



HAL
open science

Évaluation comparative de la modification des paramètres radiographiques de l'équilibre sagittal spino-pelvien après chirurgie de remplacement discal par prothèse versus fusion par ALIF

Vincent Haignere

► To cite this version:

Vincent Haignere. Évaluation comparative de la modification des paramètres radiographiques de l'équilibre sagittal spino-pelvien après chirurgie de remplacement discal par prothèse versus fusion par ALIF. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02881978

HAL Id: dumas-02881978

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02881978>

Submitted on 26 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement par

Vincent HAIGNERE

Le 23 octobre 2019

**Évaluation comparative de la modification des paramètres
radiographiques de l'équilibre sagittal spino-pelvien après chirurgie
de remplacement discal par prothèse versus fusion par ALIF**

Directeur de thèse : Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN

Assesseurs :

Monsieur le Professeur François CANOVAS

Monsieur le Professeur Philippe MAURY

Monsieur le Professeur Bertrand COULET

Membre invité :

Monsieur le Professeur Jean-Marc VITAL

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement par
Vincent HAIGNERE

Le 23 octobre 2019

**Évaluation comparative de la modification des paramètres
radiographiques de l'équilibre sagittal spino-pelvien après chirurgie
de remplacement discal par prothèse versus fusion par ALIF**

Directeur de thèse : Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN

Assesseurs :

Monsieur le Professeur François CANOVAS

Monsieur le Professeur Philippe MAURY

Monsieur le Professeur Bertrand COULET

Membre invité :

Monsieur le Professeur Jean-Marc VITAL

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018 - 2019

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALLIEU Yves	DUBOIS Jean Bernard	MION Charles
ALRIC Robert	DUMAS Robert	MION Henri
ARNAUD Bernard	DUMAZER Romain	MIRO Luis
ASTRUC Jacques	ECHENNE Bernard	NAVARRO Maurice
AUSSILLOUX Charles	FABRE Serge	NAVRATIL Henri
AVEROUS Michel	FREREBEAU Philippe	OTHONIEL Jacques
AYRAL Guy	GALIFER René Benoît	PAGES Michel
BAILLAT Xavier	GODLEWSKI Guilhem	PEGURET Claude
BALDET Pierre	GRASSET Daniel	PELLISSIER Jacques
BALDY-MOULINIER Michel	GROLLEAU-RAOUX Robert	POUGET Régis
BALMES Jean-Louis	GUILHOU Jean-Jacques	PUECH Paul
BALMES Pierre	HERTAULT Jean	PUJOL Henri
BANSARD Nicole	HUMEAU Claude	PUJOL Rémy
BAYLET René	JAFFIOL Claude	RABISCHONG Pierre
BILLIARD Michel	JANBON Charles	RAMUZ Michel
BLARD Jean-Marie	JANBON François	RIEU Daniel
BLAYAC Jean Pierre	JARRY Daniel	RIOUX Jean-Antoine
BLOTMAN Francis	JOYEUX Henri	ROCHFERT Henri
BONNEL François	LAFFARGUE François	ROSSI Michel
BOUDET Charles	LALLEMANT Jean Gabriel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BOURGEOIS Jean-Marie	LAMARQUE Jean-Louis	SAINT AUBERT Bernard
BRUEL Jean Michel	LAPEYRIE Henri	SANCHO-GARNIER Hélène
BUREAU Jean-Paul	LESBROS Daniel	SANY Jacques
BRUNEL Michel	LOPEZ François Michel	SEGNARBIEUX François
CALLIS Albert	LORIOT Jean	SENEC Jean-Paul
CANAUD Bernard	LOUBATIERES Marie Madeleine	SERRE Arlette
CASTELNAU Didier	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SIMON Lucien
CHAPTAL Paul-André	MARY Henri	SOLASSOL Claude
CIURANA Albert-Jean	MATHIEU-DAUDE Pierre	THEVENET André
CLOT Jacques	MEYNADIER Jean	VIDAL Jacques
D'ATHIS Françoise	MICHEL François-Bernard	VISIÈRE Jean Pierre
DEMAILLE Jacques	MICHEL Henri	
DESCOMPS Bernard		
DIMEGLIO Alain		

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	MARES Pierre
BLANC François	MAURY Michèle
BOULENGER Jean-Philippe	MILLAT Bertrand
BOURREL Gérard	MAUDELONDE Thierry
BRINGER Jacques	MONNIER Louis
CLAUSTRES Mireille	PREFAUT Christian
DAURES Jean-Pierre	PUJOL Rémy
DAUZAT Michel	SULTAN Charles
DEDET Jean-Pierre	TOUCHON Jacques
ELEDJAM Jean-Jacques	VOISIN Michel
GUERRIER Bernard	ZANCA Michel
JOURDAN Jacques	

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALBAT Bernard - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre - Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric - Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick - Parasitologie et mycologie
BONAFE Alain - Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier - Anesthésiologie-réanimation
COLSON Pascal – Anesthésie-réanimation
COMBE Bernard - Rhumatologie
COSTA Pierre - Urologie
COTTALORDA Jérôme - Chirurgie infantile
COUBES Philippe – Neurochirurgie
COURTET Philippe – Psychiatrie d'adultes, addictologie
CRAMPETTE Louis - Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul - Biochimie et biologie moléculaire
DAVY Jean Marc - Cardiologie
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel - Anesthésiologie-réanimation
DELAPORTE Eric - Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal – Pneumologie, addictologie
DE WAZIERES Benoît - Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DOMERGUE Jacques - Chirurgie générale
DUFFAU Hugues - Neurochirurgie
DUJOLS Pierre - Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
ELIAOU Jean François - Immunologie
FABRE Jean Michel - Chirurgie générale
FRAPIER Jean-Marc – Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
GUILLOT Bernard - Dermato-vénéréologie
HAMAMAH Samir-Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HEDON Bernard-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian-Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir-Anesthésiologie-réanimation
JEANDEL Claude-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier-Réanimation ; médecine d'urgence
JORGENSEN Christian-Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier-Biophysique et médecine nucléaire
LANDAIS Paul-Epidémiologie, Economie de la santé et Prévention
LARREY Dominique-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves-Anesthésiologie-réanimation
LE QUELLEC Alain-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
MARTY-ANE Charles - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MERCIER Jacques - Physiologie
MESSNER Patrick – Cardiologie
MONDAIN Michel – Oto-rhino-laryngologie
PAGEAUX Georges-Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PELLISSIER Jacques-Médecine physique et de réadaptation
RENARD Eric-Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques-Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIBSTEIN Jean-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
RIPART Jacques-Anesthésiologie-réanimation
ROUANET Philippe-Cancérologie ; radiothérapie
SCHVED Jean François-Hématologie; Transfusion
TAOUREL Patrice-Radiologie et imagerie médicale
UZIEL Alain -Oto-rhino-laryngologie

VANDE PERRE Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc-Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia-Hématologie ; transfusion
AVIGNON Antoine-Nutrition
AZRIA David -Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria-Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul-Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BLANC Pierre-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric-Chirurgie digestive
BOULOT Pierre-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles -Pédiatrie
CAMU William-Neurologie
CANOVAS François-Anatomie
CARTRON Guillaume-Hématologie ; transfusion
CHAMMAS Michel-Chirurgie orthopédique et traumatologique
CHANQUES Gérald – Anesthésie-réanimation
CORBEAU Pierre-Immunologie
COSTES Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
CYTEVAL Catherine-Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe-Anesthésiologie-réanimation
DAUVILLIERS Yves-Physiologie
DE TAYRAC Renaud-Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DEMARIA Roland-Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEREURE Olivier-Dermatologie – vénéréologie
DE VOS John – Cytologie et histologie
DROUPY Stéphane -Urologie
DUCROS Anne-Neurologie
GARREL Renaud – Oto-rhino-laryngologie
HAYOT Maurice - Physiologie
KLOUCHE Kada-Réanimation ; médecine d'urgence
KOENIG Michel-Génétique moléculaire
LABAUGE Pierre- Neurologie
LAFFONT Isabelle-Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry-Cytologie et histologie
LAVIGNE Jean-Philippe – Bactériologie – virologie, hygiène hospitalière
LECLERCQ Florence-Cardiologie
LEHMANN Sylvain-Biochimie et biologie moléculaire
LE MOING Vincent – Maladies infectieuses, maladies tropicales
LUMBROSO Serge-Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis-Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan -Physiologie
MEUNIER Laurent-Dermato-vénéréologie
MOREL Jacques - Rhumatologie
MORIN Denis-Pédiatrie
NAVARRO Francis-Chirurgie générale
PETIT Pierre-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel - Anatomie
PUJOL Jean Louis-Pneumologie ; addictologie
PUJOL Pascal-Biologie cellulaire
PURPER-OUAKIL Diane-Pédopsychiatrie ; addictologie
QUERE Isabelle-Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
SOTTO Albert-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TOUITOU Isabelle-Génétique
TRAN Tu-Anh-Pédiatrie
VERNHET Hélène-Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

ASSENAT Éric-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BERTHET Jean-Philippe-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BOURDIN Arnaud-Pneumologie ; addictologie
CANAUD Ludovic-Chirurgie vasculaire ; Médecine Vasculaire
CAPDEVIELLE Delphine-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CAPTIER Guillaume-Anatomie
CAYLA Guillaume-Cardiologie
COLOMBO Pierre-Emmanuel-Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent-Radiologie et imagerie médicale
COULET Bertrand-Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe-Anesthésiologie-réanimation
DAIEN Vincent-Ophtalmologie
DORANDEU Anne-Médecine légale -
DUPEYRON Arnaud-Médecine physique et de réadaptation
FAILLIE Jean-Luc – Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique, addictologie
FESLER Pierre-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GAUJOUX Viala Cécile-Rhumatologie
GENEVIEVE David-Génétique
GODREUIL Sylvain-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILLAUME Sébastien-Urgences et Post urgences psychiatriques -
GUILPAIN Philippe-Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris-Radiologie et imagerie médicale
HERLIN Christian – Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
HOUEDE Nadine-Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William-Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris-Réanimation ; médecine d'urgence
KALFA Nicolas-Chirurgie infantile
KOUYOUMDJIAN Pascal-Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence-Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin-Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC Moglie - Néphrologie
LETOUZEY Vincent-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas - Neurologie
LOPEZ CASTROMAN Jorge-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric-Rhumatologie
MAURY Philippe-Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid-Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier-Néphrologie
NAGOT Nicolas-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NOCCA David-Chirurgie digestive
PANARO Fabrizio-Chirurgie générale
PARIS Françoise-Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc-Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia-Physiologie
POUDEROUX Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François-Pédiatrie
ROGER Pascal-Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François-Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François-Cardiologie
SEBBANE Mustapha-Anesthésiologie-réanimation
SIRVENT Nicolas-Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme-Biologie cellulaire
STOEBNER Pierre – Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane-Nutrition
THOUVENOT Éric-Neurologie
THURET Rodolphe-Urologie

VENAIL Frédéric-Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max-Ophtalmologie
VINCENT Denis -Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry-Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne-Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques - Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila - Biochimie et biologie moléculaire

VISIER Laurent - Sociologie, démographie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

PROFESSEUR ASSOCIE - Médecine

BESSIS Didier - Dermato-vénéréologie

MEUNIER Isabelle – Ophtalmologie

MULLER Laurent – Anesthésiologie-réanimation

PERRIGAULT Pierre-François - Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence

ROUBERTIE Agathe – Pédiatrie

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe

BOULLE Nathalie – Biologie cellulaire

CACHEUX-RATABOUL Valère-Génétique

CARRIERE Christian-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale-Epidémiologie, économie de la santé et prévention

HILLAIRE-BUYS Dominique-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

GIANSILY-BLAIZOT Muriel – Hématologie, transfusion

PELLESTOR Franck-Cytologie et histologie

PUJOL Joseph-Anatomie

RICHARD Bruno-Thérapeutique ; addictologie

RISPAIL Philippe-Parasitologie et mycologie

SEGONDY Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH de 1^{re} classe

BADIOU Stéphanie-Biochimie et biologie moléculaire

BOUDOUSQ Vincent-Biophysique et médecine nucléaire

BOURGIER Céline-Cancérologie ; Radiothérapie

BRET Caroline -Hématologie biologique

COSSEE Mireille-Génétique Moléculaire

GABELLE DELOUSTAL Audrey-Neurologie

GIRARDET-BESSIS Anne-Biochimie et biologie moléculaire

LAVIGNE Géraldine-Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier – Médecine et santé au travail
MATHIEU Olivier-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas-Neuroradiologie
MOUZAT Kévin-Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine-Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal-Biologie et médecine du développement et de la reproduction
RAVEL Christophe - Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris-Physiologie
STERKERS Yvon-Parasitologie et mycologie
TUAILLON Edouard-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YACHOUH Jacques-Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

MCU-PH de 2^{ème} classe

BERTRAND Martin-Anatomie
DE JONG Audrey – Anesthésie-réanimation
DU THANH Aurélie-Dermato-vénérologie
GALANAUD Jean Philippe-Médecine Vasculaire
GOUZI Farès-Physiologie
HERRERO Astrid – Chirurgie générale
JEZIORSKI Éric-Pédiatrie
KUSTER Nils-Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain-Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MURA Thibault-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANTEL Alix – Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie – Thérapeutique, addictologie
SABLEWSKI Vanessa – Anatomie et cytologie pathologiques
THEVENIN-RENE Céline-Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - Médecine Générale

Maîtres de conférence de 1^{ère} classe

COSTA David

Maîtres de conférence de 2^{ème} classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice
OUDE-ENGBERINK Agnès

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES - Médecine Générale

GARCIA Marc
MILLION Elodie
PAVAGEAU Sylvain
REBOUL Marie-Catherine
SERAYET Philippe

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric - Sciences biologiques fondamentales et cliniques

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine - Neurosciences
BERNEX Florence - Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine - Sciences du médicament et des autres produits de santé
CHAZAL Nathalie - Biologie cellulaire
DELABY Constance - Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
LADRET Véronique - Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINE Sébastien - Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel - Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine - Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent - Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme - Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie - Neurosciences
MOUTOT Gilles - Philosophie
PASSERIEUX Emilie - Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie - Histologie
TAULAN Magali - Biologie Cellulaire

PRATICIENS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

CLAIRE DAIEN-Rhumatologie
BASTIDE Sophie-Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GATINOIS Vincent-Histologie, embryologie et cytogénétique
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
SOUCHE François-Régis – Chirurgie générale
TORRE Antoine-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Remerciements :

A mon Maître, Directeur et Président de thèse,

Monsieur le Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN

Vous me faites l'honneur de présider mon jury de thèse et d'être juge de ce travail. Je suis admiratif de vos connaissances tant chirurgicales que générales ainsi que de votre technicité chirurgicale. Merci pour votre proximité et votre disponibilité pour les internes. Votre implication dans la dynamique du service d'orthopédie de Nîmes est exemplaire. Au fil de ces journées de bloc opératoire et de consultations, vous m'avez transmis cette passion pour la chirurgie du rachis. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Philippe MAURY

Votre présence dans mon jury de thèse est un immense honneur. J'ai effectué mes premiers pas dans l'orthopédie à vos côtés et j'en garde un excellent souvenir. Votre rigueur au travail et votre dévouement auprès des patients marquent le respect. Merci de juger ce travail et soyez assuré, Monsieur, de mon profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur François CANOVAS

C'est un honneur pour moi de vous compter parmi les membres de mon jury de thèse. Votre réflexion et votre technique chirurgicale sont pour moi exemplaires. Je retiendrai la bonne ambiance qui règne dans votre service. Veuillez trouver, ici, l'expression de mon profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Bertrand COULET

Merci de me faire l'honneur de juger ce travail de thèse. Vous transmettez vos connaissances théoriques et pratiques dans la bonne humeur et je vous en remercie. Merci également pour votre implication dans la formation des internes d'orthopédie. Et soyez assuré, Monsieur, de mon profond respect.

A mon Maître et juge,

Monsieur le Professeur Jean-Marc VITAL,

Vous me faites l'honneur de traverser la France pour juger ce travail et je vous en remercie. Les six mois passés dans votre service n'ont fait que confirmer ma passion pour la chirurgie rachidienne. J'ai énormément appris à vos côtés et les journées passées avec vous au bloc opératoire resteront longtemps gravées dans ma mémoire. Ce que vous avez apporté à la chirurgie du rachis, pendant votre immense carrière, m'inspire la plus grande admiration. Votre gentillesse et votre savoir sont des exemples pour tous. Soyez assuré, Monsieur, de mon profond respect.

A ma famille et mes amis :

A **Marie**, mon amour, merci de ton soutien pendant ces longues et dures années d'internat. Je ne sais pas si j'y serais arrivé de la même manière sans toi à mes côtés et je ne pense pas que je pourrai me passer de toi aujourd'hui. Merci de m'avoir supporté tout ce temps et de me rendre heureux tous les jours. De nouveaux projets s'annoncent pour nous, je suis sûr que nous serons encore plus heureux dans le futur. Tu es la femme de ma vie, Je t'aime.

A **ma mère**, merci de tous les sacrifices que tu as faits et que tu continues de faire pour nous, je pense que tu peux être fière de nous quatre. Tu es la maman parfaite, toujours prête à tout pour nous. Merci aussi pour ton soutien constant pendant ces longues d'années d'études avec parfois des moments difficiles, tu trouves toujours les mots pour me reconforter. Tout cela n'aurait pas été possible sans toi. Je regrette de ne pas pouvoir rentrer plus souvent à la maison. Je t'aime.

A mon frère **Julien** : tu as réussi à former une famille formidable avec **Vanessa et Léna**, et vous le méritez, merci de ta disponibilité à chaque fois que nous en avons eu besoin, Arnaud ou moi.

A mon frère **Arnaud** : je pense que tu te plais dans ta nouvelle vie lyonnaise, merci pour cette complicité que nous avons et qui perdure malgré les années qui passent.

A ma sœur **Aurélie** : je suis heureux de te voir vivre ton histoire avec Fabrice, je te vois épanouie avec lui.

A ma nièce **Alison** : je suis content de te voir passionnée par ton métier et dans ce que tu fais en Bretagne ou à Tarbes, et je te souhaite bonne chance pour ton projet professionnel,

A ma belle-famille, **Marie-Antoinette, Dominique et Vincent** : merci pour votre gentillesse tous les jours. Merci également pour votre accueil sur Marseille, Londres, ou en Corse où une grande partie de cette thèse s'est écrite.

A mon cousin **Christopher** : pratiquement 30 ans d'amitié, je me souviens encore de ces après-midis passées à jouer dehors quand nous étions enfants. Une nouvelle vie commence pour toi avec **Mélissa et Amy**, je pense que vous n'en serez que plus heureux.

A mes oncles, tantes, cousins et cousines : **Marie-France, Jo, Martine, Denis, Fanny, Maxime, Daniel, Marie-Odile, Sonia, Jean-Luc, Orlane, Nathan, Jade** ... merci pour tous ces moments en famille passés dans la joie.

Alexandra, Hugo et Lia : Je vous remercie tous les deux de la confiance que vous m'avez accordée en me demandant d'être le parrain de votre princesse. Alex, malgré les années qui passent beaucoup trop vite et les kilomètres qui ont également augmentés entre nous, je te remercie d'avoir été là à chaque fois que j'en ai eu besoin et de l'écoute dont tu as fait preuve . A quand un nouveau voyage en Espagne improvisé ?

