [29]: L5 (81%), L4 (14%), et plus rarement en L3 (2%). La localisation en L4 est souvent associée à une anomalie transitionnelle lombosacrée fixant L5 au sacrum.

2. Pathogénèse

La lyse isthmique n'existe pas à la naissance.

Il ne s'agit pas d'une anomalie congénitale, ni d'un défaut constitutionnel de fusion osseuse, puisqu' il n'existe qu'un seul point d'ossification commun à tout l'hémi-arc postérieur ; d'autre part la lyse isthmique n'a jamais été observée chez l'enfant non ambulatoire, le nouveau-né ni le fœtus [30].

* Fracture de fatigue :

Elle s'apparente donc à une fracture de fatigue [31], par micro-cisaillements sur la pars isthmique. Rançon de la bipédie, la lordose lombaire entraine une inclinaison du plateau sacré, une horizontalisation de la vertèbre L5 et donc de l'isthme, l'exposant aux forces de cisaillement.

Cette fracture de fatigue a très peu tendance à constituer un cal périosté et à consolider, probablement car l'os est très cortical, mais aussi en raison de facteurs d'équilibre défavorables sur lesquels nous reviendrons dans le bilan radiologique.

* Effet « coupe-cigare » :

Selon la théorie trophoblastique de Roy Camille [32] également décrite par R. Louis [33], la lyse isthmique acquise pendant l'enfance (spondylolisthésis type 2A) correspond à un effet « coupe-cigare » ou de « tenaille apophysaire ». Lors des mouvements d'hyperlordose, l'isthme de L5 se trouve pris en tenaille entre les apophyses articulaires inférieures de L4 et les apophyses articulaires supérieures de S1 : la répétition de ce microtraumatisme aboutit à la rupture de l'isthme.

L'évolution morphologique de la vertèbre lombaire doit également être prise en compte : l'angle isthmique de Louis [34] tracé entre le mur postérieur et l'axe de l'isthme augmente de 12° chez le nouveau-né, à 45° chez l'adulte. Cette inclinaison de l'isthme dans le plan sagittal l'expose aux forces de cisaillement ; il peut être pris « en tenaille » entre les articulaires sus et sous-jacentes lors de microtraumatismes répétés.

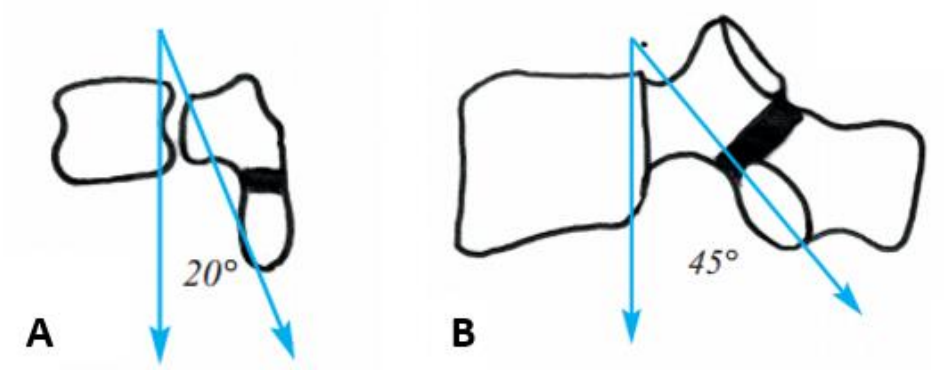


Figure 7. Evolution de l'angle isthmique de Louis.
Angle mesuré chez le nouveau-né (A), chez l'adulte (B).

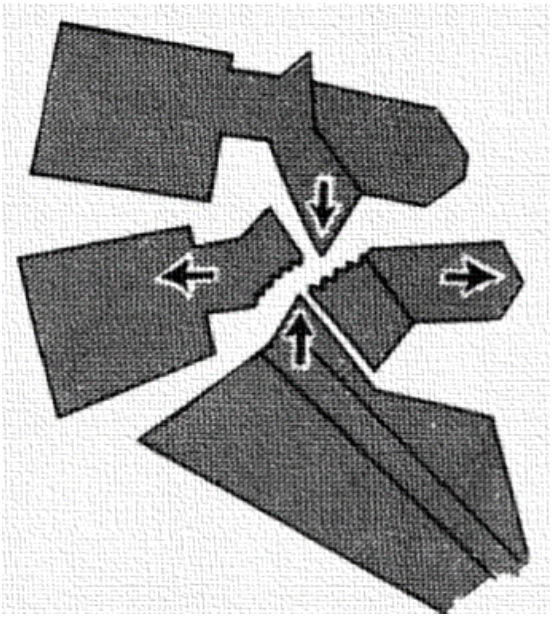


Figure 8. Effet coupe cigare

Mécanisme de « guillotine » ou « coupe cigare » de l'isthme vertébral de L5, pris en « tenaille » entre les apophyses articulaires inférieures de L4 et supérieures de S1, favorisé par une hypertrophie articulaire de L4 et une déformation trapézoïdale du corps de L5, qui a pour effet d'horizontaliser l'isthme et donc de l'exposer plus encore aux coups de boutoir de l'articulaire sus-jacente.

* Evolution naturelle :

Lors de sa découverte, la spondylolyse est le plus souvent bilatérale.

Unilatérale dans 1 cas sur 6, elle peut se bilatéraliser secondairement selon le processus suivant : le surmenage de l'isthme restant provoque un œdème et une hyperostose de l'hémi arc postérieur sain, une fissuration de la corticale antéro-inférieure sous pédiculaire [35], puis une séparation de l'isthme parfois très asymétrique par rapport à la première spondylolyse.

Cette fracture peut aussi survenir à l'âge adulte et, si elle est bilatérale, entrainer un spondylolisthésis le plus souvent modérée, contrairement celle de l'enfant en croissance, étant donné l'absence de déformation du sacrum.

L'histoire naturelle du spondylolisthésis par lyse isthmique a été décrite par Maldague [36] à partir de radiographies : condensation d'un pédicule, puis lyse unilatérale avec parfois la constitution d'une scoliose, condensation pédiculaire controlatérale, rupture du second isthme puis glissement progressif, notamment en période de croissance.

* Particularités de l'arc postérieur :

Selon la théorie dysplasique de Roche [37] et Taillard [15], la lyse de l'isthme peut être favorisée par des conditions anatomiques particulières, notamment des dysplasies de l'arc postérieur ou une dysplasie des massifs articulaires ; mais également par des troubles de l'équilibre sagittal et de la statique pelvi-rachidienne.

La spondylolyse coexiste le plus souvent avec une constitution particulière de la vertèbre :

- orientation excessivement frontale des processus zygo-apophysaires de L4 et L5 ;
- progression insuffisante de l'écart interfacettaire de L4 vers S1 ;
- hypoplasie du processus zygo-apophysaire ;
- horizontalisation de la lame du côté d'une spondylolyse unilatérale ;
- asymétrie fréquente de l'arc postérieur, notamment un décalage de l'épineuse.

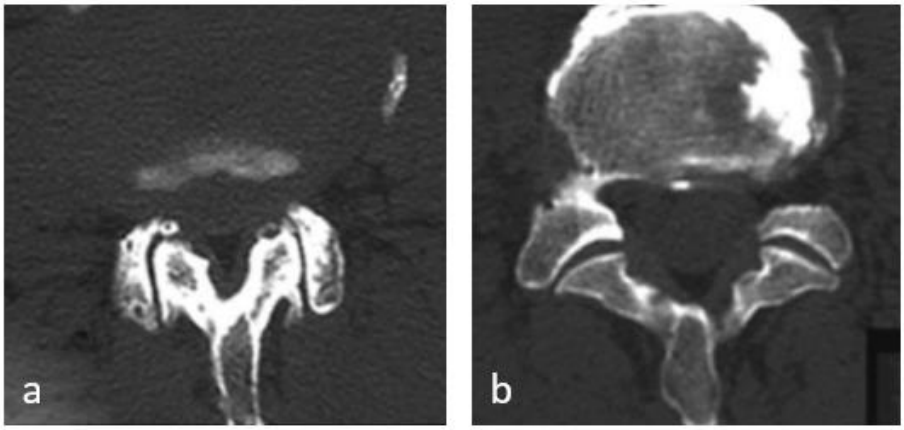


Figure 9. Différentes orientations facettaires

Sagittale (a), coronale (b)

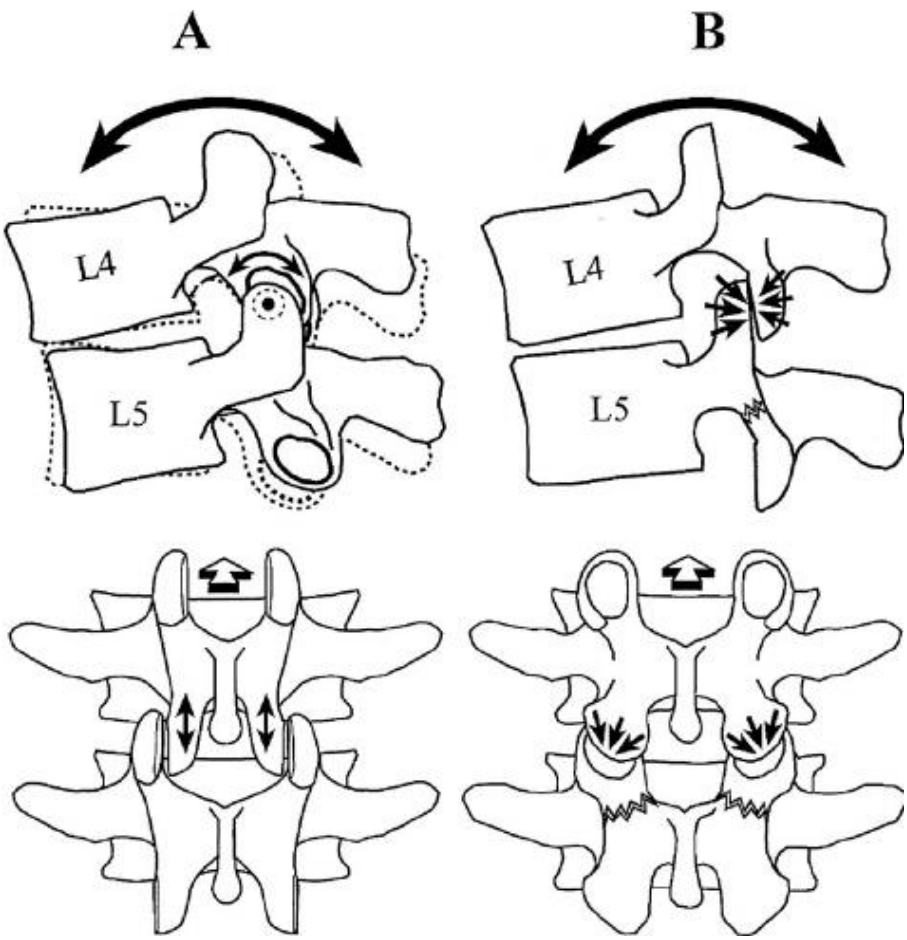


Figure 10. Facteur favorisant de spondylolyse ; l'arc neural

A. Normal, orientation sagittale des processus articulaires postérieurs
B. Orientation frontale des facettes articulaires, augmentant les contraintes sur l'isthme en flexion

3. Présentation clinique

Souvent de découverte fortuite, la lyse isthmique est asymptomatique dans près de 80% des cas.

La présentation clinique est aspécifique. La lombalgie basse chronique en est le signe le plus fréquent : souvent décrite comme une douleur en barre, de type mécanique avec une augmentation à l'effort professionnel ou sportif, et une amélioration par le repos.

La lyse isthmique correspond à une zone de pseudarthrose associée très souvent à la formation d'une pseudomembrane au contact de la dure-mère et d'un tissu fibrocartilagineux qui, hypertrophié, devient le nodule de Gill.

De nombreuses études histologiques et histochimiques récentes ont bien montré le caractère très innervé de cette région remaniée. Pour Nordstrom [38], la lombalgie viendrait plus de l'étirement des tissus nerveux que d'une inflammation et le défaut d'information neurologique entraînerait la non consolidation.

Les radiculalgies constituent le deuxième signe derrière la lombalgie, très souvent de type L5 (c'est la racine L5 en cas de spondylolisthésis qui est comprimée dans le foramen intervertébral L5-S1) mais elles peuvent être bilatérales ou tronquées, par étirement radiculaire ou par compression foraminale par un débord discal, un nodule ostéocartilagineux de Gill ou une hernie discale associée.

Des troubles de la statique sont souvent associés, notamment une cyphose lombo-sacrée avec saillie des épineuses de S1, une hyper lordose lombaire, un flessum des hanches et des genoux ou une contracture des muscles ischio-jambiers.

4. Imagerie de la lyse isthmique

4.1 Radiologie conventionnelle

La lyse isthmique est fréquemment découverte de manière fortuite lors d'un bilan postural chez l'enfant ou dans le cadre d'un bilan de lombalgie.

* Incidence de face :

Elle permet de mettre en évidence des anomalies dysplasiques de l'arc postérieur (spina bifida, anomalie d'orientation des articulaires postérieures).

En cas de lyse unilatérale, le signe indirect de Maldague [36] (anisocorie pédiculaire), peut être retrouvé, par densification et hypertrophie du pédicule du côté opposé à la lyse, du fait d'une latéralisation des contraintes sur l'hémi arc vertébral controlatéral à la spondylolyse. L'anisocorie est un signe de souffrance pédiculaire, le pédicule sain se renforce et s'ostéocondense pour résister à l'excès de charge mécanique, elle peut précéder la fissure en cas de bilatéralisation.

La solution de continuité est difficilement mise en évidence sur un cliché de face strict, la sensibilité est augmentée par un rayon ascendant de 30°.

* Cliché de trois quarts oblique :

Il permet d'affirmer le defect isthmique dans environ 20% des cas selon différentes études [39], visualisé sous la forme d'une solution de continuité entre la lame et le pédicule, au travers de l'image classique [40,41] de « *petit chien de Lachapelle décapité* » : le museau est formé par la projection de l'apophyse transverse, l'œil par celle du pédicule, le cou par l'isthme, la partie antérieure par l'apophyse articulaire inférieure, le corps par la lame.

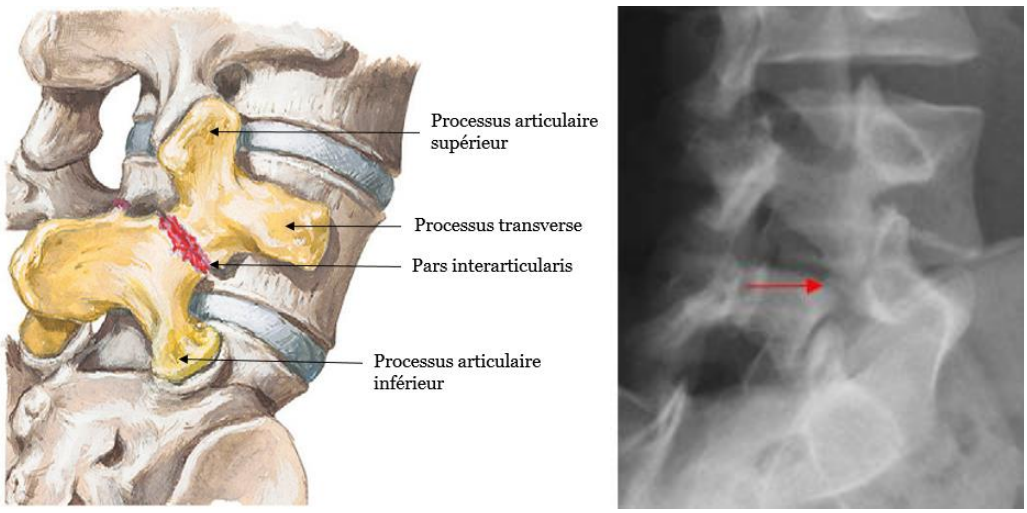


Figure 11. Cliché de ¾ oblique

Lyse isthmique L5 gauche (flèche), image du « petit chien de Lachapelle » décapité.

* Incidence de profil :

Les clichés de profil (sur grande cassette ou avec un système EOS), permettent d'évaluer :

- Des critères de glissements
- Des critères de dysplasie locorégionale
- Des critères d'évaluation de la statique pelvi-rachidienne

- **Critères de déplacement :**

Pour évaluer l'importance du spondylolisthésis, on décrit par convention, le glissement de la vertèbre supérieure.

La Classification de Meyerding [42] étudie le glissement antéro-postérieur de L5 sur S1, en divisant le plateau supérieur de S1 en quatre portions, puis en analysant le niveau de projection du mur postérieur de L5 :

- Grade 1 : sur le premier quart le plus postérieur
- Grade 2 : sur le deuxième quart
- Grade 3 : sur le troisième quart
- Grade 4 : sur le dernier quart le plus antérieur
- Grade 5 : spondyloptose

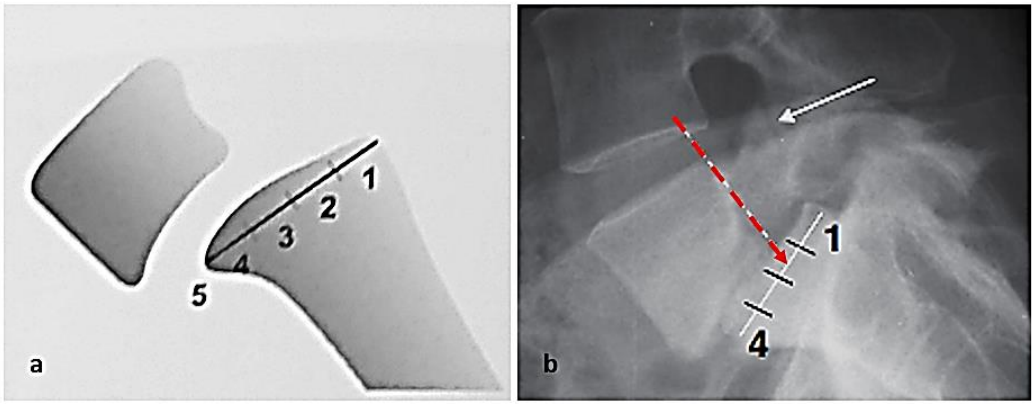


Figure 12. Mesure du glissement selon Meyerding

a) les 5 stades de la classification de Meyerding. b) mesure du glissement sur un cliché de profil : glissement de stade 2, compliquant une lyse isthmique de L5 (flèche).

Le pourcentage de glissement sur S1 de Taillard [43] est égal au rapport de la zone découverte du plateau supérieur de S1 sur le plateau complet. On parlera de spondylolisthésis à petit déplacement si il est < 50%, à grand déplacement si il est > 50%.

Index de glissement de Boxall [44]: est exprimé en pourcentage, il traduit le déplacement antéropostérieur, en effectuant le rapport entre A, la distance entre les deux parallèles au bord postérieur de S1, l'une tangente à l'angle postérosupérieur de S1, l'autre tangente au bord postéro-inférieur de L5 ; et B, le plateau inférieur de L5. La mesure de cet index de glissement est en accord avec la classification de Meyerding [42], reflet de l'importance du glissement.

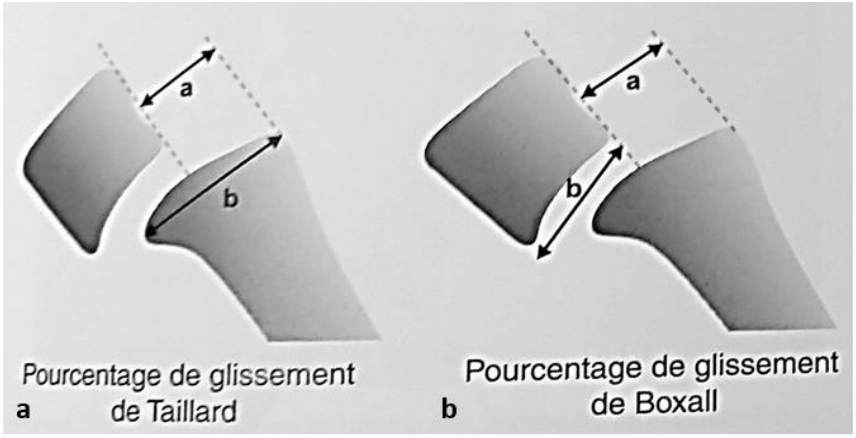


Figure 13. Mesure du glissement selon Taillard (a) et selon Boxall (b)

Angle de glissement de Boxall [44]:

L'angle de glissement de Boxall, encore appelé angle lombosacré discal, correspond à l'angle formé par la ligne tangente au bord inférieur de L5 et la ligne perpendiculaire au bord postérieur de S1.

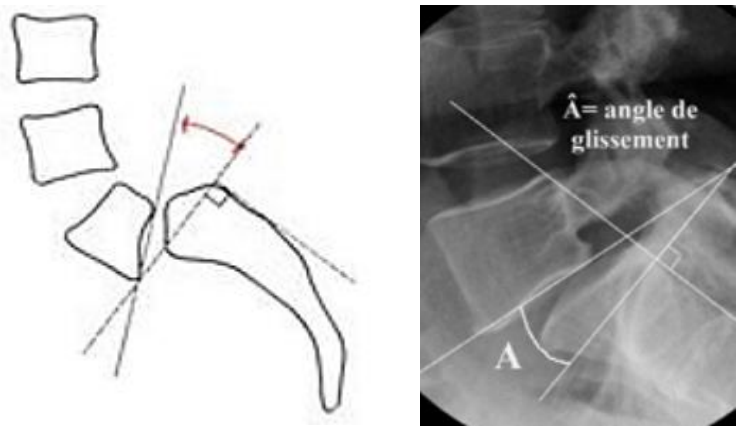


Figure 14. Mesure de l'angle de glissement de Boxall

- **<u>Critères de dysplasie locorégionale :</u>**

<u>L'index lombaire de Taillard</u> exprimé en pourcentage, mesure le degré de **déformation trapézoïdal** du corps vertébral de L5. Il s'agit du rapport entre la hauteur du bord postérieur de L5 et la hauteur du bord antérieur de L5.

La cunéiformisation de L5 par hyperpression sur sa partie postérieure, permet d'apprécier l'ancienneté de la spondylolyse, cette déformation compense l'inclinaison excessive de la base sacrée sur l'horizontale et l'hyperlordose lombaire.

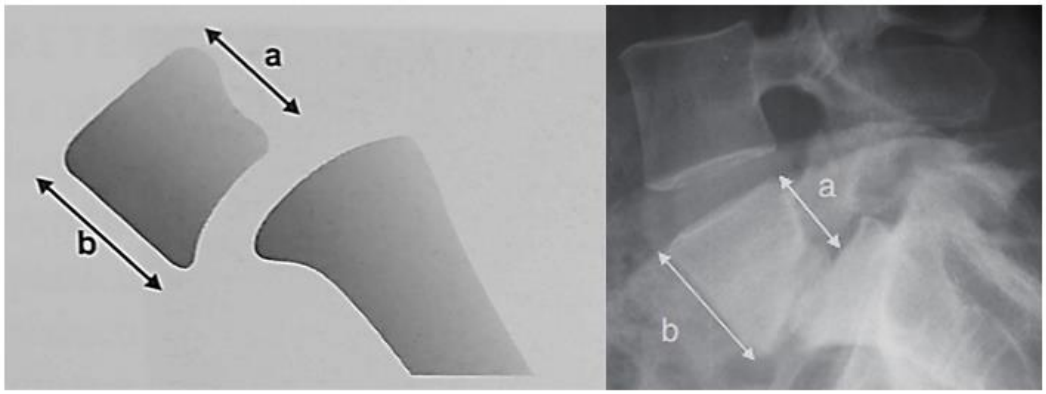


Figure 15. Indice de dysplasie de L5 selon Taillard (a/b)
Déformation trapézoïdale avec un mur antérieur plus haut que le mur postérieur du corps vertébral.

<u>Dysplasie de S1 :</u> l'évaluation du dôme sacré selon Wiltse[18] est le rapport de la hauteur du dôme sur la longueur du plateau sacrée.

<u>Le grade sacré</u> est de 0, 1, 2 ou 3 selon que le plateau supérieur de S1 apparaît en dôme à un tiers, deux tiers ou en totalité sur le cliché de profil.

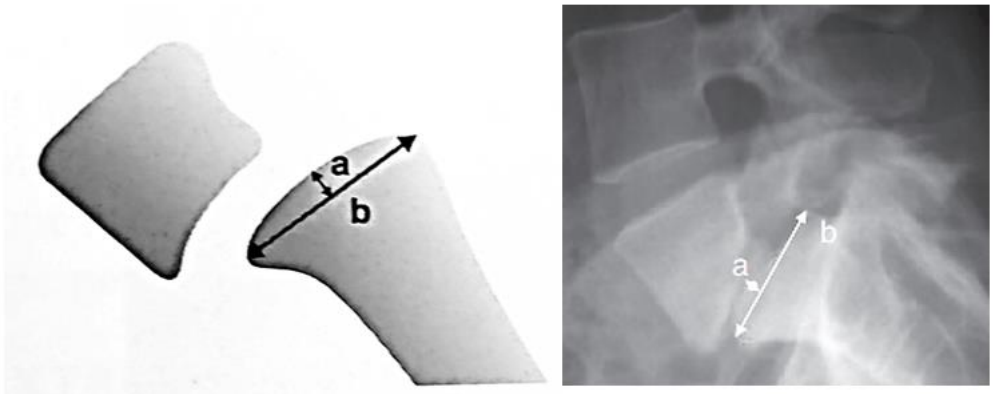


Figure 16 : Mesure de la dysplasie du dôme sacré selon Wiltse

Cyphose entre L5 et S1 : la déformation en cyphose lombo-sacrée a une valeur pronostic plus importante que le glissement antéropostérieur. Elle est appréciée par l'angle lombo-sacré décrit par Dubousset [45], formé par le bord supérieur de L5 et le bord postérieur de S1. Cet angle est normalement > 100°, si il est < 90° il existe une **cyphose lombo-sacrée**, ces patients ont un sacrum verticalisé.

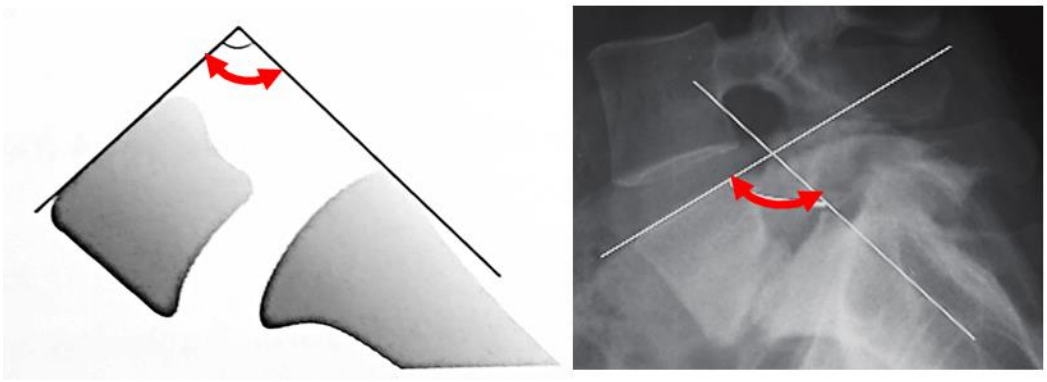


Figure 17. Angle lombo-sacré de Dubousset : mesure de la cyphose entre L5 et S1

- **<u>Critères d'évaluation de la statique pelvi-rachidienne :</u>**

Le spondylolisthésis ne peut être considéré à l'heure actuelle, comme une lésion isolée de la vertèbre déplacée. Il est nécessaire de l'intégrer dans l'équilibre sagittal général et prendre en compte la position du sacrum et de l'anneau pelvien, véritable « vertèbre pelvienne » d'après Dubousset.

Plusieurs mesures d'angle permettent de déterminer la forme du bassin et son orientation (travaux de Duval-Beaupère [46] rappelés par Legaye [47]) :

<u>La pente sacrée de Boxall</u>, correspondant à l'angle formé par la ligne parallèle au bord postérieur de S1 et la verticale, est le reflet de la cyphose pelvienne.

<u>La lordose lombaire</u> est mesurée selon la technique de Cobb, entre le plateau supérieur de L5 et le plateau supérieur de L1 sur un grand cliché rachis debout, de profil. Le grand axe de L3 normalement est proche de l'horizontale (« vertèbre neutre » lombaire dans le plan sagittal).

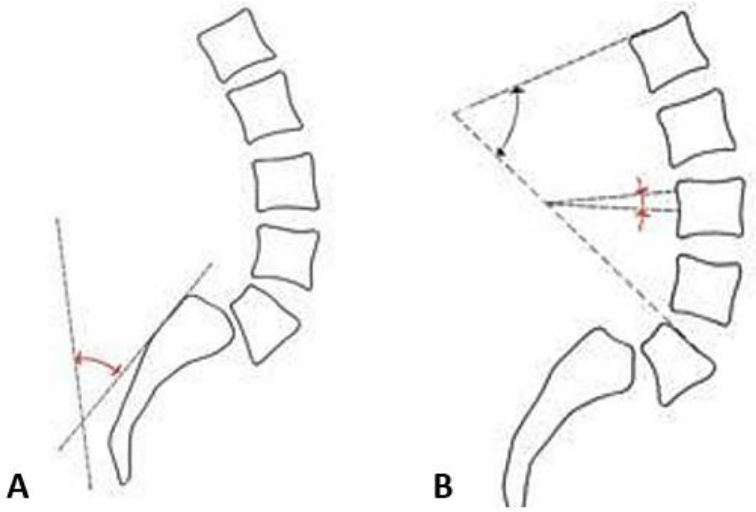


Figure 18. Mesure de la Pente sacrée de Boxall (A), et de la lordose lombaire selon la technique de Cobb (B)

<u>Le couple « charnière lombo-pelvien » de Vidal</u> [48], est le reflet de l'équilibre pelvien, il se compose de deux tracés : le poids du corps et la réaction du sol. Son centre est en S2. La résultante calculée du couple est proportionnelle à la projection des points d'application des forces sur l'horizontale, la valeur normale se situe entre 0,8 et 1. **Des valeurs inférieures à 0,8** correspondent donc à la **rétroversion du bassin**, celle-ci étant considérée par Vital et Marnay, comme le facteur initiateur, la nécessité de ramener le centre de gravité vers l'avant entrainerait alors la lyse puis le listhésis.

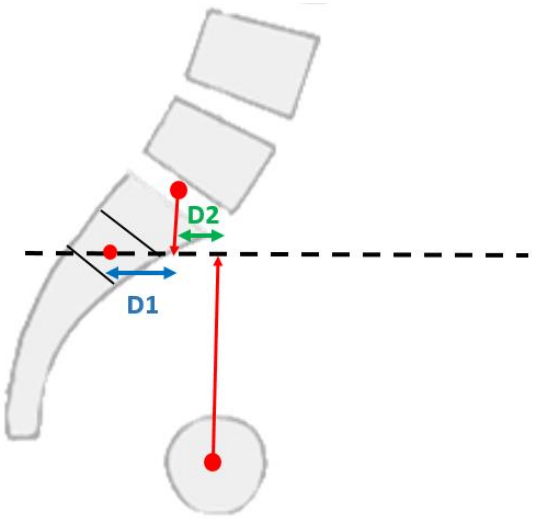


Figure 19. Couple charnière de Vital et Marnay : rapport D1/D2

D1 est la distance reliant le centre de la deuxième pièce sacrée et le point abaissé sur l'horizontale, à partir du milieu du disque L5-S1, D2 la distance entre ce même centre du disque et la projection sur l'horizontale des têtes de fémur.

La pente sacrée (PS) ou inclinaison du plateau supérieure de S1, se mesure entre le plateau supérieur de S1 et l'horizontale. Sa valeur moyenne normale est de 37°, l'angle augmente en cas **d'antéversion pelvienne**, une grande inclinaison favorise donc le glissement.

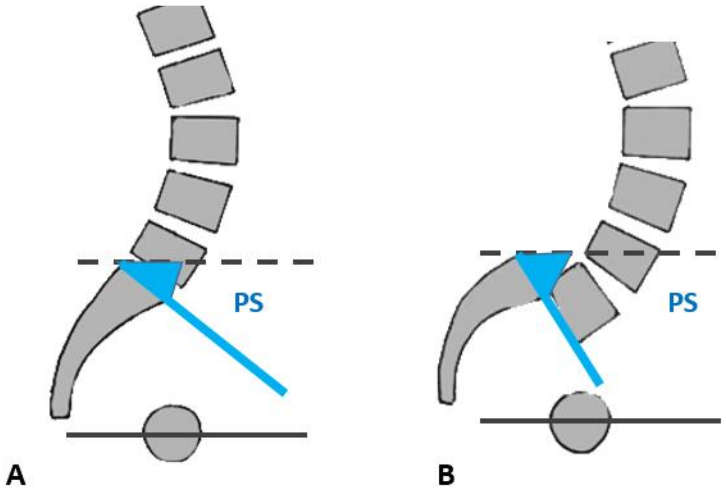


Figure 20. Mesure de la pente sacrée, angle formé entre le plateau supérieur de S1 et l'horizontale (A), PS augmentée en cas d'antéversion pelvienne (B)

L'angle de version pelvienne (VP) est un **angle positionnel**, formé par la verticale abaissée sur les têtes fémorales, et une droite reliant le centre des têtes de fémurs et le milieu du plateau sacré. Cet angle est de 12° en moyenne. Il va augmenter si le bassin se rétroverse, c'est-à-dire si le sacrum se verticalise, donc si la pente sacrée diminue.

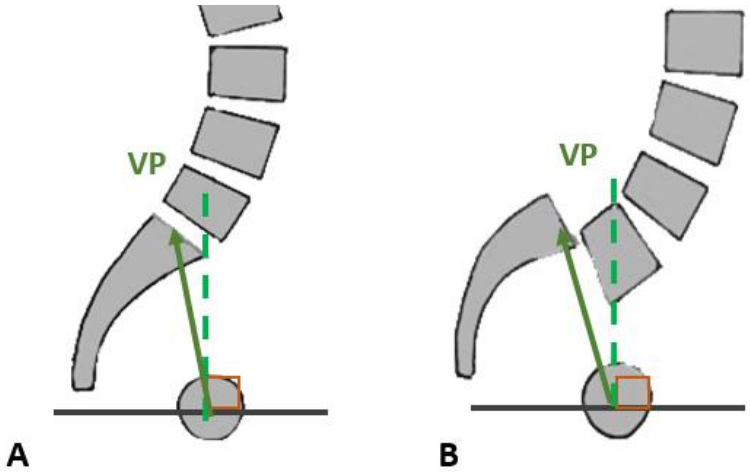


Figure 21. Mesure de l'angle de version pelvienne (VP), paramètre positionnel

A. Angle formé entre la verticale, et la droite joignant le milieu du plateau sacré et le centre de l'axe bi-coxo fémoral. B. Angle de version pelvienne augmenté en cas de verticalisation du sacrum dans le cadre d'un spondylolisthésis isthmique.

L'incidence pelvienne (IP) est un **angle morphologique** formé par une première droite reliant le centre des têtes fémorales et le milieu du plateau sacré de S1 et une seconde droite perpendiculaire au plateau de S1.

Il s'agit d'un paramètre anatomique constant, décrivant la position respective des têtes fémorales et du plateau supérieur du sacrum, il augmente pendant la croissance, mais sa valeur est fixée dès l'acquisition de la marche. Cet angle est de 51,4° en moyenne dans une population d'adultes jeunes et sains. Une forte incidence pelvienne est souvent corrélée à une forte lordose lombaire [47] [49].

L'angle d'incidence pelvienne est égal à la somme de la pente sacrée et de la version pelvienne.

Une grande incidence est donc corrélée à une grande pente sacrée et /ou une grande version pelvienne (IP =VP +PS).

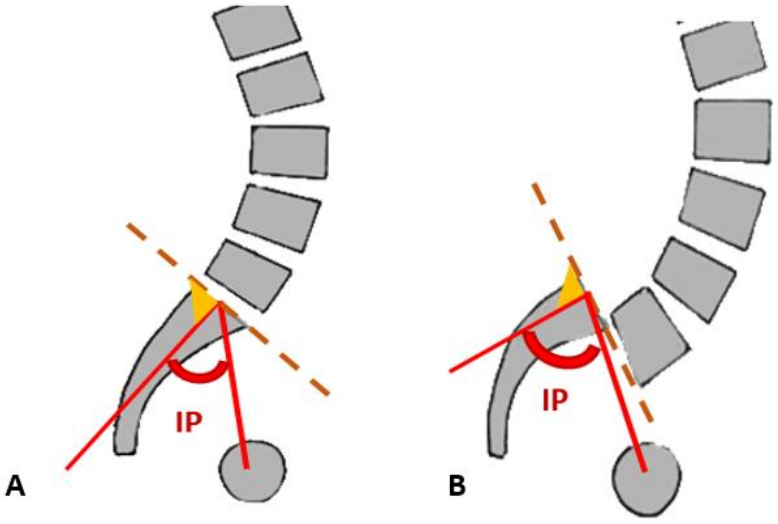


Figure 22. Mesure de l'angle d'incidence pelvienne (IP), paramètre anatomique

A. angle entre la perpendiculaire au plateau sacré en son centre et la droite unissant le centre du plateau sacré au centre de l'axe bi-coxo fémoral. B. Angle d'incidence pelvienne augmenté, corrélé à une hyperlordose lombaire dans le cadre d'un spondylolisthésis isthmique.

* <u>Equilibre sagittal du rachis et spondylolisthésis isthmique :</u>

Duval-Beaupère [46] a défini les **trois paramètres pelviens** déterminants : l'incidence pelvienne (IP), la version pelvienne (VP) et la pente sacrée (PS).

Après Vidal et Marnay, les travaux des dix dernières années sur l'équilibre pelvi-rachidien sagittal [50,51] confirment que par rapport à la population témoin, la spondylolyse est associée :

- Une plus forte incidence pelvienne (donc une pente sacrée et/ou version pelvienne plus forte)
- Une plus forte lordose lombaire
- Une plus faible cyphose thoracique

La plupart des auteurs mesurant l'incidence pelvienne dans les lyses isthmiques ont noté la **prédominance des grandes incidences** [52,53], celle-ci corrélée à une grande lordose lombaire accentue les contraintes en cisaillement à la jonction lombosacrée, c'est encore une fois la rançon de la bipédie. Les courbures sagittales doivent s'adapter à l'incidence.