Ahmed : malgré l'éloignement, je n'oublierai jamais toutes ces soirées et ces vacances à écouter cette musique française pleine de poésie. Je soutiendrai toujours les mecs qui « rappent pour meubler l'appart de leur mère chez Roche-Bobois » et les fans de pizzas ...

Lauriane et Timothée : pas encore parents lorsque j'écris ces mots, ça ne saurait tarder. Vous êtes malheureusement partis trop loin et je regrette que l'on ne se voie pas plus souvent.

Romain et Charlotte : j'espère que vous serez heureux dans la nouvelle vie qui commence pour vous trois. Je n'ai aucun doute sur le bonheur que vous apporterez au petit **Marius**.

Victoria : voisins pendant l'externat, et même destination d'internat. J'espère que tu t'épanouiras professionnellement et surtout personnellement dans les années qui arrivent.

Justine D : le coup de téléphone pour avoir des renseignements sur les études de médecine remonte à pratiquement 11 ans ... nous avons fait tous les deux beaucoup de chemin depuis. Maintenant que tu es redescendue dans le sud, peut-être que l'on se croisera plus souvent, je te souhaite plein de bonheur avec **Jeff**.

Guillaume : pour ces années d'amitié et ce voyage mémorable à Miam.

A mes chefs :

Les Nîmois :

Au Docteur **Bernard MEGY** : merci pour ton implication dans l'autonomisation des internes en consultation ou au bloc opératoire, dommage que l'on ne t'ait vu que si peu opérer.

Au Docteur **Philippe MARCHAND** : Lucky Luke de la PTG, merci pour ton apprentissage dans ce qui reste ton domaine de prédilection : le genou ! Je te remercie également pour toutes ces paëllas mangées ensemble pendant les férias nîmoises et pour ces bons moments passés à l'hôpital mais surtout en dehors.

Au Docteur **Olivier MARES** : seul être humain pouvant être à deux endroits à la fois. La révolution de la chirurgie est en marche avec toi. Merci pour ton aide et ta disponibilité à toute heure, y compris en dehors du CHU. Et surtout un grand merci pour tous ces bons moments passés ensemble et pour votre accueil, à **Marie** et toi, et ce depuis les débuts.

Au Docteur **Nicolas CELLIER** : créateur de la race des « seigneurs », Grand-Duc de la Vaunage et je passe sur les autres titres de noblesse ... Merci pour tous ces bons moments passés au bloc ou en dehors. J'espère que tu resteras authentique comme tu l'es. Je sais que tu n'en avais pas envie, mais je suis heureux de terminer mon internat et impatient de continuer notre collaboration.

Au Docteur **Remy COULOMB** : plus que mon chef, tu es devenu un ami. Je te remercie pour toutes ces soirées plus ou moins improvisées et souvent très arrosées. Merci de réussir avec autant de facilité à nous transmettre ta passion pour la chirurgie orthopédique et notamment de la hanche. Je te souhaite bonne chance pour la grande carrière qui t'attend et pour la belle vie que vous êtes en train de construire avec **Alice et Louise**.

Au Docteur **Aymeric WEISS** : tu as été mon senior pendant 5 semestres soit la moitié de mon internat, et m'as fait aimer la chirurgie du rachis dès mon deuxième semestre. C'est toi qui m'as appris à faire des plâtres « bien moulés !!! » et je t'en remercie. Je te souhaite bonne chance pour tes projets de construction et je suis heureux de continuer notre collaboration dans le service.

Au Docteur **Bastien NOUGAREDE** : merci pour ta patience au bloc opératoire et en dehors. Je suis heureux d'avoir passé un réveillon du nouvel-an avec toi, au bloc opératoire. Bonne chance pour la carrière qui t'attend.

Au Docteur **Régis GAMAIN** : merci pour toutes les gentilles petites choses que nous as transmises.

Au Docteur **Éric WOLF** : déçu à l'idée de ne plus travailler ensemble après 4 semestres, je n'ai aucune crainte concernant la carrière qui t'attend, au vu de ton professionnalisme et ta recherche constante de la perfection.

Les Montpelliérains :

Monsieur le Professeur Michel CHAMMAS : Je vous remercie pour l'accueil dont vous avez fait preuve, dans votre service, pour mon dernier semestre d'internat. Votre rigueur et votre technicité chirurgicales sont indéniables.

Monsieur le Professeur Jérôme COTTALORDA : je vous remercie pour votre apprentissage de la chirurgie pédiatrique et votre gentillesse.

Au Docteur **Djamel LOUAHEM :** « je te pris de me croire » que sans toi l'orthopédie pédiatrique Montpelliéraine serait bien différente, merci de nous transmettre chaque jour cette passion qui t'anime.

Au Docteur **Patrick FAURE :** philosophe de l'orthopédie montpelliéraine, merci de nous transmettre toute ta science chirurgicale et autre, même à ceux qui ne seront pas chefs à Montpellier.

Au Docteur **Mazen HAMOUI :** Merci pour ta bonne humeur constante et ta patience avec les internes. Tu resteras pour moi l'un des plus brillants orthopédistes que j'ai rencontré pendant mon internat.

Au Docteur **Cyril LAZERGES :** merci pour ton expertise dans la chirurgie du membre supérieur. Je regrette de n'avoir pas pu faire plus de blocs opératoires avec toi.

Au Docteur **Marion DELPONT :** merci pour ton apprentissage de la chirurgie pédiatrique. Je te souhaite bon courage pour la grande carrière qui t'attend.

Au Docteur **Florent GAILLARD,** qui m'a fait poser ma première prothèse.

Au Docteur **Louis DAGNAUX,** l'américain.

Au Docteur **Etienne MAURY,** merci pour ta cotis' à l'internat.

Au Docteur **Lamine CHADLI,** amateur de « gamos ».

Au Docteur **Alexandre DAUMILLARE,** co-marseillais et grand créateur de playlist.

Au Docteur **Pauline JOLY,** relève de l'orthopédie pédiatrique.

Au Docteur **Lionel TAYEB,** l'homme qui ne stresse jamais, merci pour ton calme légendaire durant ces deux mois en ta compagnie.

Au Docteur **Benjamin DEGEORGE,** dernier chef de mon internat, grand amateur des crêpes de « Kreisker » ; avec toi, j'ai appris à opérer dans le calme, merci pour tous ces bons moments qui m'ont aidé pendant la rédaction de cette thèse.

Au Docteur **Julien BOURLEZ**, co-interne de mon premier semestre, les plus gros peccs de l'orthopédie.

Au Docteur **Leo CHICHE**, à croire que ce prénom prédomine au sport de glisse.

Au Docteur **Charline GARCON**, la plus nîmoise des montpelliéraines.

Au Docteur **Leonard DUPORTE**, merci pour cette soirée de fin de semestre chez toi, soirée d'anthologie ...

Les Bordelais :

Monsieur le Professeur Olivier GILLE : Merci de votre accueil pendant ces 6 mois d'interchu. Votre technicité et votre rapidité au bloc opératoire m'impressionneront toujours. Je garde un excellent souvenir de mon semestre Bordelais.

Monsieur le Professeur Vincent POINTILLARD : Je regrette de n'avoir fait que si peu de rachis cervicaux avec vous, mais j'en ai vu assez pour me rendre compte de votre extraordinaire talent, merci pour votre gentillesse et votre accessibilité.

Au Docteur **Louis BOISSIERE** : aussi gentil que doué, ce fut un véritable plaisir de travailler avec toi.

Au Docteur **Camille DAMADE** : merci de ta confiance pendant ce semestre et surtout merci pour ta gentillesse et ta simplicité.

Au Docteur **Jean-Etienne CASTELAIN** : grand chirurgien par la taille et le talent.

Au Docteur **Ibrahim OBEID**, au Docteur **Soufiane GHAILANE**, et enfin au Docteur **Marion PETIT**.

Les « installés »,

Au Docteur **Jean-Sébastien KARP** : chirurgien de l'extrême pendant ton poste à Nîmes, j'espère que ta patientèle est plus simple maintenant. Merci pour les coups de boule stériles au bloc et surtout pour tous ces bons moments passés en dehors de l'hôpital.

Au Docteur **Martin GRAU ORTIZ** : premier chirurgien du rachis que j'ai rencontré pendant mon internat, j'ai encore la fiche EMC sur l'ALIF que tu m'avais envoyée.

Au Docteur **François LOZACH** : j'étais un peu jeune à l'époque pour me rendre compte de la folie qui t'habitait, tu resteras cependant un exemple de gentillesse, merci pour ta patiente.

Au Docteur **Thibault RODRIGUEZ** : grand fan des autocollants Panini.

A ceux que j'ai moins côtoyé,

Le Docteur **Geert Alexander BUIZJE**, le Docteur **Clément GRANIER**, le Docteur **Clément JEANDEL**, le Docteur **Iskander DJERBI**, le Docteur **Julien ANDRIN**, le Docteur **Jennifer SORET**, le Docteur **Adriano TOFFOLI**, le Docteur **Philippe TEISSIER**, le Docteur **Alexandre DHENIN**, le Docteur **Philippe DUCHEMIN**.

A mes co-internes de Nîmes et Montpellier :

A **Inès**, pour son rire si peu communicatif et tellement difficile à entendre, je te souhaite le meilleur pour ta vie parisienne.

A **Camille S**, plus grande maman de l'orthopédie (je dirais 1m85), bon courage pour les années qui arrivent.

A **François**, Ty, partenaire 4 semestres sur les 10, c'est un plaisir de te compter parmi mes amis et de faire ce pot de thèse ensemble. C'est toujours un régal de te voir remettre tes lunettes. Je suis aussi heureux que l'on poursuive cette aventure ensemble pour les deux ans qui arrivent.

A **Stan**, futur co-chef rachiologue, je me languis d'opérer à tes côtés et de faire évoluer la chirurgie du rachis à Nîmes ensemble.

A **Alexandre**, pour notre collaboration pendant les années qui arrivent.

A **Leo**, partenaire de l'un de mes meilleurs semestres, j'espère que nous travaillerons ensemble les bonnes relations Montpellier-Nîmes.

A **Rémy**, l'homme le plus prévoyant de l'orthopédie, je suis heureux d'avoir pu faire ce dernier semestre avec toi.

A **Valentin**, à mon avis « le véritable meilleur d'entre nous », plus qu'un collègue, tu es devenu un ami. Aussi mélomane que bon chirurgien, je me languis ton retour en terre nîmoise, merci encore de m'avoir offert un toit pendant ces astreintes épuisantes.

A **Salomé**, qui finalement n'est pas si grosse que ça ... mais quand même un peu.

A **Édouard**, et ses présentations de staff passionnées, merci de nous transmettre ton admiration pour la chirurgie du membre supérieur.

A **Pierre-Emmanuel**, futur grand Professeur, j'espère que tu seras quand même meilleur chirurgien qu'humoriste.

A **Paul**, pour ton sens de l'humour que j'ai du mal à comprendre.

A **Emilien**, pionnier dans le pilotage de trottinette.

A **Tom**, n'hésite pas à traverser le Vidourle si tu continues à avoir mal au dos.

A **Guillaume**, prêt à donner de sa personne pour financer l'internat.

A **Aurélié**, pour sa féminité et sa pudeur.

A **Julie**, fraîcheur et brise légère du matin, surtout en sortant de garde, toujours pleine de mots doux et de poésie, ça a été un véritable plaisir de travailler avec toi.

A **Mathilde**, je vais essayer de m'énerver plus souvent pour te faire plaisir.

A **Manuel**, félicitations pour ton parcours et ta persévérance.

A **Olivier**, préviens-moi quand tu feras ta confirmation.

A **Jeff**, le mec le plus « tranquille » de l'orthopédie.

A **Lisa**, le petit lapin des îles, toujours souriante, je t'attends avec Valentin.

A **Romain**, quel dommage de ne pas te voir avec les griffes sorties à l'internat pendant ton semestre de chef.

A **Elias**, parce que débiter son internat chez Le Padre est la marque des plus grand.

A **Lara, Sarah et Camille N** que je connais moins.

Et D'ailleurs :

A **Simon**, merci pour ton accueil pendant ces 6 mois, si tu passes près de Nîmes n'hésite pas à t'y arrêter.

A **Jean-Gabriel**, pour ses vestes de toutes les couleurs et ses présentations de 20 minutes pour un canal carpien.

A **Arthur**, pour son rire communicatif et en hommage à sa paire de chaussures qui n'aura fait que la soirée blanche.

A **Hachem**, ça a été un véritable plaisir de partager ces années d'internat avec toi.

A **Elyes**, partenaire de DU, ne t'inquiète pas si je te redemande de me reprendre un bloc pendant mon sommeil ... ; c'est toujours un plaisir de vous revoir, toi et **Mai**.

A **Malek**, le tunisien le plus bavard de France.

A **Oussama**, pour ses blagues pas si drôles que ça.

A **Hamid**, je suis heureux que l'on continue à travailler ensemble.

A **Haitham, Sami, Tariq et Najib**.

Aux secrétaires : **Justine**, l'ex-handballeuse « professionnelle » et pour ma première consultation ; **Mireille**, sans qui cette thèse n'aurait pas été possible, merci encore ; **Agnès**, véritable maman de l'orthopédie nîmoise, **Rim**, toujours au courant de tout, **Valérie, Sandrine, Aurélie, Ka-Bao, Laurie, Vanessa, Fanny et Virginie**, pour les programmations, les rendez-vous après les gardes et les CMI, même si vous êtes payés pour ça ...

Aux infirmier(e)s des services d'orthopédie : **Manu**, reine des pansements et des VACs ; **Emma** et ses lunettes ; **Julie**, pour tous les cafés que tu m'as offerts ; **Patricia, Franck, les deux Mélanies, Romuald, Julia, Nathalie, Laura, Fanny, Angélique, Christophe, Alexia, Floriane, Claire, Thaïs, Aurélie**,

Aux infirmier(e)s des blocs opératoires : **Yaya, Bruno, Nicole, Valérie, Audrey, Émeline, Mélodie, Marie-Christine, Lydia, Annaïck, Aurore, Aubéry, Manu, David Gaz, Arnaud, Céline, Julie B** et son malinois, **Jean-Pierre, Sylvette, Anthony, Pierre, Céline**,

TABLE DES MATIERES

1	LISTE DES FIGURES :.....	24
2	LISTE DES TABLEAUX :.....	26
3	IMPLICATIONS MEDICO-ECONOMIQUES :.....	27
4	RAPPELS ANATOMIQUES :	29
4.1	Embryologie :.....	29
4.2	Anatomie fonctionnelle du segment mobile rachidien (SMR) :.....	30
4.2.1	Définition du segment mobile rachidien :.....	30
4.2.2	Mobilité segmentaire et centre moyen de rotation :.....	31
4.2.2.1	Mobilité segmentaire :.....	31
4.2.2.2	Centres moyens de rotation (CMR) :.....	33
5	PHYSIOPATHOLOGIE DE LA DEGENERESCENCE DU RACHIS LOMBAIRE :	34
5.1	Disque intervertébral :.....	34
5.2	Corps vertébraux :	36
6	BILAN CLINIQUE DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :	37
6.1	Évaluation Quantitative : scores algo-fonctionnels :.....	37
6.1.1	EVA 2 (33,34) :.....	37
6.1.2	Oswestry Disability Index (ODI) (35–37) :.....	37
6.1.3	Le 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36) (38–40) :.....	38
6.1.4	Le Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) (41,42):.....	38
6.2	Évaluation Qualitative : signes orientant vers une origine discale ou facettaire :.....	39
6.2.1	Étiologies discales :.....	39
6.2.2	Étiologies facettaires :	40
7	BILAN D’IMAGERIE DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :.....	43
7.1	Évaluation étiologique.....	43

7.1.1	Radiographie standard	43
7.1.1.1	Signes orientant vers une origine discale de la lombalgie :	43
7.1.1.2	Signes orientant vers une origine facettaire de la lombalgie :	43
7.1.2	Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) :	44
7.1.3	Scintigraphie osseuse couplée au scanner :	45
7.2	Discopathie et posture : alignement sagittal.....	47
7.2.1	Rappel des paramètres pelviens	47
7.2.1.1	L'incidence pelvienne :	47
7.2.1.2	La version pelvienne (83) :	47
7.2.1.3	La pente sacrée (83) :	47
7.2.2	Rappel des paramètres rachidiens :	48
7.2.2.1	Lordose lombaire :	48
7.2.2.2	Cyphose thoracique :	48
7.2.2.3	Types de dos de Roussouly :	49
7.2.2.4	Sagittal Vertical Axis (SVA) :	50
7.2.3	Logiciel KEOPS™ :	51
7.2.4	Relation clinique et thérapeutique :	53
7.2.4.1	Relation Clinique :	53
7.2.4.2	Incidence thérapeutique.....	55
8	TRAITEMENT MEDICAL DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :	57
9	CHIRURGIE DE LA DEGENERESCENCE DISCALE SYMPTOMATIQUE : CONCEPTS ET PRINCIPES,.....	59
9.1	Types de chirurgie possibles dans la dégénérescence discale :	59
9.1.1	La fusion = l'arthrodèse intervertébrale	59
9.1.2	La conservation de la mobilité = la prothèse discale	60
9.2	Techniques chirurgicales pour ALIF et prothèse discale réalisées dans ce travail	62
9.2.1	La voie d'abord :	62
9.2.2	Les types d'implants :	66
9.2.2.1	Implants utilisés pour l'ALIF et technique :	66
9.2.2.2	Implants utilisés pour le remplacement prothétique et technique :	69
9.3	Quels sont les risques attendus per-opérateurs directs :	72
9.3.1	Liés à la voie d'abord :	72
9.3.1.1	Complications vasculaires :	72

9.3.1.2	Éjaculation rétrograde	73
9.3.1.3	Complications neurologiques :	74
9.3.1.4	Complications digestives :	74
9.3.1.5	Complications urologiques :	75
9.3.2	Complications spécifiques de l'ALIF :	75
9.3.3	Complications spécifiques de la prothèse discale :	76
9.3.4	Syndrome Adjacent (ASD) :	77

ETUDE

1	INTRODUCTION	80
2	HYPOTHESE ET OBJECTIFS PRINCIPAL ET SECONDAIRES	80
3	MATERIEL ET METHODE	80
3.1	Population étudiée :	81
3.2	Méthode :	81
3.3	Technique opératoire :	82
3.4	Implants :	82
3.5	Consignes post opératoires et suivi.....	83
3.6	Analyse statistique :	83
4	RESULTATS :	83
4.1	Population étudiée :	83
4.1.1	Sexe :	84
4.1.2	Age :	85
4.1.3	Niveaux.....	85
4.1.4	Taille, poids et Indice de Masse Corporelle (IMC) :	85
4.1.5	Scores algofonctionnels.....	86
4.1.6	Paramètres radiologiques :	86
4.2	Résultats cliniques :	90

4.2.1	Échantillon complet :	90
4.2.2	Groupe PDL :	90
4.2.3	Groupe ALIF :	91
4.2.4	ALIF versus PDL:	92
4.2.4.1	Général :	92
4.2.4.2	Selon le type de dos :	93
4.2.4.3	Selon le niveau :	95
4.3	Résultats radiologiques :	96
4.3.1	Échantillon complet :	96
4.3.2	Groupe PDL :	97
4.3.3	Groupe ALIF :	97
4.3.4	ALIF versus PDL :	98
4.3.4.1	Général :	98
4.3.4.2	Selon le type de dos :	99
4.3.4.3	Selon le niveau :	101
5	DISCUSSION	102
5.1	Analyse de la population étudiée :	102
5.2	Analyse des résultats cliniques :	102
5.2.1	Douleurs : EVA 2.....	102
5.2.2	Qualité de vie : SF-36.....	103
5.2.3	Score fonctionnel : Oswestry Disability Index :	104
5.3	Analyse des résultats radiologiques :	104
5.3.1	Lordose segmentaire du niveau opéré :	104
5.3.2	Influence sur l'alignement sagittal	105
5.3.2.1	Paramètres pelviens :	105
5.3.2.2	Paramètres rachidiens	106
5.4	Points forts et Limites de l'étude	106
5.4.1	Points forts :	106
5.4.2	Limites :	107
6	CONCLUSION	107
7	BIBLIOGRAPHIE :	109

8	ANNEXES	125
8.1	Score d'oswestry.....	125
8.2	Score SF-36	128
8.3	Score FABQ.....	132

1 LISTE DES FIGURES :

FIGURE 1 : STRUCTURES OSTEO-LIGAMENTAIRES COMPOSANT LE SMR	30
FIGURE 2 : LE DISQUE INTERVERTEBRAL (16).....	31
FIGURE 3 : MOBILITES EN FLEXION-EXTENSION RETROUVEES PAR DOVRAK ET AL.	32
FIGURE 4 : MOBILITES EN INCLINAISON LATERALE RETROUVEES PAR DOVRAK ET AL.	32
FIGURE 5 : LOCALISATION DU CMR LORS DU MOUVEMENT DE FLEXION DEPUIS L'EXTENSION (24)	33
FIGURE 6 : VARIATION DE LA STRUCTURE DU DISQUE EN FONCTION DE L'AGE (28)	35
FIGURE 7 : COMPOSITION DU SCORE SF-36 (39)	38
FIGURE 8 : DISCOPATHIE L1-L2 SUR SCINTIGRAPHIE OSSEUSE COUPLEE AU SCANNER (82)	46
FIGURE 9 : PARAMETRES PELVIENS DECRIT PAR DUVAL-BEAUPERE (83).....	48
FIGURE 10 : PARAMETRES RACHIDIENS	49
FIGURE 11 : TYPES DE DOS SELON ROUSSOULY (89).....	50
FIGURE 12 : LA SVA.....	51
FIGURE 13 : RECONSTRUCTION A L'AIDE DU LOGICIEL KEOPS™	52
FIGURE 14 : EXEMPLE DES PARAMETRES SPINOPELVIENS DANS KEOPS™	53
FIGURE 15 : ABORDS CHIRURGICAUX DU RACHIS LOMBAIRE POUR FUSION INTERVERTEBRALE (109)	60
FIGURE 16 : « FRENCH POSITION » POUR VOIE D'ABORD ANTERIEURE DU RACHIS LOMBAIRE (121)	63
FIGURE 17 : ECARTEUR SYNFRAME™ DU LABORATOIRE SYNTHES®	64
FIGURE 18 : REPRESENTATION DE L'AVANCE DANS L'ESPACE RETRO-PERITONEAL (125)	64
FIGURE 19 : REPRESENTATION DE L'ESPACE DE TRAVAIL AU NIVEAU DU DISQUE L4-L5 (125)	65
FIGURE 20 : EXPOSITION DU DISQUE L5-S1 EN RECLINANT LES VAISSEAUX	65
FIGURE 21 : EXPOSITION DU DISQUE L4-L5 EN RECLINANT LES VAISSEAUX	66
FIGURE 22 : CAGE SYNFIX-LR SYSTEM™ DU LABORATOIRE DEPUY-SYNTHES®	67
FIGURE 23 : RADIOGRAPHIE DE CAGE SYNFIX-LR SYSTEM™	67
FIGURE 24 : ENSEMBLE DIFFERENTES POSSIBILITES DE CAGE DISPONIBLES.....	68
FIGURE 25 : PROTHESE PRODISC-L™ DU LABORATOIRE DEPUY-SYNTHES®	69
FIGURE 26 : VOLANT DE MOBILITE DE LA PROTHESE PRODISC-L™ (130).....	70
FIGURE 27 : ENSEMBLE DIFFERENTES POSSIBILITES DE PROTHESE DISCALE LOMBAIRE DISPONIBLES	71
FIGURE 28 : RADIOGRAPHIE DE PROTHESE PRODISC-L™	71
FIGURE 29 : ANATOMIE VEINEUSE EN REGARD DU RACHIS LOMBO-SACREE (121)	73
FIGURE 30 : DIAGRAMME DE FLUX DES PATIENTS.....	84
FIGURE 31 : REPARTITION DES NIVEAUX DANS CHAQUE GROUPE.....	85
FIGURE 32 : IMC, TAILLE ET POIDS MOYEN DANS CHAQUE GROUPE.....	86
FIGURE 33 : REPARTITION DES GROUPES EN FONCTION DES TYPES DOS DE ROUSSOULY.....	87
FIGURE 34 : MODIFICATION DES SCORES CHEZ L'ENSEMBLE DES PATIENTS	90
FIGURE 35 : MODIFICATION DES SCORES DANS LE GROUPE PROTHESES DISCALES.....	91

FIGURE 36 : MODIFICATION DES SCORES DANS LE GROUPE ALIF.....	92
FIGURE 37 : MODIFICATION DES PARAMETRES RADIOLOGIQUES CHEZ L'ENSEMBLE DES PATIENTS	96
FIGURE 38 : MODIFICATION DES PARAMETRES RADIOLOGIQUES DANS LE GROUPE PROTHESES DISCALES.....	97
FIGURE 39 : MODIFICATION DES PARAMETRES RADIOLOGIQUES DANS LE GROUPE ALIF.....	98

2 LISTE DES TABLEAUX :

TABLEAU 1 : CLASSIFICATION DE MODIC (65)	45
TABLEAU 2 : TYPES DE PROTHESES AUTORISEES EN FRANCE PAR L'HAS	62
TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES CLINIQUES PRE-OPERATOIRES DES PATIENTS INCLUS	88
TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES RADIOLOGIQUES PRE-OPERATOIRES DES PATIENTS INCLUS	89
TABLEAU 5 : SCORES POST-OPERATOIRES DES PATIENTS.....	93
TABLEAU 6 : SCORES ALGOFONCTIONNELS POST-OPERATOIRES DES PATIENTS SELON LEUR TYPE DE DOS PRE-OPERATOIRE	94
TABLEAU 7 : SCORES ALGOFONCTIONNELS POST-OPERATOIRE DES PATIENTS SELON LE NIVEAU OPERE.....	95
TABLEAU 8 : PARAMETRES RADIOLOGIQUES POST-OPERATOIRES DES PATIENTS.....	99
TABLEAU 9 : PARAMETRES RADIOLOGIQUES POST-OPERATOIRES DES PATIENTS SELON LEUR TYPE DE DOS PRE-OPERATOIRE	100
TABLEAU 10 : PARAMETRES RADIOLOGIQUES POST-OPERATOIRES DES PATIENTS SELON LE NIVEAU OPERE	101

3 IMPLICATIONS MEDICO-ECONOMIQUES :

La prise en charge de la lombalgie chronique est un problème de santé publique majeur en France et dans le monde touchant aussi bien les pays développés que ceux en voie de développement (1).

Hoy et al. (2) ont montré dans leur méta-analyse une prévalence ponctuelle mondiale de l'ordre de 11,9% +/- 2% et une prévalence sur un mois de 23,2% +/- 2,9% entre 1980 et 2009. La lombalgie chronique est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes (respectivement 70,3 ‰ et 53,7 ‰) et représente le premier trouble musculo-squelettique chez les personnes jeunes et d'âge moyen (3). Du fait du vieillissement global de la population mondiale, sa prévalence ne devrait faire qu'augmenter (2). Les coûts direct et indirect générés par cette pathologie sont importants, représentant respectivement uniquement 14,5 % contre 85,5 % des coût totaux (4). En se basant sur l'étude de Luo et al. (5) qui estiment à 90,7 milliards de dollars les dépenses directes liées à la lombalgie, le coût total pour les États-Unis pourrait alors s'élever à 624,8 milliards de dollars.

Le coût sociétal reste cependant difficile à calculer. Dagenais et al. (4) ont retrouvé des variations importantes non seulement entre les pays, mais également à travers différentes études, au sein d'un même pays. La part inhérente à la dégénérescence discale est fréquente et intriquée à ce contexte de lombalgie chronique.

La problématique est d'identifier le caractère discogène d'une lombalgie, soit une douleur directement liée à la dégénérescence discale qui devient alors la cible d'intérêt de la stratégie thérapeutique.

Celle-ci se veut être médicale dans la majorité des cas et basée sur une prise en charge transversale intégrant la rééducation, le traitement de la douleur et l'évaluation globale notamment psychosociale du patient. En cas d'échec du traitement médical bien conduit, une solution chirurgicale peut être envisagée et proposée au patient.

Le gold-standard du traitement chirurgical reste l'arthrodèse, qui a pour objectif de faire fusionner les vertèbres adjacentes au disque identifié comme la cause de la symptomatologie. L'objectif est de diminuer les contraintes mécaniques, non supportées par le disque en faillite, source de douleurs.

Cette fusion réalisée par voie postérieure ou antérieure est souvent associée à la mise en place d'une cage inter-somatique, soit isolée par voie antérieure (ALIF ou Anterior Lumbar Intersomatique Fusion), soit associée à une instrumentation par voie postérieure.

Cette fusion est suspecte de provoquer des pics de contraintes sur les disques adjacents et de ce fait de participer à l'accélération du vieillissement discal et sa faillite.

Le concept de prothèse discale lombaire est plus récent. Elle a pour vertu de respecter voire redonner de la mobilité à l'espace discal opéré. Le disque est alors remplacé non pas par une cage, mais par deux plateaux indépendants qui peuvent se mobiliser l'un par rapport à l'autre. De nombreux concepts différents ont été proposés et mis sur le marché. Le concept « ball and socket » est le plus utilisé sur le principe d'une prothèse semi-contrainte.

Son développement récent au niveau lombaire est probablement lié à l'épargne souhaitée de la dégradation des disques adjacents. En effet, le fait de garder un certain degré de mobilité diminuerait le risque de syndrome adjacent.

En France, la pose de prothèse discale est très réglementée. Seules 4 prothèses discales lombaires peuvent être posées (6). Trois d'entre elles sont issues du concept « ball and socket » : la Maveric™(7) du laboratoire Medtronic®, la Mobidisc-L™(8) du laboratoire LDR® de ZIMMER®, la Prodisc-L™(9) du laboratoire Synthes®. Seule la LP-ESP II™(10) du laboratoire FH Orthopedics® est une prothèse monobloc dite non contrainte.

Nous avons donc évalué cliniquement et radiologiquement de façon comparative avec plus de trois ans de recul, l'évolution de patients opérés d'une prothèse discale lombaire ou d'une arthroèse par voie antérieure.

4 RAPPELS ANATOMIQUES :

4.1 Embryologie :

Le développement de la colonne vertébrale se fait dès les premières semaines de vie intra-utérine. Des structures de l'axe rachidien se développent à partir du 20^{ème} jour après la fécondation et sont issues du mésoderme para-axial : les somites (11–13). Ces derniers se développent par paires, de part et d'autre du tube neural et de crânial en caudal sur l'embryon. 37 paires de somites sont ainsi formées : les 4 premières paires forment l'occiput, les 8 suivantes le rachis cervical, les 12 suivantes le rachis thoracique, de la 25^{ème} à la 29^{ème} paires se forme le rachis lombaire, les 5 suivantes le sacrum et les 3 dernières le coccyx.

Durant leur maturation, les somites se dissocient alors selon un axe antéro-postérieur : ils forment le sclérotome en ventral, le myotome au niveau intermédiaire et le dermatome au niveau dorsal. Le rachis se développe à partir du sclérotome. Ce dernier permet également la formation de l'ensemble des tissus méningés rachidiens et des ligaments intervertébraux.

Les somites se segmentent alors en deux, de manière à ce que chaque vertèbre soit formée de deux hémi-somites : la partie caudale du somite proximal et la partie crâniale du somite distal.

L'annulus fibrosus du disque intervertébral se développe à partir d'un seul somite et les cellules du notochorde disparaissent progressivement pour n'être présentes qu'au niveau du nucleus pulposus à la naissance (14).

La chondrification des ébauches vertébrales débute avant la 8^{ème} semaine de développement (11). Avant la naissance, 3 points d'ossification initiaux se développent au niveau de chaque vertèbre (12). Le premier donnera le futur corps vertébral, en avant du canal vertébral. Les deux autres se développent en arrière et formeront chacun un pédicule et un hémi-arc postérieur. Après la naissance, d'autres centres d'ossification au niveau des arcs postérieurs se forment.

La croissance du rachis se termine entre la 18^{ème} et la 25^{ème} année avec la fin d'ossification des cartilages de croissance. Un pic de croissance apparaît avec la puberté, soit 13 ans chez le garçon et 11 ans chez la fille en moyenne (15)

4.2 Anatomie fonctionnelle du segment mobile rachidien (SMR) :

4.2.1 Définition du segment mobile rachidien :

Le disque intervertébral entre dans la composition du SMR, qui correspond à un ensemble de structures qui permet la mobilité des vertèbres entre elles. Les ligaments longitudinaux antérieurs et postérieurs, le ligament jaune, les ligaments inter-transversaires ou les ligaments inter-épineux et supra-épineux sont d'autres constituants du SMR. Les articulations zygapophysaires et les capsules articulaires viennent compléter cet ensemble.

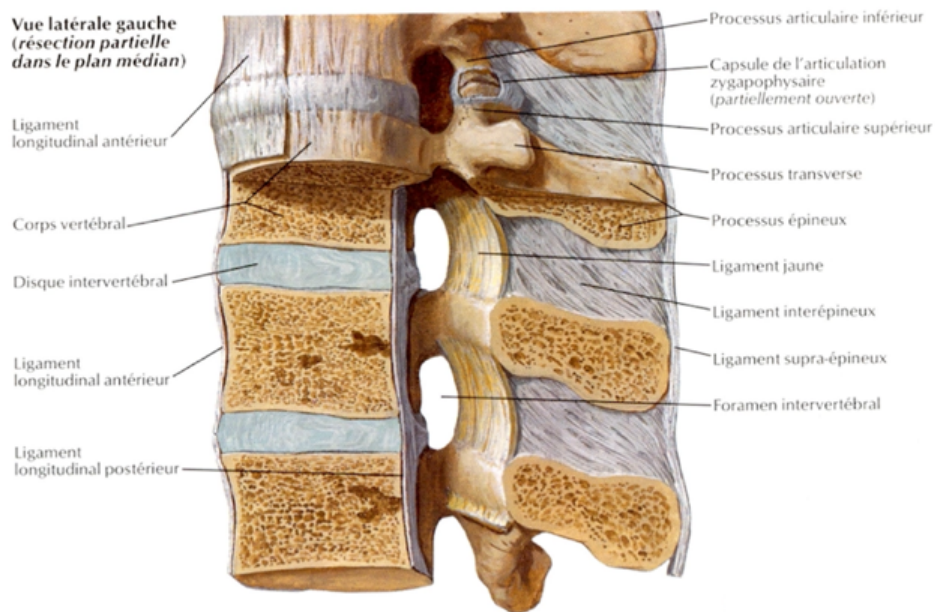


Figure 1 : structures ostéo-ligamentaires composant le SMR

Le disque intervertébral est constitué de deux parties : en périphérie l'annulus fibrosus et au centre le nucleus pulposus (16).

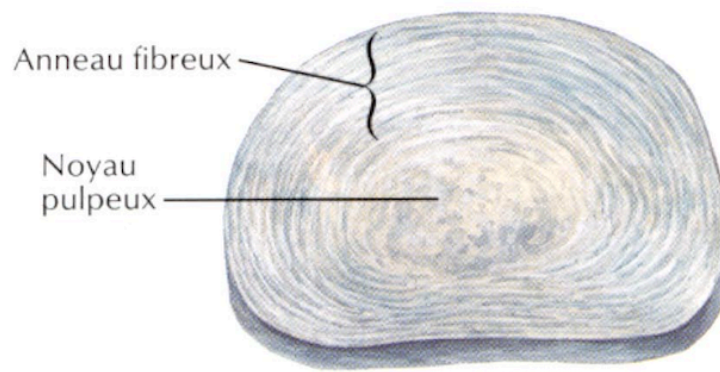


Figure 2 : le disque intervertébral (16)

Il a une forme de lentille biconvexe et est séparé des corps vertébraux par le cartilage hyalin des plateaux et par le fibrocartilage. Le nucleus pulposus est une masse fluide, principalement composée d'eau chez le sujet jeune. Il se déforme sous l'effet des contraintes extérieures au disque. L'annulus fibrosus est composé par plusieurs lamelles de fibre de collagène. Les fibres de collagène de chaque lamelle sont obliques avec une position alternée entre chaque lamelle pour augmenter la résistance biomécanique du disque.

4.2.2 Mobilité segmentaire et centre moyen de rotation :

4.2.2.1 Mobilité segmentaire :

Le disque intervertébral présente 6 degrés de liberté (17) :

- 3 en rotation : flexion-extension, inclinaison latérale et rotation axiale ;
- 3 en translation : antéro-postérieure, transversale et cranio-caudale.

Plusieurs études ont alors voulu caractériser les degrés de mobilité intervertébrale physiologiques au niveau du rachis lombaire. Certaines faites in vitro (18–20), d'autres in vivo (21–23), à partir de radiographies dynamiques réalisées chez des sujets volontaires sains ou lombalgiques. L'ensemble de la littérature s'accorde sur le fait que la mobilité en flexion-extension du rachis lombaire prédomine au niveau du rachis lombaire bas (L4-L5 et L5-S1).

Hayes et al. (23) retrouvent des mobilités en flexion-extension variant de 7 à 14 degrés chez des patients asymptomatiques. L'amplitude de l'inclinaison latérale serait maximale au niveau L2-L3 et minimale au niveau L1-L2 d'après une étude cadavérique (20). La rotation axiale des vertèbres lombaires est équivalente entre tous les niveaux, mise à part la jonction lombo-sacrée du fait de la stabilisation ligamentaire que l'on retrouve en L5-S1.

Dovrák et al. (22) ont étudié les mobilités des différents niveaux du rachis lombaire en flexion-extension, et inclinaison latérale chez 41 adultes sains.

<i>Level</i>	<i>Avg</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Rotations (°) around x-axis</i>				
L1-2	11.9	2.27	8.6	17.9
L2-3	14.5	2.29	9.5	19.1
L3-4	15.3	2.04	11.9	21.0
L4-5	18.2	2.99	11.6	25.6
L5-Sacrum	17.0	4.33	6.3	23.7

Figure 3 : mobilités en flexion-extension retrouvées par Dovrák et al.

<i>Level</i>	<i>Avg</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Rotations (°) around z-axis</i>				
T12-L1	7.9	2.78	2.5	14.2
L1-2	10.4	2.71	4.4	16.9
L2-3	12.4	3.38	3.2	21.2
L3-4	12.4	4.33	0.3	19.8
L4-5	9.5	4.91	0.5	17.6
L5-Sacrum	5.1			

Figure 4 : mobilités en inclinaison latérale retrouvées par Dovrák et al.

Si aucune corrélation n'a été faite avec la taille ou le poids des patients, Coyle et al. (21) ont prouvé une diminution de la mobilité chez les patients âgés lombalgiques chroniques.