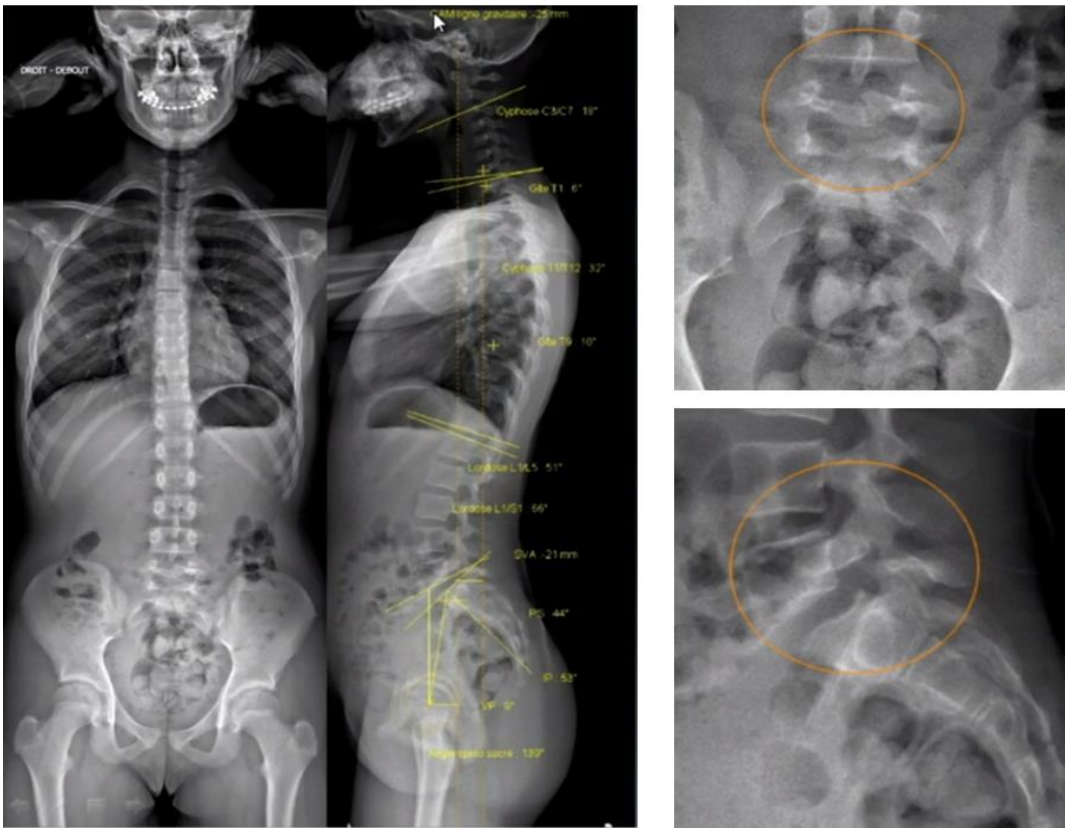


Figure 23. Mesure des paramètres pelvi-rachidien (système EOS)

Lyse isthmique L5 découverte lors d'un bilan postural, malformation de l'arc postérieur (spina bifida de L5) et spondylolisthésis de L5 sur S1.

4.2 Scanner du rachis lombaire

Le scanner sans injection reste l'examen idéal pour le diagnostic positif de la lyse, il permet grâce aux reconstructions dans les différents plans de l'espace de s'affranchir des superpositions osseuses rencontrées en radiologie standard.

La spondylolyse donne l'image d'une fracture de fatigue au début, par cisaillement de l'isthme, puis de pseudarthrose, à la phase cicatricielle.

L'allongement de l'isthme est considéré comme une tentative de consolidation spontanée de la fracture qui ne réussit qu'après une « course-poursuite » entre séparation et réparation [18].

Le scanner objective la solution de continuité isthmique, souvent de largeur irrégulière avec des berges sinueuses et épaisses, il permet de mesurer le « gap » (diastasis) inter fragmentaire, et de rechercher l'existence d'ostéophytes ou de nodules de Gill sur l'isthme. L'aspect des berges permet également d'évaluer l'ancienneté de la lyse (condensées, floues).

L'hypertrophie et la condensation du pédicule controlatéral à la lyse isthmique s'observent sur les coupes transverses. C'est l'équivalent scannographique de l'anisocorie du cliché standard.



Figure 24. Scanner du rachis lombaire

(De gauche à droite : reconstructions sagittale, axiale et VR) : Lyse isthmique L5 bilatérale, condensation des berges et diastasis de la pars isthmique (aspect de pseudarthrose)

Une fois le diagnostic confirmé, l'analyse des reconstructions sagittales permet de rechercher un spondylolisthésis associé et de préciser son degré de glissement, il s'accompagne d'un élargissement du canal rachidien, mais avec possibilité de déformation foraminale responsable d'un étirement ou d'une compression radiculaire, comme nous le détaillerons dans le chapitre suivant.

Les causes de ces compressions radiculaires sont multiples :

- Le déplacement des fragments isthmiques, consécutif au spondylolisthésis, peut être compressif. Le fragment isthmique supérieur, déplacé en bas et en avant, rétréci le foramen dans son axe antéro-postérieur. Son extrémité embroche la racine.
- Les nodosités de Gill sont des cals fibreux isthmiques péri-fracturaires. Ils accompagnent la consolidation. Ils ne sont compressifs que lorsqu'ils sont antérieurs et/ou internes. Ils peuvent alors se développer dans le foramen ou dans le récessus latéral et venir comprimer la racine.
- L'étirement "en chevalet" des racines au niveau sus-jacent au spondylolisthésis est dû à la distension des racines par le déplacement des vertèbres.
- Les hernies discales associées se développent à l'étage intéressé ou aux étages sus ou sous jacents.

Des malformations osseuses associées (anomalies de l'arc postérieur, orientation des facettes articulaires) peuvent également être précisées sur cette technique d'imagerie, ainsi que la qualité de la masse musculaire postérieure.

4.3 Imagerie par résonance magnétique

L'IRM du rachis lombaire est un examen de choix qui a l'avantage d'étudier au mieux l'état des disques sus et sous-jacents [54], d'évaluer leur hydratation et de rechercher la présence d'une éventuelle protrusion discale, qui modifiera la prise en charge. Il permet également une analyse optimale des foramens intervertébraux où il peut exister une compression radiculaire.

La solution de continuité de la pars isthmique est moins évidente qu'en imagerie tomodensitométrique, sur les coupes transverses et coronales obliques, le trait de fracture peut être mis en évidence sous la forme d'une image linéaire qui interrompt la corticale osseuse.

Des anomalies inflammatoires de la pars isthmique peuvent être détectées précocement, à l'état pré-fissuraire, avant que la fracture ne soit visible en radiologie standard.

Le déplacement sagittal est minoré par réduction du glissement du fait de la réalisation de l'examen en décubitus.

Des signes indirects d'instabilité peuvent être objectivés (décrits dans le paragraphe suivant), notamment par la mise en évidence de remaniements inflammatoires sous chondraux des plateaux vertébraux, en hyposignal T1 et hypersignal T2 (discopathie de type Modic 1)[55].



Figure 25. Spondylolyse en IRM

Solution de continuité de la pars interarticularis sous forme d'une image linéaire en hypo signal T2.

4.4 La scintigraphie osseuse

La scintigraphie osseuse aux bisphosphonates marqués au Technétium 99m ne fait pas partie du bilan du diagnostic initial de lyse isthmique mais peut être proposée dans un contexte de lombalgie aigue ou chronique, afin d'identifier précisément l'origine de la douleur, éliminer d'autres diagnostics (discopathie ou arthrose postérieure active) ou pour reconnaître une lyse récente.

Pour réaliser l'examen, une acquisition planaire centrée sur le rachis lombaire peut être réalisée au temps précoce ainsi qu'un balayage corps entier au temps tardif ; ensuite une tomoscintigraphie couplée à la tomodensitométrie est réalisée et analysée en fenêtre osseuse et parenchymateuse dans les trois plans de l'espace.

L'hyperfixation isthmique, uni ou bilatérale, reflète l'hyperactivité ostéoblastique réparatrice.

Elle permet de suspecter un état pré-fissuraire (pré-lyse), de lyse récente ou instable. Habituellement, une lyse isthmique ancienne, stable et consolidée ne fixe plus.

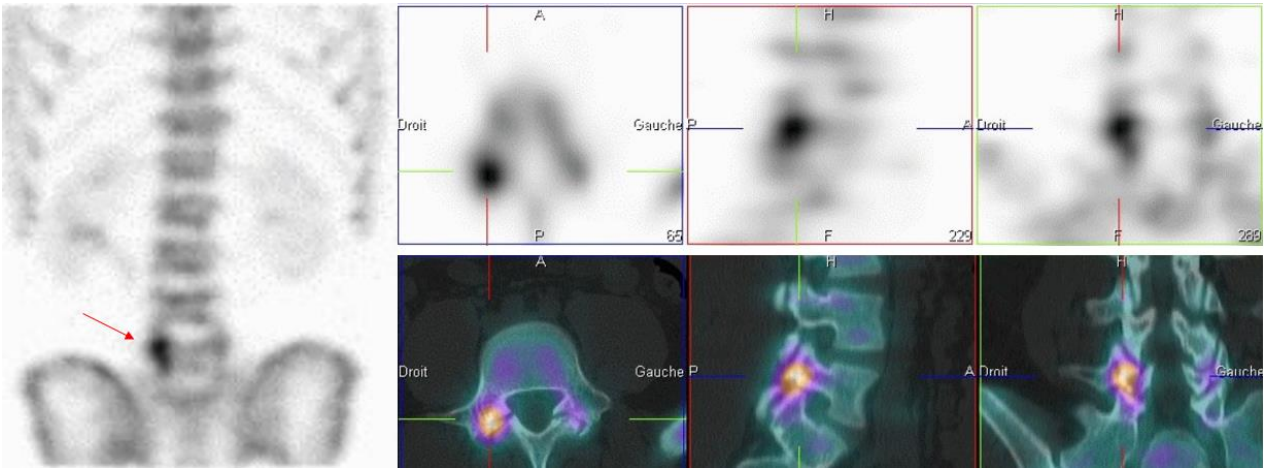


Figure 26. Scintigraphie osseuse couplée au scanner.

Reconstructions axiale, sagittale et coronale : hyperfixation en regard d'une lyse isthmique L5 droite traduisant un remodelage osseux actif.

5. Bilan pré-thérapeutique et notion d'instabilité

5.1 Notion d'instabilité :

L'émergence, ces dernières années, du concept de l'instabilité vertébrale va dans le sens d'une recherche de clarification, mais ce concept reste difficile à définir.

Paris [56], a défini l'instabilité vertébrale comme « une condition dans laquelle l'intégrité normale des ligaments et des muscles du rachis est insuffisante pour prévenir que des forces normales agissant sur le rachis produisent des mouvements aberrants (au niveau inter vertébrale) tel que des glissements, des translations et des secousses ».

D'après Panjabi et White [57], l'instabilité clinique correspond à une diminution significative de la capacité de la colonne vertébrale à maintenir, dans les conditions physiologiques, ses rapports anatomiques normaux, au risque d'entraîner une dysfonction neurologique médullaire et radiculaire, une déformation ou une douleur invalidante [58,59].

Stokes [60] propose une définition plus complète de cette notion d'instabilité : l'apparition de déplacements ou de mouvements anormaux sous une contrainte physiologique.

L'hypermobilité secondaire à une instabilité peut être angulaire et/ou antéro-postérieure responsable d'un déplacement intervertébral antérieur ou postérieur en flexion ou en extension.

Les motifs d'apparition d'une instabilité sont nombreux : infections, traumatismes, tumeurs, spondylolisthésis par lyse isthmique, lésions dégénératives ou iatrogènes.

Le spondylolisthésis par lyse élargit le canal central (l'arc neural de la vertèbre olisthésique reste en place, tandis que le corps vertébral s'en éloigne), alors que le spondylolisthésis dégénératif le rétrécit (la vertèbre sus-jacente avance en bloc par rapport à la vertèbre sous-jacente et cisaille le contenu du canal rachidien par un mécanisme de coupe-cigare). La conséquence de ces deux spondylolisthésis sur les foramens est en revanche identique : ils sont tous deux à l'origine d'une sténose foraminale [61].

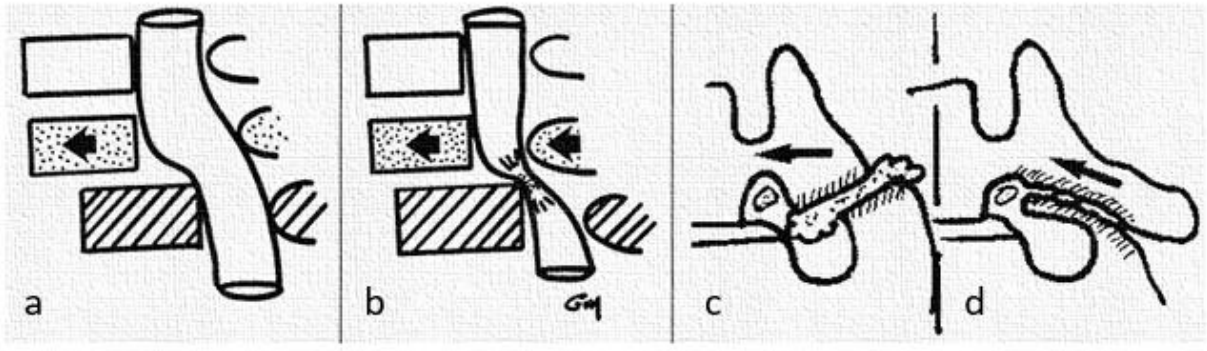


Figure 27. Sténose foraminale

a) Le spondylolisthésis par lyse élargit le canal central. b) le spondylolisthésis dégénératif le rétrécit. c-d) Les deux types de spondylolisthésis rétrécissent le foramen.

5.2 Signes cliniques de l'instabilité :

L'instabilité vertébrale est réputée pour être la cause majeure de douleur lombaire et constitue souvent le facteur déterminant pour poser l'indication chirurgicale d'arthrodèse rachidienne.

Il n'y a pas de corrélation entre l'importance d'une instabilité et sa traduction clinique et il faut opposer les instabilités mécaniques sans signe clinique et les instabilités symptomatiques.

Les seuls signes fonctionnels évocateurs réalisent un syndrome douloureux mécanique intermittent survenant lors de la sollicitation du rachis lombaire dans des conditions physiologiques [62,63]: port de charges relativement modérées, flexion extension, inflexion latérale et rotation ou tout autre activité entraînant des contraintes mécaniques au rachis lombaire. Leur évolution est caractérisée par leur reproduction dans les mêmes circonstances et par une aggravation progressive réduisant de plus en plus l'activité du sujet [62,63].

Les signes cliniques objectifs ne sont pas spécifiques : contracture paravertébrale, attitude scoliotique antalgique, limitation des mouvements rachidiens et douleur provoquée en flexion, extension, inflexion latérale et rotation.

La mise au repos du rachis par le décubitus ou le port d'une orthèse doit entraîner la disparition des symptômes.

Le diagnostic d'instabilité vertébrale se base sur les résultats de l'imagerie (mise au point RSNA 2007 [64]), montrant les mouvements vertébraux anormaux, que ce soit des mouvements de translation ou de rotation dans les plans x, y ou z [57].

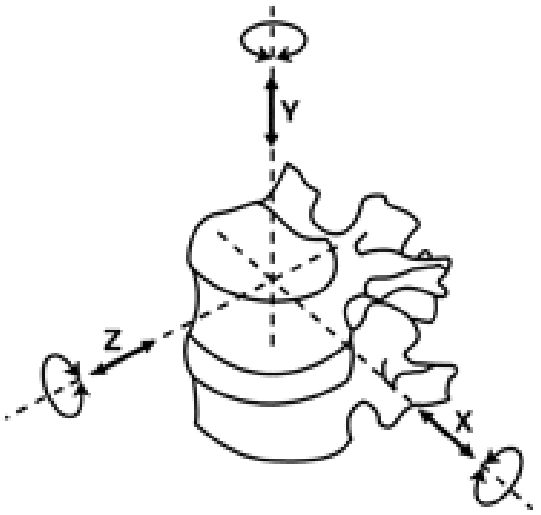


Figure 28. Coordonnées tridimensionnelles des mouvements vertébraux selon White et Panjabi [57]

L'instabilité vertébrale est généralement pluridirectionnelle alors que le déplacement engendré par l'instabilité est évalué dans un seul plan à la fois.

Les déplacements sagittaux et coronaux sont évalués en radiographies standards et sur les reconstructions de scanner alors que les déplacements dans le plan axial sont évalués en scanner et en IRM.

Avant la rupture isthmique, la lombalgie est due aux sursollicitations sur l'isthme. Après rupture, la lyse elle-même peut être douloureuse, mais le disque est aussi à l'origine de lombalgies par instabilité. En effet, il reste le seul garant de la stabilité, ce qui explique qu'il se dégrade souvent rapidement.

5.3 Clichés dynamiques en radiologie standard

Ils sont à la base du diagnostic d'instabilité, malgré les critiques qui ont pu leur être opposées.

Notamment par les facteurs physiques potentiellement capables de limiter l'amplitude d'un déplacement (douleurs, contractions musculaires, appréhension), les protocoles radiologiques nombreux, très variés, debout ou en décubitus latéral, avec autant de méthodes de mesure des déplacements intervertébraux angulaires ou linéaires [65], une mauvaise reproductibilité des méthodes de mesure [66], liée aux différences inévitables de centrage, aux rotations et inclinaisons latérales parasitent, et à l'imprécision des repères de mesure.

L'imagerie dynamique prouve l'hypermobilité intervertébrale, les clichés du rachis lombaire de face de profil peuvent montrer un glissement vertébral antérieur, postérieur ou latéral, mais ne préjugent pas du caractère instable de la lésion. Pour cela des clichés du rachis lombaire de profil doivent être réalisés en position de flexion et d'extension, au mieux en utilisant un système EOS.

La méthode de Putto [67] semble la plus sensible, malgré l'absence de centrage scopique. Les clichés en flexion sont réalisés en position assise et les clichés en extension en position debout.

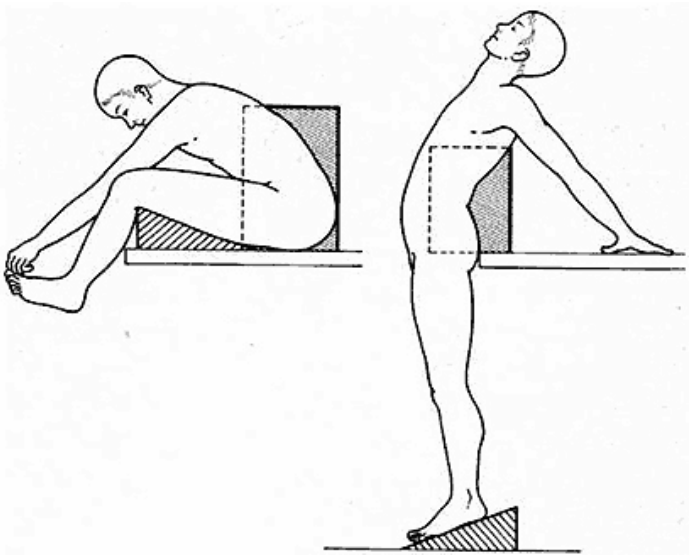


Figure 29. Méthode de Putto

La mobilité antéro-postérieure est évaluée selon la méthode de Morgan et King[65], par le déplacement du coin antéro-postérieur de la vertèbre sus jacente par rapport à la tangente au mur antérieur de la vertèbre sous-jacente. **La mobilité angulaire** est évaluée selon la méthode de Posner [68].

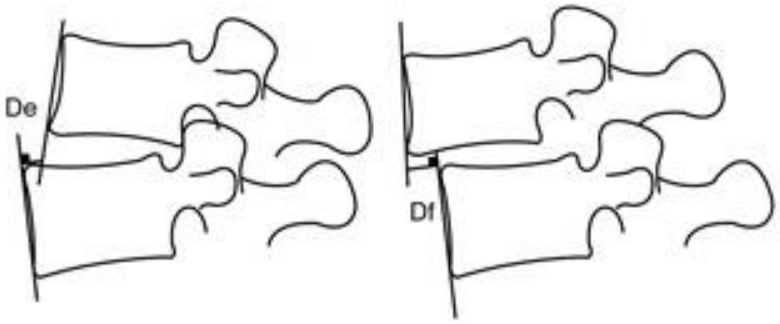


Figure 30. Calcul de la mobilité antéropostérieure selon la méthode de Morgan et King [65]

Mobilité antéropostérieure (mm)= De + Df

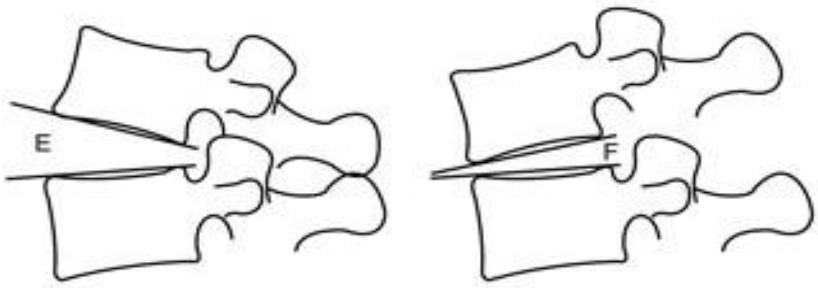


Figure 31 : Calcul de la mobilité angulaire selon la méthode de Posner [68]

Mobilité angulaire (degré)= E+F

La frontière entre normal et pathologique reste difficile à déterminer [57,65,69,70].

La plupart des auteurs [69,71] s'accordent à dire qu'il existe une mobilité antéro-postérieure si le déplacement des corps vertébraux entre les clichés en flexion et en extension est supérieure à 3 mm, et une hypermobilité angulaire si la mobilité angulaire est >10°.

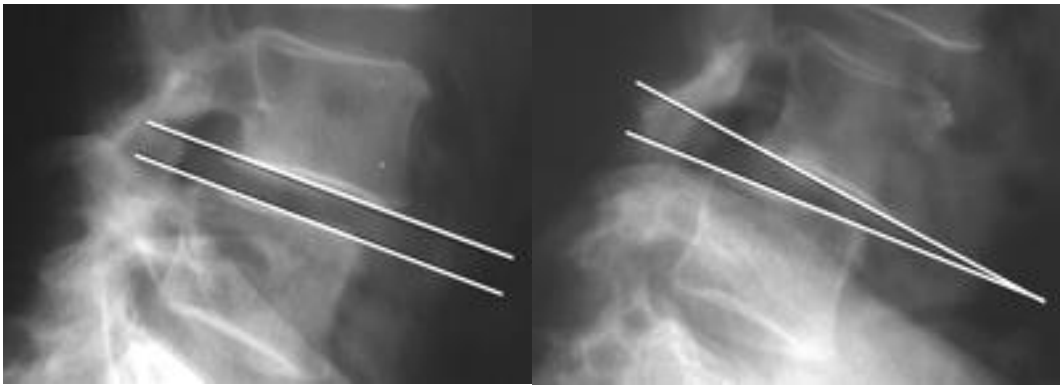


Figure 32. Radiographies dynamiques montrant une instabilité vertébrale L4-L5

(mobilité angulaire à 17% selon la méthode de Posner [68])

Malgré tout, comme le décrit Nizard [72], cette méthode reste critiquable car elle est peu reproductible et les méthodes de mesure ne sont pas standardisées.

Dans le plan frontal, il faut réaliser des clichés en inclinaison latérale droite et gauche afin de rechercher une ouverture discale anormale, un décalage intervertébral (déplacement latéral), une aggravation ou une réduction d'une dislocation rotatoire.

5.4 Infiltrations tests diagnostiques et thérapeutiques

Le problème est de connaître au mieux possible l'origine de la douleur. On sait par des études histologiques du tissu de la lyse [73,74] que celui-ci est innervé et peut être responsable de douleurs lombaires. L'infiltration sous contrôle scanner de la zone de lyse isthmique avec anesthésiques et corticoïdes, en supplément du bilan radiologique, aide au diagnostic.

La valeur pronostique de l'infiltration a déjà été décrite [75], elle n'est positive que si le sujet est soulagé complètement même pour une durée limitée de sa lombalgie et de ses radiculalgies.

Pour certains auteurs [76], en cas de soulagement complet mais non durable, l'indication de réparation isthmique pourrait s'imposer à l'arthrodèse.

L'infiltration de la pars isthmique permet de diminuer l'inflammation dû aux micro-cisaillements. Il s'agit d'un test fonctionnel, permettant au patient de passer un « cap douloureux » et de confirmer la zone instable, à l'origine de la douleur. Les infiltrations « pars isthmique » accompagnent le patient jusqu'à l'éventuelle consolidation naturelle de la lyse isthmique. Cette prise en charge est surtout utilisée par les médecins du sport.

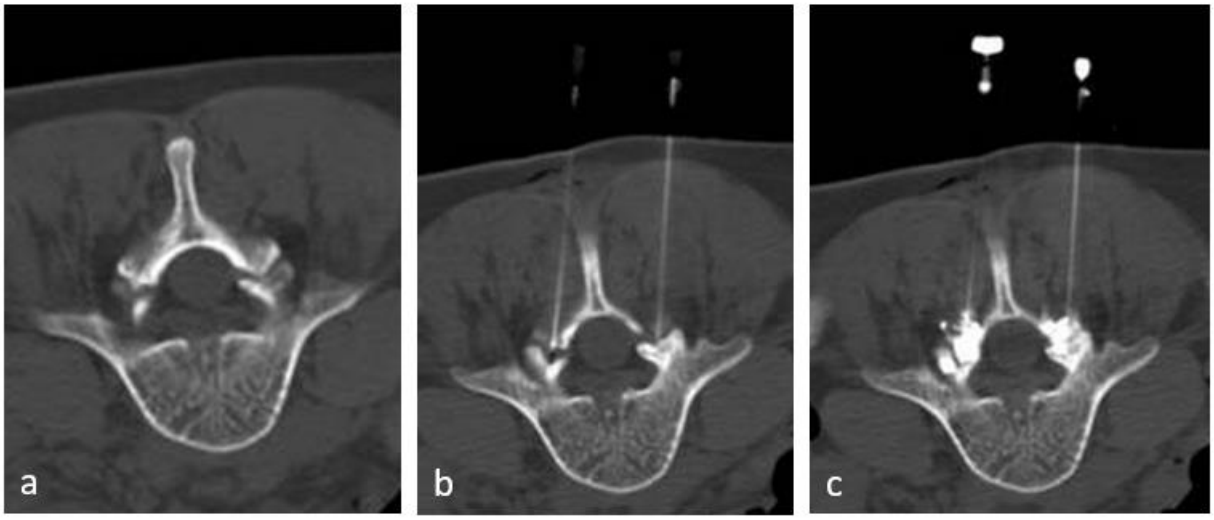


Figure 33. Infiltration de la pars-isthmique
a) Scanner de repérage dans le plan axial : lyse isthmique L5 bilatérale.
b) Positionnement de l'extrémité de l'aiguille au niveau de la lyse de manière bilatérale.
c) Opacification puis injection d'un anesthésique local (Xylocaïne) et d'un dérivé cortisoné sous contrôle scannographique.

5.5 IRM du rachis lombaire

L'IRM semble être la meilleure technique d'imagerie complémentaire dans le cadre des lyses isthmiques symptomatiques, elle montre le déplacement, précise l'état des disques à plusieurs niveaux, et donne une très bonne analyse de la pathologie foraminale. Elle permet d'objectiver des signes indirects d'instabilité et de suivre leur évolution en post thérapeutique, constituant de ce fait une imagerie de référence non irradiante pour le suivi.

En pré thérapeutique, l'IRM permet de rechercher des lésions associées, celle-ci étant généralement considérée comme la technique la plus performante pour le diagnostic de remaniement dégénératif du rachis (excepté le vide intra discal).

Plusieurs signes indirects d'instabilité peuvent être observés en IRM dans le cadre des lyses isthmiques du rachis lombaire :

- L'œdème des plateaux vertébraux
- L'infiltration œdémateuse de la pars isthmique
- La fissure annulaire postérieure

* Œdème des plateaux vertébraux (Discopathie de type Modic 1) :

Il y a 20 ans, Modic et al.[55] diffusaient l'idée d'une classification des modifications des plateaux vertébraux en trois stades « magnétiques », les anomalies de signal en IRM pouvant avoir une disposition variable, intéressant tout ou une partie du plateau, un seul plateau, ou les deux en miroir de part et d'autre du disque.

Un remaniement du spongieux sous chondral des plateaux vertébraux de type I décrit par Modic[55], correspondant à une infiltration hydrique œdémato-inflammatoire du spongieux (hyposignal T1, hypersignal T2 et rehaussement après injection de Gadolinium) a été fréquemment observé dans les instabilités en raison de microtraumatismes à répétition de l'os sous chondral. Un signal de Modic 1 sur l'ensemble des plateaux encadrant le disque osthésique est corrélé à des lombalgies invalidantes.

Malgré le fait que la valeur de ce signe reste controversé [77,78], pour certains auteurs [79], l'œdème des plateaux vertébraux serait un marqueur d'instabilité intervertébrale justifiant la réalisation d'une arthrodèse segmentaire.



Figure 34. Signe indirect d'instabilité en IRM ; discopathie inflammatoire (Modic 1)
Lyse isthmique L5 bilatérale, IRM pré opératoire : Spondylolisthésis de L5 sur S1 garde 1, et discopathie inflammatoire L5-S1 (Hypo signal T1 et Hyper signal T2 STIR des plateaux vertébraux).

En cas de stabilisation par arthrodèse ou ostéosynthèse, l'œdème inflammatoire va régresser, une involution graisseuse du spongieux (hypersignal T1, hypersignal T2) peut être mise en évidence sur le long terme (transformation d'un Modic 1 en Modic 2), traduisant le caractère « dormant » de la discopathie, asymptomatique.

En cas de persistance d'une instabilité, un stigmate de type Modic 1 va persister, l'IRM évalue la réponse thérapeutique dans les suites d'une arthrodèse lombaire [80]. Les artefacts du matériel d'ostéosynthèse ne se projettent pas au niveau des plateaux vertebraux.

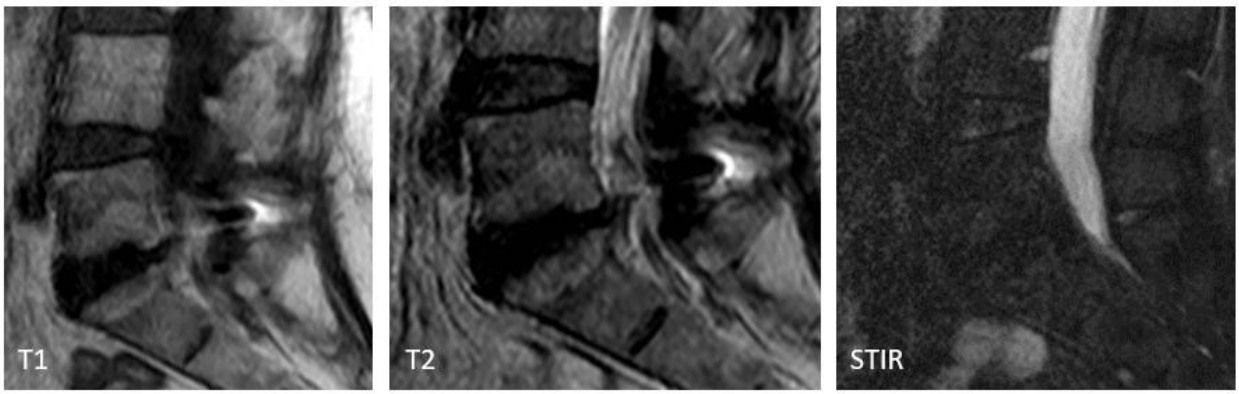


Figure 35. Signe indirect d'instabilité ; stabilisation post ostéosynthèse (MODIC 2)
IRM en coupe sagittal, infiltration graisseuse sous chondrale des plateaux vertébraux en hyper signal T1, T2, sans anomalie de signal en STIR, asymptomatique, confirmant la stabilisation post-interventionnelle.

* La fissure annulaire postérieure :

L'apparition d'une fissure intra discale a été décrite comme le premier signe IRM corrélé à la symptomatologie lombalgique [77], et pourrait également représenter un bon signe d'instabilité [78].

Il s'agit d'une fissuration radiaire incomplète de la portion postérieure de l'annulus fibrosus, correspondant à un **hyper signal T2 punctiforme**.

Le complexe annulo-ligamentaire est atteint mais non rompu, correspondant à une hernie « interne » non extruse.

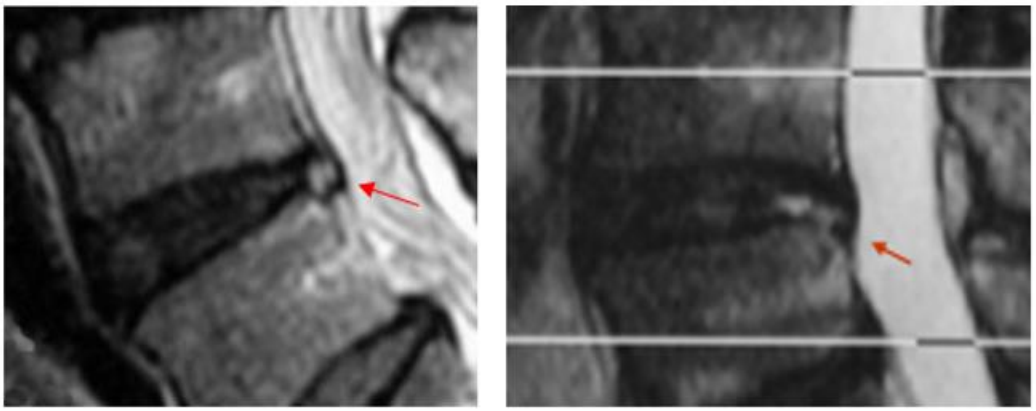


Figure 36. Signe indirect d'instabilité en IRM : Fissure annulaire
Coupes sagittales T2 montrant une déshydratation discale associée à une fissure postérieure de l'annulus fibrosus, en hypersignal (flèches) annulaire ou radiaire.

* Œdème de la pars isthmique :

En cas d'instabilité, la surcharge mécanique provoque un œdème et/ou une hémorragie locale de l'isthme, visible sous la forme d'un **signal hypo-intense en pondération T1 et d'un hyper signal T2**, cet aspect est également visible au stade pré-fissuraire.

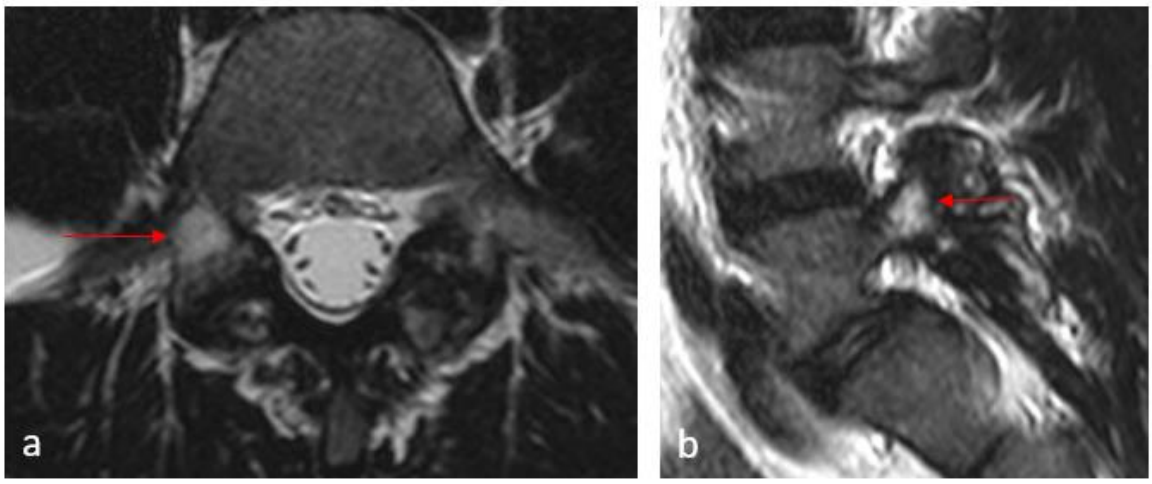


Figure 37. Signe indirect d'instabilité en IRM ; œdème de la pars isthmique
Infiltration pédiculo-lamaire L5 droit (flèches) en hyper signal STIR dans le plan axial (a) et sagittal (b).

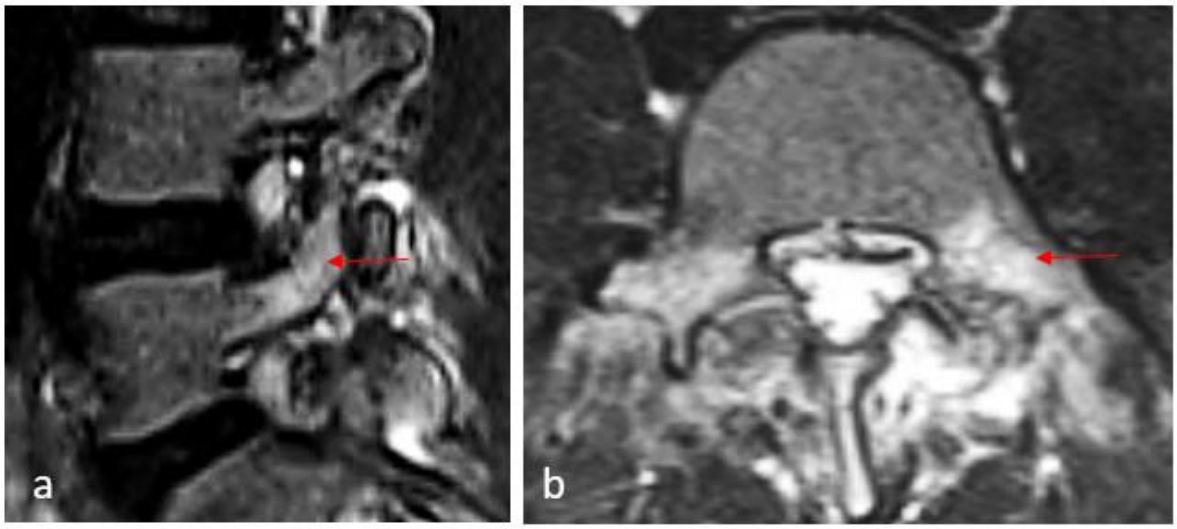


Figure 38. Signe indirect d'instabilité en IRM ; œdème de la pars isthmique
Lyse isthmique L5 bilatérale, œdème pédiculo-lamaire (flèches) en hypersignal STIR dans le plan sagittal (a) et axial (b) associé à une infiltration des parties molles.

D. LYSES ISTHMIQUES : THERAPEUTIQUES

1. Traitement conservateur

La prise en charge thérapeutique des lyses isthmiques reste toujours controversée.

L'approche non chirurgicale représente la modalité de choix dans le traitement du spondylolisthésis de bas grade, le traitement médical conservateur est systématique et de première intention en cas de spondylolisthésis douloureux et en absence de signes neurologiques déficitaires.

Une majorité des patients obtiendra un résultat satisfaisant, à long terme [81,82]. Chez les jeunes athlètes, près de 90 % peuvent espérer un résultat favorable avec un traitement non chirurgical, malgré l'absence d'union de la spondylolyse dans la majorité des cas [83,84].

La première ligne du traitement est médicale et orthopédique en cas de lyse récente, l'objectif est d'obtenir la guérison de l'instabilité, en favorisant le processus d'ossification. Repos, antalgiques oraux, AINS, et physiothérapie peuvent être associés à une immobilisation par corset ou ceinture lombaire, afin de neutraliser les mouvements de la charnière lombosacrée.

Le traitement nécessite une immobilisation rigide de la colonne lombaire durant plusieurs mois avec interdiction de tout mouvement en hyperlordose. Concrètement, cela signifiera le plus souvent l'arrêt total de la pratique sportive et la perte d'une saison complète pour un sportif compétitif. Les activités sportives sont suspendues et reprises en l'absence de toute symptomatologie douloureuse.

La consolidation osseuse peut être obtenue mais ce n'est pas la règle.

Dans son étude récente, Fujii [85] a contrôlé par scanner 134 jeunes patients porteurs de lyse isthmique, traités orthopédiquement, la consolidation s'observe plus régulièrement si la lyse est récente (gap faible) et si elle touche L4 plutôt que L5.

Des séances de rééducation visant à étirer la musculature des chaînes postérieures, privilégiant les exercices en délordose et les techniques de gainage peuvent s'avérer bénéfiques.

Des infiltrations tests diagnostiques et thérapeutiques de la pars isthmique peuvent être proposées afin de diminuer l'inflammation due aux micro-cisaillements, permettant de passer un cap douloureux jusqu'à la consolidation.

2. Techniques chirurgicales

Dans la majorité des cas, un traitement conservateur reste efficace et suffisant. Le traitement chirurgical concerne environ 10 à 20 % des patients uniquement [86].

L'indication chirurgicale chez l'adulte ne se pose qu'après l'échec du traitement conservateur bien conduit [87,88], ou bien en présence de troubles neurologiques moteurs.

Plusieurs techniques chirurgicales existent, les dernières études n'ont pas permis d'établir de façon évidente la supériorité d'une procédure par rapport à l'autre [89].
Le choix de la technique repose notamment sur la symptomatologie, l'activité et l'âge du patient, l'état des disques vertébraux et les habitudes des équipes chirurgicales :

- Les techniques d'arthrodèse in situ
- La décompression postérieure
- La réduction – fusion
- La reconstruction isthmique

2.1 <u>Arthrodèse in situ :</u>

La technique chirurgicale la plus souvent utilisée en cas de spondylolisthésis symptomatique est la fusion, le plus souvent réalisée par voie postérieure.

En cas de dégénérescence discale autour de la zone de lyse, la grande majorité des chirurgiens recommandent chez l'adulte une fusion vertébrale incluant tous les disques dégénérés.

Le but anatomique de l'arthrodèse lombaire est d'obtenir une fusion entre deux vertèbres ou plus, et implique le sacrifice de la fonction discale.

De nombreuses techniques ont été développées pour y parvenir ; elles diffèrent par le siège de la greffe osseuse réalisée, par l'utilisation ou non de matériel d'ostéosynthèse, par le type de greffe utilisé et par le caractère plus ou moins invasif de la voie d'abord [90].
Une étude clinique randomisée multi-centrique réalisée en 2002 n'a pas permis d'établir de façon évidente la supériorité d'une procédure par rapport à l'autre [91].

Il existe de nombreuses options chirurgicales possibles selon la voie d'abord initiale :

- Arthrodèse intersomatique par voire antérieure : ALIF (Anterior Lumbar Interbody Fusion) et antéro-oblique : OLIF (Oblique Lumbar Interbody Fusion)
- Arthrodèse intersomatique par voie postérieure : PLIF (Posterior Lumbar Interbody Fusion)
- Arthrodèse intersomatique par voie transforaminale : TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion)
- Arthrodèses par voies latérales pures (DLIF et XLIF)

* Technique par voie antérieure (ALIF)

Le rachis est abordé par voie antéro-latérale ou antérieure pure, la voie retro péritonéale étant moins iatrogène que la voie transpéritonéale pour placer un greffon osseux et/ou la cage en position intersomatique. L'avantage étant de préserver les muscles postérieurs.

La tendance actuelle est de réaliser ce type de technique par des voies moins invasives, soit par des mini voies d'abord, soit par une technique endoscopique.

Pour Kim [92], il n'y a pas de différence significative (taux de fusion et résultats cliniques) entre cette technique et l'arthrodèse postérolatérale chez l'adulte sur une étude non randomisée. Ses indications restent cependant à discuter au cas par cas dans le contexte de lyse isthmique, car un glissement important la rend difficile sans une instrumentation postérieure associée (ostéosynthèse ou arthrodèse postérolatérale).

L'avantage non négligeable de cette technique est l'absence d'intervention sur la structure musculaire postérieure, son désavantage étant l'absence de décompression.

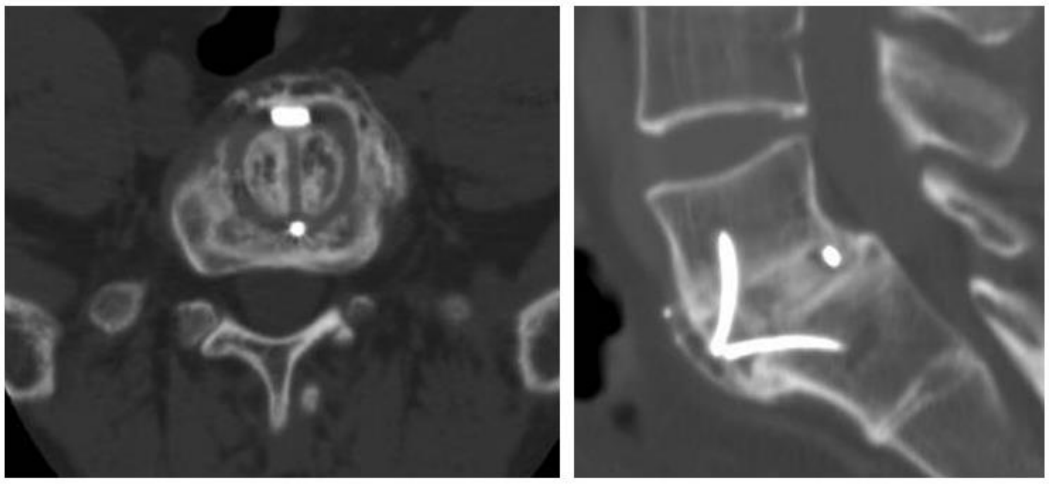


Figure 39. Arthrodèse intersomatique par voie antérieure L5-S1 par cage de fusion vissée, scanner dans le plan axial et sagittal

* Arthrodèse postérolatérale et intersomatique (fusion circonférentielle) : PLIF

Le traitement chirurgical de la lombalgie mécanique chronique secondaire à un spondylolisthésis de bas grade, repose classiquement sur l'arthrodèse postéro-latérale, pouvant être associé dans l'idéal à une greffe inter somatique. Cette intervention supprime un segment de mobilité et reporte les charges transitionnelles, le risque étant la dégénérescence des niveaux adjacents [93].

L'arthrodèse combinée permet d'augmenter le taux de fusion.
Après incision et section des muscles para vertébraux, il s'agit d'une lamino-arthrectomie de décompression, d'un vissage pédiculaire avec greffe inter-transversaire associé à la mise en place de cages remplies de greffons spongieux impactés dans l'espace intersomatique pour rétablir la hauteur discale [94].
L'avantage de cette technique étant la décompression, son inconvénient principal reste la nécessité d'ouverture des plans musculaires postérieurs.

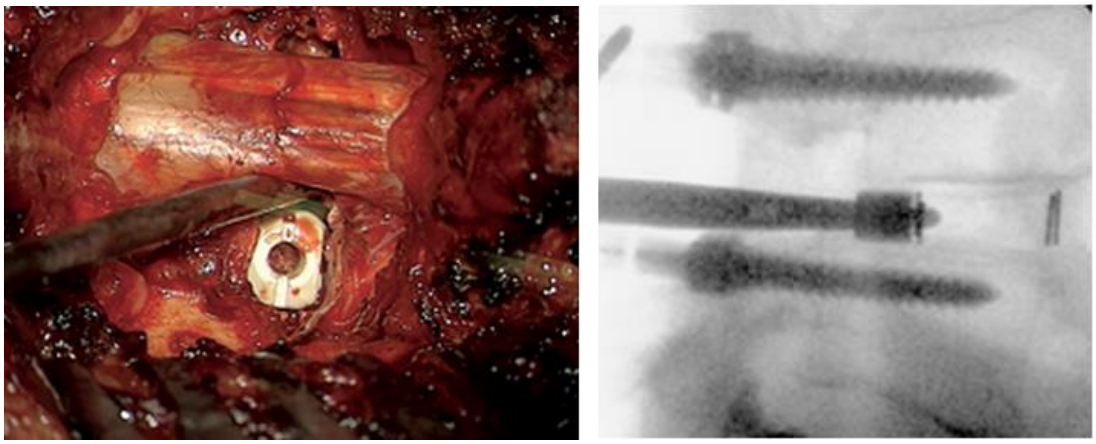


Figure 40. Insertion de la cage intersomatique et contrôle radiographique

* Technique de l'arthrodèse intersomatique par voie transforaminale (TLIF)

Les cages remplies de greffons sont placées entre les corps vertébraux à travers le foramen en passant par un seul côté [95].

L'articulation de l'autre côté ainsi que l'arc vertébral sont épargnés. Cependant il y est souvent associé un vissage percutané ou mini-invasif pour stabiliser définitivement le niveau.
Les avantages et inconvénients de cette technique sont identiques aux voies d'abord postérieures (PLIF), la décompression et la nécessité d'une ouverture des plans musculaires postérieurs.

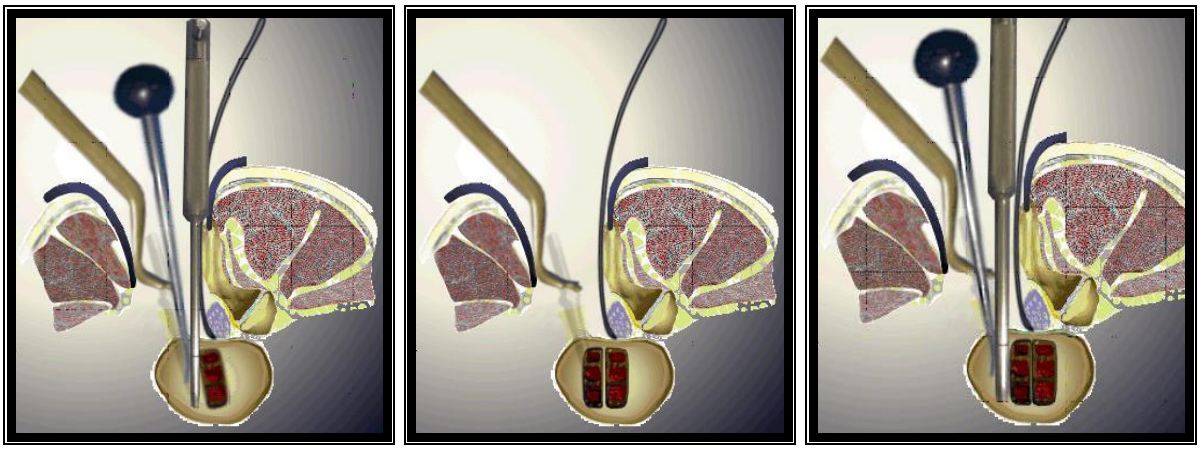


Figure 41. Arthrodèse intersomatique par voie transforaminale

* Technique des instrumentations postérieures

Elles vont chercher, en rigidifiant les segments intervertébraux, à augmenter le taux de prise de la greffe [96].

Ces instrumentations postérieures comprennent les implants rachidiens qui, au niveau lombaire, peuvent être des vis transfacettaires, translaminofacettaires ou des vis pédiculaires ; associées à des liens entre les implants qui sont des plaques ou des tiges. Elles sont en général associées à une greffe postérieure ou postérolatérale.

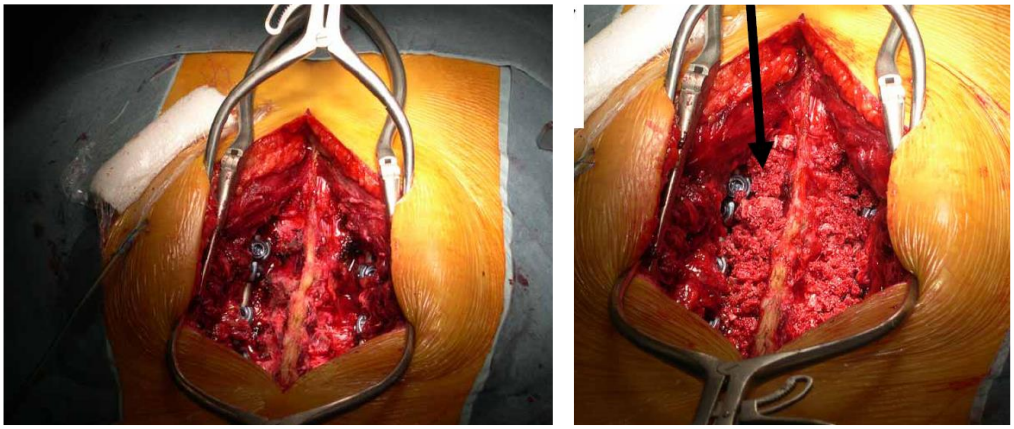


Photo 1. Greffe postérieure après vissage transpédiculaire

Le vissage translamino-facettaire consiste à stabiliser un massif articulaire avivé et greffé, par une vis oblique de haut en bas et de dedans en dehors, dont le point de pénétration se situe sur la face latérale de la lame, du côté opposé aux articulaires vissées.

Le vissage pédiculaire consiste à introduire une vis dans chaque pédicule, à chaque étage concerné par la pathologie. Les vis sont ensuite reliées par des tiges métalliques.
Le point de pénétration de la vis se situe à l'union de la transverse et du massif articulaire, il sera d'autant plus latéral que la vis sera convergente.
Le point de pénétration étant déterminé, il faut avancer à la curette dans le pédicule « au toucher » ou sous neuro navigation. Quand le milieu du corps vertébral est atteint, on vérifie avec un palpateur souple qu'il n'y a pas de perforation pédiculaire, devant l'absence de perte de contact osseux.

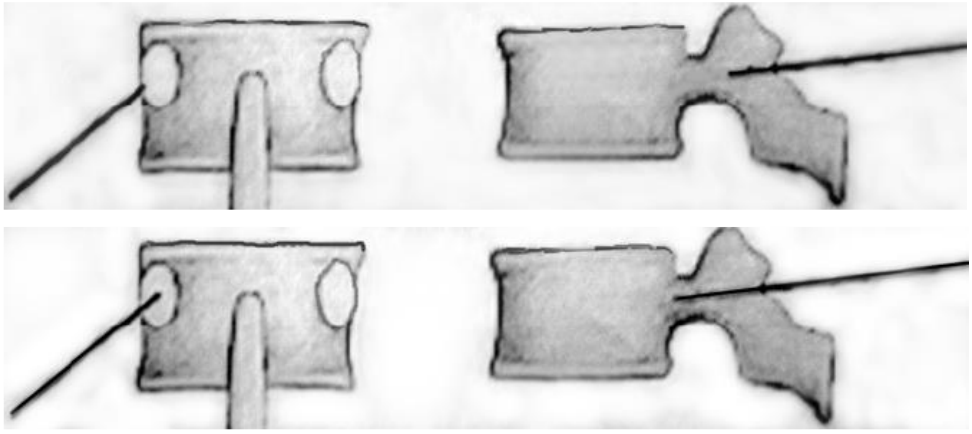


Figure 42. Représentation schématique de la vue fluoroscopique du trocart lorsqu'il aborde le pédicule.

Les vis trans pédiculaires décrites pour la première fois par Raymond Roy Camille en 1963 traversent le pédicule pour se fixer dans le corps vertébral, leur mise en place nécessite un apprentissage afin d'être insérée dans des conditions optimales, le danger étant le rapport avec le canal en dedans, la racine en dessous et les vaisseaux en avant [97].

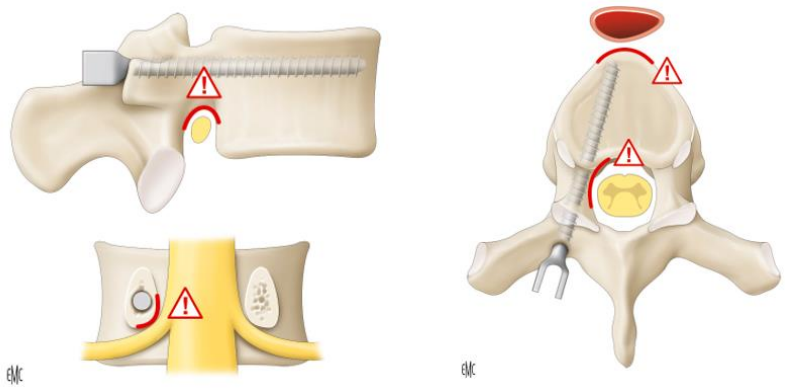


Figure 43. Les risques de la vis pédiculaire : la racine en dessous, le canal en dedans, les vaisseaux en avant (EMC).

2.2 Décompression postérieure

Indiquée en cas de compression neurologique symptomatique. Le plus souvent, il existe une sténose latérale au niveau des foramens L5-S1 et une compression des racines L5.
Il s'agit de l'intervention décrite par Gill [94] comprenant une résection de l'arc postérieur et une libération des racines latéralement par arthrectomie partielle ou totale. Elle a l'avantage d'être simple à réaliser mais a la réputation de créer une instabilité, c'est pourquoi elle doit toujours être associée à une ostéosynthèse postérieure avec greffe osseuse.

2.3 Réduction – Fusion

L'intérêt de la réduction est de restaurer en partie l'équilibre sagittal lombo-sacré chez des patients présentant une forte incidence pelvienne, une pente sacrée et une lordose lombaire [50,98]. En effet, la morphologie et l'équilibre sagittal module la configuration du rachis lombaire et, par conséquent, les contraintes mécaniques au niveau de la jonction lombo-sacrée. Pour la plupart des auteurs, c'est la réduction de l'angle de glissement « slip angle » et de la cyphose lombo-sacré qui importe, et non pas la réduction du glissement [99].

La réduction comporte cependant un risque neurologique non négligeable (le plus souvent régressif) : jusqu'à 31% des cas [100,101] lors de la réduction complète des spondylolisthésis de haut grade, la tension des racines se faisant dans le dernier tiers de la réduction. Elle ne fait pas l'objet d'un consensus parmi les chirurgiens. Elle est réservée aux spondylolisthésis de haut grade.

Réduction chirurgicale peropératoire :
La réduction chirurgicale peut se faire en un seul temps postérieur, après décompression et à l'aide d'une instrumentation solide, par un temps antérieur isolé, ou par une chirurgie combinée. Le suivi des potentiels évoqués lors de la réduction permet de diminuer le risque d'apparition de troubles neurologiques.
La réduction par voie postérieure est la technique la plus répandue. Les systèmes de fixation pédiculaires actuels permettent d'obtenir des réductions à l'aide de montages courts (L5-S1 ou en cas de SPL de haut grade ou d'hypoplasie des pédicules de L5 par un montage L4-S1). Les ostéosynthèses longues [102] avec vis de réduction sont plus agressives en première intention. Une greffe intersomatique associée (par voie postérieure ou par un abord antérieur) complète l'intervention.

2.4 Reconstruction isthmique :

Lorsque l'indication opératoire est portée, la réparation isthmique est une alternative à l'arthrodèse postéro-latérale, ayant l'avantage théorique de préserver la mobilité du rachis lombo-sacré. Elle est donc proposée aux patients jeunes, avec un listhésis de bas grade, et un disque ayant une hauteur et une hydratation d'aspect normal en IRM.
Plusieurs auteurs [103] ont montré des résultats similaires sur le plan clinique et radiologique par rapport aux techniques de fusion.
Les études s'intéressant plus spécifiquement aux athlètes, ont montré un résultat favorable, une union de la spondylolyse, ainsi qu'un retour complet aux activités sportives dans la majorité des cas [104-106].

* Le principe :

La technique de réduction directe dérive du vissage en compression : la vis traverse les deux parties à réunir et le vissage appliqué dans la partie distale apporte une compression de la solution de continuité, cette technique s'applique aux lyses isthmiques [107] mais également au vissage inter-laminoarticulaire [108].
La fracture isthmique ancienne se comporte comme une pseudarthrose, il s'agit alors de réaliser un avivement des berges de l'isthme en retirant le tissu fibreux, puis d'y opposer une greffe osseuse autologue. La résection de la pointe articulaire inférieure permet d'éliminer une des causes de conflit local avec l'isthme sous-jacent.
Cette technique de greffe des defects isthmiques, imaginée initialement par Kimura[109] en 1968, a été depuis perfectionnée par de nombreux auteurs avec différents systèmes d'ostéosynthèse bloquant uniquement l'arc postérieur mobile.

* Les différentes techniques :

La procédure est réalisée par voie postérieure sous anesthésie générale, en position ventrale. Pour exposer une fracture isthmique, il faut, comme l'a décrit René Louis[110], réséquer de chaque côté la moitié inférieure de l'articulaire inférieure sus jacente, souvent trop longue. Puis comme pour toutes les pseudarthroses en orthopédie, placer une greffe autologue en compression avec une instrumentation.

De nombreuses techniques de reconstructions isthmiques ont été proposées :
Le technique de Buck [107] par vissage direct de la lyse, le cerclage métallique transverse-épineux de Nicol et Scott[111], et la plaque papillon temporaire de Louis [33].

Plus récemment fut décrite l'instrumentation de Morscher [112] (Synthes®) entre une vis à la base de l'articulaire de L5 et un crochet sous la lame. Ce système est intéressant chez l'enfant car il est peu encombrant mais ne semble pas assez solide pour l'adulte [113,114].

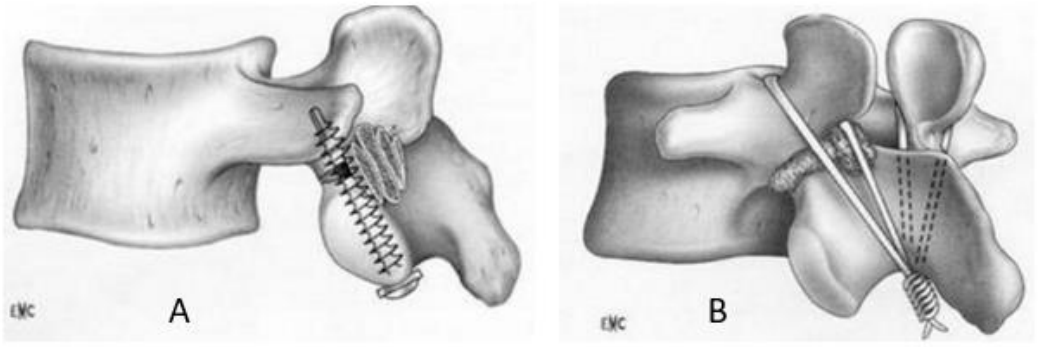


Figure 44. Techniques chirurgicales de reconstruction isthmique
A) Technique de Buck B) Technique de Nicol et Scott

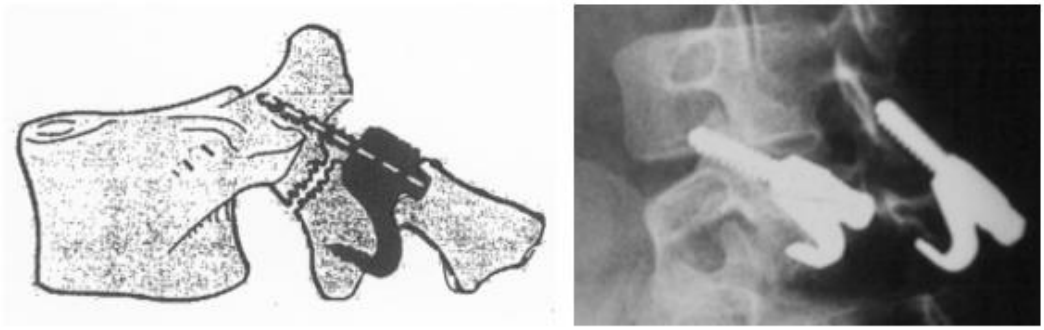


Figure 45. Technique de reconstruction isthmique de Morsher

D'autres systèmes ont été décrits plus récemment dans la littérature, plus solides, mais aussi plus encombrants [115-117].

* Résultats :

Des études comparatives des techniques de réparation ont été publiées [118,119] et s'accordent à dire que la consolidation de cette pseudarthrose souvent ancienne est difficile, nécessitant chez l'adulte une instrumentation solide, peu encombrante, et permettant des explorations radiologiques ultérieures par scanner.
La reconstruction isthmique donne 70 à 90 % de bons résultats cliniques dans les séries publiées [33,107,120]. L'âge intervient dans le résultat, puisqu'avant 20 ans, les résultats sont bons dans 85 à 90 % des cas.
La complication la plus fréquemment décrite est la pseudarthrose.

2.5 Description de la technique de fixation isthmique de Buck

* La technique de Buck [107]:

Il s'agit d'une fixation trans-isthmique directe, la vis est placée directement à travers le defect isthmique, elle présente un fort taux de guérison de 83% à 94% [87,107].
Le point d'entrée est réalisé à 10 mm de l'apophyse épineuse, un trépan de 3,2 mm est utilisé pour percer la trajectoire de la vis, inclinée de 30° par rapport au plan sagittal vers le pédicule ipsilatéral, en traversant le defect isthmique. Une vis en titane de 4,5 mm et de taille appropriée est insérée.

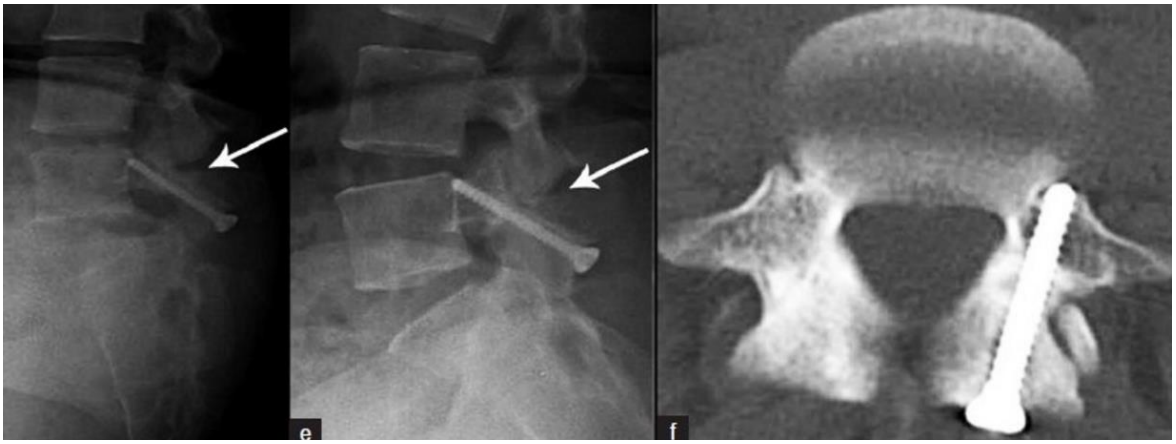


Figure 46. Technique de Buck, clichés radiographiques dynamiques et scanner post-opératoire

* Avantages de la réparation pars isthmique selon la technique de Buck :

Malgré son indication limitée à une population très ciblée (patients présentant une spondylolyse sans glissement ou associée à un spondylolisthésis de bas grade), cette technique présente de nombreux avantages [121]: une restauration de l'anatomie normale des éléments postérieurs, la préservation du segment fonctionnel mobile, un traumatisme très modéré des structures musculaires, moins de pertes sanguines, et une récupération fonctionnelle plus rapide.

Les résultats comparatifs avec l'arthrodèse de T.David [122] dans son étude publiée en 2007, ont montré que la réparation isthmique est une intervention rapide, à morbidité moindre, et présente des résultats fonctionnels meilleurs chez les sujets jeunes, travailleurs de force ou sportifs de compétition, leur permettant de reprendre leur activité antérieure deux fois sur trois.

Concernant la prise en charge des spondylolyses chez les jeunes sportifs, U.K. Debnath et al.[104] ont évalué la réponse clinique et la reprise sportive chez 22 athlètes ; 19 avaient été pris en charge par la technique de Buck, et 3 patients par la technique de Scott.
La technique de Buck modifiée comprenait le vissage trans-isthmique par une vis de 4,5 mm de diamètre, associée à une décorticalisation de la lame et du processus transverse, avant le vissage en compression de la greffe.
Pour ce groupe de patients, la reprise du sport était effectuée 7 mois en moyenne après la chirurgie, et une diminution significative des scores fonctionnels (score d'ODI et SF-36) était mise en évidence avec un suivi de 2 ans.

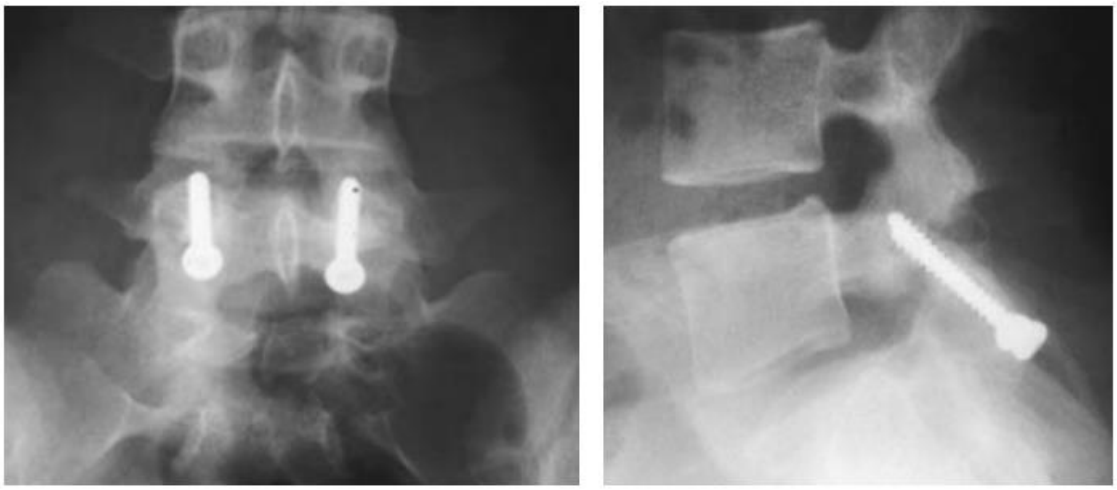


Figure 47. Contrôle à 6 mois d'une réparation isthmique selon la technique de Buck

III. OBJECTIFS

Le but de cette étude était d'évaluer la précision du vissage trans-isthmique percutané sous double guidage tomodensitométrique et fluoroscopique, dans le cadre de la prise en charge des lyses isthmiques lombaires, chez les patients présentant un spondylolisthésis de bas grade.

Les éléments d'évaluation de cette technique étaient :

- Le bon positionnement des vis selon les critères chirurgicaux standards.

- Le taux d'échec de l'intervention.

- L'évaluation à moyen terme de l'intégrité du matériel d'ostéosynthèse.

Nous avons également souhaité évaluer l'impact du vissage trans-isthmique en termes de douleur et de qualité de vie.

IV. ETUDE

A. MATERIEL ET METHODES

1. Population

Notre étude était réalisée d'Avril 2010 à Octobre 2015 et a porté sur 99 vissages trans isthmiques par voie percutanée.

Il s'agissait d'une étude monocentrique, 50 patients étaient inclus consécutivement et de façon prospective au sein du service de radiologie interventionnelle de l'hôpital l'Archet et Pasteur 2, au CHU de Nice.

*Les critères d'inclusion étaient :

Patients présentant une lyse isthmique lombaire, identifiée sur une imagerie en coupe récente (TDM ou IRM), adressés pour prise en charge de lombalgies (+/- radiculalgies) persistantes depuis plus d'un an, résistantes à un traitement médical bien conduit et aux infiltrations radioguidées.

*Les critères de non inclusion étaient :

Un déficit neurologique, un trouble de la statique rachidienne (scoliose), un antécédent de chirurgie lombaire, un refus de réaliser la procédure, un spondylolisthésis de haut grade, ou un trouble de la coagulation.

Tous les patients devaient avoir rempli et signé un consentement écrit après avoir reçu une information sur la procédure.

*Les données épidémiologiques concernant l'âge, le sexe, l'indice de masse corporelle (IMC), la catégorie professionnelle, le niveau de pratique sportive, et la prise de traitements antalgiques étaient relevées. Ainsi que le nombre d'infiltrations lombaires réalisées avant l'intervention.

*Sur l'imagerie pré opératoire, étaient notés le grade de spondylolisthésis (selon la classification de Meyerding) (Annexe A), la présence d'une discopathie au niveau sous-jacent à la lyse (classée selon le type Modic), et la présence ou non d'un œdème inflammatoire de la pars-isthmique.

2. Description de la technique de fixation percutanée

La procédure était programmée après discussion de l'indication en concertation pluridisciplinaire entre radiologues interventionnels, chirurgiens orthopédiques, rhumatologues ou médecins de rééducation fonctionnelle de la région (Nice, Monaco, Antibes, Turin).

*Installation du patient

Après contrôle d'un bilan d'hémostase récent satisfaisant, l'intervention est réalisée dans une salle d'imagerie interventionnelle, en utilisant un double guidage tomodensitométrique (GE Lightview eight-row MDCT; GE Healthcare, Waukesha, WI, USA) et fluoroscopique (GE Stenescop C-arm), avec un pack d'isolation scannographique, dans des conditions d'asepsie chirurgicale.

Le patient est positionné de manière confortable en décubitus ventral, un support pouvant être mis en place sous l'abdomen afin de diminuer la lordose lombaire et de faciliter l'accès à la pars defect.

*Planification du geste

La première partie de la procédure est la réalisation d'une acquisition volumique en coupe millimétriques du rachis lombaire, suivie de reconstructions multiplanaires réalisées sur une console GE ADW 4.2, afin de planifier l'intervention de manière optimale :

- Analyser l'anatomie de l'arc postérieur en temps réel.
- Déterminer la meilleure approche : la direction des vis doit être perpendiculaire au plan de la pars defect pour permettre une fixation correcte, une ligne de guidage est tracée en imaginant la trajectoire de la vis passant par le centre de l'isthme, permettant de déterminer un point d'entrée cutanée mesuré par rapport à la ligne médiane.
- Calculer la longueur optimale des vis, en mesurant la distance entre le point d'entrée sur la corticale postérieure de la lame et le pédicule homolatéral.

Un marqueur cutané radio opaque est positionné au niveau du point d'entrée.

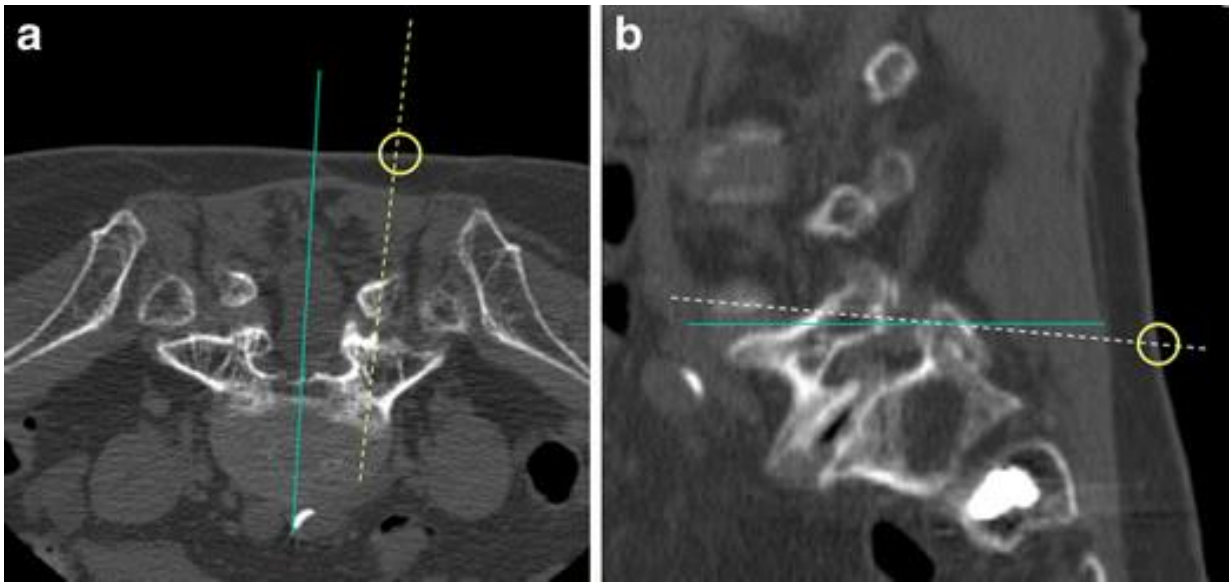


Figure 48. Scanner de repérage avec reconstructions multi planaires millimétriques

a. Plan axial : trajectoire de la vis (ligne jaune) passant au centre de la lyse isthmique, permettant d'évaluer l'angulation optimale par rapport à la ligne médiane (ligne verte). Le point d'entrée cutanée (cercle jaune) est marqué en mesurant la distance par rapport à la ligne médiane.

b. Plan sagittal : trajectoire de la vis (Ligne blanche) permettant d'évaluer l'angulation cranio-caudale optimale par rapport à l'axe horizontal (ligne verte) et de déterminer le point d'entrée cutanée.