4.2.2.2 Centres moyens de rotation (CMR) :

Le CMR, aussi appelé centrode, correspond à la somme des centres instantanés de rotation d'une vertèbre sous-jacente par rapport à la vertèbre sus-jacente. Il varie d'un individu à l'autre et en fonction du niveau chez le même sujet. La présence d'une dégénérescence discale ou articulaire peut également entraîner une variation (24–26).

Le centrode décrit une forme elliptique située sur le tiers postérieur du plateau vertébral supérieur de la vertèbre sous-jacente.

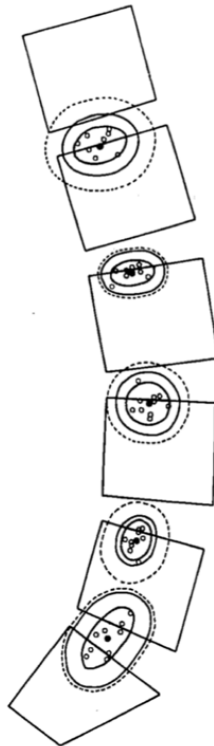


Figure 5 : localisation du CMR lors du mouvement de flexion depuis l'extension (24)

Tournier et al. (27) ont démontré que la location du CMR des prothèses discales aux niveaux L4-L5 et L5-S1 n'a pas d'influence sur la restauration de la mobilité en flexion-extension.

5 PHYSIOPATHOLOGIE DE LA DEGENERESCENCE DU RACHIS

LOMBAIRE :

La dégénérescence des tissus est un processus physiologique lié au vieillissement du corps humain. Il s'agit d'un processus biologique qui affecte les cellules jusqu'au niveau moléculaire, avec des répercussions sur les tissus et les organes du corps humain. Tous les individus ne sont pas affectés au même degré et sur les mêmes organes par le vieillissement tissulaire, plusieurs facteurs entrent en jeu, notamment génétiques et environnementaux. Au niveau tissulaire, les modifications causées par le vieillissement n'affectent pas tous les organes de la même façon : la différence des contraintes mécaniques entre les articulations des membres supérieures et celles des membres inférieurs fait que l'arthrose provoquée par l'usure du cartilage est plus symptomatique au niveau des genoux ou des hanches. Au niveau rachidien, le vieillissement que l'on peut qualifier de pathologique affecte principalement les disques intervertébraux et les surfaces articulaires postérieures.

5.1 Disque intervertébral :

Le disque intervertébral embryonnaire et chez le nourrisson est un tissu richement hydraté. Le nucleus pulposus est principalement composé d'eau, de protéoglycanes et de cellules dites notochordales (14). Ces cellules sont progressivement remplacées par des cellules mésenchymateuses ressemblant à des chondrocytes. La proportion de protéoglycanes dans le nucleus, quant à elle, augmente avec l'âge. L'annulus fibrosus est principalement formé de molécules de collagène et de fibroblastes (28). Le disque intervertébral reste l'un des tissus de l'organisme le plus pauvre en cellules avec une densité dans le nucleus de 4×10^6 cellules/cm³ et de 9×10^6 cellules/cm³ dans l'annulus.

La teneur en eau et en protéoglycanes du disque augmente à mesure que l'on progresse de l'annulus fibrosus vers le nucleus pulposus. A l'inverse, la teneur en collagène diminue des couches externes de l'annulus fibrosus vers le nucleus pulposus (28).

Un équilibre se fait entre protéoglycanes et fibres collagéniques : les protéoglycanes permettent de maintenir une pression de gonflement nécessaire en ayant un effet hydrophile et donc en retenant l'eau ; à l'inverse le collagène permet une résistance à cette pression de gonflement.

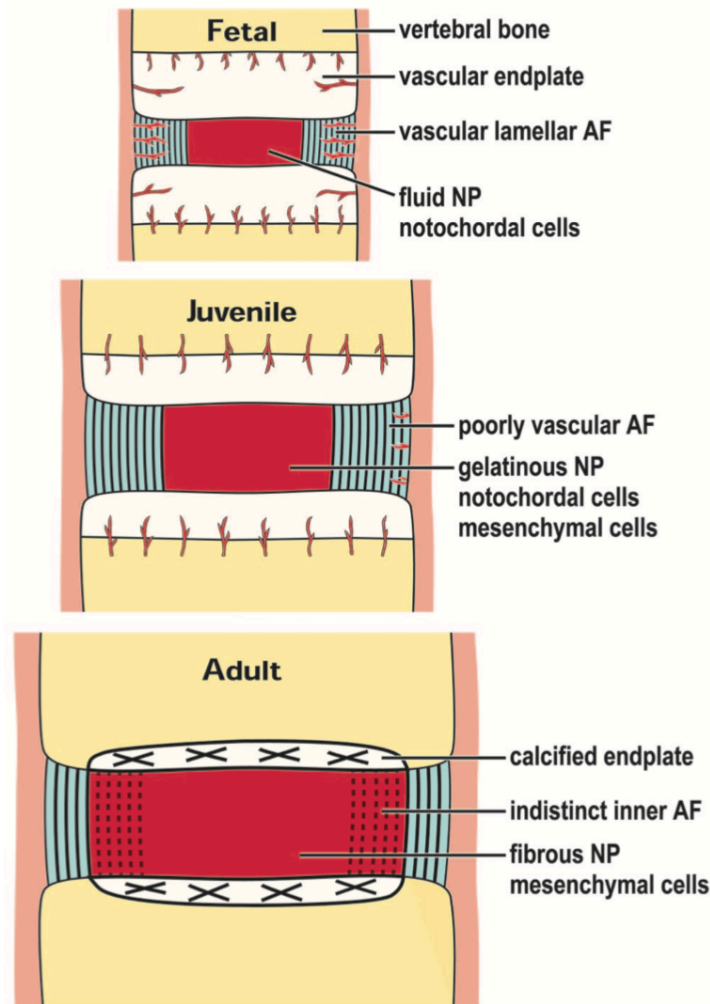


Figure 6 : variation de la structure du disque en fonction de l'âge (28)

Avec l'âge, et donc avec la sénescence du disque, la quantité de protéoglycanes et donc d'eau contenue dans l'annulus fibrosus et à moindre degré dans le nucleus pulposus diminue. Cette baisse de l'hydratation du disque est l'une des causes majeures de la dégénérescence du disque.

Ces lésions dégénératives naissent dès le début de la vie. Weiler et al. (29) ont montré la présence de lésions histologiques sur des disques intervertébraux d'enfants de 3 à 7 ans

comparativement aux disques de nouveau-nés. Ils observaient déjà des lésions telles que des déchirures sporadiques et des apoptoses cellulaires.

La déshydratation du disque précède toutes les lésions histologiques qui peuvent être retrouvées dans un disque pathologique. La diminution de la quantité d'eau dans le disque intervertébral entraîne une diminution de la résistance mécanique de celui-ci.

Fraser et al. (30) ont décrit la dégénérescence discale comme un ensemble de phénomènes complexes avec des modifications biochimiques du nucleus pulposus et des couches profondes de l'annulus. Les douleurs présentées par les patients seraient provoquées par l'apparition de lésion des couches superficielles de l'annulus. L'ensemble de ces lésions sont attribuables aux contraintes mécaniques qui s'exercent sur les disques lors du mouvement entre deux corps vertébraux.

Alors que la vascularisation est encore présente dans l'annulus chez le très jeune enfant, Roberts et al. (31) ont décrit une diminution du nombre de vaisseaux dans les disques naissant des plateaux vertébraux durant la première décennie chez l'homme. Chez l'être humain adulte, le disque intervertébral est complètement avasculaire, la nutrition cellulaire en oxygène et en glucose s'effectuant par diffusion à partir des plateaux vertébraux et des ligaments longitudinaux (32).

5.2 Corps vertébraux :

Du fait de la déshydratation des disques intervertébraux et donc de la perte de son rôle d'amortisseur, les contraintes mécaniques seraient transmises préférentiellement aux plateaux. Les plateaux présentent alors une atteinte inflammatoire.

On observe également une modification de la structure histologique des plateaux avec une sclérose de l'os sous chondral et des calcifications des plateaux cartilagineux. Cela entraîne à son tour une diminution de la vascularisation du disque intervertébral et donc une accélération de sa dégénérescence.

6 BILAN CLINIQUE DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :

6.1 Évaluation Quantitative : scores algo-fonctionnels :

6.1.1 EVA 2 (33,34) :

L'Échelle Visuelle Analogique (EVA) ou VAS pour « Visual Analogue Scale » en anglais est un score composé de deux parties. Une partie sur la lombalgie et une partie sur la radiculalgie. Le patient donne une note à chaque douleur entre 0 (pas de douleur du tout) et 10 (pire douleur imaginable). Il s'agit donc d'une quantification subjective de la douleur ressentie par le patient.

6.1.2 Oswestry Disability Index (ODI) (35–37) :

L'ODI est un score qui a été développé spécifiquement pour le rachis lombaire. Il est exprimé en pourcentage d'incapacité. Plus le score est élevé et plus l'incapacité est estimée importante. Ainsi, un score inférieur à 30% est considéré comme normal, un score entre 30 et 50% correspond à une incapacité modérée, un score entre 50 et 70% correspond à une incapacité sévère, enfin, un score supérieur à 70% évoque une incapacité complète

Le score d'Oswestry est composé de 10 sections chacune notée de 0 à 5. Un score de 0 signe l'absence d'incapacité à accomplir les tâches de la section. Le score total est calculé en divisant le nombre total des points par le nombre de sections répondues et en le multipliant par 20.

Les 10 sections évaluées sont : l'intensité de la douleur, l'hygiène personnelle, le port de charge, la marche, la position assise, la position debout, le sommeil, la vie sexuelle, la vie sociale et les déplacements.

6.1.3 Le 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36) (38–40) :

C'est un score global qui évalue la qualité de vie du patient. Contrairement au score d'Oswestry, il n'est donc pas spécifique de la lombalgie.

Il est composé de 36 questions qui forment 8 échelles : activité physique (10 questions), limitations dues à l'état physique (4 questions), douleur physique (2 questions), perception générale de la santé (5 questions), vitalité et énergie (4 questions), fonctionnement social (2 questions), limitations dues à l'état mental (3 questions) et la perception de la santé mentale (5 questions) Une dernière question porte sur la modification de l'état de santé dans l'année écoulée.

Les 8 échelles peuvent être regroupées en deux catégories : santé mentale (MCS pour « mental composite score ») et santé physique (PCS pour « physical composite score »).

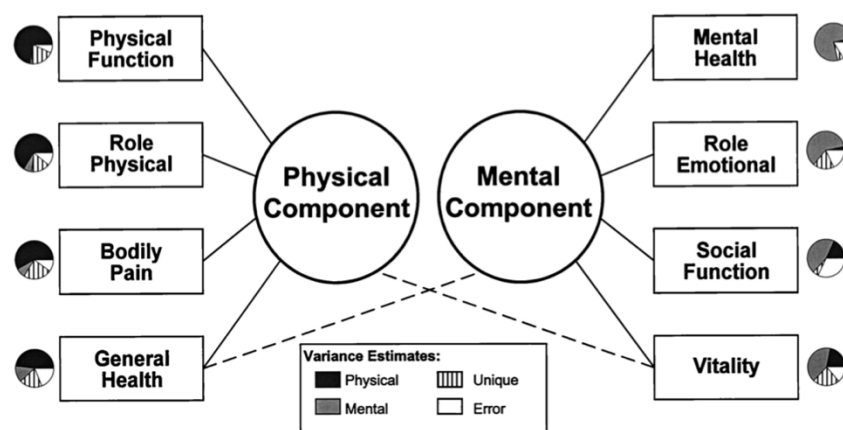


Figure 7 : composition du score SF-36 (39)

6.1.4 Le Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) (41,42):

Le FABQ est un auto-questionnaire qui évalue les attitudes et croyances des patients concernant l'influence des activités physiques et professionnelles sur leur lombalgie chronique. Le questionnaire est composé de 16 items qui forment deux catégories : le FABWORK composé de 7 items qui évalue les croyances et attitudes d'évitement à l'égard de

l'activité professionnelle, et le FABPHYS, composé de 4 items qui évalue les croyances et attitudes d'évitement à l'égard des activités physiques.

La partie FABWORK est ainsi évalué sur 42 points, un score élevé étant plus péjoratif qu'un score bas. Elle est calculée en effectuant la somme des items : 6, 7, 9, 10, 11, 12 et 15. La partie FABPHYS, elle est évaluée sur 24 points, et se calcule en additionnant les réponses aux items 2, 3, 4 et 5.

Le FABQ serait le meilleur prédicteur de retour au travail des patients après un programme de rééducation fonctionnelle bien menée.

6.2 Évaluation Qualitative : signes orientant vers une origine discale ou facettaire :

Plusieurs causes de lombalgie chronique peuvent être identifiées. De manière générale, nous distinguons les origines discales, les origines facettaires, les douleurs sacro-iliaques, les douleurs musculaires et les échecs de chirurgie (43), ces différentes étiologies pouvant être intriquées. Nous ne nous intéresserons ici qu'aux deux causes les plus fréquentes : origine discale et origine facettaire.

6.2.1 Étiologies discales :

Plusieurs facteurs de risque de lombalgie d'origine discale ont été décrits dans la littérature : le tabagisme, l'obésité, les facteurs socio-professionnels avec position assise prolongée, port de charge lourde ou activités soumises à des vibrations répétitives (44–46).

Battié et al. (47) ont démontré grâce à une étude chez des paires de jumeaux le rôle de la génétique sur la dégénérescence discale. Cependant, tous les facteurs génétiques identifiés ont une incidence faible ou modérée (48).

L'innervation du disque intervertébral est double (49,50) : somatique et sympathique. La partie antérieure du disque est innervée par le rameau gris communicant, composé uniquement de fibres issues du système nerveux sympathique. La partie latérale et

postérieure du disque est innervée par le nerf sinu-vertébral composé à la fois de fibres nerveuses somatiques et de fibres nerveuses sympathiques.

Aucun signe n'est pathognomonique de l'origine de la lombalgie. Seul un faisceau d'arguments cliniques et paracliniques permet d'orienter plutôt vers une origine discale de la douleur (50) :

- lombalgie prédominante par rapport à la radiculalgie,
- diminution de la douleur en extension du rachis lombaire, en position debout ou couchée,
- douleur décrite comme « profonde et sourde » par le patient,
- contracture musculaire des muscles para-spinaux et fessiers
- aggravation de la douleur en position assise ou pendant la conduite automobile, en flexion du rachis lombaire, avec la mise en rotation des vertèbres, la manœuvre de Valsalva et la toux.

Des examens complémentaires tels que la discographie (49–51), peuvent orienter vers une origine discale de la douleur. Ils sont souvent associés à un geste thérapeutique (cf. infra).

6.2.2 Étiologies facettaires :

Contrairement à la lombalgie discogénique plus fréquemment retrouvée chez les personnes jeunes (intégrité fréquente des processus articulaires postérieures associées à la discopathie), la douleur d'origine facettaire est plus caractéristique des patients âgés (52).

Certains facteurs de risques ont été également retrouvés en sa faveur (53) :

- prédominance féminine, probablement en rapport avec des troubles hormonaux liées à la ménopause,
- obésité,
- présence d'un anévrisme de l'aorte abdominal associé à une lombalgie (rôle du tabac ou présence de facteurs de risque cardiovasculaires non démontré)
- disque intervertébral avec une hauteur élevée.

Contrairement à l'origine discogénique, l'impact des facteurs génétiques n'a pas été rapporté dans l'origine facettaire de la lombalgie.

Une lombalgie d'origine facettaire peut être liée à l'arthrose zygapophysaire ou à des tensions exercées sur la capsule articulaire (54). Cette dernière présente de nombreux mécanorécepteurs qui transmettent le signal nerveux vers les branches médiales des rameaux dorsaux des niveaux sus et sous-jacents au disque (55).

Le « syndrome facettaire » est caractérisé cliniquement par (52,53) :

- des douleurs pseudo-radiculaires sans déficit neurologique pouvant irradier unilatéralement ou bilatéralement (fesses, hanches, plis de l'aîne et cuisses se terminant généralement au-dessus du genou)
- une exacerbation des douleurs le matin ou pendant les périodes d'inactivité physique,
- une aggravation de la douleur avec le stress psychologique, l'extension du rachis lombaire, les mouvements de rotation des vertèbres, la position assise ou debout,
- le soulagement partiel de la douleur par la flexion du rachis lombaire et la position couchée.

En 1992, Revel et al. (56) ont décrit 7 critères qui doivent être recherchés pour s'orienter vers une origine facettaire de la lombalgie :

- âge supérieur à 65 ans,
- pas d'exacerbation de la douleur à la toux ou à l'éternuement,
- pas d'augmentation de la douleur en extension,
- pas d'augmentation de la douleur en flexion du rachis,
- pas d'augmentation de la douleur lors du redressement,
- pas d'augmentation de la douleur en extension-rotation combinées,
- soulagement en position couchée.

La présence de 5 critères permet de considérer d'après l'auteur que 90% patients seront soulagés après infiltration d'anesthésiant local (57).

Cependant, dans une revue de la littérature, Jackson (58) a conclu que le syndrome facettaire n'était pas une entité clinique fiable. Ce résultat est confirmé par une méta-analyse regroupant 12 études, réalisée par Maas et al. (59) en 2017.

Un test diagnostique infiltratif peut permettre d'orienter vers une origine facettaire aux douleurs lombaires.

Deux tests différents peuvent être réalisés (57,60–62):

- l'injection intra-articulaire d'un anesthésiant local associé ou non à la présence de corticoïde,
- la réalisation d'un bloc nerveux de la branche médiale du rameau médial qui vient innervé la capsule articulaire.

L'«International Association for the Study of Pain» (IASP), recommande ainsi que le diagnostic de douleur d'origine facettaire ne puisse être porté qu'après la réalisation d'une étude contrôlée (groupe placebo) et comparative (deux anesthésiques locaux différents) d'une injection intra-articulaire ou d'un bloc de la branche médiale radioguidé chez un même patient (63).

7 BILAN D'IMAGERIE DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :

7.1 Évaluation étiologique

7.1.1 Radiographie standard

7.1.1.1 Signes orientant vers une origine discale de la lombalgie :

Les radiographies sont souvent utilisées comme outils de dépistage en cas de lombalgie chronique, mais ne sont ni sensibles ni spécifiques (50). Le seul signe qui peut orienter le praticien vers une lombalgie discogénique est la perte de hauteur de ce disque. Les radiographies peuvent surtout permettre d'éliminer d'autres causes de lombalgie, telles que les spondylolisthésis, les déformations vertébrales, les fractures, les lésions tumorales, et autres causes plus rares.

7.1.1.2 Signes orientant vers une origine facettaire de la lombalgie :

Dans une étude comparant les radiographies de 3/4 et le scanner, Pathria et al. (64) retrouvent des signes évocateurs d'une atteinte des articulaires postérieures :

- le pincement de l'espace articulaire,
- des érosions osseuses sous-articulaires,
- des kystes sous-chondraux,
- la formation d'ostéophytes,
- une hypertrophie des processus articulaires.

Cependant, ces signes présentent une faible sensibilité comparativement au scanner en coupe axiale.