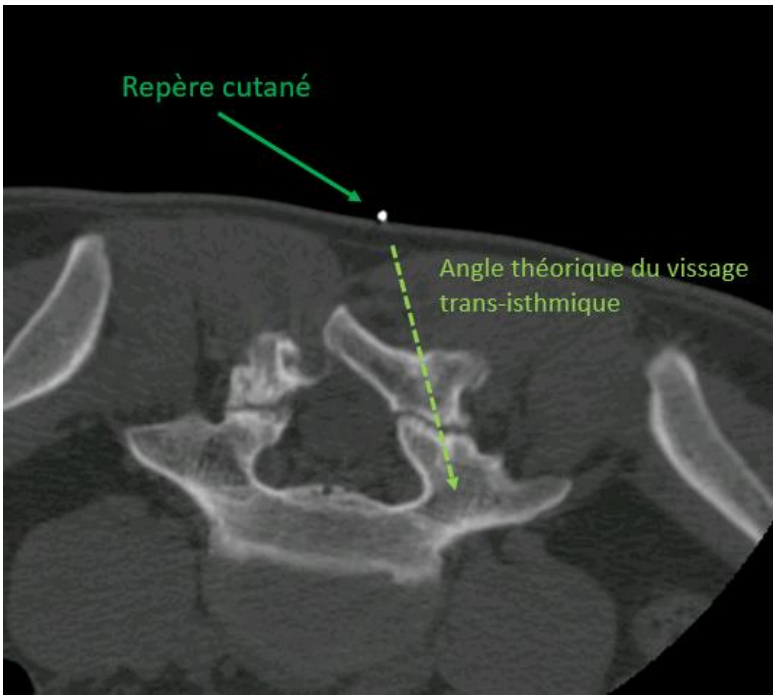


Figure 49. Repère cutané radio opaque

*Anesthésie locale

Après désinfection cutanée chirurgicale et mise en place de champs stériles, l'anesthésie locale est réalisée au moyen de lidocaïne 1% (Xylocaine®).

L'anesthésie des plans cutanés et profonds, est réalisée à l'aide d'une aiguille Chiba 20 gauges de 20 cm (Cook Medical, Bloomington, IN, USA) jusqu'au périoste, sous guidage fluoroscopique selon la trajectoire et l'angulation déterminée au préalable.

Une acquisition scanner vérifie le bon positionnement de l'aiguille, son extrémité doit se trouver au niveau du point d'entrée prédéterminé : corticale postéro-inférieure de la lame.

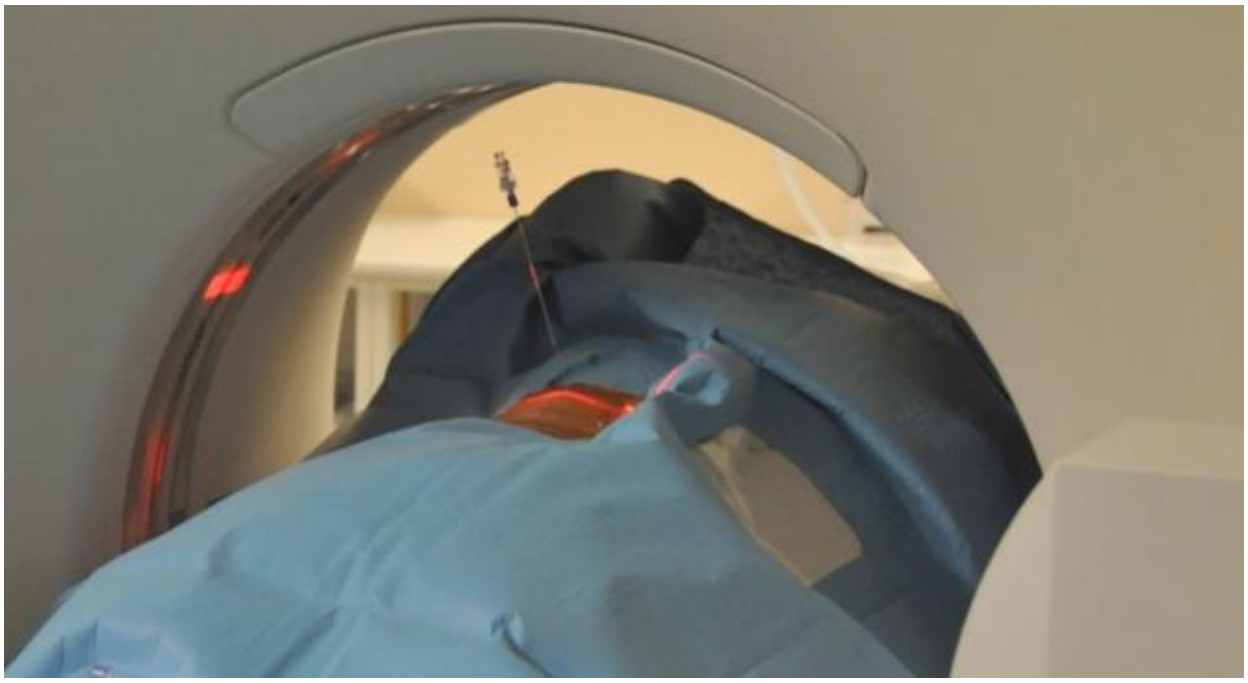


Photo 2. Anesthésie locale

Réalisée à l'aide d'une aiguille Chiba 20 gauges de 20 cm dans des conditions d'asepsie chirurgicale. Contrôle scanner confirmant le bon positionnement de l'aiguille.

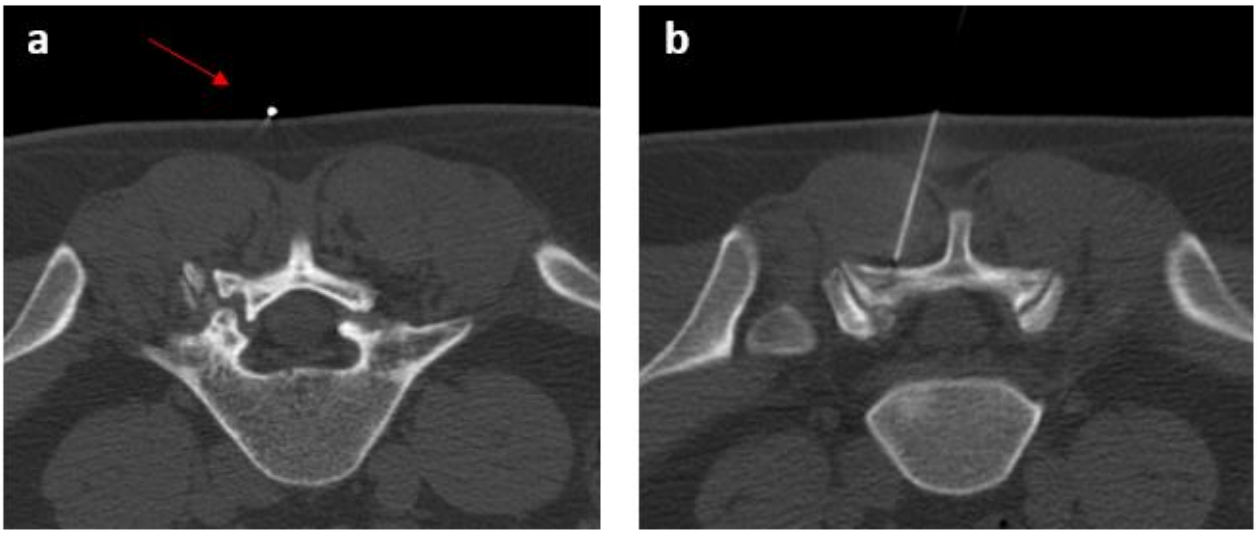


Figure 50. Marquage cutané et anesthésie locale

a) Marquage cutané radio-opaque (flèche) du point d'entrée

b) Contrôle scanner dans le plan axial confirmant le bon positionnement de l'aiguille Chiba 20G au niveau de la corticale postéro-inférieure de la lame de L5.

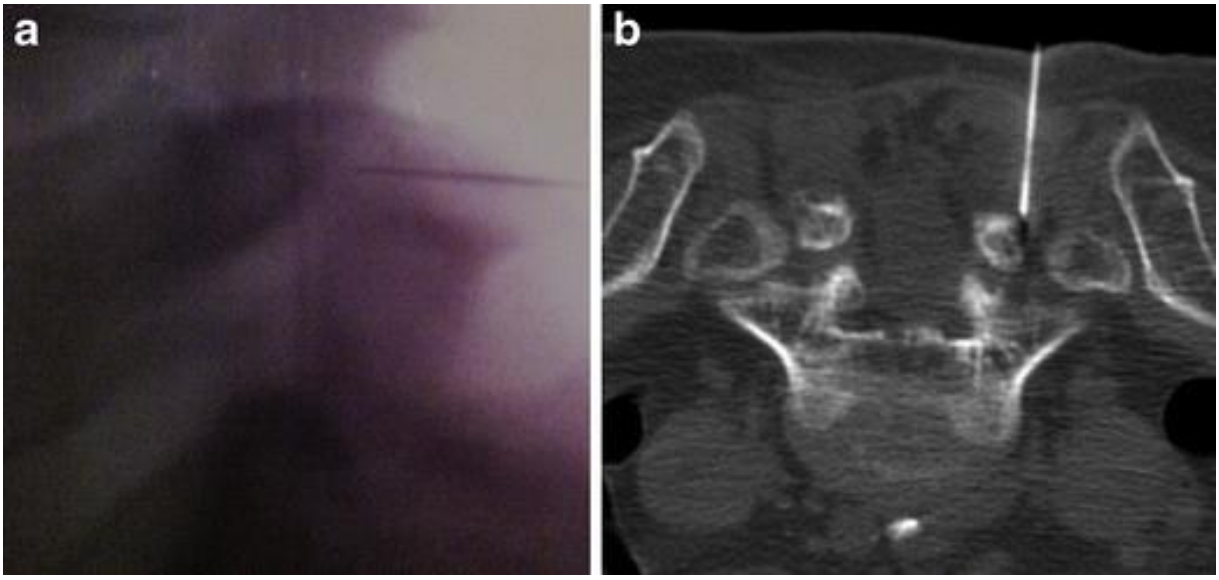


Figure 51. Insertion de l'aiguille Chiba

a) Insertion de l'aiguille Chiba 20 gauges de 20 cm sous contrôle fluoroscopique

b) Scanner dans le plan axial confirmant le bon positionnement de l'extrémité de l'aiguille au contact de la corticale postérieure de la lame.

*Mise en place du trocart

L'extrémité proximale de l'aiguille Chiba est rompue, en laissant en place un guide selon la technique de Yaffe.

Sur ce guide, est introduit la canule d'un trocart TA'M (Thiebaud) de 13 gauges 10 cm, jusqu'au contact osseux de la corticale postérieure de la lame, après incision cutanée de 5 mm.

Le guide Chiba est retiré pour être remplacé par l'aiguille du trocart.

L'insertion du trocart est réalisée sous contrôle radioscopie en temps réel, à partir de la surface postéro-inférieure de la lame, passant au centre de l'isthme, perpendiculairement à la pars defect, jusqu'à la partie postérieure du pédicule homolatéral. Son trajet est oblique en haut et en dehors.

Un contrôle scanner (SmartStep system) confirme la bonne progression du trocart selon la trajectoire prédéterminée.

En cas de douleur, un complément d'anesthésie par lidocaïne est possible via le trocart.



Photo 3. Progression du trocart sur l'aiguille Chiba, après section de l'extrémité proximale.



Photo 4. Mise en place du trocart 13 gauges au niveau du point d'entrée (T'AM Thiebaud).

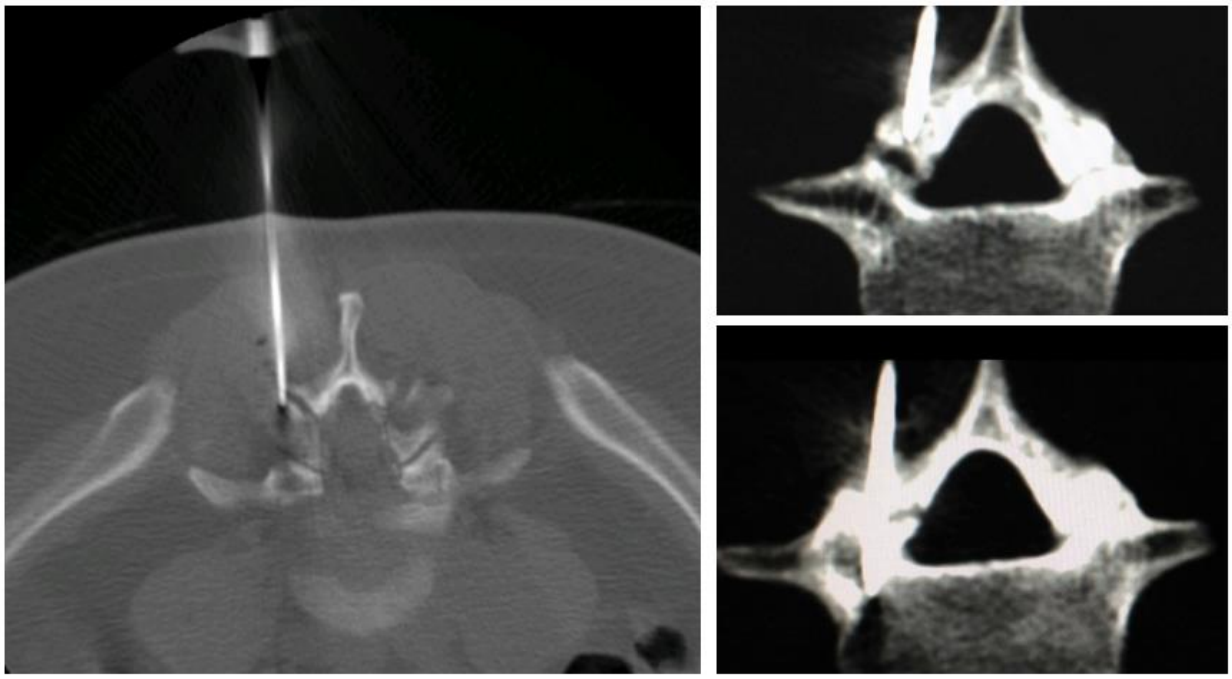


Figure 52. Progression du trocart au travers de la lyse isthmique jusqu'au niveau pédiculaire

Scanner de contrôle dans le plan axial.

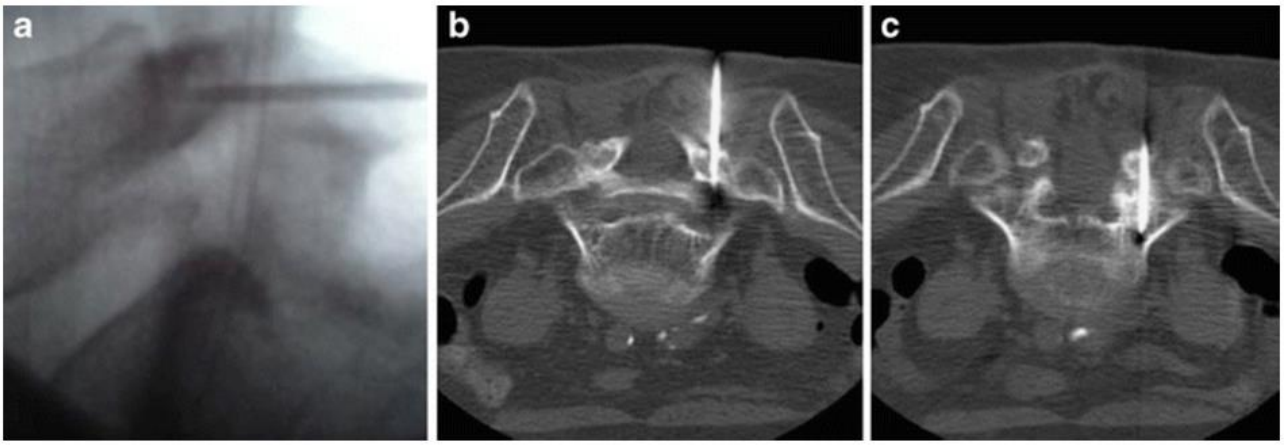


Figure 53. Insertion du trocart T'AM (Thiebaud)

a) sous contrôle scopique.

b, c) contrôle scanner confirmant la bonne progression du trocart 13G, du point d'entrée correspondant à la partie postéro inférieure de la lame, passant par le centre du defect de la pars interarticularis (b), jusqu'au pédicule homolatéral (c).

*Vissage trans-isthmique

Une broche guide Kirschner (Synthes) de 2,0 mm est ensuite introduite au travers de la canule après avoir retiré l'aiguille.

Le trocart est alors retiré.

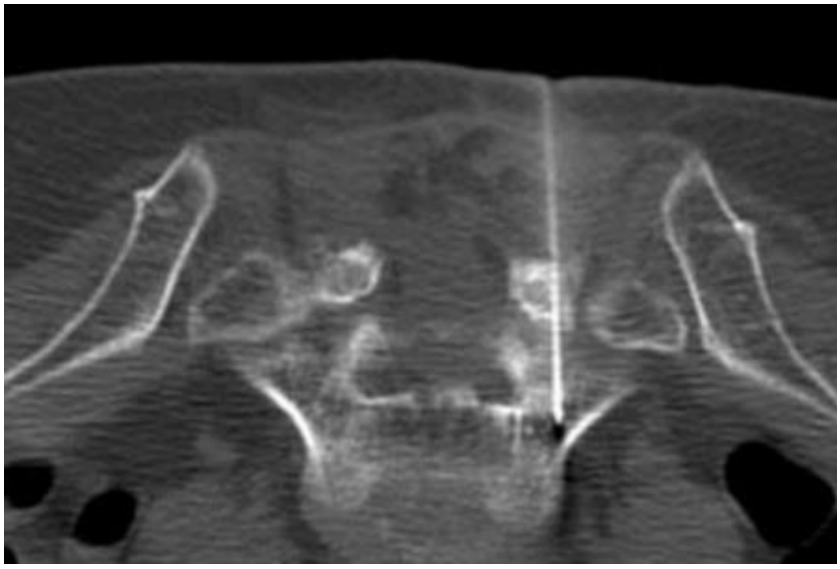


Figure 54. Mise en place de le broche guide Kirshner au travers de trocart, sous contrôle scanner

En suivant la même trajectoire, une vis de 4 mm de diamètre auto-foreuse auto-tarodeuse (Asnis III; Stryker, Mahwah, NJ, United States) dont la longueur précise est calculée sur le scanner peropératoire, est enfilée sur la broche.

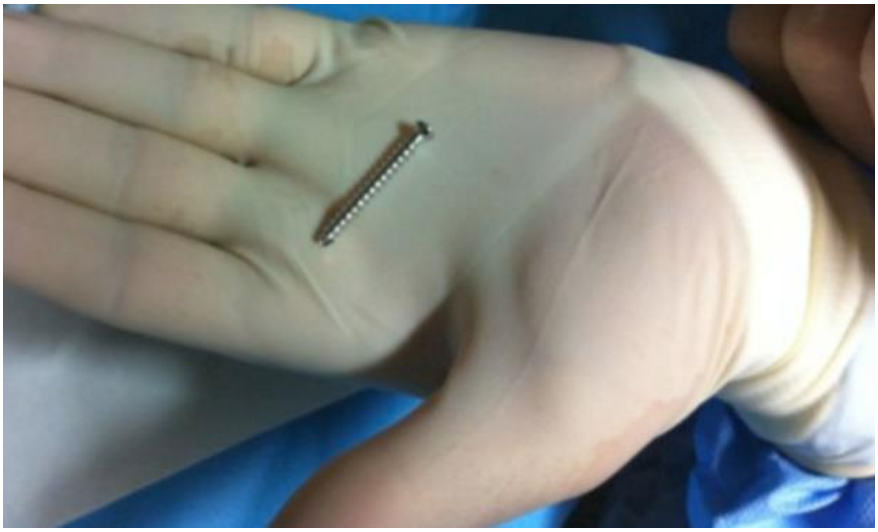


Photo 5. Vis de 4 mm de diamètre auto-foreuse auto-tarodeuse

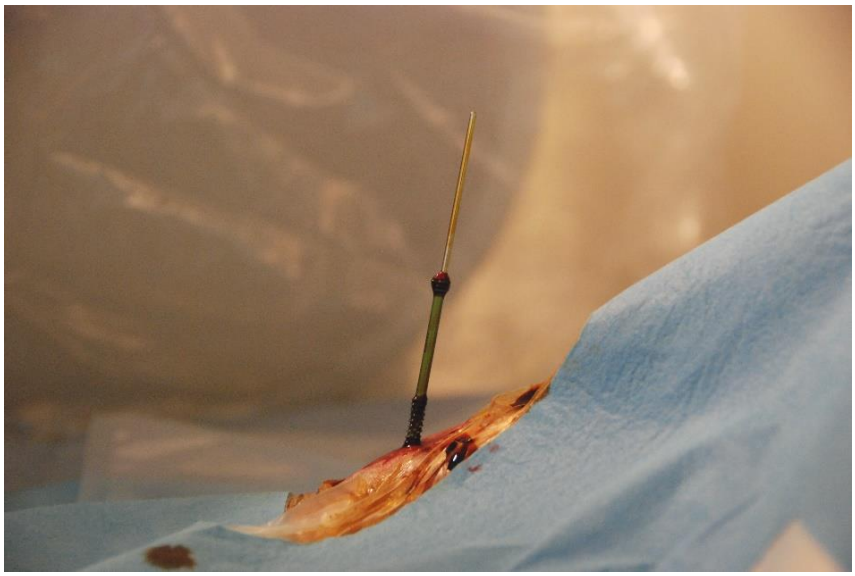


Photo 6. Insertion de la vis sur la broche Kirschner

Le vissage trans-isthmique est effectué à l'aide d'un tournevis perforé sur la broche de Kirschner, toujours sous double contrôle scopique et scannographique.

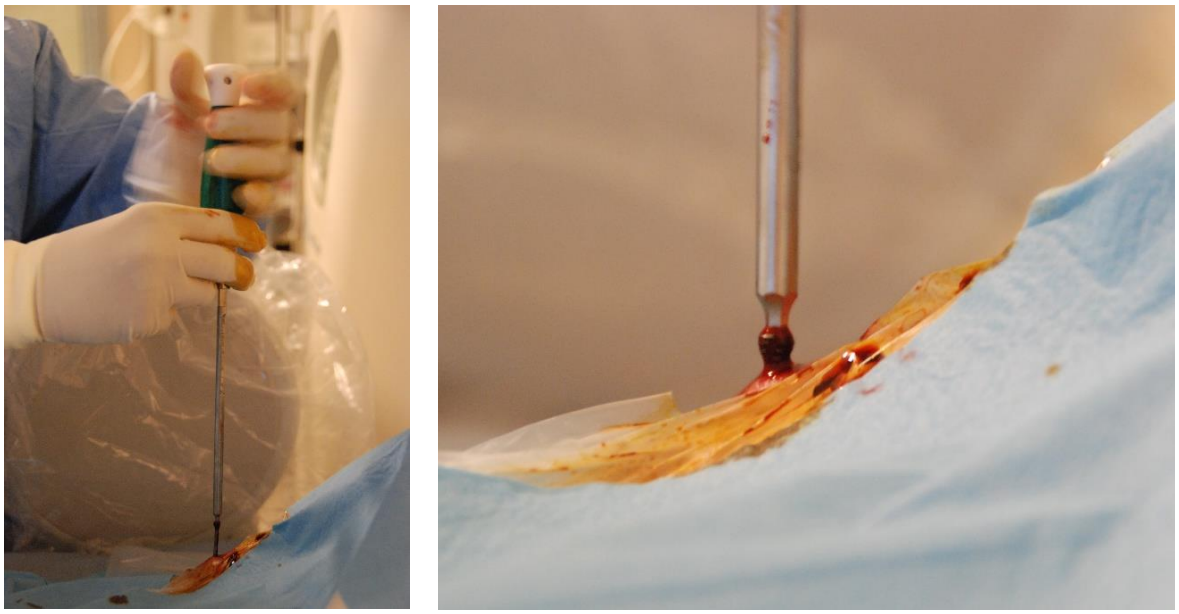


Photo 7. Vissage le long de la broche de Kirschner

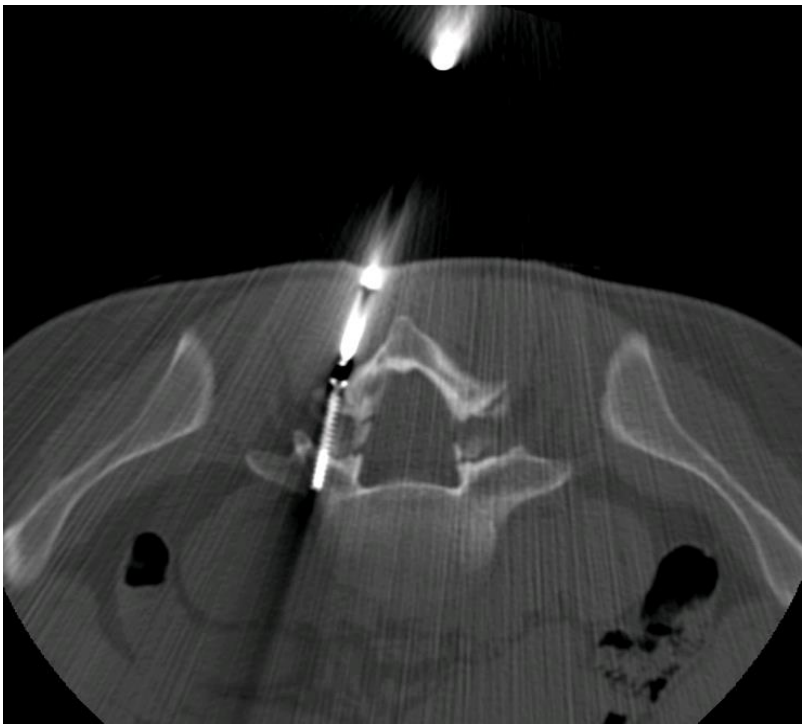


Figure 55. Mise en place de la vis en position trans-isthmique sous contrôle scanner

Une fois l'extrémité de la vis correctement positionnée dans la partie postérieure du pédicule, la broche guide est retirée.

La procédure est ensuite réalisée de manière identique du côté opposé, sous anesthésie locale.

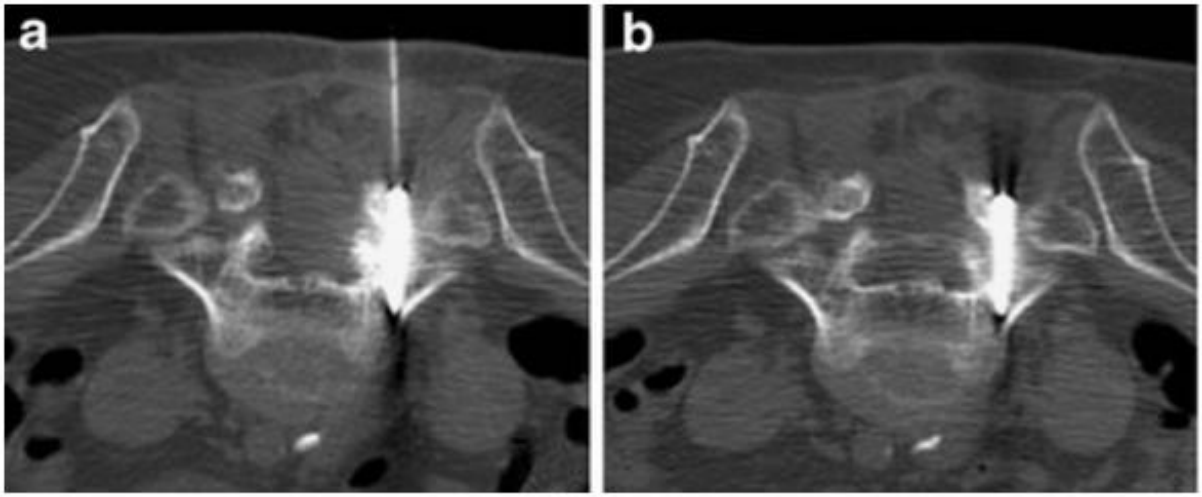


Figure 56. Suivi sous scanner de l'insertion de la vis et retrait du guide

a) Insertion trans-isthmique de la vis auto-foreuse auto-tarodeuse de 4 mm en suivant la trajectoire de la broche guide. b) Retrait du guide après confirmation du bon positionnement.



Figure 57. Contrôle fluoroscopique
Mise en place de la vis controlatérale, en suivant la broche guide à l'aide d'un tournevis creux.

Une acquisition scannographique est réalisée à la fin de l'intervention afin de confirmer la fixation trans-isthmique, et de déceler une éventuelle complication locorégionale.

Une fermeture cutanée par stérilstrips suffit, un pansement sec est mis en place.

Cette intervention ne nécessite pas de drainage post opératoire.

La durée de l'intervention était enregistrée pour chaque patient (du positionnement sur la table du scanner jusqu'au levé).

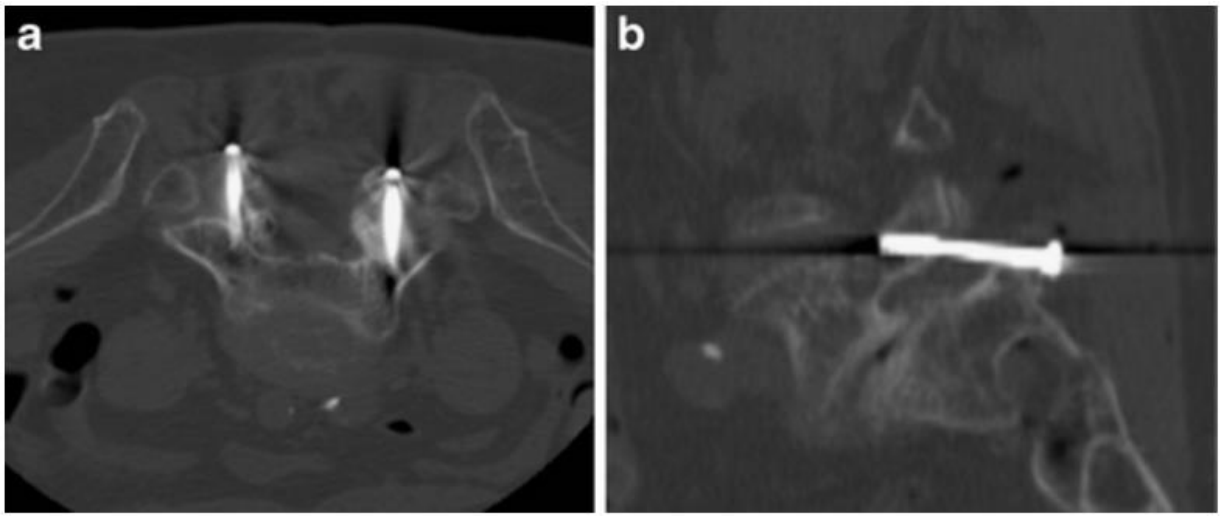


Figure 58. Scanner de contrôle en fin de procédure avec reconstructions multi planaires

a) dans le plan axial. b) dans le plan sagittal : confirmant le bon positionnement du vissage trans-isthmique.

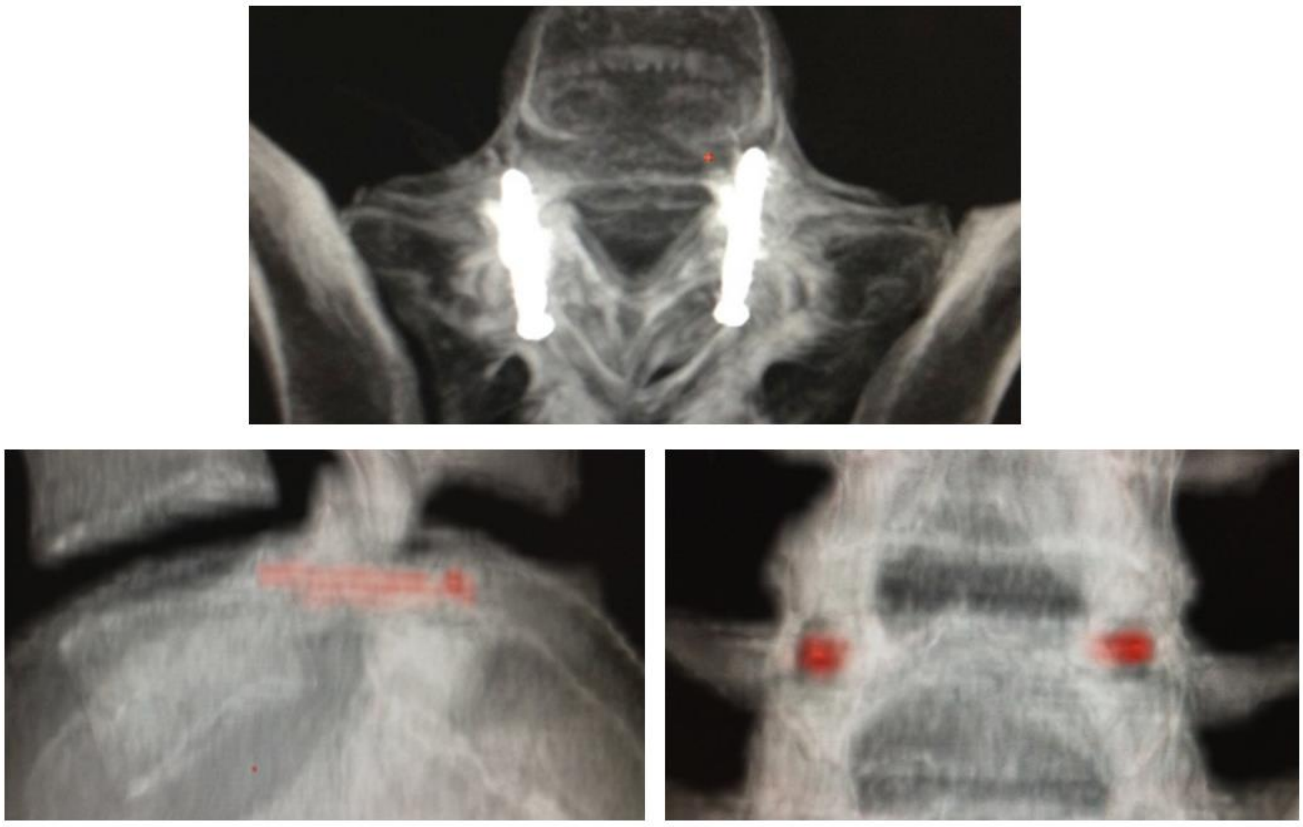


Figure 59. Reconstructions MIP dans les trois plans de l'espace

Confirmant le bon positionnement d'un vissage trans-isthmique L5 bilatéral.

*Suivi post-interventionnel

Les patients ont tous été hospitalisés dans le service de rhumatologie du CHU de Nice pour surveillance au décours du geste pendant 48H heures.

Les patients étaient examinés le lendemain de l'intervention à la recherche de complication au niveau du site opératoire (douleur, hémorragie), d'une aggravation des douleurs ou de l'apparition de nouveaux symptômes neurologiques.

Le lever était autorisé 24h après l'intervention en l'absence de complication.

3. Recueil des données

3.1 Evaluation radiologique de la procédure

L'évaluation du trajet des vis était réalisée par un évaluateur indépendant, sur une acquisition scannographique à l'aide de reconstructions dans les trois plans de l'espace (reconstructions axiales, coronales et sagittales).

Si on se sert des mêmes critères de réussite que la chirurgie qui représente le Gold standard, on peut sur l'acquisition scannographique post opératoire évaluer le trajet des vis en fonction de plusieurs critères.

Nous avons utilisés les critères chirurgicaux du vissage trans-isthmique selon la technique de vissage initialement décrite par Buck [107] :

Point d'entrée :

- Osseux : partie postéro-inférieure de la lame

Trajet :

- Inclinaison de 30° par rapport au plan sagittal
- Traversant la pars defect de manière perpendiculaire à la lyse

Terminaison :

- Intra pédiculaire
- Environ 1 cm après le passage du defect isthmique

Risques identiques aux vissages pédiculaires :

- Absence d'effraction corticale
- Eviter la racine en dessous, le canal vertébral en dedans, les vaisseaux en avant

Les trois critères retenus seront le point d'entrée, la transfixion du defect isthmique par son centre et la terminaison de la vis dans le pédicule homolatéral :

Le point d'entrée de la vis : au niveau de la corticale postéro-inférieure de la lame

- Optimal / Non optimal

Le passage trans-isthmique :

- Optimal : transfixion du defect isthmique en son centre
- Non optimal : effraction de la corticale

La terminaison de la vis : dans le 1/3 supérieur du pédicule

- Optimale / Non optimale

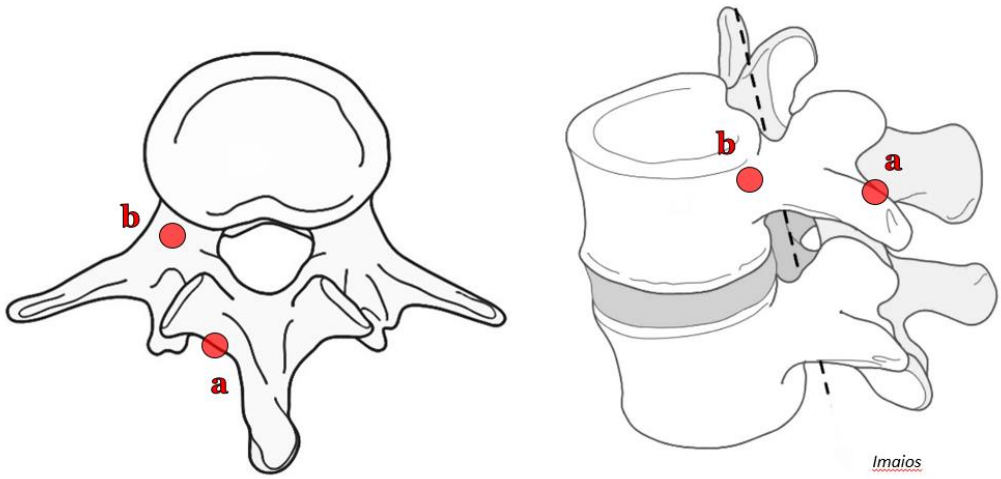


Figure 60. Trajet théorique idéal du vissage trans-isthmique : point d'entrée (a), terminaison (b)

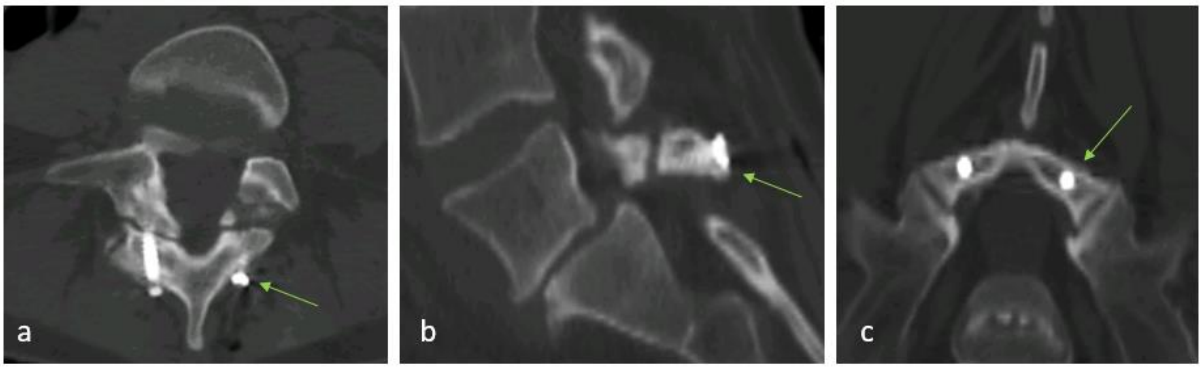


Figure 61. Point d'entrée optimal théorique

Point d'entrée théorique (flèche) dans le plan axial (a), sagittal (b) et coronal (c), intra osseux, au niveau de la portion postéro-inférieure de la lame, sans effraction de la corticale.

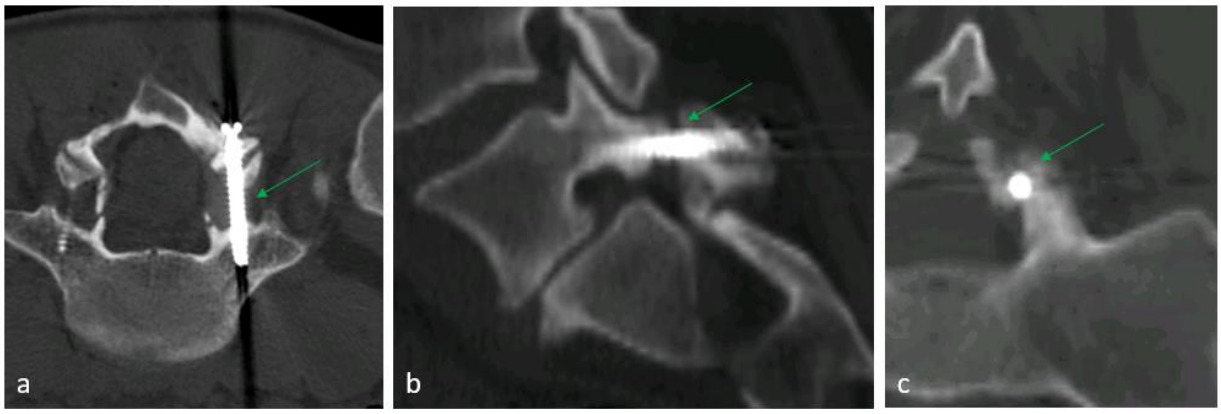


Figure 62. Trajet optimal théorique

Transfixiant perpendiculairement la lyse isthmique en son centre (flèche) sans effraction de la corticale, coupes dans le plan axial (a), sagittal (b) et coronal (c).

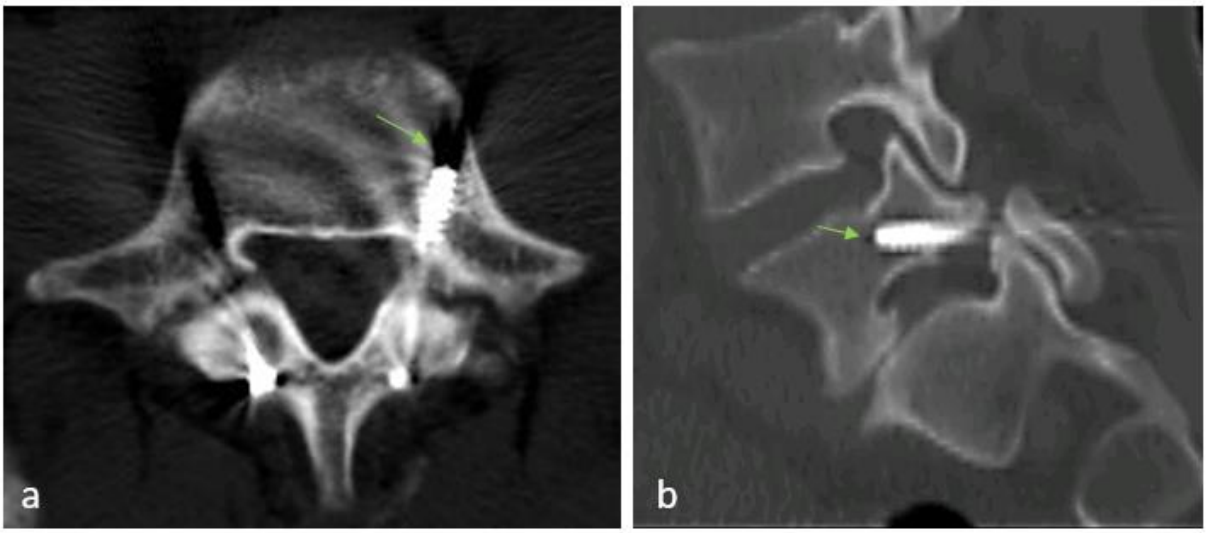


Figure 63. Terminaison optimale théorique

Terminaison optimale intra-pédiculaire, dans le 1/3 supérieur du pédicule (flèche), sans effraction corticale, coupes scanner dans le plan axial (a) et sagittal (b).

3.2 Evaluation radiologique à moyen terme

Les patients étaient tous revus en consultation à un mois de l'intervention pour une imagerie du contrôle (IRM et/ou TDM).

Sur ce contrôle, plusieurs points ont été évalués :

Etat du matériel placé sous contrôle radiologique :

- Migration d'une vis
- Cassure d'une vis

Etude du spondylolisthésis :

- 1 : Stabilité du grade
- 2 : Majoration du grade

Etude de l'état inflammatoire des plateaux vertébraux (MODIC) :

- 1 : Diminution de l'hypersignal inflammatoire ou passage en MODIC 2
- 2 : Stabilité de l'hypersignal inflammatoire
- 3 : Majoration de l'hypersignal inflammatoire

3.3 Evaluation clinique

* Pré –opératoire :

Lors de l'examen clinique d'entrée dans le service d'hospitalisation courte de Rhumatologie, le niveau de la douleur lombaire était estimé par l'échelle numérique (EN) de douleur de 0 à 10 (0 étant considéré comme une absence de douleur et 10 comme une douleur la plus intense imaginable) (EN pré). La présence d'une radiculalgie associée était également notée.

* Post –opératoire :

Le recueil des données a été réalisé par un auto-questionnaire en ligne sur un échantillon de 23 patients consécutifs inclus entre 2012 et 2015. Il comportait une échelle numérique de douleur (EN post) et une évaluation de la qualité de vie par l'index d'incapacité d'Oswestry (ODI) [123] en pré et post opératoire (Annexe B).

Une question plus spécifique était également posée : « indépendamment de la douleur comment qualifieriez-vous votre vécu de l'intervention : très bon, bon, moyen, mauvais ou très mauvais ».

4. Analyse statistique

Les caractéristiques des patients et les informations cliniques ont été rentrées dans un document Excel (Excel 05; Microsoft Corp., Redmond, WA).

L'analyse a été réalisée à partir des logiciels SPSS® (SPSS 11.0 for Windows) et R version 2.15.3.

*Statistiques descriptives

Dans un premier temps, nous avons effectué une analyse descriptive de chacune des variables considérées :

- Calcul de la fréquence pour chacune des modalités des variables qualitatives.
- Calcul de la moyenne et de son écart type, de la médiane, des 25e et 75e percentiles et des minimums et maximums pour les variables quantitatives.

*Analyse univariée

Pour la comparaison des caractéristiques des patients (Pré et Post) nous avons utilisé le test de Student pour séries appariées lorsque les conditions d'application étaient respectées, le test non paramétrique de Wilcoxon pour les données appariées dans le cas contraire.

Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

B. RESULTATS

Quatre-vingt-dix-neuf vis ont été placées sous contrôle scanner chez **50 patients** (vissage bilatéral pour 49 patients, vissage unilatérale pour un patient).

La taille moyenne des vis était de **27 mm** (de 24 à 32 mm).

La durée de l'intervention était en moyenne de **50 minutes** (de 45 à 60 minutes).

Aucune complication immédiate n'a été notée au cours des interventions en particulier hémorragique ou neurologique. Les pertes sanguines per opératoires sont négligeables.

On rappelle que la totalité de l'intervention était effectuée sous anesthésie locale sans prémédication.

Techniquement, toutes les procédures ont été réalisées de manière satisfaisante, sans incident. Aucun patient ne relate de douleur intense durant l'intervention ayant nécessité le report ou l'arrêt de l'intervention.

1. Patients et données cliniques

* Sex-ratio

La population était composée de 28 femmes (56%) et 22 hommes (44%), soit un **sex-ratio** de **1,2/1** (en terme de patients et non de procédures).

* Age et indice de masse corporelle (IMC)

L'âge moyen des patients au moment de la prise en charge était de 50 ans (SD 18,9) avec des extrêmes de 17 ans et 80 ans.

L'IMC moyen était de **25** (Min : 17,6 ; Max : 38 ; SD 4,5).

* Catégories professionnelles

La majorité des patients avait une activité professionnelle considérée comme un facteur favorisant de lyse isthmique : 14 patients avaient une activité avec **port de charges lourdes** (28%), 12 patients avec une **station debout prolongée** (24%), et 9 patients étaient **sportifs de haut niveau** (18%).

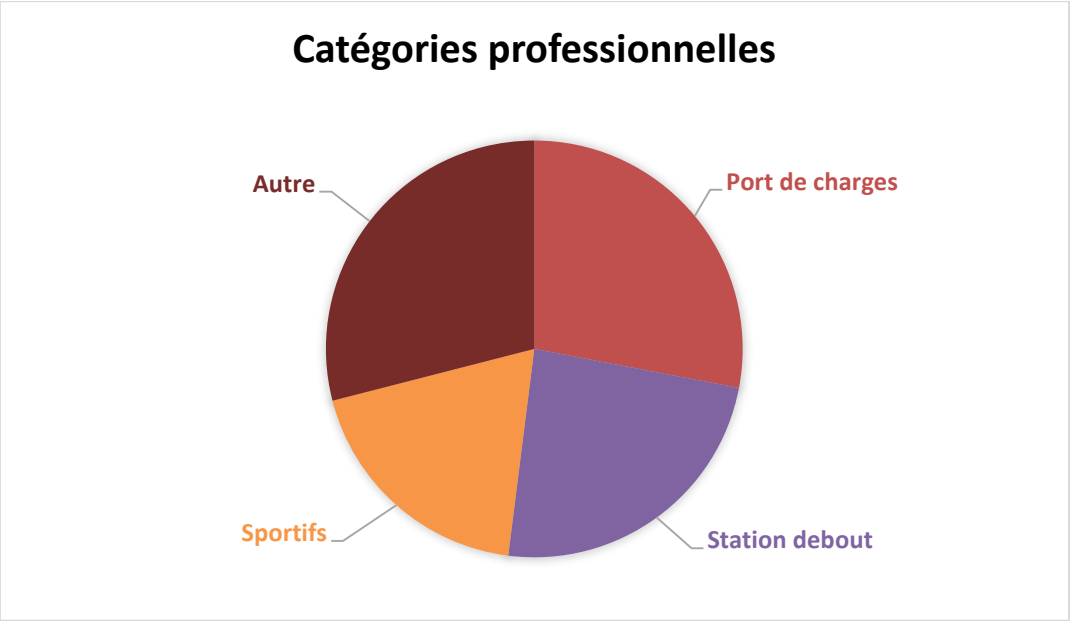


Figure 64. Catégories professionnelles.

* Type de douleur et signes neurologiques :

L'ensemble des patients présentaient des **lombalgies chroniques**, d'horaires mécaniques pour 84% (16% des patients présentaient des douleurs d'horaires mixtes).

58% des patients décrivaient des signes neurologiques à type de **douleur neuropathique** (lombosciatalgie L5 ou S1) non déficitaires.

* Intensité douloureuse pré interventionnelle :

L'intensité de la douleur était évaluée par les patients par un score compris entre 0 et 10 (EN) : la moyenne de ce score était de **6,94** (Min : 2 ; Max : 10).

2. Données radio-anatomiques

* Etages vertébraux traités

Quarante-cinq patients présentaient une lyse isthmique **L5** bilatérale (90%), 4 patients présentaient une lyse **L4** bilatérale (8%), un patient une spondylolyse **S1** gauche unilatérale (2%).

Quarante-neuf patients ont bénéficié d'un vissage trans-isthmique bilatéral (98%), un patient d'un vissage unilatéral S1 gauche (Cas clinique n° 7).

Quatre-vingt-dix vis ont été positionnées en L5 (90,9%), 8 vis en L4 (8,08%) et une vis en S1 (1,01%), en termes de procédures et non de patients.

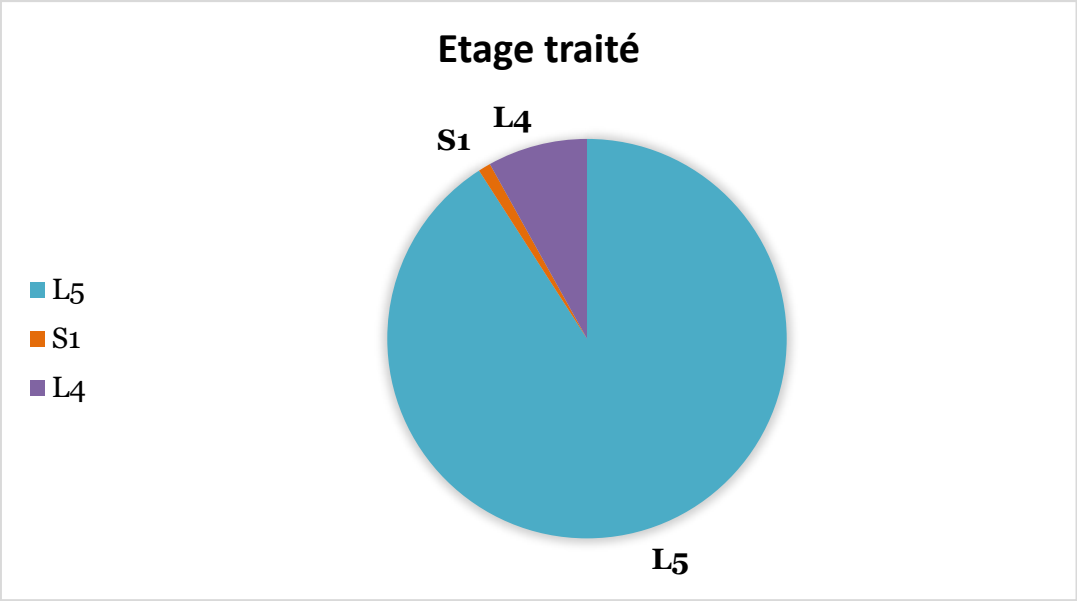


Figure 65. Etages lombaires traités (en terme de procédures et non de patients)

* Etude du glissement antéro-postérieur :

Quarante-deux patients présentaient un **spondylolisthésis de bas grade** (grade 1 ou 2) soit 84%, 8 patients l'absence de glissement (16%).

Aucun patient ne présentait un lysthésis de haut grade (grade 3 ou plus).

Le **grade du spondylolisthésis lombaire** était évalué en pré interventionnel selon la classification de Meyerding [42] (de 0 à 5) : la moyenne de ce grade était de **1,1** avec des extrêmes entre 0 et 2.

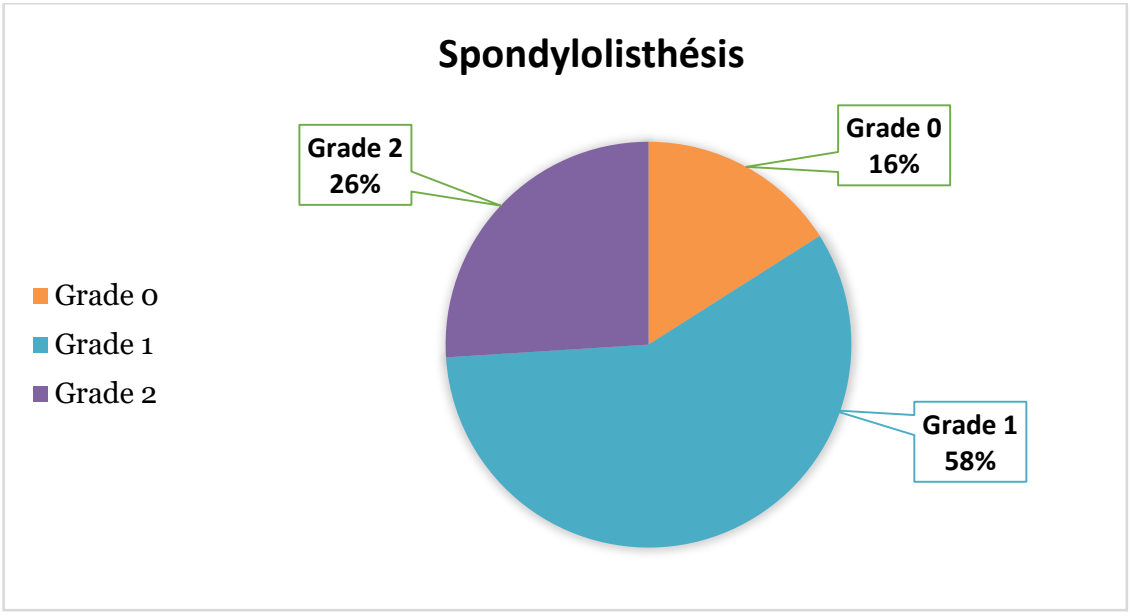


Figure 66. Grade du spondylolisthésis selon la classification de Meyerding

* Discopathie de l'étage lombaire sous-jacent à la lyse :

L'état inflammatoire des plateaux vertébraux était évalué sur l'IRM pré interventionnelle, selon la classification de Modic en 3 stades.

Onze patients ne présentaient pas d'anomalies des plateaux vertébraux (22%).

Des anomalies inflammatoires sous chondrales de type **Modic 1** étaient présentes chez 36 patients (72%), et des remaniements graisseux de type **Modic 2** chez 3 patients (6%).

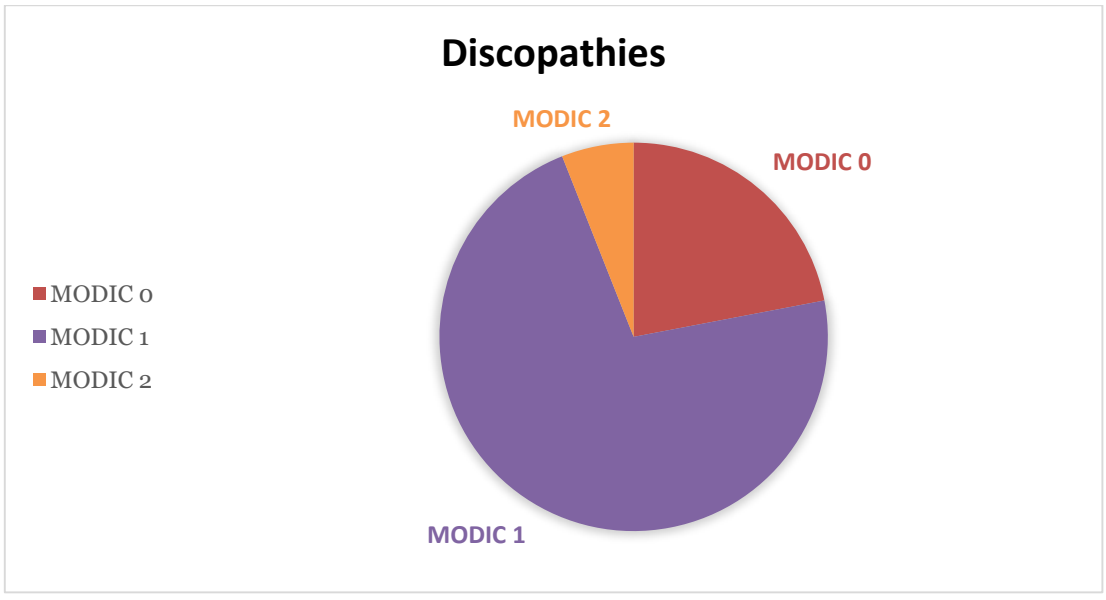


Figure 67. Discopathies lombaire selon Modic

* Œdème de la pars interarticularis :

Trente-huit patients présentaient une infiltration inflammatoire pédiculo-lamaire sur l'IRM pré interventionnelle (76%).

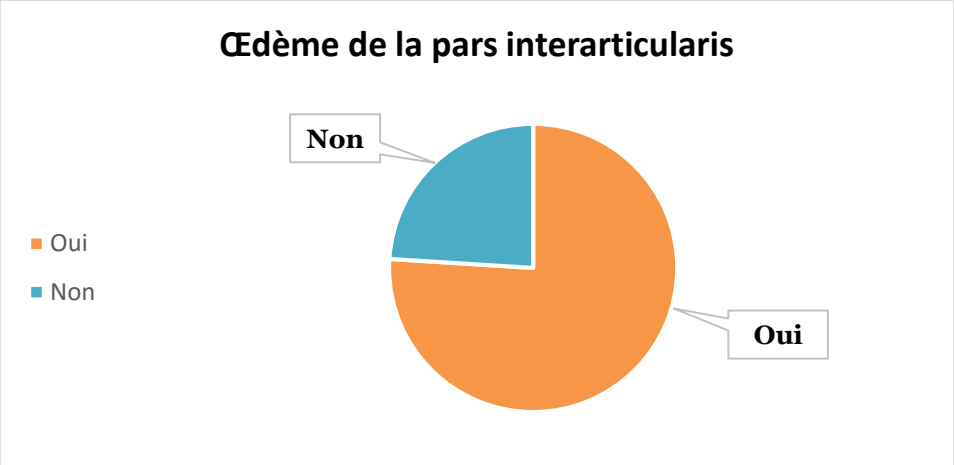


Figure 68. Œdème de la pars interarticularis sur l'IRM pré interventionnelle

Genre, n (%)	
Femme	28 (56)
Homme	22 (44)
Age (années), moyenne (Min-Max ; écart-type)	50 (17-87 ; 18,9)
IMC (kg/m2), moyenne (Min-Max ; écart-type)	25 (17-38 ; 4,5)
EN pré, moyenne (Min-Max ; écart type)	6,9 (2-10 ; 1,9)
Catégories professionnelles	
Port de charges	14 (28)
Station debout prolongée	12 (24)
Sportif	9 (18)
Autre	15 (30)
Infiltrations préopératoires, moyenne (Min-Max ; écart-type)	2 (1-3 ; 0,8)
Etage traité, n (%)	
L4	4 (8)
L5	45 (90)
S1	1 (2)
Grade du spondylolisthésis, moyenne (Min-Max ; écart-type)	1,1 (0-2 ; 0,6)
Discopathie	
Modic 0, n (%)	11 (22)
Modic 1, n (%)	36 (72)
Modic 2, n (%)	3 (6)
Œdème de la pars interarticularis, n (%)	
Oui	38 (76)
Non	12 (24)

Tableau 1. Caractéristiques des patients (n=50)

3. Positionnement des vis trans-isthmiques

Sur les **99 vis** insérées, on note **3 échecs** de placement d'une vis trans-isthmique car l'opérateur n'a pas réussi à transfixier l'isthme en son centre, ou avec une effraction corticale sur la trajectoire du vissage (cas clinique n° 8).

Le contrôle TDM en fin d'intervention confirme le bon positionnement de **96 vis** sur 99 (3 échecs de placement) soit dans **96,9%** des cas.

De manière plus précise, nous allons reprendre les critères chirurgicaux standards de bon positionnement :

* Le point d'entrée

100% de bons résultats ; tous les points d'entrée sont jugés optimaux sur la corticale postéro-inférieure de la lame.

* Trajet trans-isthmique

96 vis sur 99 ont un **trajet correct** intra osseux, transfixiant le defect de la pars interarticularis en son centre, sans effraction de la corticale (optimal).

3 vis sur 99 ont un **trajet non optimal**, ne transfixiant pas la lyse en son centre avec une effraction de la corticale interne de la pars interarticularis. Aucune atteinte endocanalaire.

* Terminaison de la vis

Elle est jugée **optimale** pour 96 vis sur 99, dans le tiers supérieur du pédicule homolatéral.

Trois terminaisons sont jugées **non optimales**, en position intra-osseuses intra-pédiculaires, mais situées dans le tiers inférieur du pédicule. Celles-ci correspondant aux 3 vis ayant un trajet non optimal.



Figure 69. Taux d'échec du placement en terme de procédures

Point d'entrée, n (%)	
Optimal	99 (100)
Non Optimal	0 (0)
Trajet, n (%)	
Optimal	96 (96,97)
Non Optimal	3 (3,03)
Terminaison, n (%)	
Optimale	96 (96,97)
Non Optimale	3 (3,03)
Echec du positionnement, n (%)	3 (3,03)

Tableau 2 : Positionnement des vis en termes de procédures (n=99)

4. Résultats radiologiques à moyen terme

Etat du matériel d'ostéosynthèse :

L'ensemble des cinquante patients a bénéficié d'un contrôle par imagerie (TDM et/ou IRM) à 1 mois de l'intervention.

Sur ce contrôle, aucune migration ni cassure de vis n'a été observée.

Le spondylolisthésis était stable dans 100% des cas, aucune majoration du glissement n'a été observée.

L'étude de l'évolution de l'état inflammatoire des plateaux vertébraux a été réalisé sur 48 patients ayant bénéficié d'une **IRM à 1 mois** de l'intervention (2 patients ont bénéficié d'un scanner de contrôle à 1 mois sans IRM associée) :

- Une **diminution** de l'inflammation été présente chez **30 patients** (62,5%).
- Une **stabilité** de l'état inflammatoire MODIC 1 été retrouvé chez **18 patients** (37,5%).
- Aucune majoration de l'hypersignal inflammatoire en séquence STIR n'a été observé à 1 mois de l'intervention.

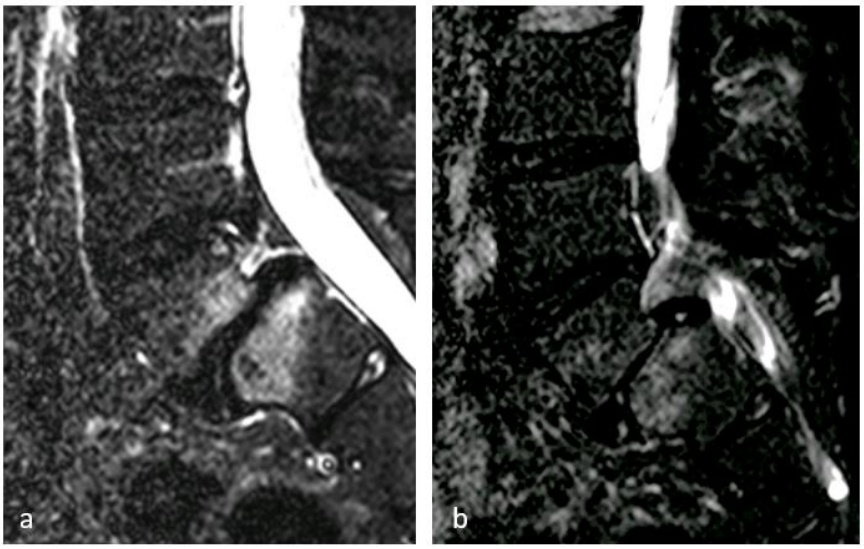


Figure 70. Diminution du signal inflammatoire sur le contrôle IRM

IRM de contrôle à 1 mois (b) en séquence STIR : diminution du signal inflammatoire des plateaux vertébraux L5-S1 (MODIC 1) par rapport à l'IRM initiale (b).

Une imagerie de contrôle (TDM ou IRM) a également été réalisée entre 3 mois et 1 an après l'intervention, pour 39 patients (11 perdus de vue), sur ce contrôle aucune complication de matériel n'a été observée (cassure, migration de vis).

5. Résultats cliniques

5.1 Caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon

Nous avons également souhaité évaluer l'impact du vissage trans-isthmique en termes de douleur et de qualité de vie.

Pour cela nous avons effectué une étude rétrospective sur **23 patients**, inclus de 2012 à 2015, comprenant les patients avec un échec de positionnement. Notre échantillon était composé de 13 femmes (56,5%) et 10 hommes (43,5%).

L'âge moyen au moment de l'intervention était de **44 ans** (Min 22 ; Max 66), avec un IMC moyen de 24,8 (SD 4,5).

* Etages traités

Deux patients ont été pris en charge pour une lyse isthmique **L4** bilatérale (8,7%), 20 patients pour une lyse isthmique **L5** bilatérale (87%) et un patient pour une lyse **S1** gauche (4,3%).

* Catégories professionnelles

Neuf patients avaient une profession à **station debout prolongée** (39,1%), 7 patients une profession avec **port de charge** (30,4%), 4 patients étaient des **sportifs** de haut niveau (17,4%).

Caractéristiques	**Effectif**	**Pourcentage (%)**
Genre :		
Femme	13	56,5
Homme	10	43,5
Catégories professionnelles :		
Station debout prolongée	9	39,1
Port de charges	7	30,4
Sportif	4	17,4
Autre	3	13
Etage traité :		
L4	2	8,7
L5	20	87,0
S1 gauche	1	4,3

Tableau 3. Caractéristiques des patients de l'échantillon (n=23)

5.2 Résultats

* Intensité de la douleur

L'intensité de la douleur était évaluée par les patients en pré interventionnelle (**EN pré**) : la moyenne de ce score était de **7,8** (Min 5, Max 10 ; SD 1,6).

L'intensité de la douleur post interventionnelle (**EN post**) était en moyenne de **2,9** (Min 0, Max 7 ; SD 2,1), soit une **diminution significative** de l'EN de **4,9** points (SD 3,1) (p< 0,0001) avec un recul moyen de 22,2 mois (SD 11,2).

* Qualité de vie

L'incapacité fonctionnelle évaluée en pré interventionnelle selon le score d'ODI sur 100 points (Annexe B) (**ODI pré**) était en moyenne de **44** (Min 14, Max 78 ; SD 19,2).

L'**ODI post** était en moyenne de **17** (Min 2, Max 42 ; SD 13,5).

Soit une **diminution significative** de **27** points (SD 22,6) (p< 0,0001).

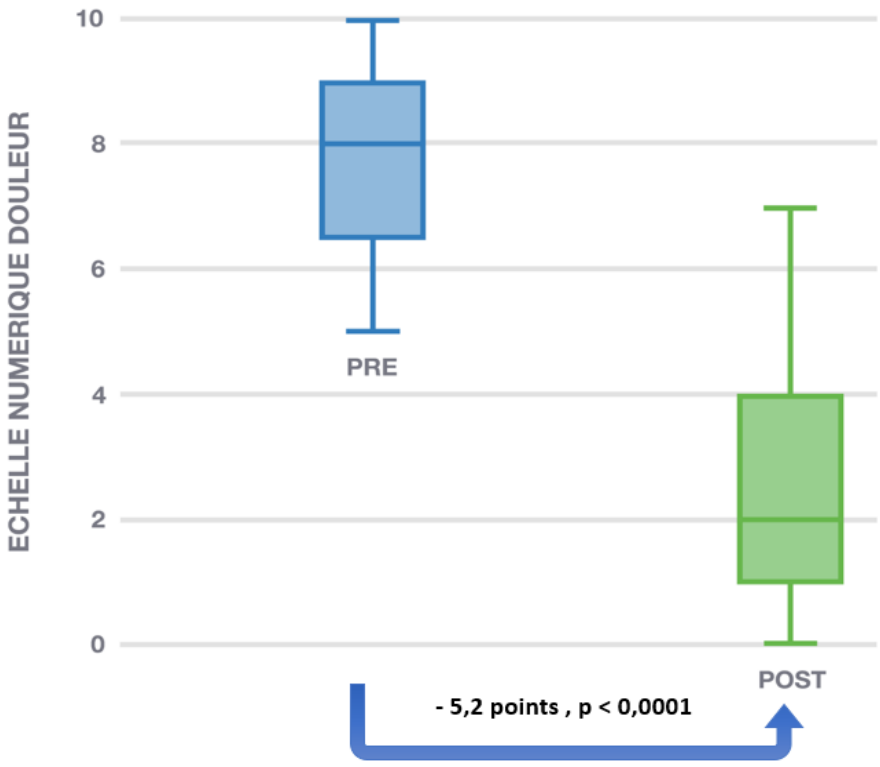


Figure 71. Evolution de la douleur : la douleur post opératoire est significativement diminuée

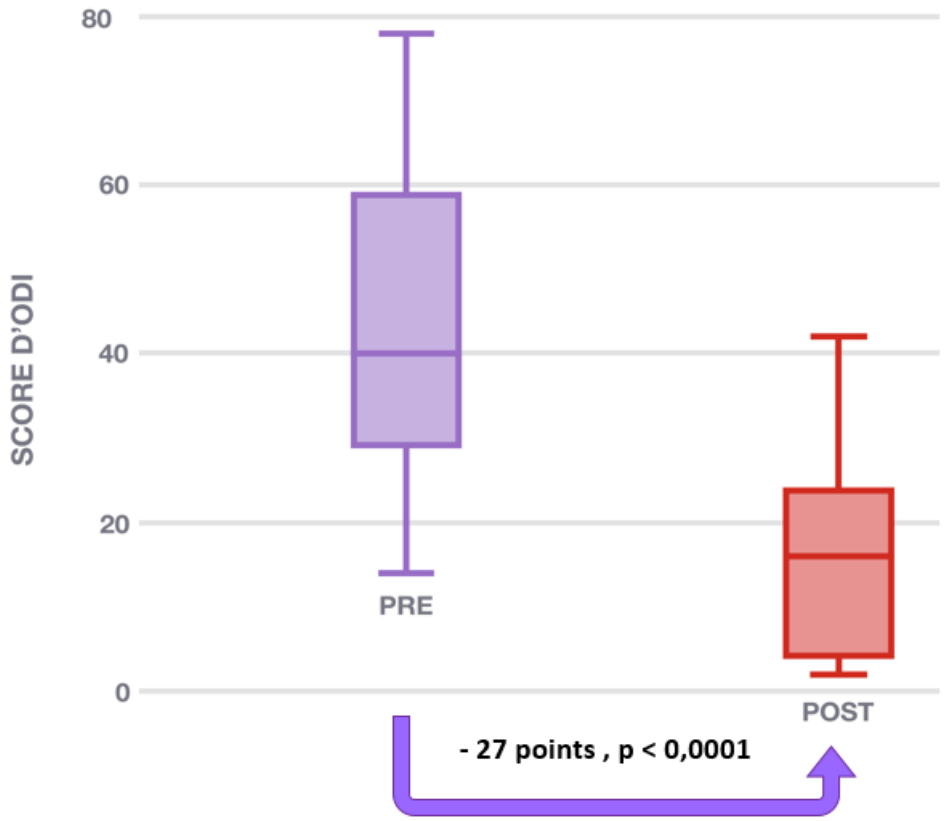


Figure 72. Evolution de l'incapacité fonctionnelle selon le score d'Oswestry (ODI) : la valeur du score post opératoire est significativement diminuée

	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type
EN Pré	7,8	5	10	1,64
EN Post	2,6	0	7	2,14
ODI Pré	44	14	78	19,24
ODI Post	17	2	42	13,56

Tableau 4. Analyse descriptive des données cliniques (n=23)

* Reprise de l'activité

Vingt patients présentaient une reprise de l'activité sportive et professionnelle (87%).

* Vécu de l'intervention

Le vécu des patients était « **bon** » pour 14 patients (60,9%), « **très bon** » pour 5 patients (21,7%) et « **moyen** » pour 4 patients (17,4%).

Aucun patient n'a relaté un vécu « mauvais » ni « très mauvais ».

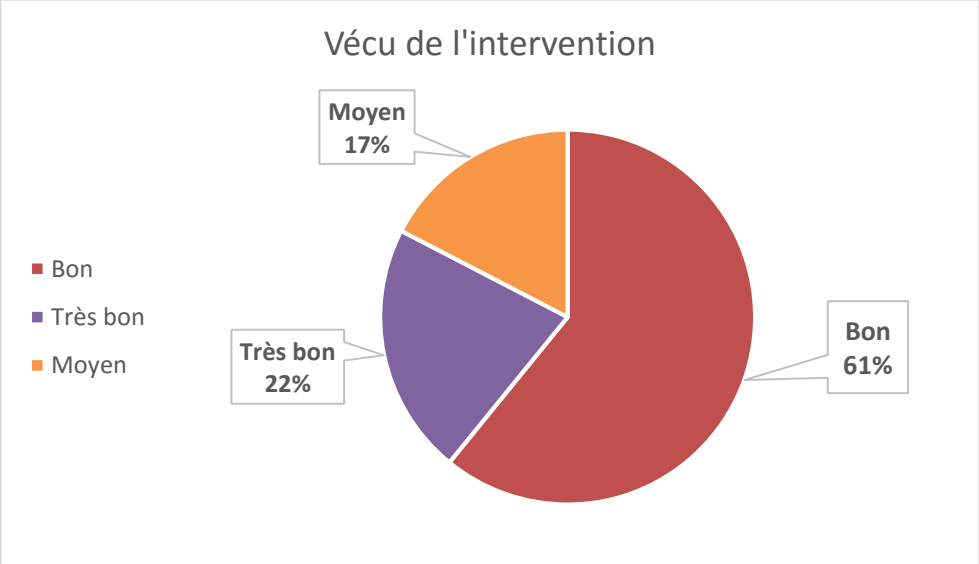


Figure 73. Vécu des patients

Caractéristiques	Effectif	Pourcentage (%)
Reprise de l'activité :		
Oui	20	87
Non	3	13
Vécu de l'intervention :		
Très bon	5	21,7
Bon	14	60,9
Moyen	4	17,4
Mauvais ou très mauvais	0	0

Tableau 5. Reprise de l'activité sportive/professionnelle et vécu de l'intervention (n=23)

V. DISCUSSION

Le spondylolisthésis isthmique de bas grade présente une bonne évolution clinique dans la majorité des cas, quelque soit l'âge du patient.

La progression du glissement est rare chez l'adulte et concerne moins de 4% des cas [124,125]. En cas de déplacement de bas grade, la plupart des patients répondent au traitement conservateur associant une réduction de l'activité physique, un traitement antalgique et une rééducation, avec ou sans moyen de contention lombaire [126,127]. Les infiltrations lombaires peuvent compléter le traitement médical [1] permettant de passer un cap douloureux.

La prise en charge chirurgicale ne s'envisage qu'en l'absence d'amélioration après un an de traitement fonctionnel bien conduit.

* Contexte actuel

Les résultats à long terme d'une étude prospective randomisée récente ont montré une supériorité de la chirurgie par arthrodèse postérolatérale, versus un programme de rééducation physique conservateur, chez des patients adultes présentant un spondylolisthésis de bas grade [128].

Différentes techniques d'arthrodèse lombaire sont actuellement utilisées pour la prise en charge des spondylolisthésis isthmiques chez l'adulte (ALIF, PLIF, TLIF).

Plusieurs études récentes ont comparé ces différentes approches chirurgicales [129,130] mais les résultats sont contradictoires [1,2]. Dans le cadre des spondylolisthésis isthmiques de bas grade, Agabegi et Fischgrund [1] ont conclu qu'aucune recommandation sur l'approche chirurgicale optimale ne peut être proposée.