7.1.2 Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) :

L'IRM constitue le « gold-standard » dans l'évaluation des discopathies douloureuses (65,66). L'analyse du rachis en IRM s'effectue en coupes axiales et sagittales, en couplant les deux si possible. Le rachis est analysé segment par segment (67) :

- Au niveau du segment antérieur : la classification de Pfirrmann (66,68) permet d'analyser les signes d'une dégénérescence discale : aspect du nucleus, distinction nucleus/annulus, perte de hauteur du disque, perte de l'hydratation du disque et donc de l'hypersignal T2. La présence d'un signe inflammatoire, c'est-à-dire en hypersignal T2 et hyposignal T1 au niveau des plateaux vertébraux, nous oriente vers une discopathie inflammatoire de type Modic 1 (65). Il s'agit d'un argument de plus pour une lombalgie d'origine discale. L'évolution naturelle ou après arthrodèse postérieure des discopathies modic 1 se fait vers la dégénérescence graisseuse, classée modic 2 (65,69). Une zone hyper intense en T2 à la partie postérieure du disque, équivalente au HIZ des anglo-saxons (high intensity zone) (70), correspondrait à une fissuration de l'annulus.
- Au niveau du segment moyen : une sténose canalaire doit être recherchée en cas de radiculaire associée à la lombalgie.
- Au niveau du segment postérieur : les articulaires postérieures doivent être visualisées. La présence d'un œdème, donc d'un hypersignal T2 et hyposignal T1 sur les images doit orienter le praticien vers une lombalgie d'origine facettaire. Fujiwara et al. (71) ont montré une corrélation entre l'atteinte du disque intervertébral et l'atteinte des articulaires postérieures sur IRM. Cependant, l'IRM a tendance à minorer les lésions facettaires comparativement au scanner.

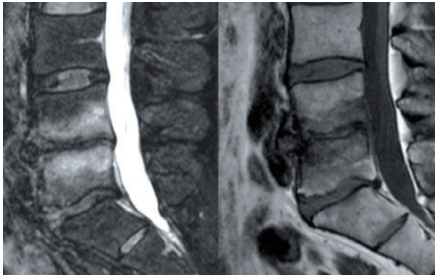
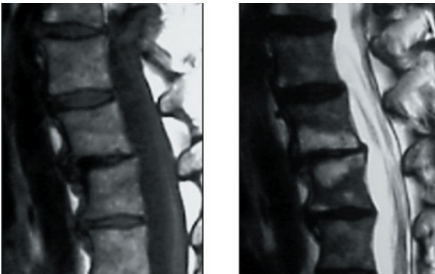
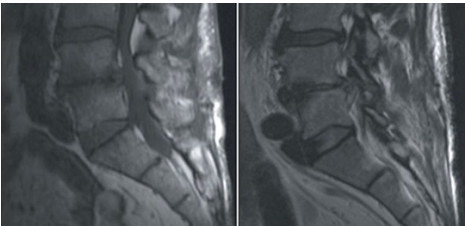
Type	Signal T1	Signe T2	Physiopathologie	Image
1	HypoT1	HyperT2	Réaction inflammatoire Hypervascularisation	
2	HyperT1	HyperT2	Involution graisseuse	
3	HypoT1	HypoT2	Fibrose et Hyperostose	

Tableau 1 : classification de Modic (65)

7.1.3 Scintigraphie osseuse couplée au scanner :

Dans la prise en charge des lombalgies chroniques, il est parfois difficile de répondre à la question de l'origine de la douleur. Le diagnostic de lombalgie discogénique ou d'origine facettaire est souvent posé sur un faisceau d'arguments cliniques et paracliniques.

Depuis le milieu des années 1990, des études se sont intéressées au rôle que pouvait avoir la scintigraphie osseuse couplée au scanner (SPECT/CT) dans l'identification des structures responsables de la lombalgie. La scintigraphie osseuse est un examen pratiqué en médecine nucléaire. Un isotope radioactif : le Technetium-99m est injecté par voie intraveineuse et va se fixer sur les zones d'hypermétabolisme osseux. Des Gamma-caméras

permettent de relever les zones où se fixent ces isotopes. L'examen est couplé à un scanner afin d'avoir des coupes anatomiques ; les deux images sont superposées pour avoir une localisation plus précise de la fixation du Technetium-99m.

En 1994, Al-Janabi (72) recommandent de réaliser plus de scintigraphies osseuses couplées aux scanners devant la présence de nombreux faux positifs sur les scanners et IRM réalisés. Les lésions retrouvées sur ces deux derniers examens qui ne montrent pas d'hyperactivité au SPECT/CT, sont probablement anciennes et non responsables des douleurs. Critchley (73) recommande de réaliser une scintigraphie osseuse couplée au scanner particulièrement chez les personnes de moins de 50 ans et sans trouble neurologique.

L'intérêt du SPECT/CT dans la localisation de l'origine de la lombalgie a clairement été établi dans la littérature (74–76).

Dans le cadre des arthropathies facettaires, le SPECT/CT peut être un examen diagnostique permettant d'identifier les patients qui répondraient à un bloc de la branche médiale du rameau dorsal (75,77,78) ou à une injection intra-articulaire facettaire (78,79).

Pour les lombalgies discogéniques, la scintigraphie osseuse couplée au scanner permet non seulement de préciser l'origine discogénique mais aussi de localiser le niveau qui peut être responsable de ces douleurs (75,76,80,81). Tender et al. (82) rapportent ainsi le cas d'un homme de 68 ans atteint de lombalgie chronique résistante au traitement médical et qui présentait des discopathies multi-étagées sur le scanner et l'IRM. La scintigraphie osseuse couplée au scanner a permis de localiser le niveau L1-L2 comme source des douleurs. Après une arthrodèse par voie latérale de ce seul niveau, le patient présentait une résolution presque complète de sa lombalgie.

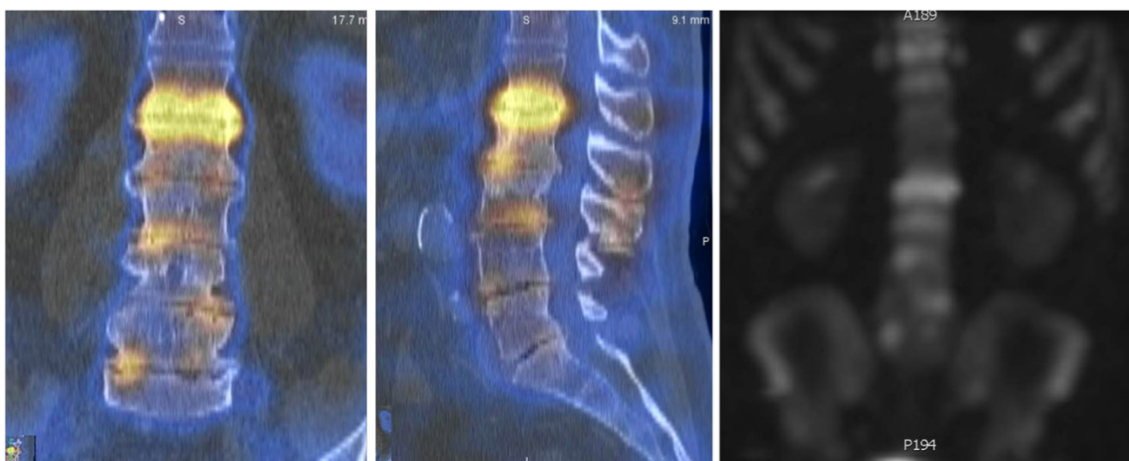


Figure 8 : discopathie L1-L2 sur scintigraphie osseuse couplée au scanner (82)

7.2 Discopathie et posture : alignement sagittal

7.2.1 Rappel des paramètres pelviens

7.2.1.1 L'incidence pelvienne :

Le principal paramètre pelvien décrit par Duval-Beaupère et al. (83) est l'incidence pelvienne. Elle correspond à l'angle entre la perpendiculaire au plateau sacré passant par son centre et l'axe des têtes fémorales. Contrairement aux deux autres paramètres, il s'agit d'une donnée constante pour chaque individu, qui ne varie pas en fonction de la position du sujet. Ce paramètre radiologique prend en compte les trois premières vertèbres sacrées, les articulations sacro-iliaques et le bord postérieur des ailes iliaques jusqu'au cotyle (84). Ainsi les patients avec une grande incidence pelvienne possèdent un bassin avec un large diamètre antéro-postérieure et ceux avec une incidence pelvienne faible, un bassin étroit.

7.2.1.2 La version pelvienne (83) :

La version pelvienne correspond à l'angle entre l'axe vertical et la droite reliant le centre du plateau supérieur de S1 aux têtes fémorales.

7.2.1.3 La pente sacrée (83) :

La pente sacrée est définie par l'angle entre l'axe du plateau sacré et l'axe horizontal.

Ces deux paramètres peuvent varier chez le même individu en fonction de l'orientation du bassin. Quand un sujet augmente l'antéversion de son bassin, la pente sacrée augmente et la version pelvienne diminue. L'inverse se produit lors d'une rétroversion pelvienne.

Il existe une relation entre les trois paramètres pelviens : l'incidence pelvienne est la somme de la version pelvienne et de la pente sacrée ($IP = VP + PS$). Le Huec et Hasegawa (85) ont montré grâce à une analyse 3D du rachis en position debout chez des sujet sains, que la

version pelvienne et la pente sacrée théoriques étaient liées à l'incidence pelvienne selon la formule suivante : $VP = 0,44 \times IP - 11,4^\circ$ et $PS = 0,54 \times IP + 11,9^\circ$.

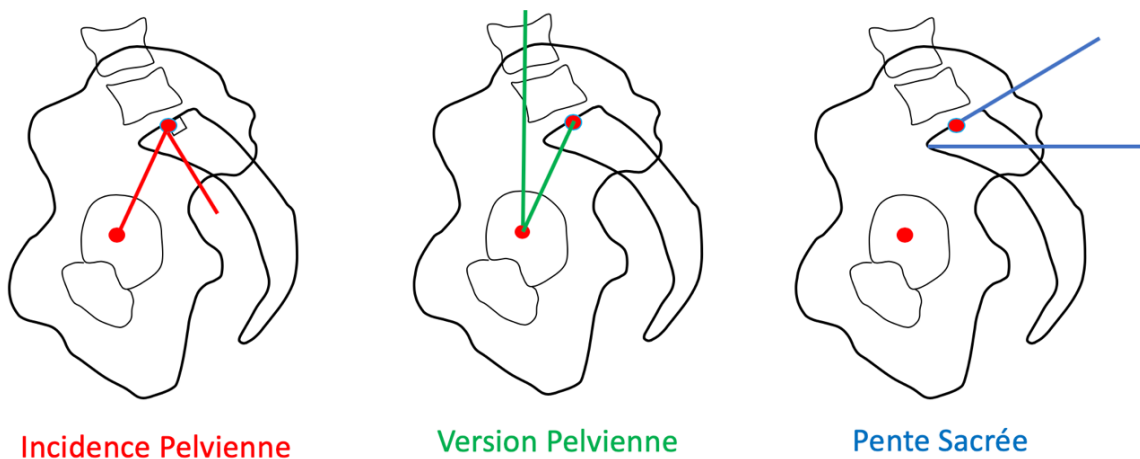


Figure 9 : paramètres pelviens décrit par Duval-Beaupère (83)

7.2.2 Rappel des paramètres rachidiens :

7.2.2.1 Lordose lombaire :

La lordose lombaire correspond à l'angle de Cobb entre le point d'inflexion de la lordose lombaire à la cyphose thoracique et le plateau sacré (86). La lordose L4-S1 correspondrait au 2/3 de la lordose lombaire globale (87).

Pensenti et al. (88) ont montré que l'incidence pelvienne avait une forte influence sur la lordose lombaire dite haute alors que la lordose lombaire basse, c'est-à-dire de L4 à S1 est peu influencée par les paramètres pelviens. Des relations mathématiques ont donc été décrites, Le Huec et Hasegawa (85) ont ainsi démontré que : $LL(L1-S1) = 0,54 \times IP + 27,6^\circ$.

7.2.2.2 Cyphose thoracique :

Il s'agit de l'angle de Cobb allant du plateau supérieur de T1 au plateau inférieur de T12. Une relation a également été démontrée sur sa corrélation avec la lordose lombaire de L1 à S1 : $CT = 0,75 \times LL$ (85).

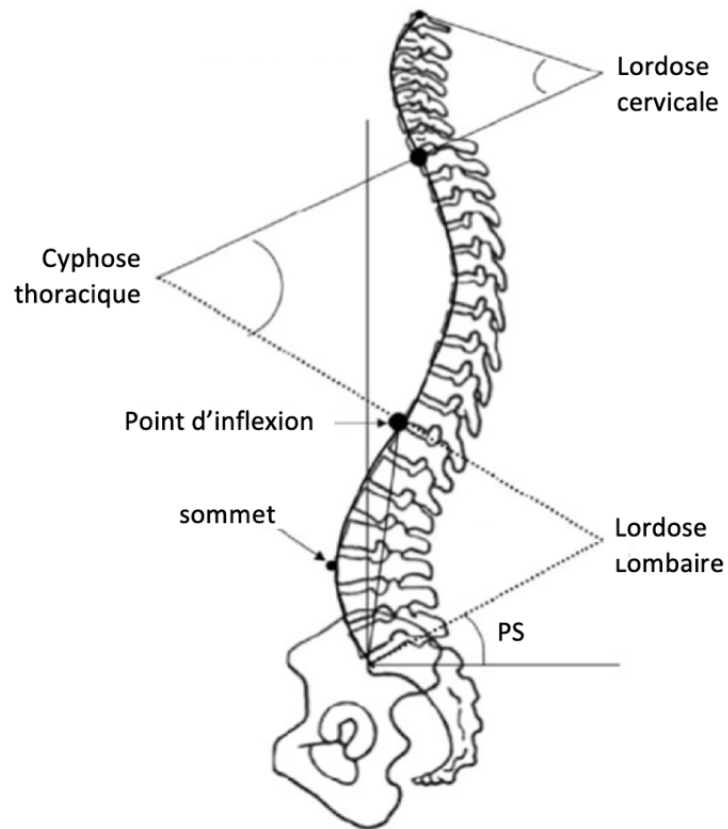


Figure 10 : paramètres rachidiens

7.2.2.3 Types de dos de Roussouly :

Roussouly et al. (89) ont effectué une étude prospective sur des sujets volontaires sains et ont défini quatre groupes de patients selon leurs paramètres spinopelviens :

- Le type 1 est caractérisé par une faible pente sacrée ($< 35^\circ$). La différence avec le groupe 2 repose sur l'hyperlordose distale importante et un sommet de lordose en regard de L5.
- Le type 2 présente également une pente sacrée inférieure à 35° . La lordose et la cyphose sont mieux réparties mais la faible lordose lombaire se présente cliniquement par un dos plat.

- Le type 3 correspond à une pente sacrée comprise entre 35 et 45° avec un sommet en regard de L4. Il s'agit du type le plus équilibré avec une répartition équitable entre l'arche supérieure et inférieure de la lordose lombaire.
- Le type 4 est marqué par une hyperlordose et une pente sacrée supérieure à 45°. L'apex de la lordose se situe au coin antéro inférieur de L3. La lordose lombaire débute au-dessus de L1.

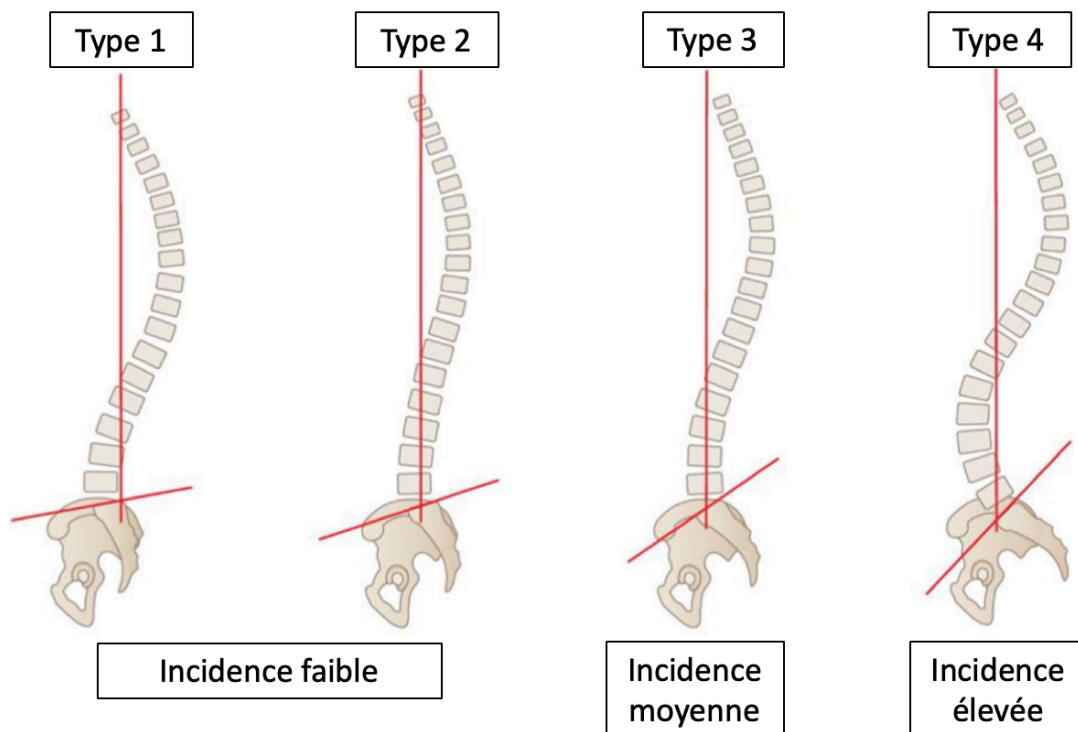


Figure 11 : types de dos selon Roussouly (89)

7.2.2.4 Sagittal Vertical Axis (SVA) :

La C7 plumb line est la droite verticale passant par le centre du corps vertébral de C7. Elle doit passer par le plateau de S1. La SVA est la distance horizontale entre la C7 plumb-line et le coin postérieur du plateau sacré (87,90). La SVA doit théoriquement être inférieure à 5 cm pour signifier un bon équilibre sagittal du rachis (91).

La SVA est un paramètre à interpréter en fonction de l'incidence pelvienne (84,92), les patients avec une grande incidence pelvienne ayant un bassin large, la valeur de la SVA peut être supérieure à 5 cm sans que cela ne soit pathologique. En conséquence il s'agit d'un

paramètre qui permet de suivre la modification de l'équilibre des patients dans le temps mais pas de comparer des patients entre eux.

La SVA est considérée comme positive si elle se trouve en avant du coin postéro-supérieur de S1, négative dans le cas contraire.

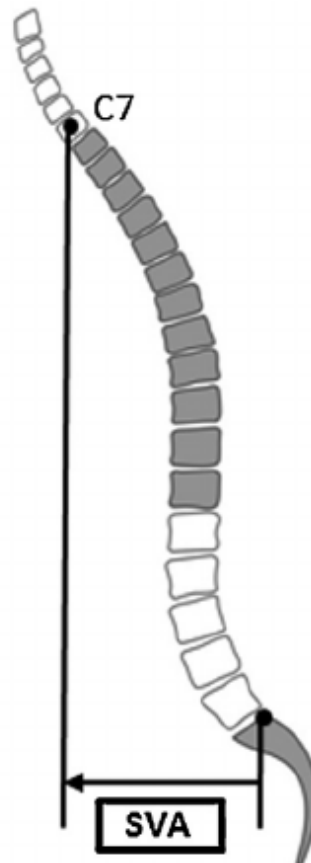


Figure 12 : La SVA

7.2.3 Logiciel KEOPS™ :

Le Logiciel KEOPS™ est une application internet utilisée par de nombreux chirurgiens du rachis dans le monde permettant de reconstruire et d'analyser l'équilibre sagittal du rachis en 3 dimensions. Des clichés du rachis en totalité de face et de profil doivent être inclus dans le dossier du patient et certains points de mesure doivent être pris :

- Les têtes fémorales,
- Le plateau sacré,

- Le bord postérieur du sacrum,
- Le milieu du plateau inférieur de chaque vertèbre,
- Le milieu du plateau supérieur de C7,
- Les crêtes iliaques,
- Les épines iliaques antéro-supérieures.