Malgré une fusion postérolatérale solide, Barrick et al. [131] ont rapporté dans leur étude l'apparition de discopathies dégénératives à moyen et long terme [132] . Une reprise chirurgicale par voie antérieure (ALIF) a permis de traiter la persistance de ces lombalgies basses d'origine discale.

Les procédures d'arthrodèse chirurgicale nécessitent une hospitalisation et donc un coût élevé [133]. La principale cause de morbidité liée à ces procédures est due à la large dissection musculaire nécessaire pour obtenir une exposition adéquate du rachis lombaire.

* La réparation isthmique : une alternative à l'arthrodèse postéro-latérale

L'intervention de reconstruction pars isthmique (à travers la lyse isthmique) montre des résultats similaires aux différentes techniques d'arthrodèse, mais préserve la mobilité du rachis.

Dans les séries de la littérature [33,134], cette intervention est proposée pour des spondylolisthésis isthmiques de faible grade, sans complication neurologique.

Une large ouverture des plans musculo-cutanés reste nécessaire pour l'apposition d'une greffe spongieuse. Le port d'un corset est souvent indiqué pendant plusieurs semaines dans les suites opératoires.

Notre technique est inspirée de la procédure initialement décrite par Buck [107], par vissage direct de la lyse :

Dans une étude récente, De Bodman C. [135] a étudié la conservation à long terme de la mobilité lombosacrée dans les suites opératoires de la technique de Buck modifiée, sur une cohorte de 35 patients. Les résultats évalués sur des radiographies dynamiques ont montré une mobilité comparable aux adultes sains pour le segment mobile L4-L5. Le taux de consolidation était de 86,6%, les résultats obtenus avec une arthrodèse lombosacrée oscillant entre 75 et 100 %.

Rajasekaran S et al. ont évalué la réponse clinique sur une population de 9 patients[121], ayant une moyenne d'âge de 24 ans, pris en charge pour une lyse isthmique bilatérale sans spondylolisthésis ou avec un glissement de bas grade. Les résultats étaient satisfaisants dans 78% des cas. La durée moyenne de l'intervention était de 58 minutes. Aucune migration ni cassure de vis n'a été observée sur un suivi moyen de 45 mois.

Nos résultats sont similaires avec une durée opératoire moyenne de 50 minutes et l'absence de complication du matériel avec une cohorte de 50 patients.

* Vissage trans-isthmique sous double-guidage scanner et scopique. Pourquoi ?

Dans ce contexte de controverses concernant la prise en charge chirurgicale des spondylolisthésis isthmiques de bas grade, nous avons évalué la précision du vissage percutané sous double-contrôle radiologique et anesthésie locale afin de proposer une alternative micro-invasive. En effet, les lyses isthmiques de bas grade sont souvent réfutées chirurgicalement, le ratio bénéfice/risque étant jugé insuffisant. Les correspondants chirurgiens et médecins du sport des fédérations recherchant une alternative intermédiaire et peu invasive permettant une reprise rapide de l'activité.

Le principe était de créer une procédure de radiologie interventionnelle basée sur la technique chirurgicale décrite par Buck [107]. Dans son étude, l'auteur montre qu'une vis peut être placée directement au sein du defect isthmique si elle est insérée obliquement vers le haut et vers l'avant,

à partir du bord inférieur de la lame. Ces résultats préliminaires avaient montré un échec de positionnement sur 6 patients opérés et deux complications du matériel, avec un suivi de 4 ans. L'auteur précise que la procédure est réservée aux lyses isthmiques faiblement déplacées.

A .V. Bonnici et al. [136] ont réalisé une étude sur une population de 24 patients pris en charge par la technique de Buck. Les auteurs ont noté une complication neurologique immédiate au décours de l'acte ayant nécessité le retrait de la vis mal positionnée, ainsi que deux infections cutanées. Une cassure de vis a été mise en évidence chez un patient asymptomatique à 13 mois de l'intervention.

En utilisant les mêmes critères chirurgicaux, nous espérions obtenir des résultats comparables en terme de positionnement des vis grâce au contrôle en double obliquité.

L'efficacité du double guidage scanner et scopique a déjà été confirmé dans diverses interventions percutanées en ostéo-articulaire [7,137]. En 2012, une étude préliminaire [3] a été publiée sur une série de 10 patients confirmant la faisabilité de notre technique.

En suivant ce concept, Gabriel A. Widi et al. ont décrit dans leur étude publiée en 2013 [138] une technique chirurgicale mini-invasive, selon la technique de Buck modifiée, sous guidage scopique, associée à un contrôle scanner per-opératoire permettant de confirmer le positionnement du guide, sur une série de 3 cas. Un scanner de contrôle à 3 mois a été réalisé : le positionnement des vis était satisfaisant et aucune complication du matériel n'a été notée.

Notre technique ne réduit pas l'anté-listhésis et elle ne comprend pas de greffe osseuse mais a comme avantages théoriques :

- de stabiliser mécaniquement les micro-cisaillements au niveau de la lyse ;
- de diminuer l'inflammation récurrente ;
- d'améliorer la stabilisation de la lyse grâce à une voie d'abord non délabrante, tout en conservant la mobilité du segment rachidien.

L'indication était posée, après discussion pluridisciplinaire, et proposée comme « alternative » à la chirurgie, uniquement pour des patients présentant une symptomatologie persistante et handicapante, en échec du traitement médical bien conduit.

* Avantages de notre technique :

Notre procédure micro-invasive a comme principal avantage l'absence de lésions musculaires postérieures, renforçant la stabilité engendrée par le vissage en compression.

La réalisation sous anesthésie locale, l'hospitalisation courte, le lever précoce des patients et l'absence de cicatrice cutanée présentent également des avantages non négligeables. Notre étude a montré un vécu de l'intervention « bon » ou « très bon » dans 83% cas sur un échantillon de 23 patients.

Aucune complication clinique n'a été notée en cas de réussite technique : pas de complication infectieuse, nerveuse ni hémorragique, hormis un faible saignement du point de ponction nécessitant une réfection du pansement lors de l'hospitalisation.

Aucune complication du matériel n'a été notée, ni cassure ni migration de vis.

La précision du double-guidage permet un positionnement optimal du vissage ainsi qu'une mesure de la taille des vis. La parfaite visibilité des structures nerveuses et vasculaires rend l'intervention très sûre. En cas d'échec de positionnement, le matériel peut également être retiré dans les mêmes conditions techniques sous anesthésie locale et double-guidage radiologique.

Notre intervention n'empêche pas une éventuelle reprise chirurgicale (arthrodèse in situ) après retrait du matériel, en cas de non amélioration clinique pour ces patients initialement résistants aux traitements conservateurs.

Dans notre échantillon, l'évolution clinique au niveau du rétablissement des performances sportives des patients du groupe « sportif de haut niveau » est excellente avec une reprise de l'activité sportive dans 100% des cas.

* Inconvénients

Le taux d'échec de notre étude était de 3%. Ces résultats sont comparables aux différentes séries publiées [107,136] pour les techniques de reconstruction isthmique chirurgicale. Mais, à notre connaissance, la plupart des études ont évalué le taux de complication du matériel (migration, cassure) et non le taux d'échec du positionnement.

Nos 3 vis mal positionnées avaient un point d'entrée optimal mais un trajet trop interne, avec un contact ou une effraction de la corticale pédiculo-lamaire, pouvant s'expliquer par la présence d'une dysplasie de l'hémi-arc postérieur présente chez ces patients (spina bifida, agénésie de la lame, pédicule court). La matrice osseuse insuffisante a rendu difficile le positionnement malgré le double-guidage.

Dans sa série pédiatrique portant sur 14 patients pris en charge par reconstruction isthmique selon la technique chirurgicale de Morsher, JS de Gauzy [139] a noté 9 complications du matériel de vissage (1 rupture et 8 migrations de vis) avec un suivi moyen de 33 mois.

Dans leur étude rétrospective réalisée en 2011, F. Giudici et al. [140] ont évalué les résultats à long terme des techniques de réparation isthmique : sur les 7 patients opérés selon la technique de

Buck, l'évaluation clinique était bonne dans 28,5% des cas et mauvaise dans 57% des cas. Huit patients avaient été opérés selon la technique de Scott, avec une mauvaise évolution clinique, ayant nécessité une reprise chirurgicale dans 12,5% des cas. Sur les 37 patients opérés selon la technique de Scott modifiée, les résultats étaient bons dans 83,8% des cas et 3 patients ont eu une complication du matériel (cassure ou migration de vis) avec un suivi moyen de 9 ans.

Dans notre étude, un patient a également présenté une radiculalgie suite à l'intervention. Devant la corrélation entre les symptomes et le mauvais positionnement de la vis, le retrait a été réalisé, dans les mêmes conditions techniques (anesthésie locale, double contrôle scannographie et scopique). Aucune complication infectieuse n'a été notée.

* Limites de notre étude :

La reproductibilité de ce travail peut être limitée par son caractère unicentrique, un seul radiologue interventionnel expérimenté ayant participé à l'étude.

La puissance des analyses statistiques est limitée par la taille de l'effectif inclus. Cependant, notre série est la plus large et aucune étude ni série n'a été publiée dans ces conditions techniques.

Concernant notre échantillon de 23 patients, nous avons souhaité réaliser une évaluation clinique en supplément de notre objectif principal en incluant uniquement les patients pris en charge entre 2012 et 2015 afin de limiter les données manquantes.

Nous avons montré une diminution significative de la douleur (EN) et une amélioration significative de la qualité de vie (ODI) avec un suivi moyen de 22 mois.

Le nombre de patients est faible, limitant l'analyse statistique des données cliniques, même si le collectif analysé est numériquement le plus important des études publiées concernant notre technique. Une étude préliminaire [3] sur la prise en charge par vissage percutané sous double guidage radiologique de 10 patients entre 2008 et 2009, a également montré une diminution significative de l'ODI et de la douleur (VAS) avec un suivi de 2 ans.

Ainsi, une étude prospective multicentrique internationale est en cours de rédaction afin de valider l'amélioration antalgique et du degré d'incapacité dans la prise en charge percutanée sous contrôle scannographique, des lyses isthmiques de bas grade.

VI. CONCLUSION

Notre étude prouve que le vissage trans-isthmique percutané sous double-guidage scanner et scopique est une procédure réalisable en radiologie interventionnelle, pour la prise en charge des lyses isthmiques symptomatiques résistantes au traitement médical. Elle présente des résultats comparables, en terme de positionnement des vis, aux techniques chirurgicales de reconstruction isthmique.

Le contrôle en double-obliquité a l'avantage de permettre de visualiser de manière optimale la pars interarticularis et le foramen intervertébral. Il permet la réalisation de cette procédure de façon rapide, fiable et sécurisée.

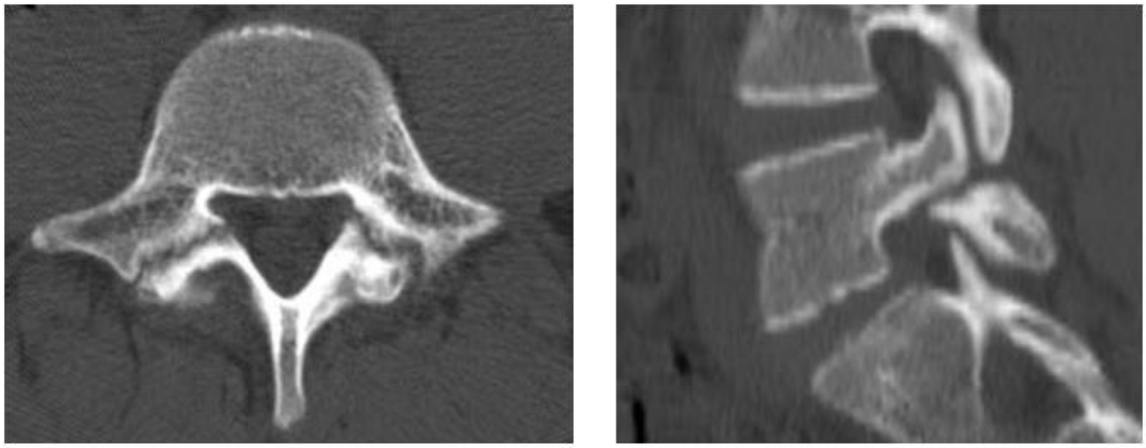
Cette technique vient ainsi compléter l'arsenal thérapeutique disponible dans la prise en charge multidisciplinaire de patients actifs dont la pathologie peut être handicapante. Elle semble être une alternative intéressante chez les sportifs, notamment grâce au respect des masses musculaires postérieures, cette technique ne contre-indiquant pas d'autres interventions de radiologie interventionnelle ou chirurgicale ultérieures.

VII. CAS CLINIQUES

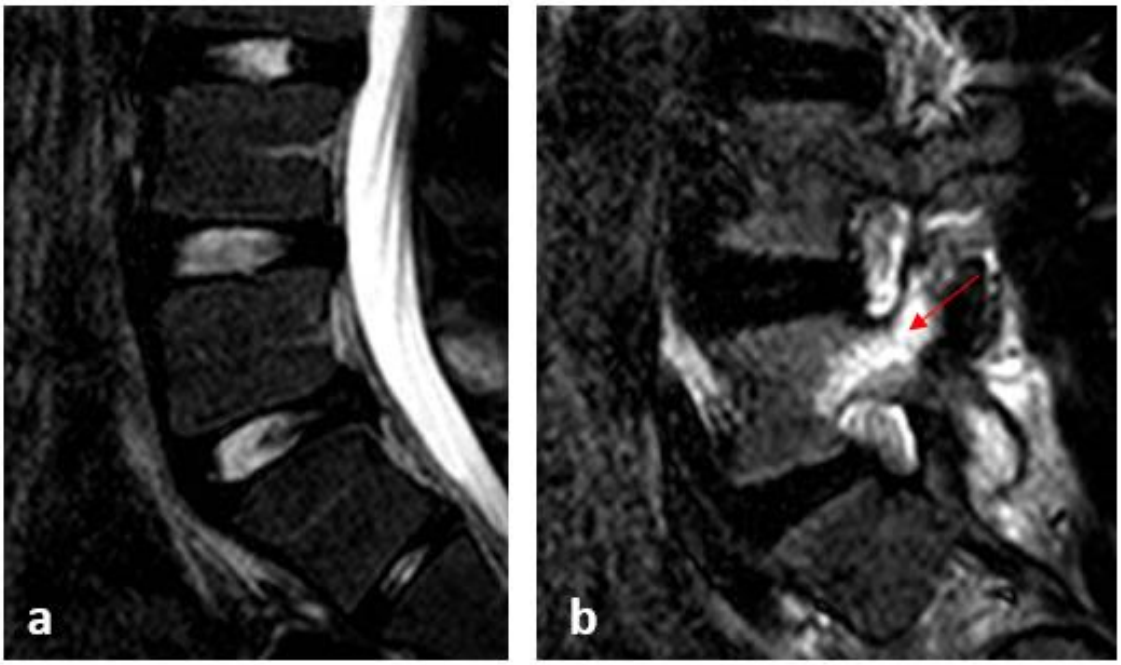
Cas clinique n°1

Homme de 17 ans. Sportif de haut niveau (international de lutte libre), en arrêt depuis 8 mois.

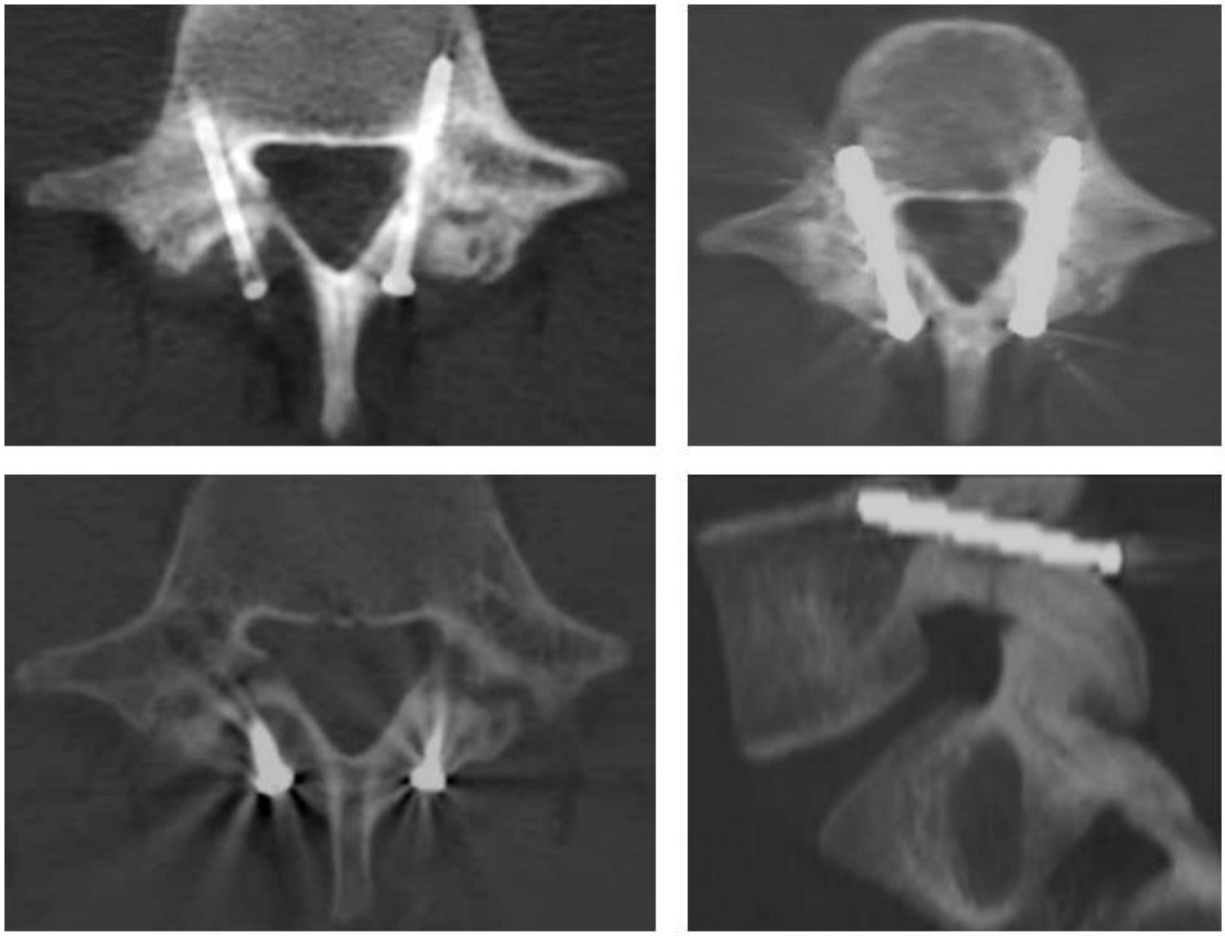
Reprise de l'entrainement à J7 après l'intervention.



Scanner pré opératoire (axial et sagittal) : Lyse isthmique L5 bilatérale, sans listhésis (grade 0).



IRM pré opératoire, coupes sagittales
a) **Hydratation** discale satisfaisante, b) **Œdème inflammatoire pédiculo-lamaire** en hyper signal STIR (flèche) témoignant de l'instabilité sagittale.



Contrôle scanner post opératoire :

Vissage trans-isthmique bilatéral, 2 vis de 4 mm de diamètre,

Positionnement optimal (point d'entrée, trajet, terminaison)

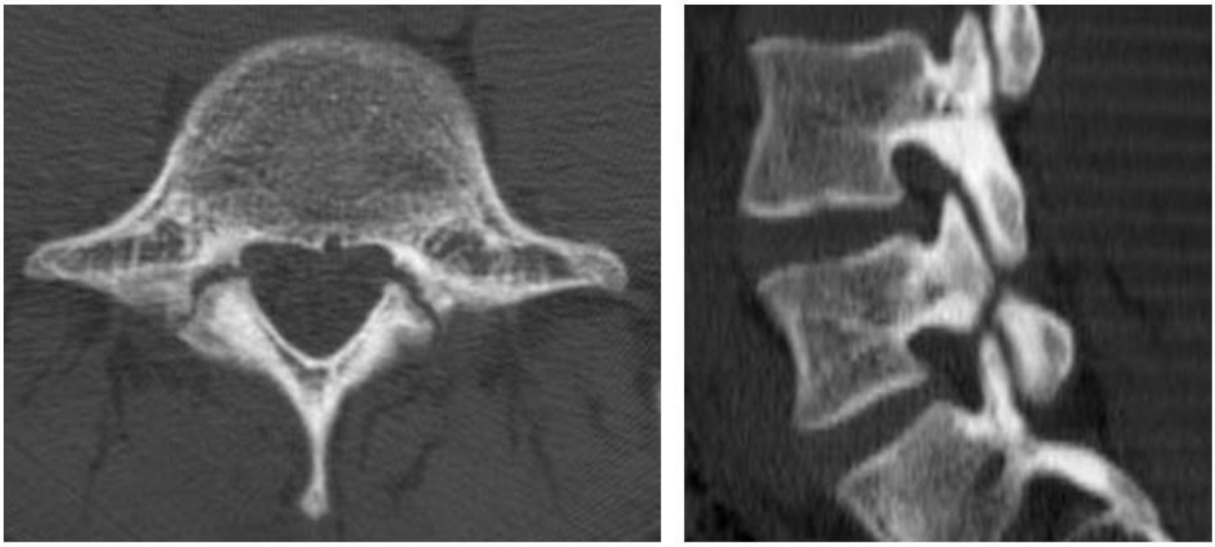
Cas clinique n°2

Homme de 20 ans.

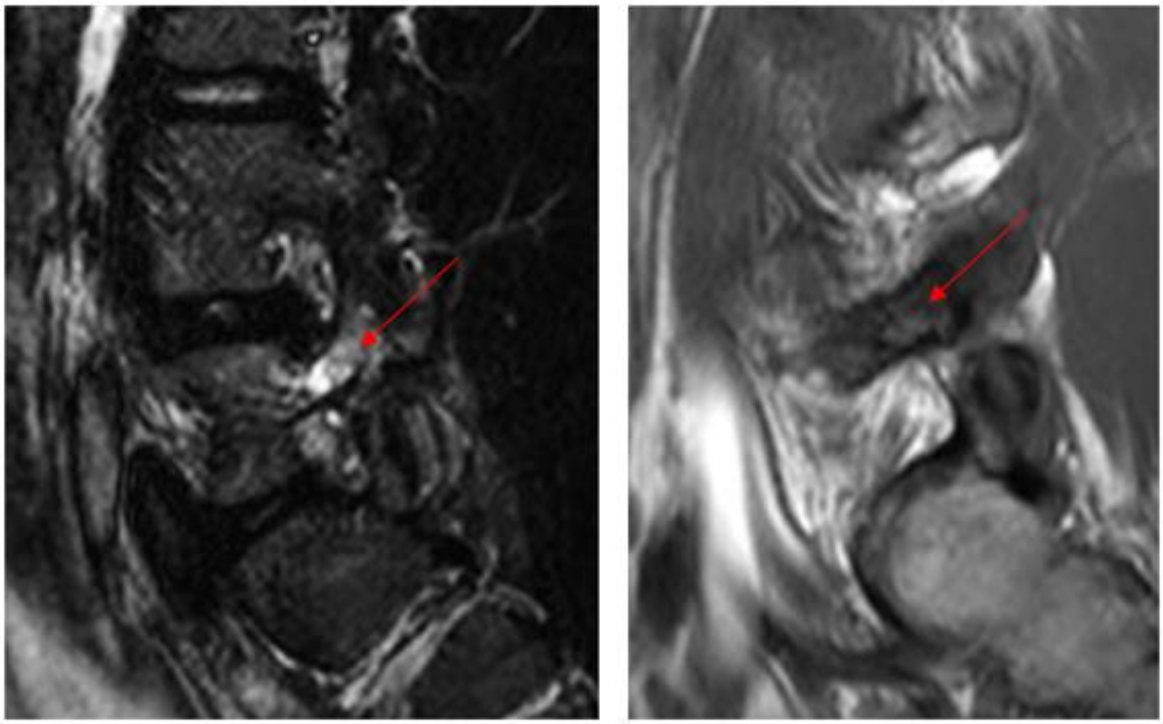
Sportif de haut niveau (international italien football ligue 1),

Douleurs invalidantes, malgré le traitement conservateur et le port de corset > 6 mois.

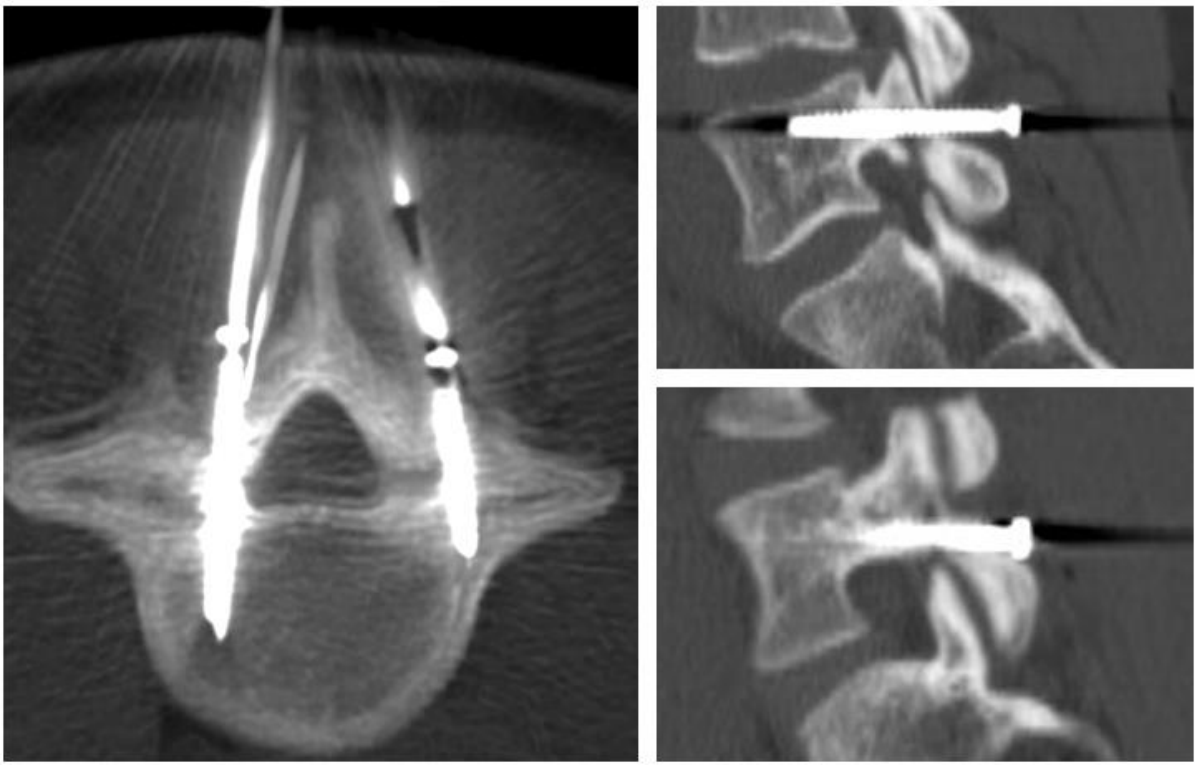
Reprise de l'entrainement à J7.



Scanner pré opératoire : Lyse isthmique L5 bilatérale, absence de listhésis.

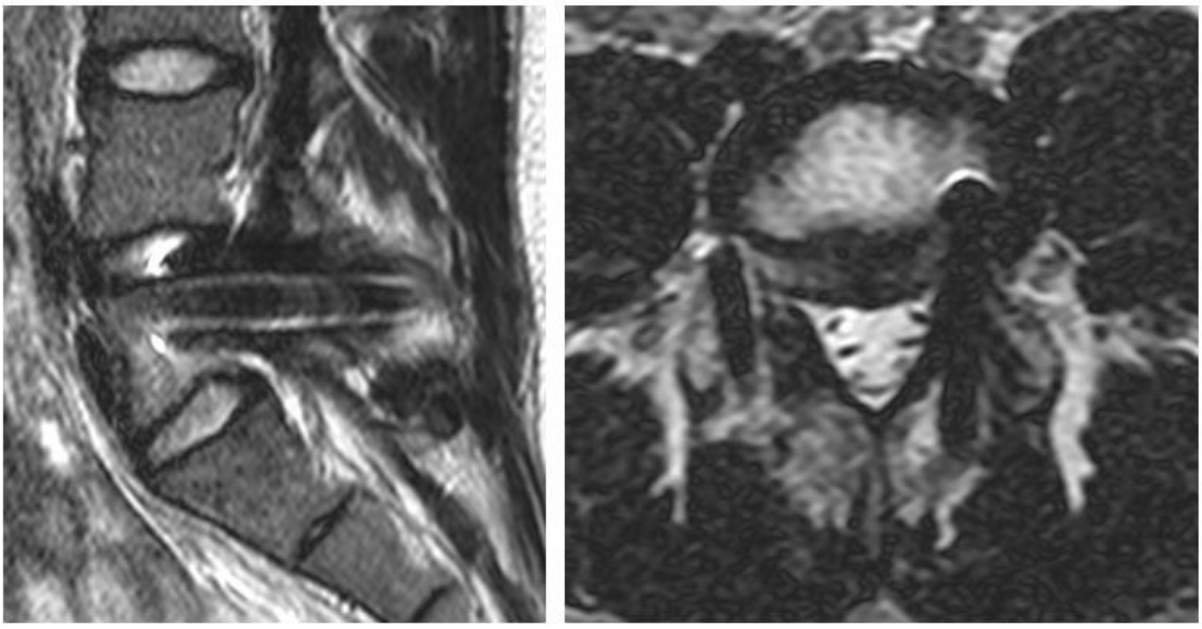


IRM pré opératoire : **Œdème de la pars isthmique** (hypersignal T2 STIR et Hyposignal T1) (flèche) témoignant de l'instabilité.



Vissage trans-isthmique bilatéral.

Scanner confirmant le bon positionnement des vis, transfixiant la lyse en son centre.



IRM à 3 mois :

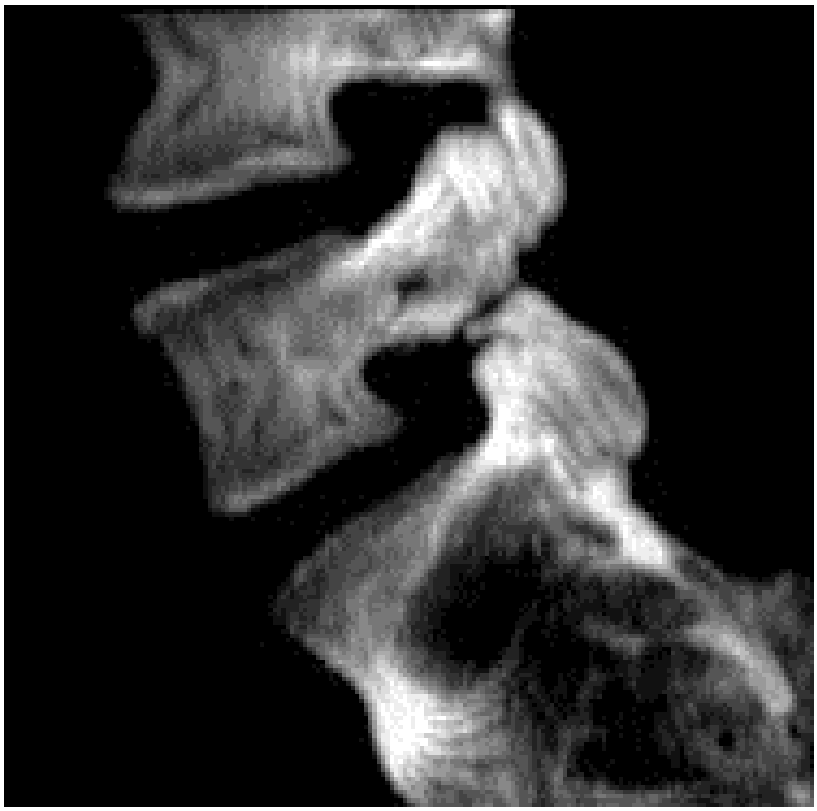
Absence de déplacement secondaire, intégrité du matériel d'ostéosynthèse.

Cas clinique n°3

Patient de 17 ans, sportif de haut niveau (attaquant football ligue 1)
Reprise de l'entrainement à J7.



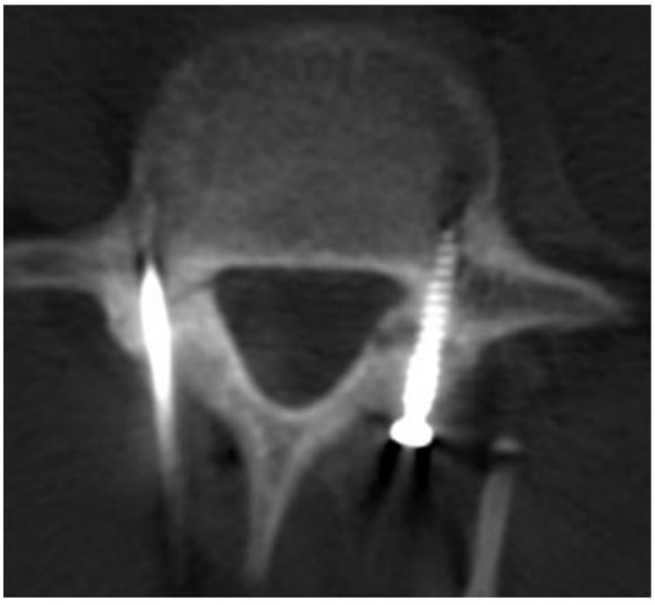




Scanner pré opératoire :
Lyse isthmique L5 bilatérale, absence d'anté-listhésis, gap faible.




Insertion du trocart 13 gauges au travers de la lyse isthmique (T'AM thiebaud) sous contrôle scanner, et vissage trans-isthmique (vis de 4 mm auto-foreuse auto-tarodeuse).

Contrôle scanner en fin de procédure :

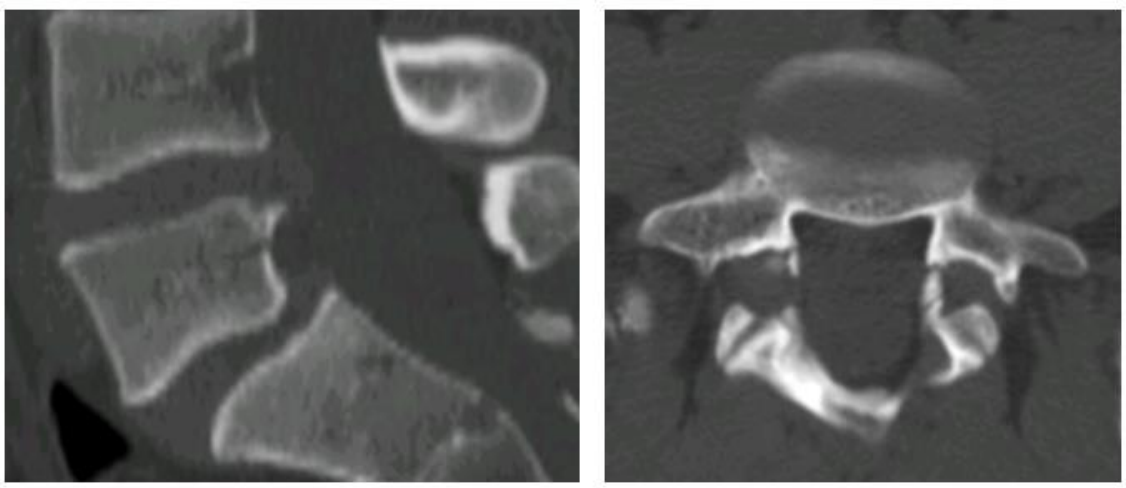
Confirmant le bon positionnement du vissage trans-isthmique bilatéral.

Cas clinique n°4

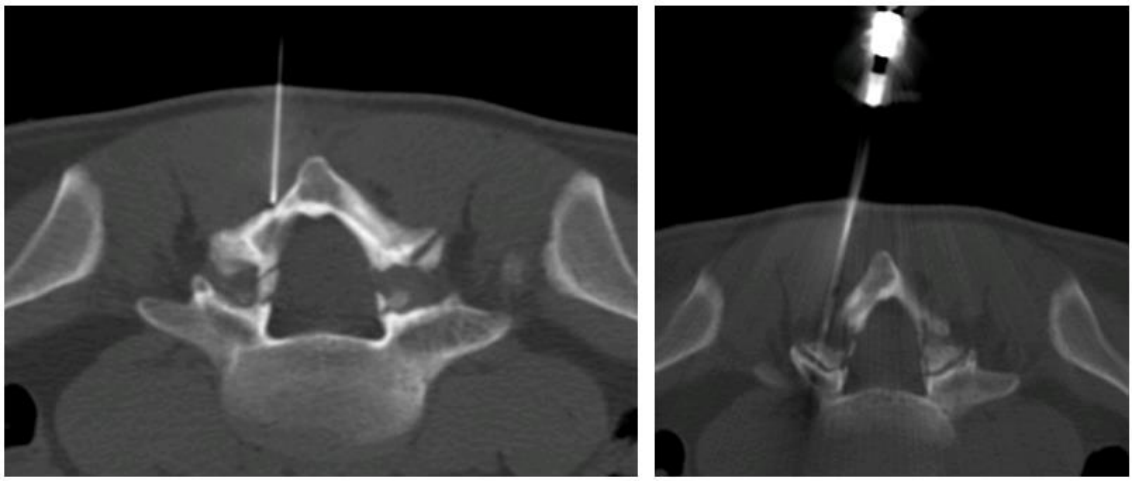
Homme de 21 ans, actif, pratiquant des sports de combat.

Adressé en consultation pour des lombalgies mécaniques (EVA pré opératoire 8/10) résistantes au traitement conservateur, responsables d'arrêts de travail prolongés.