Une fois ces points de mesure réalisés sur les clichés de face et de profil, le logiciel permet de faire des reconstructions 3D de la colonne vertébrale et présente les paramètres spinopelviens du patient. Le contour de chaque vertèbre était automatiquement reconstruit mais a été redessiné manuellement pour être conforme à la radiographie.

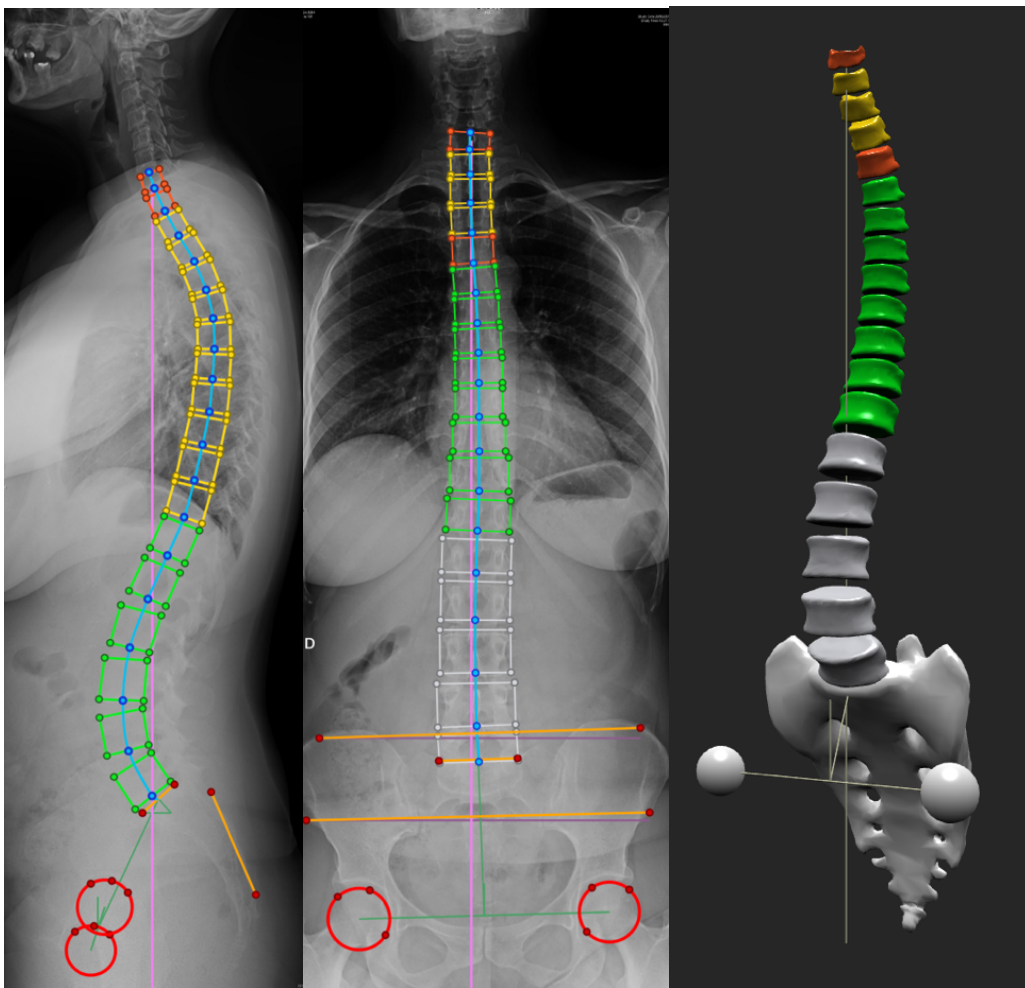


Figure 13 : reconstruction à l'aide du logiciel KEOPS™

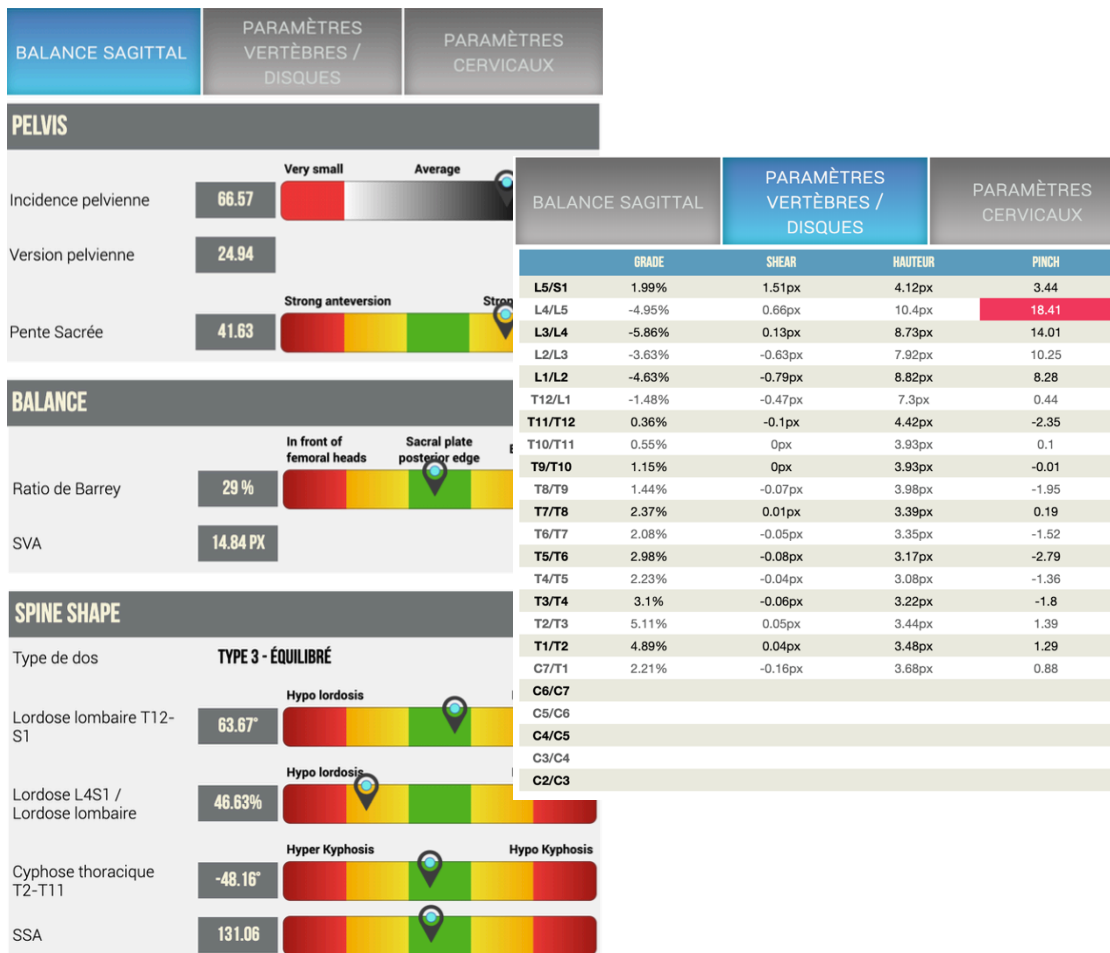


Figure 14 : exemple des paramètres spinopelviens dans KEOPS™

La variabilité inter-observateurs des mesures des paramètres pelviens sagittaux est plus faible avec le logiciel que celle des mesures papier (93). La reproductibilité intra-observateur est également meilleure en ce qui concerne les paramètres pelviens.

7.2.4 Relation clinique et thérapeutique :

7.2.4.1 Relation Clinique :

Le lien entre certains paramètres spino-pelviens et le développement d'une lombalgie chronique ou d'une discopathie est clairement établi.

Concernant les paramètres pelviens, une cyphose sacrée importante, et une pente sacrée plus faible (donc un bassin rétroversé) sont des facteurs de risque de dégénérescence

discale et donc de lombalgie chronique (92,94). L'association entre incidence pelvienne et lombalgie chronique n'a pas été clairement prouvée. Barrey et al. (92) ont cependant retrouvé une incidence pelvienne plus faible chez les patients de moins de 45 ans et souffrant de dégénérescence discale ou de hernie discale. A l'inverse, l'incidence pelvienne chez les sujets présentant un spondylolisthésis dégénératif est plus élevée que chez les sujets sains.

La lordose lombaire est significativement plus faible chez les sujets atteints d'une dégénérescence discale que chez des sujets sains (92,95,96). Cette association peut être causée par deux facteurs :

- Une lordose lombaire plus faible entraîne une augmentation des forces de compression sur le disque intervertébral (97,98). Cette hyperpression discale est la source d'un vieillissement prématuré du disque et donc d'une dégénérescence discale. Le trouble de l'alignement sagittal précède donc la discopathie.
- Les patients souffrant de douleur discogénique peuvent avoir tendance à diminuer leur lordose lombaire, dans l'objectif de diminuer une hyperpression discale postérieure et une sténose canalaire ou foraminale (92,95). Il s'agit alors d'une position antalgique et la dégénérescence discale précède donc l'hypolordose.

Cependant, la lordose lombaire basse (L4-S1) a une association plus marquée avec l'apparition de la discopathie que la lordose lombaire haute (92).

Une association entre lordose lombaire faible et diminution de la hauteur des corps vertébraux et des disques intervertébraux a également été démontrée (99).

Boissière et al. (100) ont montré un lien entre la lordose lombaire et la version globale (« global tilt ») et le score ODI. Cette corrélation reste cependant faible puisque la variation de ces deux facteurs n'entraîne une modification que de 2% alors qu'elle peut être de 40% en fonction des facteurs démographiques.

Une corrélation entre la SVA et la lordose lombaire a également été démontrée avec le score Japan Orthopedic Association (JOA) par Endo et al. (96).

Les types de dos 1 ou 2 de Roussouly, sont donc plus à risque de développer une dégénérescence discale que les type 3 ou 4.

7.2.4.2 Incidence thérapeutique

En 2007, l'HAS établit de manière formelle la présence d'une atteinte évoluée des articulaires postérieures comme contre-indication à la prothèse discale.

Certains types de dos de Roussouly (86) ont donc été décrits comme des contre-indications relatives aux prothèses discales. Selon sa classification et donc la pente sacrée des patients, les articulaires postérieures peuvent subir plus ou moins de contraintes mécaniques. Avec le temps, ces contraintes peuvent engendrer des douleurs d'origine facettaire.

Ainsi les patients présentant un dos de type 4 de Roussouly, donc avec une pente sacrée importante et une lordose lombaire importante, sont plus à risque de présenter une arthropathie des articulaires postérieures, c'est ce que confirme l'ensemble de la littérature.

Laouissat et al. (101) ont retrouvé 32% de patients présentant un dos de type 4 et opérés d'une prothèse discale lombaire insatisfaits ou très insatisfaits à 1 an post-opératoire ; 31% ne referaient pas la même intervention. Les auteurs ne retrouvent pas de modification de l'EVA lombaire du score d'Oswestry à un an post-opératoire chez ces patients. Cela est également retrouvé par Tropiano et al. (6) qui contre-indiquent les prothèses discales pour les patients avec une pente sacrée supérieure à 45°. Ils retrouvent en effet deux cas d'expulsion de polyéthylène présentés par des patients avec une incidence pelvienne supérieure à 60° et une pente sacrée supérieure à 45°. L'hyperlordose présentée par les patients avec un dos de type 4 peut engendrer une hyperpression sur la partie postérieure de la prothèse responsable de ces expulsions.

Les mêmes auteurs retrouvent dans leur étude un plus mauvais résultat de l'arthroplastie lombaire chez les patients avec un dos de type 1. L'hyperlordose basse (L4-S1) présentée par ces patients peut expliquer ces résultats. Sturbe et al. (102) retrouvent les mêmes résultats et préconisent de contre-indiquer les prothèses discales chez des patients avec un dos de type 1 et 4. Ces patients sont en effet plus fréquemment soulagés après une infiltration des articulaires postérieures que les patients avec un type de dos 2 ou 3.

Dans une étude récente, Faure et al. (103) ne retrouvent pas d'association significative entre les résultats cliniques post-opératoires et l'alignement sagittal des patients en pré-opératoire. Ils constatent cependant qu'un implant trop lordosé et/ou avec une hauteur trop importante pourrait entraîner une augmentation des douleurs facettaires.

Concernant l'ALIF, il n'y a pas de contre-indication en fonction de l'alignement sagittal des patients. L'influence des paramètres spino-pelviens paraît mal établie dans le cadre des arthrodèses par voie antérieure. Concernant les arthrodèses postérieures, les patients avec une faible lordose lombaire sont plus à risque de développer un syndrome adjacent (104,105).

Le déséquilibre entre une incidence pelvienne élevée et une faible lordose lombaire est un risque relatif important de syndrome adjacent. Les patients avec une différence IP-LL > 10° ont dix fois plus de risque de développer un syndrome adjacent que les patients bien équilibrés .

Il paraît donc essentiel de trouver un bon équilibre en post-opératoire afin de diminuer le risque de développement d'un syndrome adjacent chez les patients opérés d'une arthrodèse mais également ceux opérés d'une prothèse discale lombaire.

8 TRAITEMENT MEDICAL DE LA LOMBALGIE CHRONIQUE :

La prise en charge médicale reste le *primum movens* de la stratégie thérapeutique du lombalgique chronique que celle-ci soit en relation ou non avec une ou plusieurs dégénérescences discales. Elle reste avant tout globale et intègre l'intervention coordonnée du rééducateur, de l'algologue, du diététicien et du psychologue.

Les soins de rééducation constituent l'un des moyens dont disposent les praticiens pour désensibiliser les personnes atteintes de lombalgie chronique. Pour encadrer la prise en charge masso-kinésithérapique dans la lombalgie commune, l'HAS a émis un rapport en 2005 afin de fixer les modalités de prescription (106). La prise en charge de la lombalgie commune par les masseur-kinésithérapeutes représenterait en effet 30% de leurs actes. Ainsi le renforcement musculaire au niveau des muscles érecteurs mais aussi des muscles abdominaux et transverses est essentiel. L'un des objectifs de la rééducation repose également sur la lutte contre la kinésiophobie que présentent souvent les patients lombalgiques chroniques.

Le traitement antalgique reste l'un des piliers essentiels de cette prise en charge. Le suivi par une équipe spécialisée dans un centre de la douleur est un atout majeur pour lutter contre la douleur.

Enfin la prise en charge plus globale du patient et notamment sur le plan psychologique est toujours à envisager.

Des actes d'imagerie interventionnelle peuvent se révéler intéressants non seulement au niveau du diagnostic mais aussi dans un but plus thérapeutique.

Dans le cadre des atteintes des articulaires postérieures, des infiltrations intra articulaires de produit anesthésique tel que la lidocaïne, des blocs de la branche médiale du rameau postérieur ou encore des neurotomies de cette branche peuvent être effectués (57,60–63). En plus d'avoir un intérêt thérapeutique, ces actes peuvent permettre de confirmer l'origine facettaire des lombalgies.

En cas d'origine discale à la lombalgie d'autres actes interventionnels peuvent également être proposés aux patients :

- Monfett et al. (107) ont montré l'efficacité et la sécurité de l'injection intra-discale de plasma riche en plaquettes (PRP) sur la lombalgie provoquée par la dégénérescence discale,
- Dans une méta-analyse, Lu et al. (108) ont montré l'efficacité de l'injection de bleu de méthylène intra discale pour soulager les patients. Alors que la thermo-coagulation intra-discale percutanée par radiofréquence (PIRFT) et la thérapie électro-thermale intra-discale (IDET) n'ont pas montré leur supériorité versus placebo, la biacuplastie discale se révèle intéressante,
- Lu et al. ont également montré l'intérêt de l'ablation du rameau gris communicant dans le soulagement des lombalgies discogéniques.

9 CHIRURGIE DE LA DEGENERESCENCE DISCALE SYMPTOMATIQUE : CONCEPTS ET PRINCIPES,

9.1 Types de chirurgie possibles dans la dégénérescence discale :

9.1.1 La fusion = l'arthrodèse intervertébrale

L'arthrodèse intervertébrale est une intervention chirurgicale dont l'objectif est de réaliser une fusion entre au moins deux vertèbres. En supprimant les contraintes mécaniques qui s'exercent sur le disque lors des mouvements et en supprimant l'instabilité qu'il peut y avoir entre deux vertèbres, les lombalgies discogéniques devraient être soulagés.

En chirurgie de la colonne vertébrale, l'arthrodèse peut être faite par voie postérieure avec simplement une greffe osseuse postéro-latérale associée ou non à un vissage pédiculaire, cette technique peut être combinée ou non à une arthrodèse des corps vertébraux par voie transforaminale (TLIF) ou postérolatérale (PLIF) (58,61). D'autres voies d'abord permettent de réaliser une arthrodèse vertébrale telles que l'OLIF ou LLIF. Dans les dernières décennies, la technique d'arthrodèse lombaire par voie antérieure a été nettement développée. Dans ces dernières techniques, le disque intervertébral est retiré pour pouvoir réaliser la fusion entre les deux corps vertébraux.

La première arthrodèse par voie antérieure a été faite par Capner en 1932 (110) sur des patients atteints de spondylolisthésis L5-S1. Depuis, plusieurs méthodes d'arthrodèse par voie antérieure ont été utilisées allant jusqu'à l'arthrodèse laparoscopique (111,112). Pour les disques L5-S1 et L4-L5 le concept le plus fréquemment utilisé de nos jours est l'arthrodèse intravertébrale par voie antérieure. La voie d'abord oblique (OLIF) s'est surtout développée pour les niveaux sus-jacent ou du fait de l'impossibilité à réaliser une ALIF à cause d'une anomalie vasculaire (113–115).