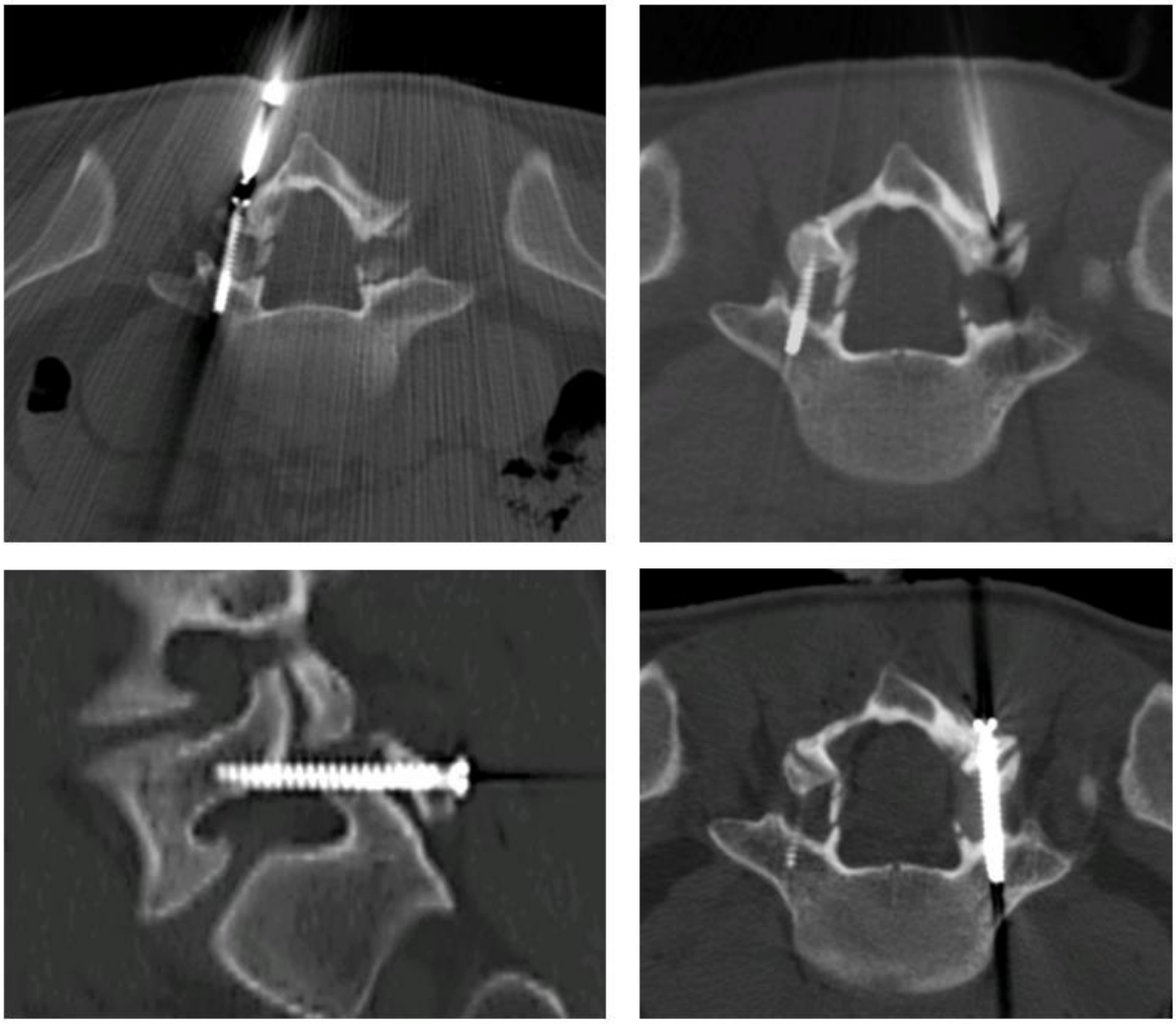
Evaluation post-interventionnelle : reprise de l'activité professionnelle et sportive, absence de douleur résiduelle, avec un recul de 2 ans.



Scanner pré opératoire :
Instabilité sur lyse isthmique L5 bilatérale, **anté-listhésis grade 1.**



Anesthésie locale à l'aiguille Chiba et progression du trocart 13G au niveau du foyer fracturaire L5 gauche sous contrôle scanner.



Mise en place de deux vis auto-foreuses –auto-tarodeuses (Stryker 3) de 4 mm de diamètre.

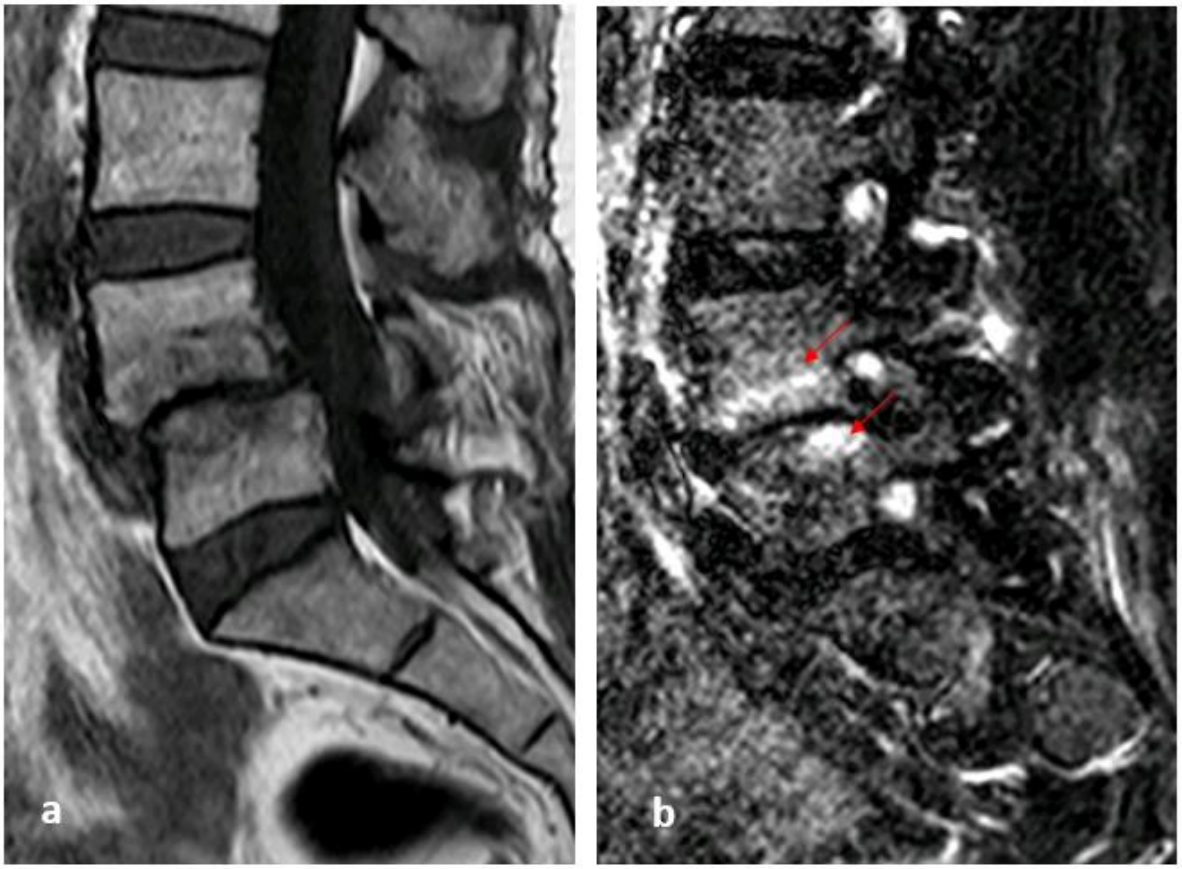
Contrôle scanner avec reconstructions axiale et sagittale confirmant le **bon positionnement** trans-isthmique.

Cas Clinique n°5

Patiente de 48 ans, professeur des écoles.

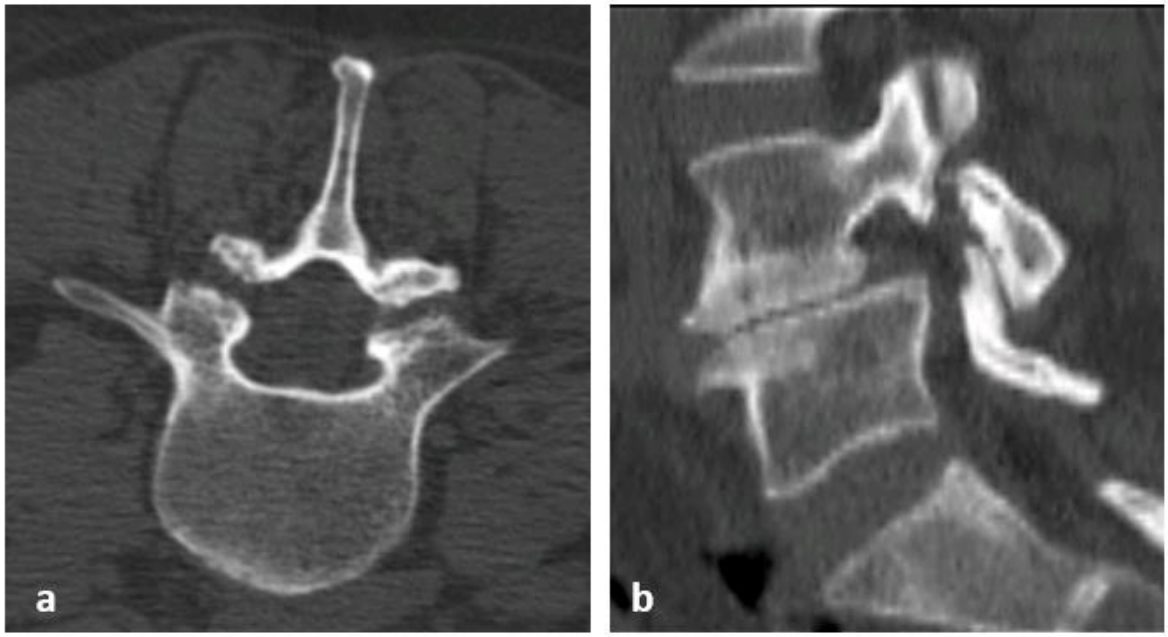
Adressée pour lombalgie de type mixte, résistante au traitement sur une instabilité sagittale par lyse isthmique l4 bilatérale, résistante aux infiltrations.

L'IRM pré opératoire met en évidence un anthélisthésis de L4 sur L5 grade 1, et une discopathie L4-L5 avec une composante inflammatoire en Hyper signal STIR.



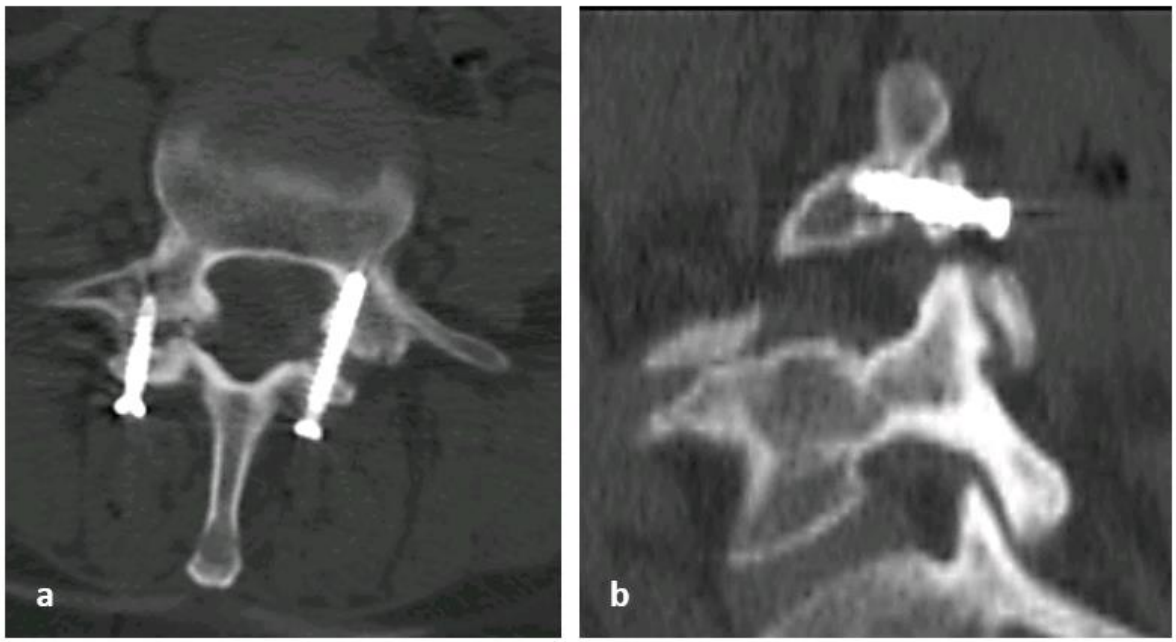
IRM en coupes sagittales pondérée en T1 (a) et en T2 avec saturation de la graisse (STIR) (b).

Anthélisthsésis de L4 sur L5 et **discopathie inflammatoire** L4-L5 témoignant de l'instabilité sagittale : hypo signal T1 et hyper signal STIR (flèches) des plateaux vertébraux.



Scanner en coupe axiale (a) et sagittale (b).

Lyse isthmique L4 bilatéral avec « gap » interfragmentaire, compliquée d'un anthélisthésis de L4 sur L5.

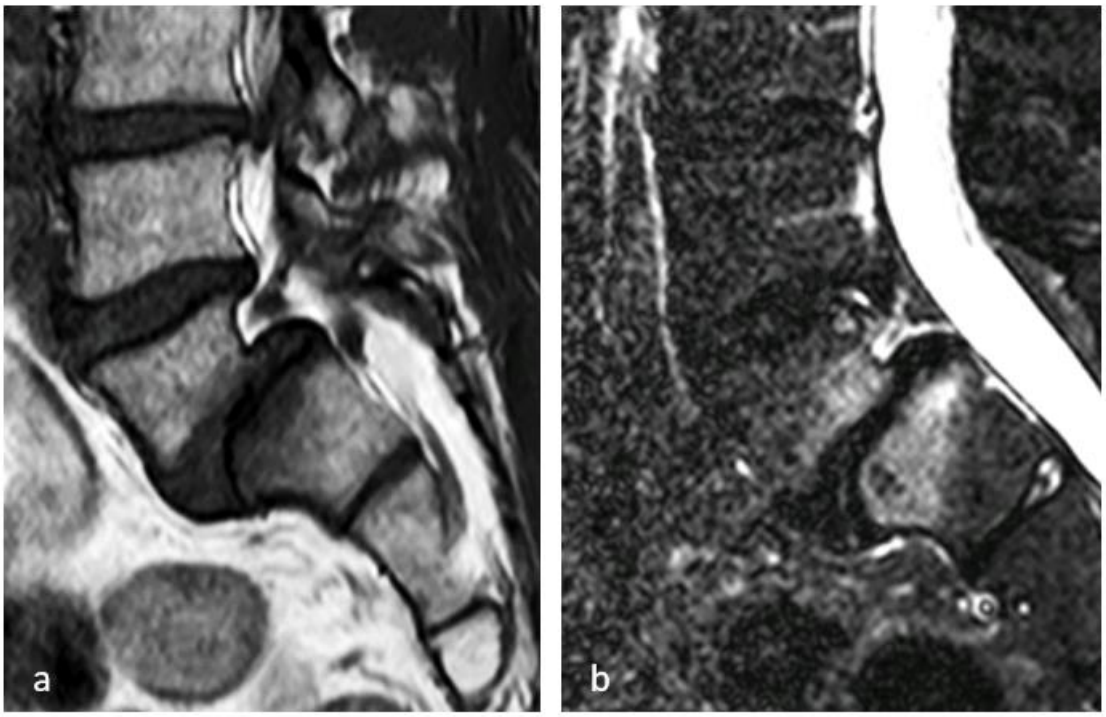


Vissage trans-isthmique bilatéral.

Contrôle scanner en coupe axiale (a) et sagittale (b) confirmant le **bon positionnement** des vis transfixiants la pars defect, sans effraction corticale.

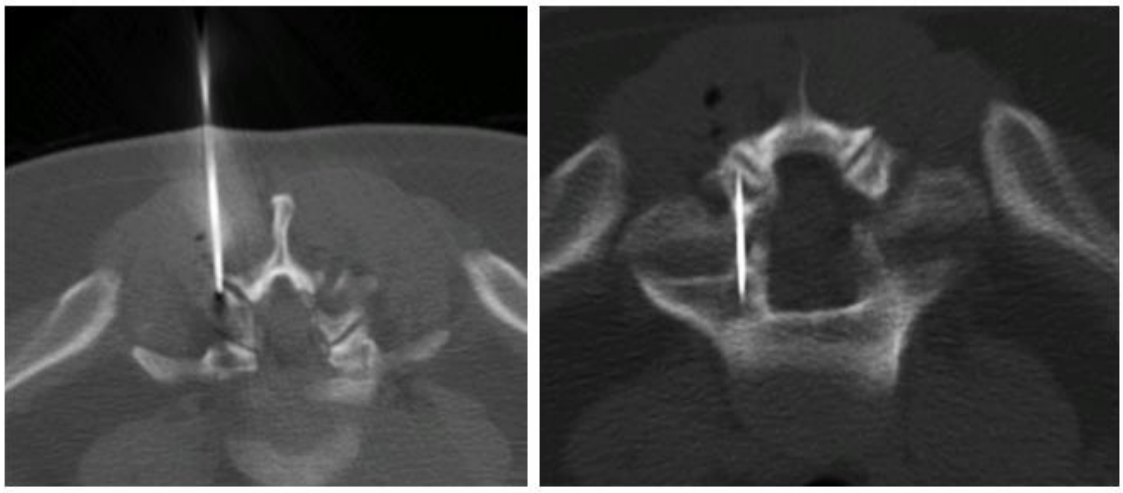
Cas clinique n°6

Patient de 37 ans adressé pour une lyse isthmique L5 bilatérale instable responsable de lombalgies résistantes au traitement médical et aux infiltrations.

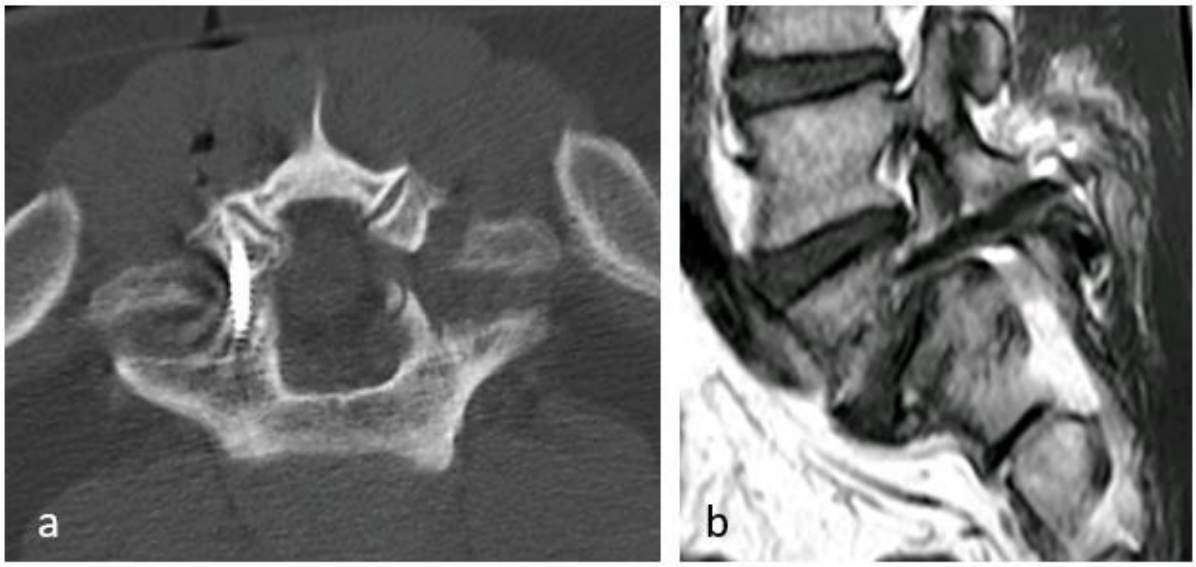


IRM initiale dans le plan sagittal en pondération T1 (a) et STIR (b).

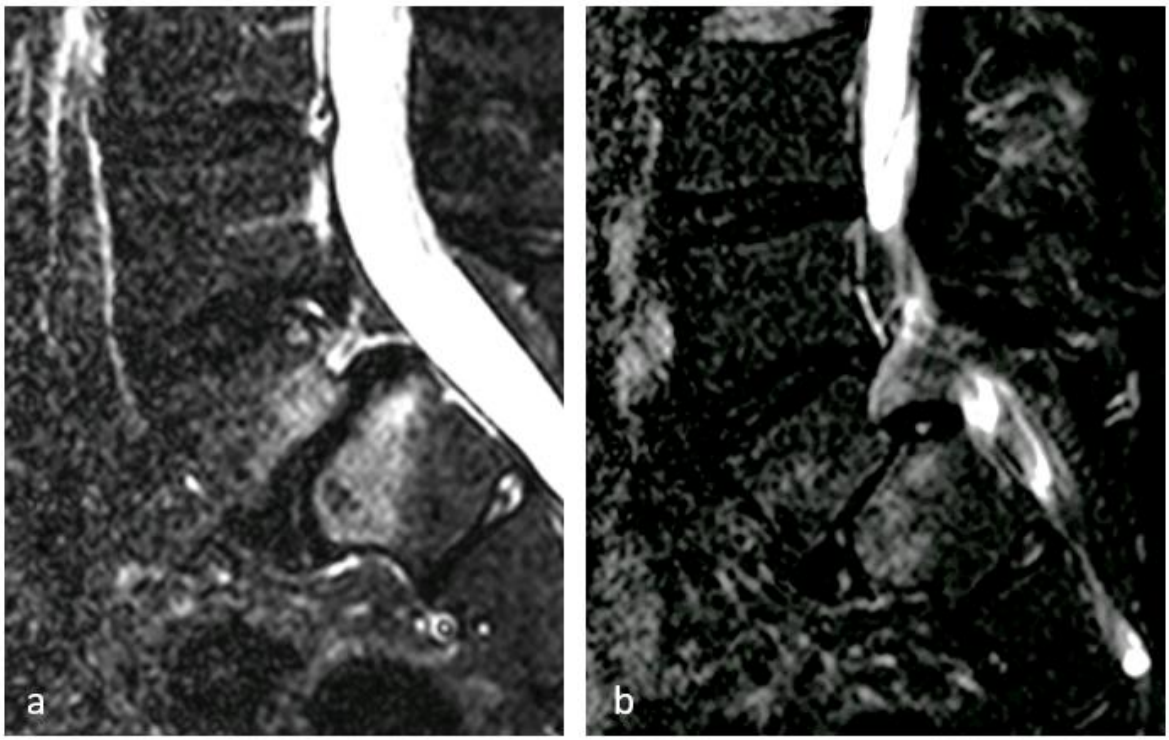
Discopathie inflammatoire de type MODIC 1 (Hypo signal T1 et Hyper signal STIR des plateaux verterbraux L5-S1) témoignant de l'instabilité sagittale, **spondylolisthésis** de L5 sur S1 de grade 2.



Insertion du trocart puis du guide sous contrôle scanner, en position trans-isthmique L5 gauche.



Scanner post procédure (a) et IRM de contrôle à 1 mois en pondération T1 (b) confirmant **le bon positionnement** du vissage trans-isthmique.



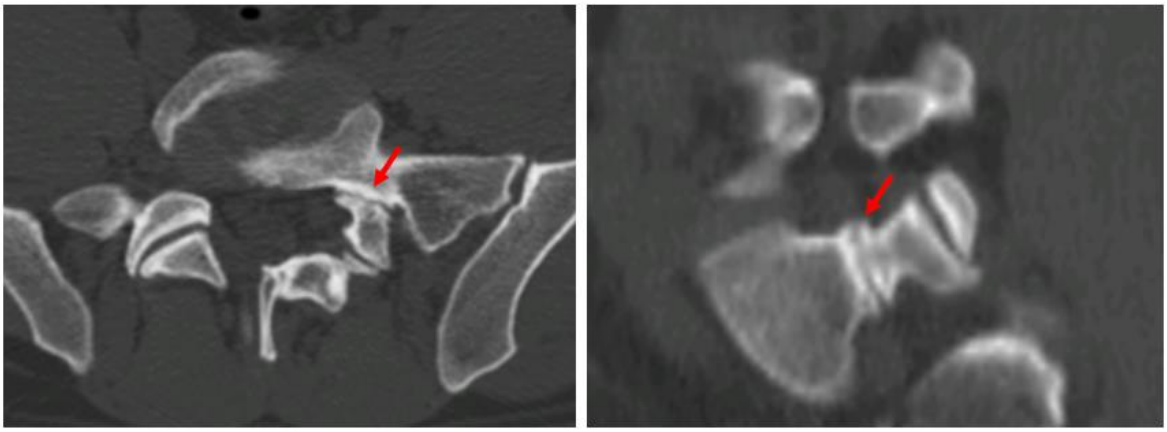
IRM de contrôle à 1 mois (b).

Regression du signal inflammatoire (STIR) des plateaux vertébraux L5 – S1 en comparaison à l'IRM initiale (a).

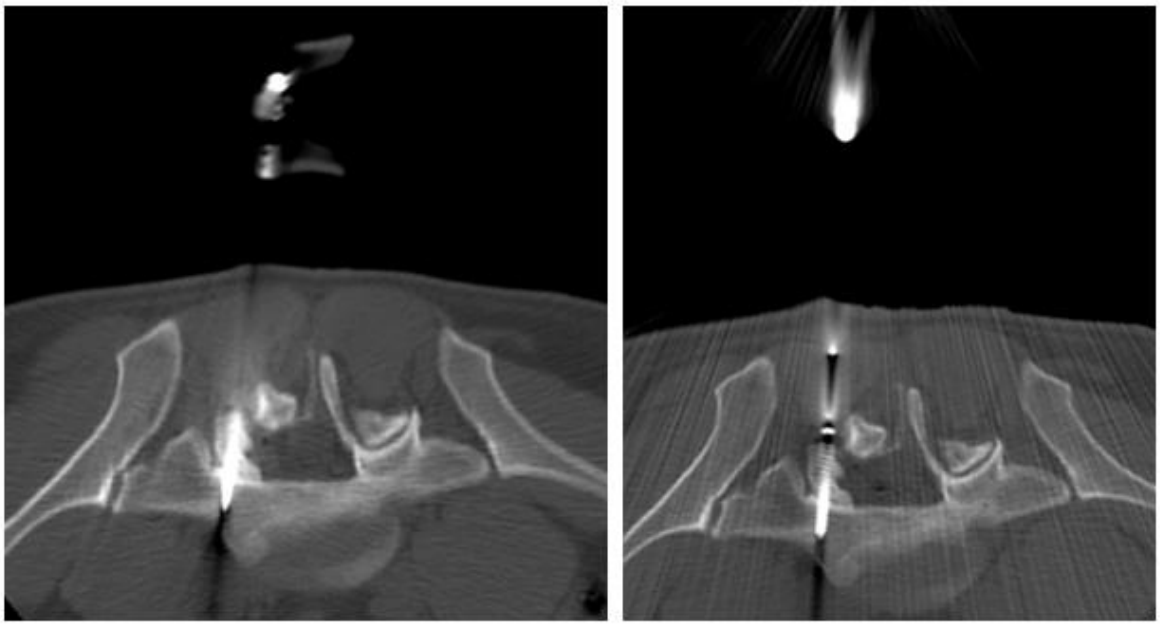
Cas clinique n°7

Patient de 29 ans.

Lombalgies de type mécaniques, chroniques invalidantes, sur une lyse isthmique S1 gauche, associée à une dysplasie de l'arc postérieur de S1.



Lyse isthmique S1 gauche (flèche) , aspect scannographique de pseudarthrose unilatérale.
Dysplasie de l'hémiarc postérieur gauche hypoplasique.



Vissage trans-isthmique S1 gauche sous contrôle scanner.

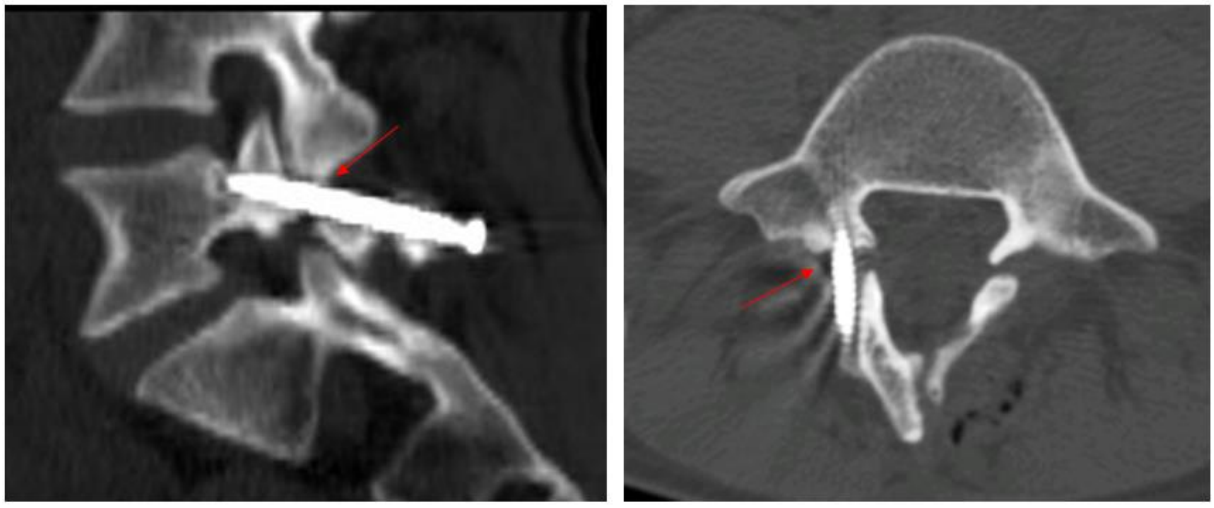
Cas clinique n°8

Patiente de 29 ans.

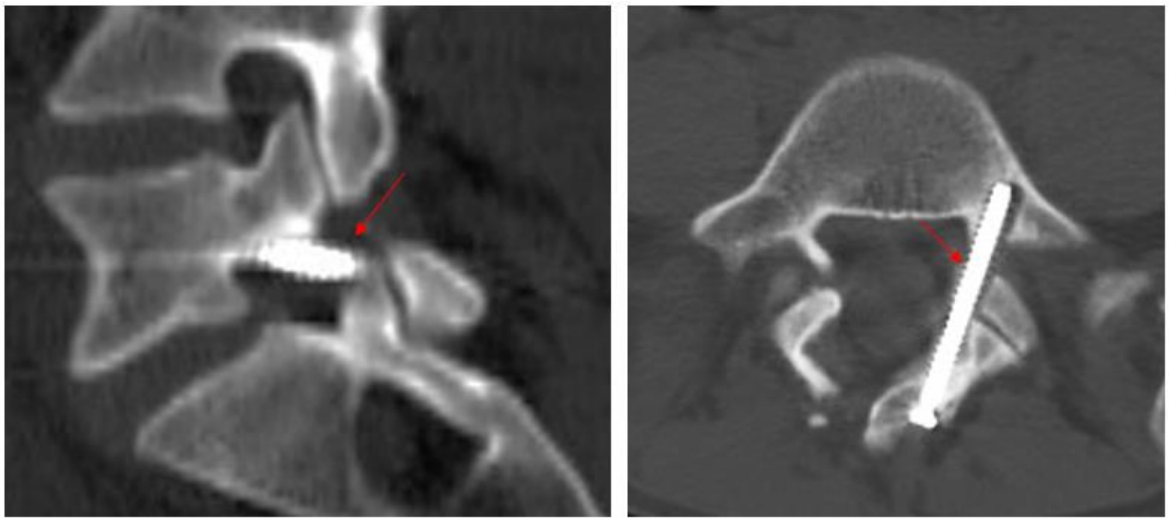
Adressée en consultation par un chirugien orthopèdique, pour des lombalgies mécaniques résistantes au traitement médical (EN 8/10) , sur une lyse isthmique L5 bilatérale instable, avec un oedeme de la pars isthmique en hyper signal T2 sur l'IRM précedemment réalisée.

L'infiltration isthmique sous guidage scanner montre une amélioration transitoire confirmant la pathogénie des symptomes.

Après concertation pluri-disciplinaire, l'indication de vissage per-cutanée par voie trans-itshmique est posée, afin de stabiliser la lyse.



Scanner de contrôle en fin de procédure confirmant le **bon positionnement de la vis droite**, transfixiant la lyse isthmique en son centre (flèche). On note chez cette patiente une **dysplasie** de l'arc postérieur de L5 (spina bifida, isthmes et pédicules grêles).



Coupes sagitalle et axiale après vissage, **echec du placement de la vis gauche** au niveau de son trajet (flèche) (position inféro-médiale) qui ne transfixie pas la lyse en son centre et de sa terminaison trop basse au contact de la corticale.

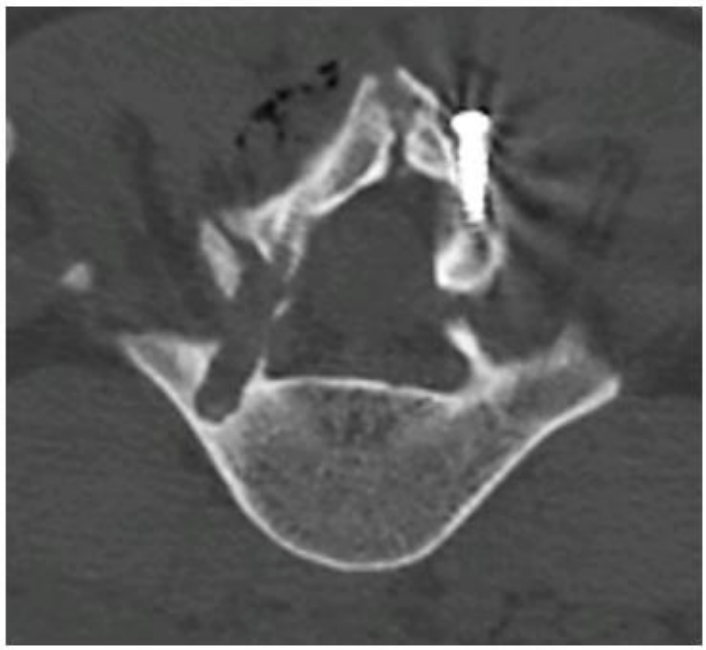


Coupe axiale après vissage L5 bilatéral :

bon positionnement de la vis droite transfixiant la lyse en son centre, **echec du placement** de la vis gauche.

Cinq mois après l'intervention la patiente est revue en consultation suite à l'apparition d'une radiculalgie gauche, devant la corrélation entre le mauvais postionnement et la symptomatologie, le retrait de la vis gauche mal positionnée a été réalisé sous double guidage scanner et scopique. L'intervention était réalisée lors d'une hospitalisation courte (3 jours) sous anésthésie locale, et dans les conditions d'asepsie chirugicale.

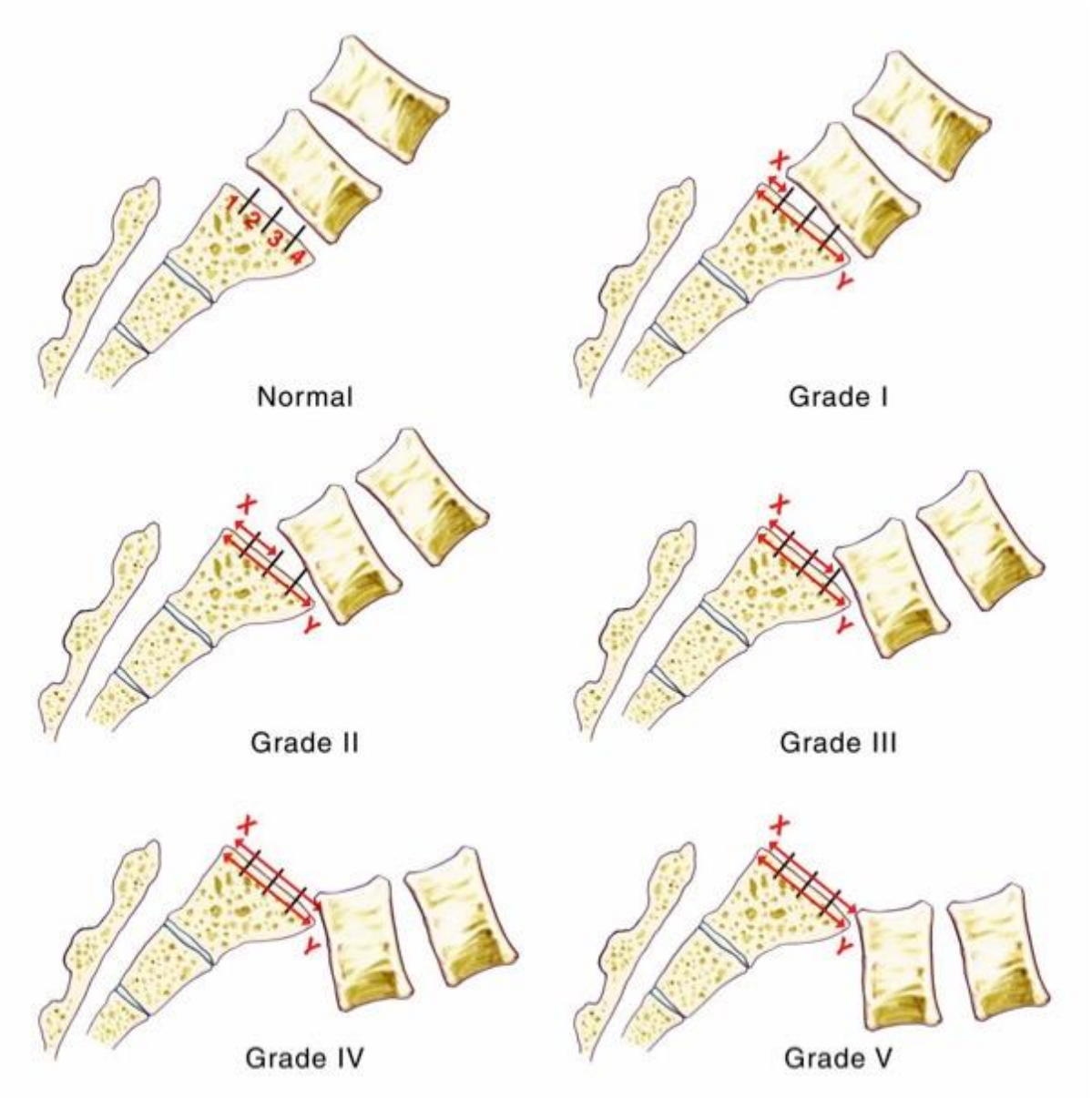
L'évaluation clinique post opératoire à 1 mois , mettait en évidence une diminution de l'EN (2/10) et l'abscence de radiculalgie résiduelle.



Coupe axiale lors du contrôle post procédure, **retrait de la vis gauche mal positionnée**, absence de complication au niveau du vissage trans-isthmique droit.