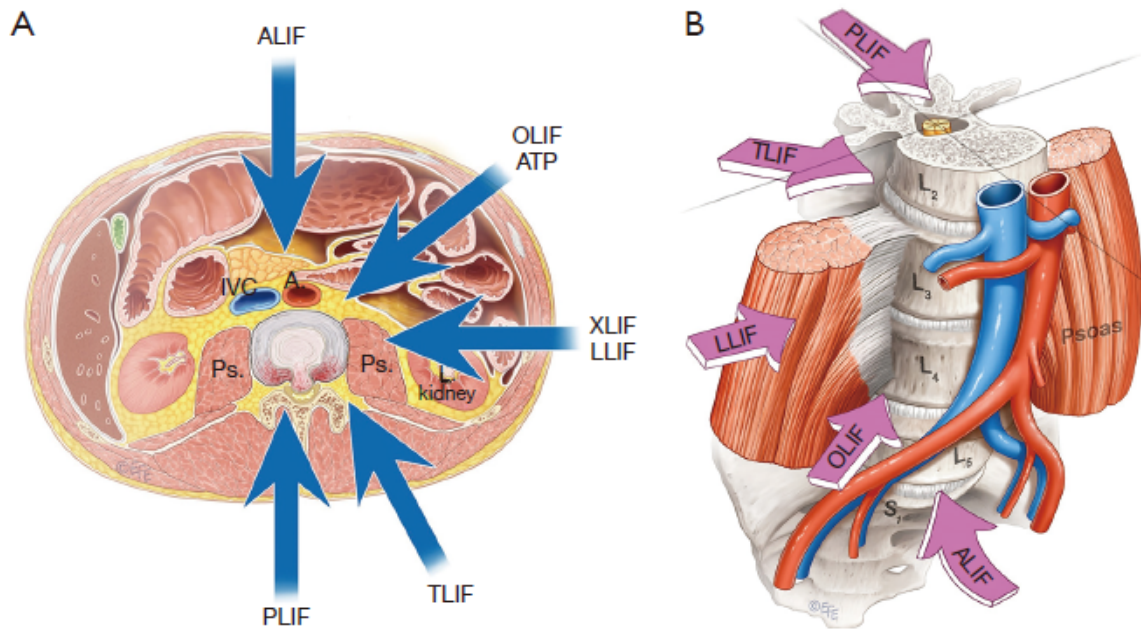


Figure 15 : abords chirurgicaux du rachis lombaire pour fusion intervertébrale (109)

9.1.2 La conservation de la mobilité = la prothèse discale

A la fin des années 1950, Fernström a réalisé la première implantation de disque artificiel chez l'homme en remplaçant le disque intervertébral par des billes en acier inoxydable (116–118). La réflexion sur la persistance de la mobilité et la restauration de la hauteur du disque était déjà présente. Depuis, de nombreux modèles de prothèse se sont succédés.

La plupart des prothèses posées aujourd'hui en France répondent au concept de « ball and socket » (119). Une surface articulaire convexe vient en contact d'une surface articulaire concave ce qui assure un grand degré de mobilité avec la persistance d'une bonne congruence. Les mouvements peuvent se faire selon 3 degrés de liberté. C'est le cas de l'articulation gléno-humérale ou coxo-fémorale.

L'autre concept est représenté par les prothèses discales monobloc dont la prothèse LP-ESP II™ est la seule représentante. Elle est composée d'une plaque de polycarbonate uréthane dans laquelle s'insère un noyau central en silicone avec des billes compressibles. Cela permet à cette prothèse d'avoir 6° de mobilité en rotation et translation mais également

d'avoir un rôle d'amortisseur axial. L'absence de couple de frottement diminue fortement le risque d'usure.

Les indications des prothèses discales ont longtemps été débattues. En 2011, un arrêté ministériel a fixé les modalités de prescription des prothèses discales, qui entrent dans la Liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR) (120). Sont ainsi précisées les indications et les contre-indications de la pose de prothèses discales lombaires.

Les prothèses discales sont posées par le même abord que l'arthrodèse antérieure : voie antérieure trans-péritonéale ou le plus souvent retro-péritonéale (121).

Les 3 autres prothèses pouvant être posées en France sont (6):

- La prothèse Maverick™ (7) du laboratoire Medtronic® : elle est formée de deux plateaux en chrome-cobalt-molybdène recouvert d'hydroxyapatite pour l'ostéointégration. Une sphère métallique est solidaire du plateau inférieur et s'articule avec une surface concave de la face inférieure du plateau supérieur. L'axe de rotation est situé au tiers postérieur des plateaux vertébraux.
- La prothèse Prodisc-L™ (9) du laboratoire Synthes® : Les deux plateaux sont composés de chrome-cobalt-molybdène et disposent d'une surface avec une quille recouverte de titane poreux pour assurer la stabilité primaire de l'implant. Un noyau en polyéthylène hautement réticulé s'insère dans le plateau inférieur et devient fixe à celui-ci. Sa surface convexe s'articule avec la face concave du plateau supérieur.
- La prothèse Mobidisc-L™ (8) du laboratoire LDR médical® : elle est composée de deux plateaux métalliques et du noyau en polyéthylène hautement réticulé inséré dans le plateau inférieur. Contrairement à la prothèse Prodisc-L™, l'insert garde une translation et une rotation sur le plateau inférieur ce qui permet d'adapter le centre de rotation pendant le mouvement : le noyau est dit mobile.



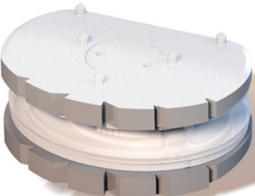

<u>Aspect</u>	<u>Laboratoire</u>	<u>Modèle</u>	<u>Type</u>	<u>Segment mobile</u>
	Medtronic®	Maverick™	Semi-contrainte à noyau sphérique fixe	Couple métal-métal en Chrome-Cobalt-Molybdène
	Synthes®	Prodisc-L™	Semi-contrainte à noyau fixe monosphérique	Insert en polyéthylène fixe sur le plateau inférieur qui s'articule avec le plateau supérieur
	FH Ortho®	LP-ESP II™	Monobloc	Coussin souple en polycarbonate uréthane et un noyau en silicone avec des billes compressibles
	LDR médical®	Mobidisc-L™	Semi-contrainte à noyau mobile monosphérique	Insert en polyéthylène mobile sur le plateau inférieur qui s'articule avec le plateau supérieur

Tableau 2 : types de prothèses autorisés en France par l'HAS

9.2 Techniques chirurgicales pour ALIF et prothèse discale réalisées dans ce travail

9.2.1 La voie d'abord :

Classiquement, l'installation s'effectuait en décubitus dorsal avec deux types particuliers d'installation selon le choix du chirurgien, en « french position » ou en décubitus dorsal classique. Dans notre étude, tous les patients ont été opérés en « French Position », c'est-à-dire en décubitus dorsal avec les jambes écartées. L'opérateur était situé entre les jambes du patient, le premier aide à la gauche du patient et le deuxième aide s'il y en avait un, à droite. L'instrumentiste était positionné à la droite de l'opérateur. L'amplificateur de brillance était placé sur la droite du patient. Une sonde urinaire était mise en place chez tous les patients en

pré-opératoire et retirée en salle de réveil avant le retour dans le service. Tous les patients ont été opérés sous anesthésie générale.

La voie d'abord antérieure du rachis lombaire est la même pour la pose d'une prothèse discale ou d'une ALIF. Le disque était systématiquement repéré par l'amplificateur de brillance en pré-opératoire sur des clichés de profil pour l'orientation et le niveau et sur des clichés de face pour éviter une latéralisation sur la voie d'abord. L'incision cutanée était ainsi dessinée pour tous les patients.



Figure 16 : « french position » pour voie d'abord antérieure du rachis lombaire (121)

L'incision était médiane selon les repérages effectués en pré-opératoire. Le tissu graisseux sous-cutané était ouvert en réalisant des hémostases soigneuses jusqu'au fascia du muscle grand droit. L'incision sur ce fascia était légèrement décalée par rapport à la ligne blanche afin de diminuer le risque d'éventration en post-opératoire. Pour les niveaux L5-S1 une voie retro-péritonéale droite était réalisée dans la plupart des cas, une voie gauche pour les niveaux L4-L5.

Une fois le muscle grand droit récliné et le péritoine atteint, celui-ci était décollé de la paroi en prenant soin de laisser les vaisseaux épigastriques sur la membrane péritonéale. L'arcade de Douglas était incisée pour les niveaux L4-L5 et L5-S1 si nécessaire. Une fois le tissu

graisseux rétro-péritonéal visualisé, la dissection était poursuivie jusqu'à la visualisation de l'uretère, des troncs vasculaires et, enfin des disques intervertébraux.



Figure 17 : écarteur Synframe™ du laboratoire Synthes®

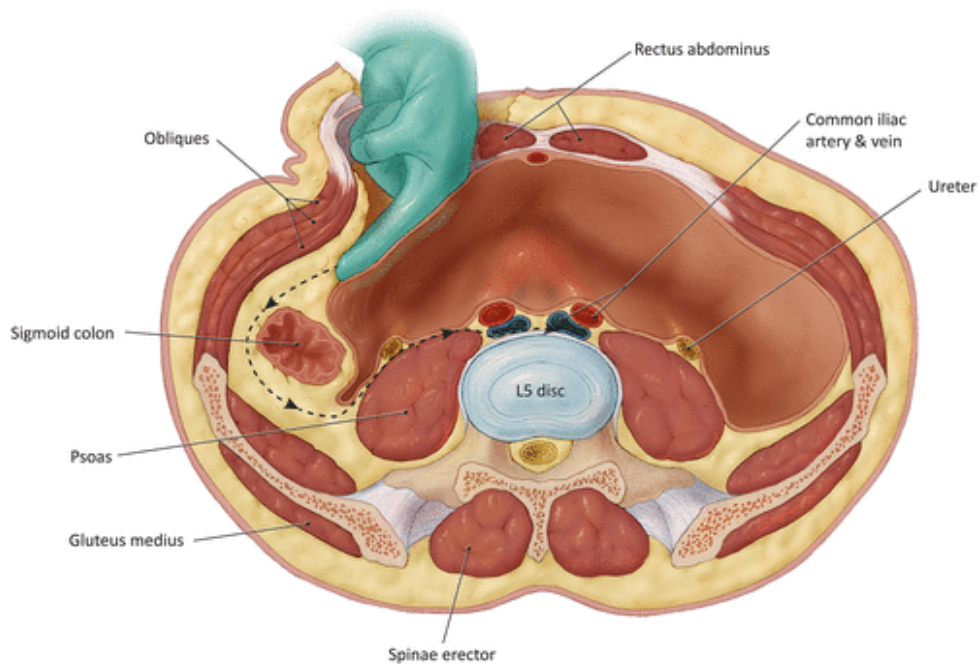


Figure 18 : représentation de l'avancé dans l'espace retro-péritonéal (125)

Un écarteur de type Synframe™ (82,83) du laboratoire Synthes® était alors positionné pour maintenir l'espace de travail visible et libérer les mains de l'aide. Le niveau était systématiquement vérifié à l'aide d'un cliché de scopie de profil.

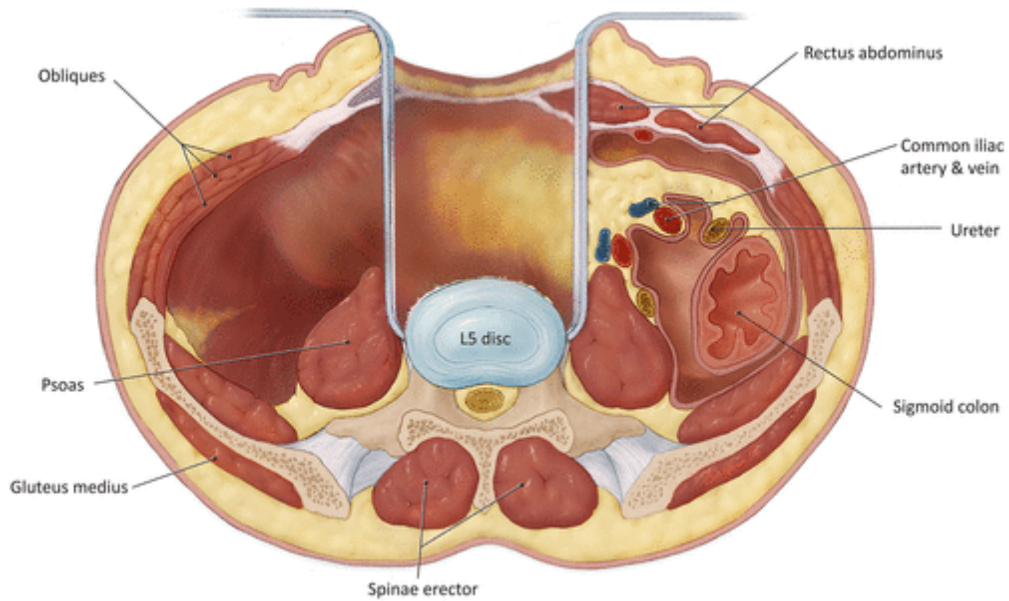


Figure 19 : représentation de l'espace de travail au niveau du disque L4-L5 (125)

Pour les niveaux L5-S1, l'accès était réalisé en dessous de la bifurcation aortique et veineuse. Les vaisseaux médians sacrés étaient repérés et écartés ou ligaturés si besoin (121). Les nerfs hypogastriques destinés au plexus hypogastrique inférieur étaient également écartés en prenant soins de ne pas les léser.

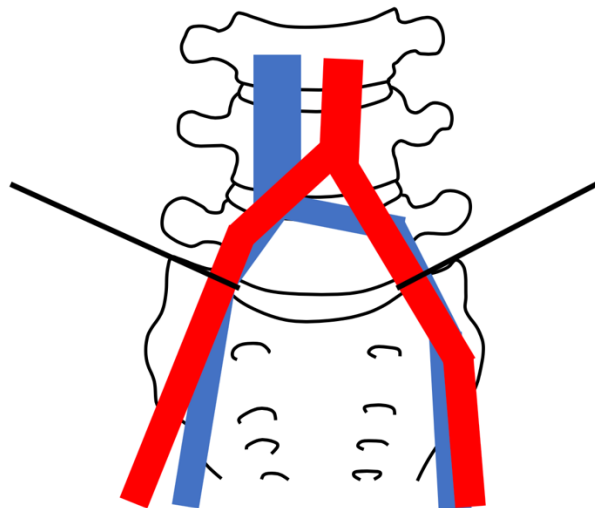


Figure 20 : exposition du disque L5-S1 en réclinant les vaisseaux

Pour les niveaux L4-L5, les troncs vasculaires (aorte descendante et veine cave inférieure) étaient réclinés sur la droite puis écartés par une des valves du Synframe™. La veine lombaire ascendante ou veine iléolombaire (124) était repérée et ligaturée.

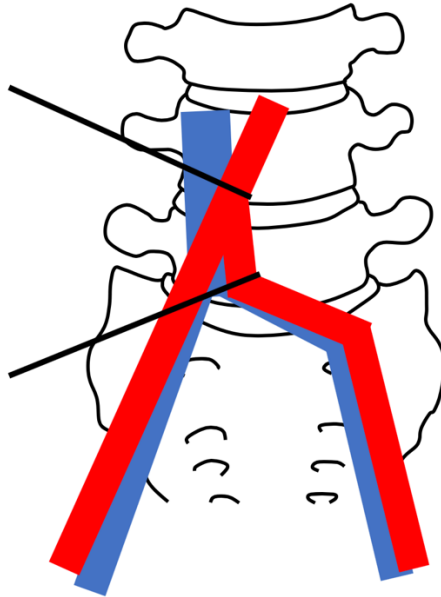


Figure 21 : exposition du disque L4-L5 en réclinant les vaisseaux

La bonne position médiane des valves de l'écarteur était vérifiée par un cliché scopique de face. La discectomie était ensuite réalisée en pratiquant une incision du disque à la lame froide puis à l'aide d'instrument de l'ancillaire prévu à cet effet. L'ensemble du disque était retiré, le ligament longitudinal postérieur était ouvert pour s'assurer d'une bonne décompression canalaire et latérale en cas de radiculalgie pré-opératoire. Un cliché scopique de profil était effectué afin de vérifier que l'ensemble du disque avait été retiré.

9.2.2 Les types d'implants :

9.2.2.1 Implants utilisés pour l'ALIF et technique :

La même cage a été posée chez tous les patients : la cage SynFix-LR System™ du laboratoire DePuy-Synthes®. Elle est composée de deux parties : un spacer en polyetheretherketone (PEEK) qui doit être comblé par du substitut osseux ou de la greffe osseuse et une plaque antérieure en Titanium (Ti-6Al-7Nb) qui peut recevoir 4 vis verrouillées

également en Titanium de diamètre 4 mm. Il s'agit d'une cage « stand alone » : il n'y a pas besoin de rajouter de plaque pour stabiliser la cage.

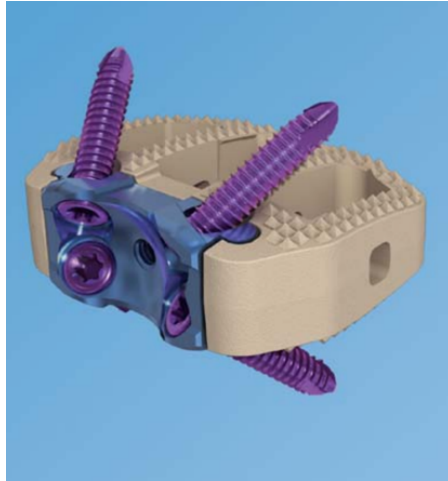


Figure 22 : cage SynFix-LR System™ du laboratoire DePuy-Synthes®

Deux dimensions sont disponibles : 26 mm x 32 mm et 30 mm x 38 mm. Pour ses deux tailles, différents modèles existent avec soit 8°, soit 12 de lordose. Pour chaque taille et chaque lordose, il existe 5 hauteurs disponibles : 12 mm, 13,5 mm, 15 mm, 17 mm et 19 mm. La couleur de la plaque de titanium correspond à une hauteur. Ainsi, il existe 20 cages différentes.

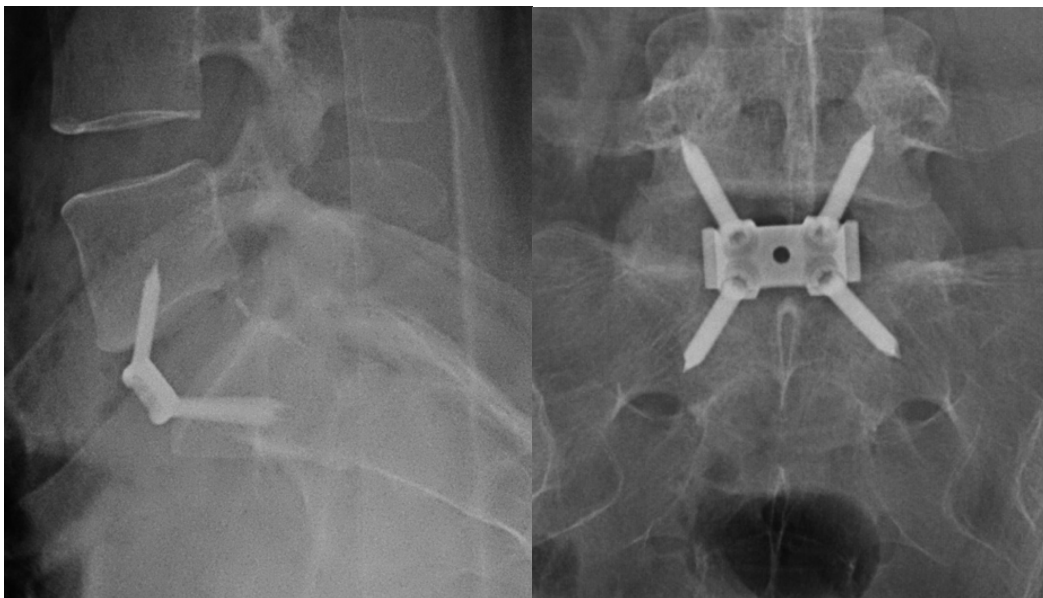
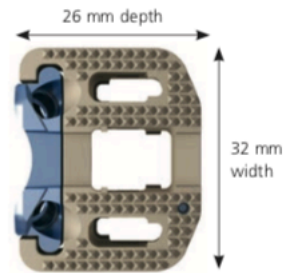


Figure 23 : radiographie de cage SynFix-LR System™

26 mm depth × 32 mm width

Implant	Lordotic angle	Height	Posterior height*	Color code
08.802.016S	8°	12 mm	9 mm	light blue
08.802.000S		13.5 mm	10.5 mm	gold
08.802.001S		15 mm	12 mm	blue
08.802.002S		17 mm	14 mm	purple
08.802.003S		19 mm	16 mm	green
08.802.017S	12°	12 mm	8 mm	light blue
08.802.004S		13.5 mm	9 mm	gold
08.802.005S		15 mm	11 mm	blue
08.802.006S		17 mm	12.5 mm	purple
08.802.007S		19 mm	14.5 mm	green

**30 mm depth × 38 mm width**

Implant	Lordotic angle	Height	Posterior height*	Color code
08.802.018S	8°	12 mm	9 mm	light blue
08.802.008S		13.5 mm	10 mm	gold
08.802.009S		15 mm	11.5 mm	blue
08.802.010S		17 mm	13.5 mm	purple
08.802.011S		19 mm	15.5 mm	green
08.802.019S	12°	12 mm	7 mm	light blue
08.802.012S		13.5 mm	8.5 mm	gold
08.802.013S		15 mm	10 mm	blue
08.802.014S		17 mm	12 mm	purple
08.802.015S		19 mm	14 mm	green

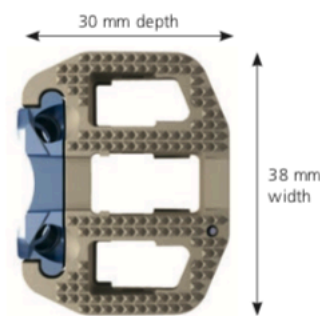


Figure 24 : ensemble différentes possibilités de cage disponibles

La voie d'abord utilisée au CHU de Nîmes est une voie antérieure retro-péritonéale pour les niveaux L4-L5 et L5-S1.