VIII. ANNEXES

A. CLASSIFICATION DE MEYERDING



Evaluation du spondylolisthésis selon la classification de Meyerding [42]

B. INDEX D'INCAPACITE D'OSWESTRY

The Oswestry Disability Index (ODI) [123]

1 Intensité de la douleur

0 Je n'ai pas mal actuellement.
1 La douleur est très légère actuellement.
2 La douleur est modérée actuellement.
3 La douleur est plutôt intense actuellement.
4 La douleur est très intense actuellement.
5 La douleur est la pire que l'on puisse imaginer actuellement.

2 Soins personnels (se laver, s'habiller, ...etc)

0 Je peux prendre soin de moi normalement, sans augmenter la douleur.
1 Je peux prendre soin de moi normalement, mais c'est très douloureux.
2 Cela me fait mal de prendre soin de moi, et je le fait lentement et en faisant attention.
3 J'ai besoin d'aide, mais dans l'ensemble je parviens à me débrouiller seul.
4 J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de ces gestes quotidiens.
5 Je ne m'habille pas, me lave avec difficulté et reste au lit.

3 Manutention de charges

0 Je peux soulever des charges lourdes sans augmenter mon mal de dos
1 Je peux soulever des charges lourdes mais cela augmente ma douleur
2 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes à partir du sol mais j'y parviens si la charge est bien placée (par exemple sur une table)
3 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes mais je peux déplacer des charges légères ou de poids moyen si elles sont correctement placées
4 Je peux seulement soulever des objets très légers
5 Je ne peux soulever ni transporter quoi que ce soit

4 Marche à pied

0 La douleur ne limite absolument pas mes déplacements
1 La douleur m'empêche de marcher plus de 2 km
2 La douleur m'empêche de marcher plus de 1 km
3 La douleur m'empêche de marcher plus de 500 m
4 Je me déplace seulement avec une canne ou des béquilles
5 Je reste au lit la plupart du temps et je me traîne seulement jusqu'au WC

5 Position assise

0 Je peux rester assis sur un siège aussi longtemps que je veux.
1 Je peux rester assis aussi longtemps que je veux mais seulement sur mon siège favori.
2 La douleur m'empêche de rester assis plus d'une heure.
3 La douleur m'empêche de rester assis plus d'1/2 heure.
4 La douleur m'empêche de rester assis plus de 10 minutes.
5 La douleur m'empêche de rester assis.

6 Position debout

0 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux sans augmenter la douleur.
1 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux mais cela augmente la douleur.
2 La douleur m'empêche de rester debout plus d'une heure.
3 La douleur m'empêche de rester debout plus d'1/2 heure.
4 La douleur m'empêche de rester debout plus de 10 minutes.
5 La douleur m'empêche de rester debout.

7 Sommeil

0 Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur.
1 Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur
2 A cause de la douleur, je dors moins de 6 heures
3 A cause de la douleur, je dors moins de 4 heures
4 A cause de la douleur, je dors moins de 2 heures
5 La douleur m'empêche complètement de dormir

8 Vie sexuelle

0 Ma vie sexuelle n'est pas modifiée et n'augmente pas mon mal de dos
1 Ma vie sexuelle n'est pas modifiée, mais elle augmente la douleur
2 Ma vie sexuelle est pratiquement normale, mais elle est très douloureuse
3 Ma vie sexuelle est fortement limitée par la douleur
4 Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause de la douleur
5 La douleur m'interdit toute vie sexuelle

9 Vie sociale (sport, cinéma, danse, souper entre amis)

0 Ma vie sociale est normale et n'a pas d'effet sur la douleur
1 Ma vie sociale est normale, mais elle augmente la douleur
2 La douleur n'a pas d'effet sur ma vie sociale, sauf pour des activités demandant plus d'énergie (sport par exemple)
3 La douleur a réduit ma vie sociale et je ne sors plus autant qu'auparavant
4 La douleur a limité ma vie sociale à ce qui se passe chez moi, à la maison
5 Je n'ai plus de vie sociale à cause du mal de dos

10 Déplacements (en voiture ou par les transports en commun)

0 Je peux me déplacer n'importe où sans effet sur mon mal de dos
1 Je peux me déplacer n'importe où, mais cela augmente la douleur
2 La douleur est pénible mais je supporte des trajets de plus de 2 heures
3 La douleur me limite à des trajets de moins d'une heure
4 La douleur me limite aux courts trajets indispensables, de moins de 30 minutes
5 La douleur m'empêche de me déplacer, sauf pour aller voir le docteur ou me rendre à l'hôpital

Score global d'handicap fonctionnel

Total des scores partiels : ..../…... (sur 50 au maximum)

Résultat en pourcentage (score ODI) : .....%

IX. BIBLIOGRAPHIE

[1] Agabegi SS, Fischgrund JS. Contemporary management of isthmic spondylolisthesis: pediatric and adult. The spine journal : official journal of the North American Spine Society 2010;10:530-43.

[2] Kwon BK, Albert TJ. Adult low-grade acquired spondylolytic spondylolisthesis: evaluation and management. Spine 2005;30:S35-41.

[3] Amoretti N, Huwart L, Hauger O, et al. Computed tomography- and fluoroscopy-guided percutaneous screw fixation of low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a new technique. European radiology 2012;22:2841-7.

[4] Eude P, Damon F, Eude G, et al. [Percutaneous osteosynthesis of pelvic fractures with CT control]. J Radiol 2000;81:63-8.

[5] Gay SB, Sistrom C, Wang GJ, et al. Percutaneous screw fixation of acetabular fractures with CT guidance: preliminary results of a new technique. AJR American journal of roentgenology 1992;158:819-22.

[6] Amoretti N HI, Eude P et al. . Disjonction sacro-iliaque: ostéosynthèse percutanée scannoguidée. JFR 2005;Poster.

[7] Amoretti N, Hovorka I, Marcy PY, et al. Computed axial tomography-guided fixation of sacroiliac joint disruption: safety, outcomes, and results at 3-year follow-up. Cardiovascular and interventional radiology 2009;32:1227-34.

[8] Amoretti N, Hovorka E, Dausse F, et al. Posterior arthrodesis of the spine by percutaneous CT-guided application of screws: preliminary report. Clinical imaging 2005;29:231-4.

[9] Amoretti N HIea. Translaminar facet joint fixation of the spine by percutaneous CT-guided application of screws. Radiological Society of North America (RSNA) 2006;Chicago.

[10] Amoretti N, Amoretti ME, Hovorka I, Hauger O, Boileau P, Huwart L. Percutaneous facet screw fixation of lumbar spine with CT and fluoroscopic guidance: a feasibility study. Radiology 2013;268:548-55.

[11] Pope MH. Biomechanics of the lumbar spine. Annals of medicine 1989;21:347-51.

[12] Saillant G. [Anatomical study of the vertebral pedicles. Surgical application]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1976;62:151-60.

[13] Junghanns H. [Functional pathology of the intervertebral disks as a basis of clinical observations]. Langenbecks Archiv fur klinische Chirurgie vereinigt mit Deutsche Zeitschrift fur Chirurgie 1951;267:393-417.

[14] Van Schaik JP, Verbiest H, Van Schaik FD. The orientation of laminae and facet joints in the lower lumbar spine. Spine 1985;10:59-63.

[15] Taillard WF. Etiology of spondylolisthesis. Clinical orthopaedics and related research 1976:30-9.

[16] Cauchoix J, Bloch-Michel H, Benoist M, Chassaing V. [Degenerative spondylolisthesis. Clinical manifestations and treatment apropos of 26 operated cases]. La Nouvelle presse medicale 1976;5:561-4.

[17] J.P. Steib AMO. Biomécanique du spondylolisthésis L5 - S1. Masson, Paris 1989;1-2:21-31.

[18] Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolisis and spondylolisthesis. Clinical orthopaedics and related research 1976:23-9.

[19] P.C. Marchetti PB. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. The textbook of spinal surgery 1997;2nd ed.:1211–54.

[20] Hensinger RN. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. The Journal of bone and joint surgery American volume 1989;71:1098-107.

[21] Tower SS, Pratt WB. Spondylolysis and associated spondylolisthesis in Eskimo and Athabascan populations. Clinical orthopaedics and related research 1990:171-5.

[22] Virta L, Ronnemaa T. The association of mild-moderate isthmic lumbar spondylolisthesis and low back pain in middle-aged patients is weak and it only occurs in women. Spine 1993;18:1496-503.

[23] Vogt MT, Rubin DA, Palermo L, et al. Lumbar spine listhesis in older African American women. The spine journal : official journal of the North American Spine Society 2003;3:255-61.

[24] Fredrickson BE, Baker D, McHolick WJ, Yuan HA, Lubicky JP. The natural history of spondylolysis and spondylolisthesis. The Journal of bone and joint surgery American volume 1984;66:699-707.

[25] Kalichman L, Kim DH, Li L, Guermazi A, Berkin V, Hunter DJ. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population. Spine 2009;34:199-205.

[26] Schmitt H, Dubljanin E, Schneider S, Schiltenwolf M. Radiographic changes in the lumbar spine in former elite athletes. Spine 2004;29:2554-9.

[27] Rossi F. Spondylolysis, spondylolisthesis and sports. The Journal of sports medicine and physical fitness 1978;18:317-40.

[28] Sakai T, Sairyo K, Suzue N, Kosaka H, Yasui N. Incidence and etiology of lumbar spondylolysis: review of the literature. Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association 2010;15:281-8.

[29] Ward CV, Latimer B. Human evolution and the development of spondylolysis. Spine 2005;30:1808-14.

[30] Rosenberg NJ, Bargar WL, Friedman B. The incidence of spondylolysis and spondylolisthesis in nonambulatory patients. Spine 1981;6:35-8.

[31] Cyron BM, Hutton WC. The fatigue strength of the lumbar neural arch in spondylolysis. The Journal of bone and joint surgery British volume 1978;60-b:234-8.

[32] G. RCRS. Spondylolisthésis. Cahier d'enseignement de la Sofcot Paris: Expansion Scientifique Française 1986;n°26:89-101.

[33] Louis R. [Pars interarticularis reconstruction of spondylolysis using plates and screws with grafting without arthrodesis. Apropos of 78 cases]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1988;74:549-57.

[34] Louis R GG, Mambrini A. Modifications évolutives de l'isthme vertébral lombosacré. Bull Assoc Anat (Nancy) 1964:1135-52.

[35] Terai T, Sairyo K, Goel VK, et al. Spondylolysis originates in the ventral aspect of the pars interarticularis: a clinical and biomechanical study. The Journal of bone and joint surgery British volume 2010;92:1123-7.

[36] Maldague B, Malghem J. [Dynamic radiologic aspects of lumbar spondylolysis]. Acta orthopaedica Belgica 1981;47:441-57.

[37] Rowe GG, Roche MB. The etiology of separate neural arch. The Journal of bone and joint surgery American volume 1953;35-a:102-10.

[38] Nordstrom D, Santavirta S, Seitsalo S, et al. Symptomatic lumbar spondylolysis. Neuroimmunologic studies. Spine 1994;19:2752-8.

[39] Jarvik JG, Deyo RA. Diagnostic evaluation of low back pain with emphasis on imaging. Annals of internal medicine 2002;137:586-97.

[40] Amato M, Totty WG, Gilula LA. Spondylolysis of the lumbar spine: demonstration of defects and laminal fragmentation. Radiology 1984;153:627-9.

[41] Lachapele AP, Lagarde C, Texier R, Duluc J. [Spondylolysis; radioclinical study of 93 case reports]. Journal de radiologie, d'electrologie & archives d'electricite medicale 1951;32:453-64.

[42] Meyerding HW. Spondylolisthesis; surgical fusion of lumbosacral portion of spinal column and interarticular facets; use of autogenous bone grafts for relief of disabling backache. The Journal of the International College of Surgeons 1956;26:566-91.

[43] Taillard W. [Trauma and spondylolisthesis]. Acta orthopaedica Belgica 1969;35:703-16.

[44] Boxall D, Bradford DS, Winter RB, Moe JH. Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. The Journal of bone and joint surgery American volume 1979;61:479-95.

[45] Dubousset J. Treatment of spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. Clinical orthopaedics and related research 1997:77-85.

[46] Duval-Beaupere G, Robain G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo. International orthopaedics 1987;11:261-9.

[47] Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 1998;7:99-103.

[48] Vidal J, Marnay T. [Morphology and anteroposterior body equilibrium in spondylolisthesis L5-S1]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1983;69:17-28.

[49] Mangione P, Senegas J. [Sagittal balance of the spine]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1997;83:22-32.

[50] Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. Spine 2004;29:2049-54.

[51] Marty C, Boisaubert B, Descamps H, et al. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 2002;11:119-25.

[52] Roussouly P. AC, Schiavi A., Vaz G., Dimmet J. Critères sagittaux de la lombalgie. La chirurgie du rachis lombaire dégénératif 1998;Sauramps Médical.

[53] Hanson DS, Bridwell KH, Rhee JM, Lenke LG. Correlation of pelvic incidence with low- and high-grade isthmic spondylolisthesis. Spine 2002;27:2026-9.

[54] Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine 2001;26:1873-8.

[55] Modic MT, Masaryk TJ, Ross JS, Carter JR. Imaging of degenerative disk disease. Radiology 1988;168:177-86.

[56] Paris SV. Physical signs of instability. Spine 1985;10:277-9.

[57] Panjabi MM, White AA, 3rd. Basic biomechanics of the spine. Neurosurgery 1980;7:76-93.

[58] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. Journal of spinal disorders 1992;5:383-9; discussion 97.

[59] Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology 2003;13:371-9.

[60] Stokes IA, Frymoyer JW. Segmental motion and instability. Spine 1987;12:688-91.

[61] Morvan G, Wybier M, Mathieu P, Vuillemin V, Guerini H. [Plain X-rays of the spine: dynamics and elements of semiology]. J Radiol 2008;89:667-76; quiz 77-8.

[62] Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine. Clinical orthopaedics and related research 1982:110-23.

[63] Maigne JY, Lapeyre E, Morvan G, Chatellier G. Pain immediately upon sitting down and relieved by standing up is often associated with radiologic lumbar instability or marked anterior loss of disc space. Spine 2003;28:1327-34.

[64] Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology 2007;245:62-77.

[65] Morgan FP, King T. Primary instability of lumbar vertebrae as a common cause of low back pain. The Journal of bone and joint surgery British volume 1957;39-b:6-22.

[66] Shaffer WO, Spratt KF, Weinstein J, Lehmann TR, Goel V. 1990 Volvo Award in clinical sciences. The consistency and accuracy of roentgenograms for measuring sagittal translation in the lumbar vertebral motion segment. An experimental model. Spine 1990;15:741-50.

[67] Putto E, Tallroth K. Extension-flexion radiographs for motion studies of the lumbar spine. A comparison of two methods. Spine 1990;15:107-10.

[68] Posner I, White AA, 3rd, Edwards WT, Hayes WC. A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and lumbosacral spine. Spine 1982;7:374-89.

[69] Boden SD, Wiesel SW. Lumbosacral segmental motion in normal individuals. Have we been measuring instability properly? Spine 1990;15:571-6.

[70] McGregor AH, McCarthy ID, Hughes SP. Motion characteristics of the lumbar spine in the normal population. Spine 1995;20:2421-8.

[71] Hanley EN, Jr. The indications for lumbar spinal fusion with and without instrumentation. Spine 1995;20:143s-53s.

[72] Nizard RS, Wybier M, Laredo JD. Radiologic assessment of lumbar intervertebral instability and degenerative spondylolisthesis. Radiologic clinics of North America 2001;39:55-71, v-vi.

[73] Eisenstein SM, Ashton IK, Roberts S, et al. Innervation of the spondylolysis "ligament". Spine 1994;19:912-6.

[74] Schneiderman GA, McLain RF, Hambly MF, Nielsen SL. The pars defect as a pain source. A histologic study. Spine 1995;20:1761-4.

[75] Suh PB, Esses SI, Kostuik JP. Repair of pars interarticularis defect. The prognostic value of pars infiltration. Spine 1991;16:S445-8.

[76] T.David. Reparations isthmiques des spondylolisthésis lombaires: indications, techniques, résultats: Lumbar spondylolitic isthmic repair: indications, techniques, results. Elsevier 2007;Alternatives à l'arthrodèse lombaire et lombosacrée:Pages 73–80.

[77] Aprill C, Bogduk N. High-intensity zone: a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. The British journal of radiology 1992;65:361-9.

[78] Carragee EJ, Paragioudakis SJ, Khurana S. 2000 Volvo Award winner in clinical studies: Lumbar high-intensity zone and discography in subjects without low back problems. Spine 2000;25:2987-92.

[79] Toyone T, Takahashi K, Kitahara H, Yamagata M, Murakami M, Moriya H. Vertebral bone-marrow changes in degenerative lumbar disc disease. An MRI study of 74 patients with low back pain. The Journal of bone and joint surgery British volume 1994;76:757-64.

[80] Lang P, Chafetz N, Genant HK, Morris JM. Lumbar spinal fusion. Assessment of functional stability with magnetic resonance imaging. Spine 1990;15:581-8.

[81] Frennered AK, Danielson BI, Nachemson AL. Natural history of symptomatic isthmic low-grade spondylolisthesis in children and adolescents: a seven-year follow-up study. Journal of pediatric orthopedics 1991;11:209-13.

[82] Seitsalo S. Operative and conservative treatment of moderate spondylolisthesis in young patients. The Journal of bone and joint surgery British volume 1990;72:908-13.

[83] Blanda J, Bethem D, Moats W, Lew M. Defects of pars interarticularis in athletes: a protocol for nonoperative treatment. Journal of spinal disorders 1993;6:406-11.

[84] Miller SF, Congeni J, Swanson K. Long-term functional and anatomical follow-up of early detected spondylolysis in young athletes. The American journal of sports medicine 2004;32:928-33.

[85] Fujii K, Katoh S, Sairyo K, Ikata T, Yasui N. Union of defects in the pars interarticularis of the lumbar spine in children and adolescents. The radiological outcome after conservative treatment. The Journal of bone and joint surgery British volume 2004;86:225-31.

[86] Picault C. [Lumbosacral spondylolisthesis. Indications of surgical treatment]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1971;57:Suppl 1:158+.

[87] Pedersen AK, Hagen R. Spondylolysis and spondylolisthesis. Treatment by internal fixation and bone-grafting of the defect. The Journal of bone and joint surgery American volume 1988;70:15-24.

[88] Hensinger RN. Spondylolysis and spondylolisthesis in children. Instructional course lectures 1983;32:132-51.

[89] Riouallon G, Lachaniette CH, Poignard A, Allain J. Outcomes of anterior lumbar interbody fusion in low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a continuous series of 65 cases with an average follow-up of 6.6 years. Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR 2013;99:155-61.

[90] Starkweather A. Posterior lumbar interbody fusion: an old concept with new techniques. The Journal of neuroscience nursing : journal of the American Association of Neuroscience Nurses 2006;38:13-20, 30.

[91] Fritzell P, Hagg O, Wessberg P, Nordwall A. Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from the Swedish lumbar spine study group. Spine 2002;27:1131-41.

[92] Kim NH, Lee JW. Anterior interbody fusion versus posterolateral fusion with transpedicular fixation for isthmic spondylolisthesis in adults. A comparison of clinical results. Spine 1999;24:812-6; discussion 7.

[93] Mihara H, Onari K, Cheng BC, David SM, Zdeblick TA. The biomechanical effects of spondylolysis and its treatment. Spine 2003;28:235-8.

[94] Lerat JL, Rubini J, Vincent P, Besse JL, Moyen B. [Results of posterior lumbar intersomatic fusion in the treatment of isthmic spondylolisthesis. Apropos of 27 cases followed over more than 10 years]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1996;82:475-89.

[95] Commarmond J. [One-segment interbody lumbar arthrodesis using impacted cages: posterior unilateral approach versus posterior bilateral approach]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2001;87:129-34.

[96] Mummaneni PV, Haid RW, Rodts GE. Lumbar interbody fusion: state-of-the-art technical advances. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2004. Journal of neurosurgery Spine 2004;1:24-30.

[97] Steib JP, Schuller S. Ostéosynthèse du rachis : évolution des matériels et des techniques. EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie 2013;8:1-20.

[98] Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 2002;11:80-7.

[99] Boachie-Adjei O, Do T, Rawlins BA. Partial lumbosacral kyphosis reduction, decompression, and posterior lumbosacral transfixation in high-grade isthmic spondylolisthesis: clinical and radiographic results in six patients. Spine 2002;27:E161-8.

[100] Bradford DS, Gotfried Y. Staged salvage reconstruction of grade-IV and V spondylolisthesis. The Journal of bone and joint surgery American volume 1987;69:191-202.

[101] Hu SS, Bradford DS, Transfeldt EE, Cohen M. Reduction of high-grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation. Spine 1996;21:367-71.

[102] Harrington PR, Dickson JH. Spinal instrumentation in the treatment of severe progressive spondylolisthesis. Clinical orthopaedics and related research 1976:157-63.

[103] Schlenzka D, Remes V, Helenius I, et al. Direct repair for treatment of symptomatic spondylolysis and low-grade isthmic spondylolisthesis in young patients: no benefit in comparison to segmental fusion after a mean follow-up of 14.8 years. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 2006;15:1437-47.

[104] Debnath UK, Freeman BJ, Gregory P, de la Harpe D, Kerslake RW, Webb JK. Clinical outcome and return to sport after the surgical treatment of spondylolysis in young athletes. The Journal of bone and joint surgery British volume 2003;85:244-9.

[105] Nozawa S, Shimizu K, Miyamoto K, Tanaka M. Repair of pars interarticularis defect by segmental wire fixation in young athletes with spondylolysis. The American journal of sports medicine 2003;31:359-64.

[106] Reitman CA, Esses SI. Direct repair of spondylolytic defects in young competitive athletes. The spine journal : official journal of the North American Spine Society 2002;2:142-4.

[107] Buck JE. Direct repair of the defect in spondylolisthesis. Preliminary report. The Journal of bone and joint surgery British volume 1970;52:432-7.

[108] Grob D, Humke T. Translaminar screw fixation in the lumbar spine: technique, indications, results. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 1998;7:178-86.

[109] Kimura M. [My method of filing the lesion with spongy bone in spondylolysis and spondylolistesis]. Seikeigeka Orthopedic surgery 1968;19:285-96.

[110] Louis R, Maresca C, Bel P. [Unstable fractures of the spine. IV. Stabilization methods and their results. A. Nonsurgical methods. 3. Orthopedic reduction]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1977;63:449-51.

[111] Nicol RO, Scott JH. Lytic spondylolysis. Repair by wiring. Spine 1986;11:1027-30.

[112] Morscher E, Gerber B, Fasel J. Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a hook screw. Archives of orthopaedic and traumatic surgery Archiv fur orthopadische und Unfall-Chirurgie 1984;103:175-8.

[113] Hefti F, Seelig W, Morscher E. Repair of lumbar spondylolysis with a hook-screw. International orthopaedics 1992;16:81-5.

[114] Albassir A, Samson I, Hendrickx L. [Treatment of painful spondylolysis using Morscher's hook]. Acta orthopaedica Belgica 1990;56:489-95.

[115] Salib RM, Pettine KA. Modified repair of a defect in spondylolysis or minimal spondylolisthesis by pedicle screw, segmental wire fixation, and bone grafting. Spine 1993;18:440-3.

[116] Songer MN, Rovin R. Repair of the pars interarticularis defect with a cable-screw construct. A preliminary report. Spine 1998;23:263-9.

[117] Tokuhashi Y, Matsuzaki H. Repair of defects in spondylolysis by segmental pedicular screw hook fixation. A preliminary report. Spine 1996;21:2041-5.

[118] Deguchi M, Rapoff AJ, Zdeblick TA. Biomechanical comparison of spondylolysis fixation techniques. Spine 1999;24:328-33.

[119] Dreyzin V, Esses SI. A comparative analysis of spondylolysis repair. Spine 1994;19:1909-14; discussion 15.

[120] Bradford DS, Iza J. Repair of the defect in spondylolysis or minimal degrees of spondylolisthesis by segmental wire fixation and bone grafting. Spine 1985;10:673-9.

[121] Rajasekaran S, Subbiah M, Shetty AP. Direct repair of lumbar spondylolysis by Buck's technique. Indian journal of orthopaedics 2011;45:136-40.

[122] David T. Lumbar spondylolitic isthmic repair: indications, techniques, results. Alternatives à l'arthrodèse lombaire et lombosacrée 2007;96.

[123] Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. Spine 2000;25:2940-52; discussion 52.

[124] Saraste H. Long-term clinical and radiological follow-up of spondylolysis and spondylolisthesis. Journal of pediatric orthopedics 1987;7:631-8.

[125] Osterman K, Schlenzka D, Poussa M, Seitsalo S, Virta L. Isthmic spondylolisthesis in symptomatic and asymptomatic subjects, epidemiology, and natural history with special reference to disk abnormality and mode of treatment. Clinical orthopaedics and related research 1993:65-70.

[126] Bell DF, Ehrlich MG, Zaleske DJ. Brace treatment for symptomatic spondylolisthesis. Clinical orthopaedics and related research 1988:192-8.

[127] Pizzutillo PD, Hummer CD, 3rd. Nonoperative treatment for painful adolescent spondylolysis or spondylolisthesis. Journal of pediatric orthopedics 1989;9:538-40.

[128] Moller H, Hedlund R. Surgery versus conservative management in adult isthmic spondylolisthesis--a prospective randomized study: part 1. Spine 2000;25:1711-5.

[129] Ekman P, Moller H, Tullberg T, Neumann P, Hedlund R. Posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion in adult isthmic spondylolisthesis. Spine 2007;32:2178-83.

[130] Swan J, Hurwitz E, Malek F, et al. Surgical treatment for unstable low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a prospective controlled study of posterior instrumented fusion compared with combined anterior-posterior fusion. The spine journal : official journal of the North American Spine Society 2006;6:606-14.

[131] Barrick WT, Schofferman JA, Reynolds JB, et al. Anterior lumbar fusion improves discogenic pain at levels of prior posterolateral fusion. Spine 2000;25:853-7.

[132] L'Heureux EA, Jr., Perra JH, Pinto MR, Smith MD, Denis F, Lonstein JE. Functional outcome analysis including preoperative and postoperative SF-36 for surgically treated adult isthmic spondylolisthesis. Spine 2003;28:1269-74.

[133] Thomsen K, Christensen FB, Eiskjaer SP, Hansen ES, Fruensgaard S, Bunger CE. 1997 Volvo Award winner in clinical studies. The effect of pedicle screw instrumentation on functional outcome and fusion rates in posterolateral lumbar spinal fusion: a prospective, randomized clinical study. Spine 1997;22:2813-22.

[134] Passuti N, Allioux JJ, Cistac C, Bainvel JV. [Degenerative lumbar stenoses: value of the Cotrel-Dubousset instrumentation combined with lamino-arthrectomy. Apropos of 16 cases]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1990;76:23-9.

[135] de Bodman C, Bergerault F, de Courtivron B, Bonnard C. Lumbo-sacral motion conserved after isthmic reconstruction: long-term results. Journal of children's orthopaedics 2014;8:97-103.

[136] Bonnici AV, Koka SR, Richards DJ. Results of Buck screw fusion in grade I spondylolisthesis. Journal of the Royal Society of Medicine 1991;84:270-3.

[137] Amoretti N, Hauger O, Marcy PY, et al. Foreign body extraction from soft tissue by using CT and fluoroscopic guidance: a new technique. European radiology 2010;20:190-2.

[138] Widi GA, Williams SK, Levi AD. Minimally invasive direct repair of bilateral lumbar spine pars defects in athletes. Case reports in medicine 2013;2013:659078.

[139] Sales de Gauzy J, Vadier F, Cahuzac JP. Repair of lumbar spondylolysis using Morscher material: 14 children followed for 1-5 years. Acta orthopaedica Scandinavica 2000;71:292-6.

[140] Giudici F, Minoia L, Archetti M, Corriero AS, Zagra A. Long-term results of the direct repair of spondylolisthesis. European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society 2011;20 Suppl 1:S115-20.

Table des matières

I. INTRODUCTION **11**

II. RAPPELS ET PRE-REQUIS **13**

A. ANATOMIE 13

1. Anatomie descriptive de la vertèbre lombaire 13

2. Anatomie fonctionnelle du rachis lombaire 15

B. DEFINITIONS 18

C. LYSES ISTHMIQUES : GENERALITES 20

1. Epidémiologie 20

2. Pathogénèse 21

3. Présentation clinique 25

4. Imagerie de la lyse isthmique 26

4.1 Radiologie conventionnelle 26

4.2 Scanner du rachis lombaire 36

4.3 Imagerie par résonance magnétique 38

4.4 La scintigraphie osseuse 39

5. Bilan pré-thérapeutique et notion d'instabilité 40

5.1 Notion d'instabilité : 40

5.2 Signes cliniques de l'instabilité : 41

5.3 Clichés dynamique en radiologie standard 42

5.4 Infiltrations tests diagnostiques et thérapeutiques 45

5.5 IRM du rachis lombaire 46

D. LYSES ISTHMIQUES : THERAPEUTIQUES 50

1. Traitement conservateur 50

2. Techniques chirurgicales 51

2.1 Arthrodèse in situ : 51

2.2 Décompression postérieure 56

2.3 Réduction – Fusion 56

2.4 Reconstruction isthmique : 57

2.5 Description de la technique de fixation isthmique de Buck....59
III. OBJECTIFS **61**
IV. ETUDE **62**
A. MATERIEL ET METHODES....62
1. Population....62
2. Description de la technique de fixation percutanée....63
3. Recueil des données....75
3.1 Evaluation radiologique de la procédure....75
3.2 Evaluation radiologique à moyen terme....78
3.3 Evaluation clinique....78
4. Analyse statistique....79
B. RESULTATS....80
1. Patients et données cliniques....80
2. Données radio-anatomiques....82
3. Positionnement des vis trans-isthmiques....85
4. Résultats radiologiques à moyen terme....87
5. Résultats cliniques....88
5.1 Caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon....88
5.2 Résultats....89
V. DISCUSSION **92**
VI. CONCLUSION **97**
VII. CAS CLINIQUES **98**
VIII. ANNEXES **114**
A. CLASSIFICATION DE MEYERDING....114
B. INDEX D'INCAPACITE D'OSWESTRY....115
IX. BIBLIOGRAPHIE **118**
Table des matières **127**
Index des illustrations **129**
Serment d'Hippocrate **132**

Index des illustrations

* Index des figures

Figure 1. Anatomie de la vertèbre lombaire ; vue supérieure et postérieure (Frank H. Netter) .. 13
Figure 2. Isthme vertébral (pars interarticularis) 14
Figure 3. Vue latérale et schématisation du segment mobile vertébral 15
Figure 4. Ligaments intervertébraux 17
Figure 5. Spondylolyse et spondylolisthésis 18
Figure 6. Spondylolisthésis par lyse isthmique (type 2) de L5 sur S1 19
Figure 7. Evolution de l'angle isthmique de Louis. 22
Figure 8. Effet coupe cigare 22
Figure 9. Différentes orientations facettaires 23
Figure 10. Facteur favorisant de spondylolyse ; l'arc neural 24
Figure 11. Cliché de ¾ oblique 26
Figure 12. Mesure du glissement selon Meyerding 27
Figure 13. Mesure du glissement selon Taillard (a) et selon Boxall (b) 28
Figure 14. Mesure de l'angle de glissement de Boxall 28
Figure 15. Indice de dysplasie de L5 selon Taillard (a/b) 29
Figure 16 : Mesure de la dysplasie du dôme sacré selon Wiltse 29
Figure 17. Angle lombo-sacré de Dubousset : mesure de la cyphose entre L5 et S1 30
Figure 18. Mesure de la Pente sacrée de Boxall (A), et de la lordose lombaire selon la technique de Cobb (B) 31
Figure 19. Couple charnière de Vital et Marnay : rapport D1/D2 32
Figure 20. Mesure de la pente sacrée, angle formé entre le plateau supérieur de S1 et l'horizontale (A), PS augmentée en cas d'antéversion pelvienne (B) 32
Figure 21. Mesure de l'angle de version pelvienne (VP), paramètre positionnel 33
Figure 22. Mesure de l'angle d'incidence pelvienne (IP), paramètre anatomique 34
Figure 23. Mesure des paramètres pelvi-rachidien (système EOS) 35
Figure 24. Scanner du rachis lombaire 36
Figure 25. Spondylolyse en IRM 38
Figure 26. Scintigraphie osseuse couplée au scanner. 39
Figure 27. Sténose foraminale 41
Figure 28. Coordonnées tridimensionnelles des mouvements vertébraux selon White et Panjabi [57] 42
Figure 29. Méthode de Putto 43
Figure 30. Calcul de la mobilité antéropostérieure selon la méthode de Morgan et King [65] 43
Figure 31 : Calcul de la mobilité angulaire selon la méthode de Posner [68] 44

Figure 32. Radiographies dynamiques montrant une instabilité vertébrale L4-L5 44
Figure 39. Arthrodèse intersomatique par voie antérieure L5-S1 par cage de fusion vissée, scanner dans le plan axial et sagittal 52
Figure 40. Insertion de la cage intersomatique et contrôle radiographique 53
Figure 41. Arthrodèse intersomatique par voie transforaminale.....54
Figure 42. Représentation schématique de la vue fluoroscopique du trocart lorsqu'il aborde le pédicule. 55
Figure 43. Les risques de la vis pédiculaire : la racine en dessous, le canal en dedans, les vaisseaux en avant (EMC). 55
Figure 44. Techniques chirurgicales de reconstruction isthmique.....58
Figure 45. Technique de reconstruction isthmique de Morsher.....58
Figure 46. Technique de Buck, clichés radiographiques dynamiques et scanner post-opératoire 59
Figure 47. Contrôle à 6 mois d'une réparation isthmique selon la technique de Buck 60
Figure 48. Scanner de repérage avec reconstructions multi planaires millimétriques 64
Figure 49. Repère cutané radio opaque 64
Figure 50. Marquage cutané et anesthésie locale 66
Figure 51. Insertion de l'aiguille Chiba 66
Figure 52. Progression du trocart au travers de la lyse isthmique jusqu'au niveau pédiculaire ..68
Figure 53. Insertion du trocart T'AM (Thiebaud).....69
Figure 54. Mise en place de le broche guide Kirshner au travers de trocart, sous contrôle scanner 70
Figure 55. Mise en place de la vis en position trans-isthmique sous contrôle scanner 72
Figure 56. Suivi sous scanner de l'insertion de la vis et retrait du guide.....72
Figure 57. Contrôle fluoroscopique.....73
Figure 58. Scanner de contrôle en fin de procédure avec reconstructions multi planaires 73
Figure 59. Reconstructions MIP dans les trois plans de l'espace 74
Figure 60. Trajet théorique idéal du vissage trans-isthmique : point d'entrée (a), terminaison (b) 76
Figure 61. Point d'entrée optimal théorique 76
Figure 62. Trajet optimal théorique.....77
Figure 63. Terminaison optimale théorique 77
Figure 64. Catégories professionnelles. 81
Figure 65. Etages lombaires traités (en terme de procédures et non de patients) 82
Figure 66. Grade du spondylolisthésis selon la classification de Meyerding 83
Figure 67. Discopathies lombaire selon Modic.....83
Figure 68. Œdème de la pars interarticularis sur l'IRM pré interventionnelle.....84

Figure 69. Taux d'échec du placement en terme de procédures....86
Figure 70. Diminution du signal inflammatoire sur le contrôle IRM....87
Figure 71. Evolution de la douleur : la douleur post opératoire est significativement diminuée.89
Figure 72. Evolution de l'incapacité fonctionnelle selon le score d'Oswestry (ODI) : la valeur du score post opératoire est significativement diminuée 90
Figure 73. Vécu des patients 91

* **Index des photos**

Photo 1. Greffe postérieure après vissage transpédiculaire 54
Photo 2. Anesthésie locale....65
Photo 3. Progression du trocart sur l'aiguille Chiba, après section de l'extrémité proximale. 67
Photo 4. Mise en place du trocart 13 gauges au niveau du point d'entrée (T'AM Thiebaud). 68
Photo 5. Vis de 4 mm de diamètre auto-foreuse auto-tarodeuse 70
Photo 6. Insertion de la vis sur la broche Kirschner 71
Photo 7. Vissage le long de la broche de Kirschner.... 71

* **Index des tableaux**

Tableau 1. Caractéristiques des patients (n=50)....84
Tableau 2 : Positionnement des vis en termes de procédures (n=99)....86
Tableau 3. Caractéristiques des patients de l'échantillon (n=23)....88
Tableau 4. Analyse descriptive des données cliniques (n=23) 90
Tableau 5. Reprise de l'activité sportive/professionnelle et vécu de l'intervention (n=23) 91

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classes sociales viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

PRECISION DU VISSAGE TRANS-ISTHMIQUE

SOUS GUIDAGE SCANNER ET SCOPIQUE :

A PROPOS DE 50 CAS

Objectifs

Le but de cette étude était d'évaluer la précision du vissage trans-isthmique sous guidage scanner et fluoroscopique, selon les critères de qualité chirurgicale.
Notre objectif secondaire était d'évaluer l'évolution de la douleur et de la qualité de vie des patients ayant bénéficié de la procédure.

Matériel et méthodes

L'inclusion des patients était prospective, après information et consentement signé et éclairé. La procédure était réalisée sous anesthésie locale, avec un double guidage scopique et tomodensitométrique, chez des patients présentant un spondylolisthésis isthmique de bas grade, symptomatique, et résistant au traitement médical. Le positionnement des vis était considéré comme optimal, lorsque tous les critères chirurgicaux étaient respectés. Le suivi post-interventionnel clinique a été réalisé en évaluant l'échelle numérique (EN) de douleur et l'index d'incapacité d'Oswestry (ODI).

Résultats

Quatre-vingt-dix-neuf procédures ont été réalisées chez 50 patients. Le positionnement des vis était optimal dans 96% des cas. Les trois échecs de déplacement étaient dus à un trajet non optimal, ne transfixiant pas le defect isthmique en son centre avec une effraction de la corticale interne de la lame, et une terminaison intra-osseuse mais située dans le tiers inférieur du pédicule. Aucune complication au décours de la procédure n'a été notée en cas de bon positionnement. Lors du bilan radiologique de contrôle à 1 mois, aucune complication du matériel n'a été notée. L'évaluation clinique a été réalisée sur 23 patients consécutifs, la médiane de suivi était de 22,2 mois (SD 11,2). La diminution de l'EN moyenne (EN pré 7,8 ; EN post 4,9) et de l'ODI moyen (ODI pré 44 ; ODI post 17) était significative ($p < 0,0001$).

Conclusion

Ces résultats confirment que le vissage trans-isthmique sous double-guidage scanner et scopique est une procédure précise et sécurisée. Les résultats cliniques encourageants doivent être confirmés par une étude multicentrique en cours.

Mots-clés

Lyse isthmique ; spondylolisthésis ; vissage trans-isthmique ; anesthésie locale ; double guidage scanner et scopique ; radiologie interventionnelle ; douleur.