Une fois la discectomie (et si besoin une décompression) réalisée et décrite ci-dessus, les plateaux vertébraux supérieur et inférieur étaient avivés afin de favoriser la fusion. Lors des essais, des clichés scopiques per-opératoires étaient réalisés de face et de profil afin de s'assurer du bon positionnement médian et antéro-postérieur de l'implant d'essai. La taille et la lordose de la cage étaient choisies en per-opératoire en fonction de la restitution de la lordose et hauteur segmentaire et de la taille des plateaux.

L'Inductos™ (125) fut utilisé chez tous les patients de cette série dans l'interface de la cage. Le positionnement était systématiquement vérifié de face et de profil à l'aide de l'amplificateur de brillance.

Les deux vis supérieures et les deux vis inférieures étaient systématiquement introduites après préparation à la pointe carrée et à l'aide du guide de visée de l'ancillaire. Un bilan radiographique standard (F+P) post-opératoire immédiat était systématiquement réalisé à la sortie de la salle de réveil.

Le premier lever était effectué à J1 avec l'aide d'un kinésithérapeute. Le retour était fait à domicile avec pour objectif une sortie de l'hôpital à J4 post-opératoire. Le drainage n'était pas systématique voire peu fréquent.

9.2.2.2 Implants utilisés pour le remplacement prothétique et technique :

La même prothèse discale a été posée chez tous les patients : la prothèse ProDisc-L™ du laboratoire Depuy-Synthes®. Elle est composée de deux plateaux en cobalt-chrome-molybdène (CR-Co-Mo) avec chacun une quille centrale et des pointes recouvertes de titane poreux pour favoriser l'ostéointégration. L'insert en polyéthylène se fixe dans le plateau inférieur et a une forme convexe vers le haut sur laquelle vient s'articuler le plateau supérieur. Il s'agit donc d'une prothèse discale semi-contrainte.

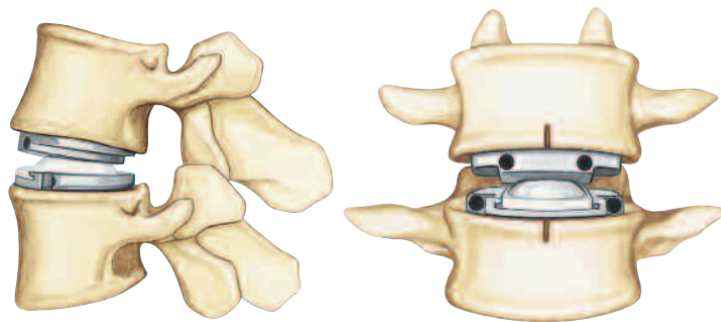


Figure 25 : prothèse ProDisc-L™ du laboratoire Depuy-Synthes®

Cette prothèse permet un volant de flexion-extension de 20°, également 20° de volant d'inclinaison latérale et 6° de rotation.

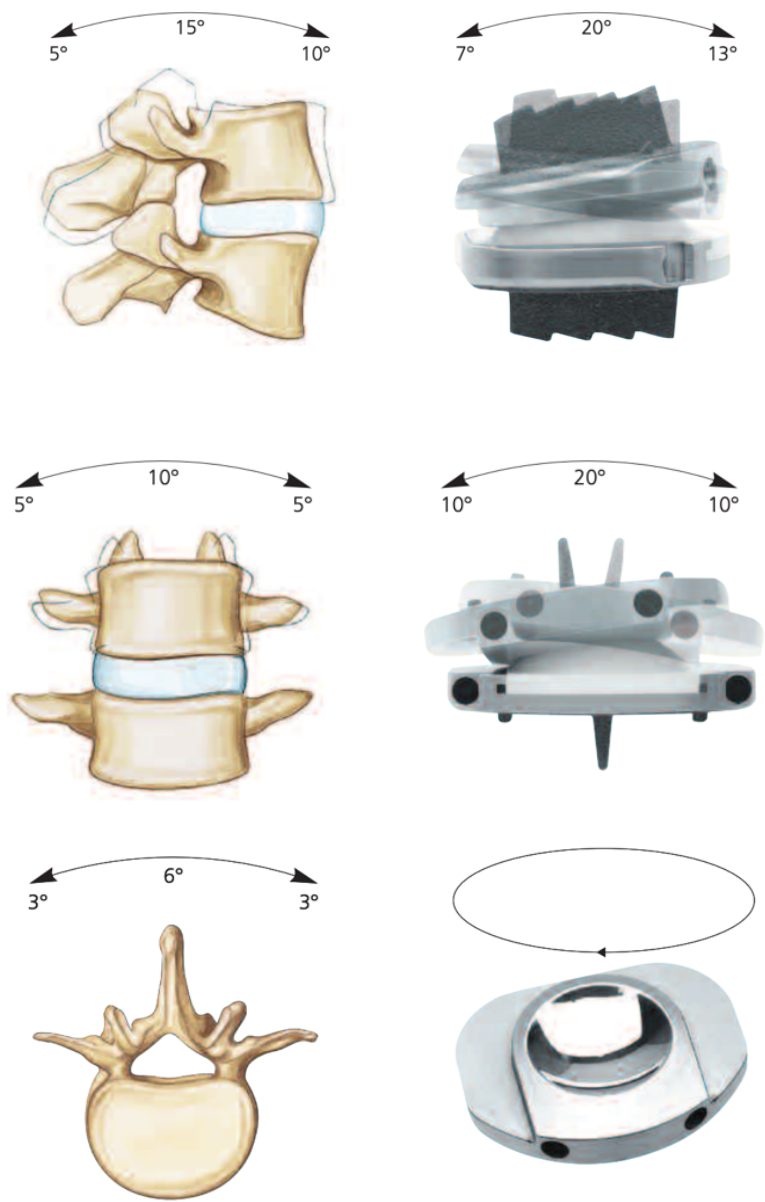
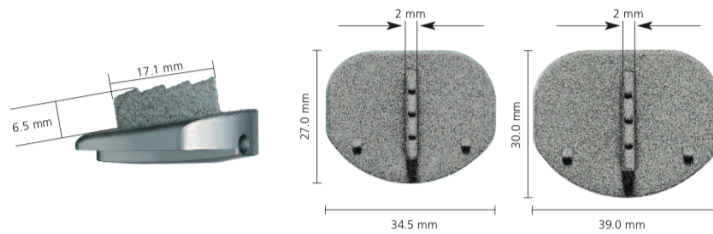


Figure 26 : volant de mobilité de la prothèse ProDisc-L™ (126)

Deux tailles de prothèse sont disponibles : médium ou large. Dans les deux cas, la hauteur de l'insert en polyéthylène permet de donner plus ou moins de hauteur à la prothèse. Ainsi 3 tailles étaient disponibles : 10 mm, 12 mm ou 14 mm. La lordose est modifiable sur les plateaux vertébraux, de sorte que la lordose cumulée des deux implants pouvait avoir différentes valeurs. Cependant les implants d'essai n'avaient que 4 valeurs possibles de lordose : 3°, 6°, 8° ou 11°. Il n'est en effet pas conseillé par le laboratoire de mettre des prothèses avec un angle de lordose supérieur à 11°.



		M	L
Plaques supérieures	3°	SSX660K	SSX670K
	6°	SSX520K	SSX540K
	11°	SSX522K	SSX542K
Plaques inférieures	0°	SSX524K	SSX544K
	3°	SSX662K	SSX672K
	8°	SSX664K	SSX674K
Inserts en PE	10 mm	SSX626	SSX646
	12 mm	SSX627	SSX647
	14 mm	SSX628	SSX648

Figure 27 : ensemble différentes possibilités de prothèse discale lombaire disponibles

Une fois le disque intervertébral retiré et les plateaux vertébraux supérieur et inférieur avivés de façon prudente en évitant toute effraction, l'implant d'essai était alors positionné sous contrôle scopique de face, en vérifiant son bon alignement avec la ligne des épineuses. Un cliché de profil est également effectué afin de vérifier le bon positionnement antéro-postérieur. L'ajustement de la taille, lordose et hauteur des implants était réalisé en fonction de la stabilité, de la lordose et de l'espace inter-corporéal générés par les gabarits d'essai. Une fois le choix fait et la position validée, l'empreinte du rail de la quille était effectuée aux ciseaux sous contrôle fluoroscopique.

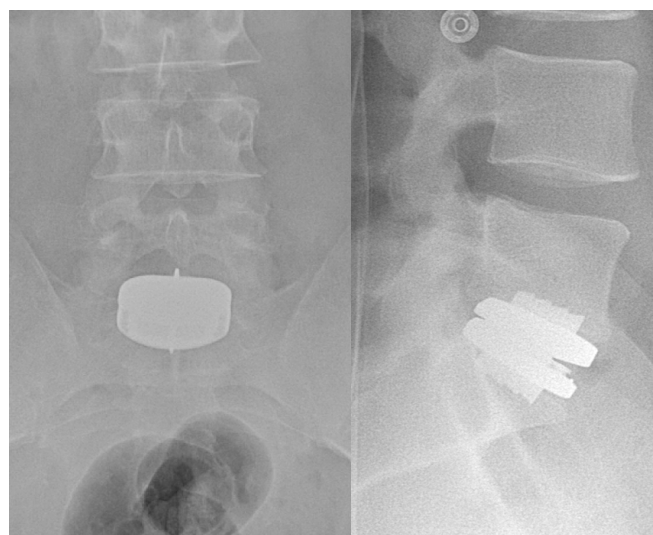


Figure 28 : radiographie de prothèse ProDisc-L™

La prothèse définitive était alors mise en place. Les deux plateaux étaient introduits en même temps à l'aide de l'ancillaire, puis l'insert en polyéthylène entre les plateaux. Le drainage était également peu fréquent et dépendant de l'évolution des pratiques.

Le premier lever était effectué à J1 avec l'aide d'un kinésithérapeute. Le retour était fait à domicile avec pour objectif une sortie de l'hôpital de J2 à J4 post-opératoire.

9.3 Quels sont les risques attendus per-opératoires directs :

9.3.1 Liés à la voie d'abord :

9.3.1.1 Complications vasculaires :

La complication la plus redoutée et malheureusement la plus fréquente en cas d'intervention sur le rachis lombaire par voie antérieure est sans doute la complication vasculaire. La présence de gros troncs vasculaires comme l'aorte, les artères iliaques, la veine cave inférieure ou les veines iliaques, fait courir un risque qui peut être vital pour le patient. Certaines équipes chirurgicales fonctionnent en binôme avec un abord chirurgical qui est fait par un chirurgien vasculaire ou urologique et un matériel qui est implanté par un chirurgien du rachis (127). Même si Phan et al. ont montré un taux de complications totales similaire dans les équipes avec et sans « access surgeon », le taux de lésions artérielles était paradoxalement plus élevé dans les équipes avec un chirurgien dédié à la voie d'abord.

La complication artérielle la plus fréquente est la thrombose de l'artère iliaque commune gauche (128). Cette occlusion est due à un décalage sur la droite des vaisseaux artériels entraînant une diminution du flux sanguin et la formation d'un thrombus.

Les veines sont plus souvent lésées que les artères dans le cadre de l'abord antérieur du rachis lombaire (0,0% à 18,1% versus 0,0% à 5,6 %) (129). La veine iliaque commune gauche est le vaisseau le plus souvent touché, suivi par la veine cave inférieure puis la veine lombaire ascendante ou veine iliolumbale (130).

Wood et al. (129) ont montré une augmentation du risque de lésion vasculaire en cas d'approche trans-péritonéale du rachis lombaire (3,6%) comparativement à une approche rétro-péritonéale (1,9%) ($p=0,005$) (129)

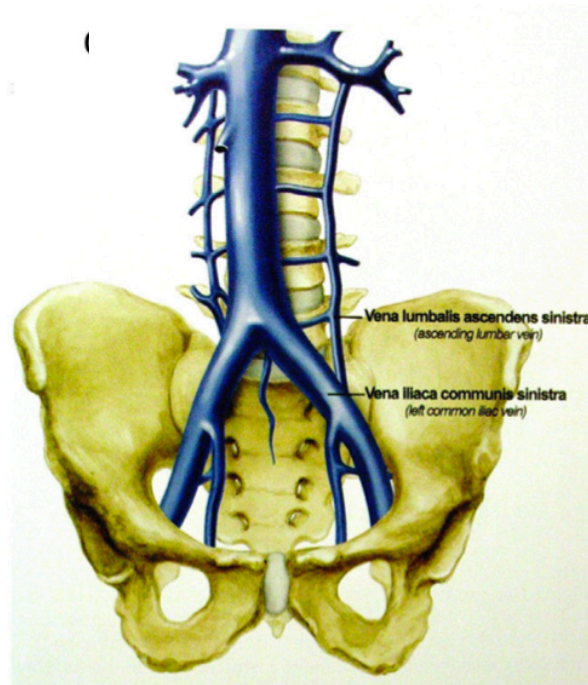


Figure 29 : anatomie veineuse en regard du rachis lombo-sacrée (121)

9.3.1.2 Éjaculation rétrograde

Complication spécifique chez l'homme, l'éjaculation rétrograde peut être observée en post-opératoire en cas de lésion du plexus sacré. En avant du disque L5-S1, se trouve le plexus hypogastrique supérieur. Cette partie de la chaîne sympathique vient innervé le sphincter vésical interne, qui se contracte lors de l'éjaculation pour éviter que le sperme remonte dans la vessie du fait de la haute pression qui se trouve dans l'urètre (131).

Lors d'une voie d'abord antérieure, le plexus hypogastrique peut être lésé pendant l'exposition du disque. Même si l'abord rétro-péritonéal a permis de diminuer le risque de lésion nerveuse à ce niveau par rapport à l'abord trans-péritonéal (132,133), cette complication reste rapportée dans la littérature actuelle. Le taux d'éjaculation rétrograde reste cependant faible, de 0,42% (134) à 5,9% (135) selon les auteurs.

Le niveau L5-S1 est plus à risque que le niveau L4-L5 du fait de l'anatomie du plexus hypogastrique (132). Tiusanen et al. (135) ont montré que les patients opérés sur deux niveaux étaient également beaucoup plus à risque que ceux opérés d'une ALIF sur un seul niveau.

Pour éviter une stérilité chez les hommes qui se font opérer du rachis lombaire par voie antérieure, une consultation au CECOS (Centre d'Étude et de Conservation des Œufs et du Spermé) est le plus souvent réalisée ou en tout cas proposée.

L'équivalent de la symptomatologie liée à la lésion du plexus hypogastrique supérieur chez la femme est la sécheresse vaginale à l'origine de dyspareunies (136–139). Nous n'avons pas retrouvé d'étude s'intéressant à l'incidence de la sécheresse vaginale après arthrodèse lombaire. Cependant, du fait de la diminution de la lombalgie, les patientes traitées chirurgicalement, ont une vie sexuelle de meilleure qualité que celles non opérées (136,139).

9.3.1.3 Complications neurologiques :

Comme toute intervention de chirurgie sur le rachis, il existe un risque de lésion neurologique. La voie d'abord antérieure permet grandement de diminuer ce risque par rapport à l'approche postérieure du rachis lombaire et notamment l'arthrodèse par voie postérolatérale (PLIF) (140). Le risque de lésion durale est grandement diminué par l'abord antérieur. Cependant, certaines malpositions d'implant peuvent entraîner des conflits avec les racines nerveuses qui peuvent alors produire des radiculalgies et nécessiter une reprise chirurgicale. S'ajoute également le risque d'hématome qui peut devenir compressif sur le sac dural et donc les racines lombaires basses et sacrées. Cette complication est rapportée à hauteur de 2% lors des abord antérieurs lombaires (130).

9.3.1.4 Complications digestives :

L'iléus représenterait la 4^{ème} complication de la chirurgie lombaire par voie antérieure par ordre de fréquence avec 1,4% des patients concernés. Il s'agit cependant d'une complication mineure, l'iléus étant le plus souvent fonctionnel et la reprise du transit se faisant dans les jours qui suivent l'intervention chirurgicale.

D'autres complications digestives plus graves ont été rapportées dans la littérature. La pseudo-obstruction colique aigue ou syndrome d'Ogilvie est causée par une irritation des troncs parasymphatiques du colon distal au niveaux du plexus sacré (133). Même si cela reste rare, le syndrome d'Ogilvie peut entraîner une perforation colique dans 20% des cas (141).

Les complications digestives sont de manière générale plus souvent retrouvées en cas d'approche trans-péritonéale plutôt que rétro-péritonéale. En effet, l'ouverture du péritoine fait courir les mêmes risques que les patients opérés de laparotomie :

- La présence d'adhérences sur la cicatrice du sac péritonéal fait alors courir le risque d'occlusion sur bride.
- Une autre complication plus rencontrée dans la voie trans-péritonéale est l'apparition de hernie abdominale (142) voire d'éventration.
- En cas de lésion des organes digestifs creux en per-opératoire , le risque de péritonite par contamination est alors fortement augmenté (143).
- Enfin l'apparition d'iléus post-opératoire est également une complication qui est plus fréquemment retrouvée en cas de voie d'abord trans-péritonéal (130)

9.3.1.5 Complications urologiques :

Contrairement aux complications comme l'éjaculation rétrograde ou les complications digestives, les complications urologiques sont plus fréquemment retrouvées dans l'abord rétro-péritonéal par rapport à l'abord trans-péritonéal.

L'atteinte des uretères reste la lésion urologique la plus fréquemment retrouvée avec un taux de 0,3% à 0,5% (144) à 8% en cas de reprise (145). Les lésions vésicales ou rénales sont beaucoup plus rares car plus à distance de la voie d'abord.

9.3.2 Complications spécifiques de l'ALIF :

La pseudarthrodèse, c'est-à-dire la non fusion d'une arthrodèse, est la complication mécanique la plus à risque en cas d'ALIF.

Dans leur revue de la littérature, Jacobs et al. (146) ont évalué des taux de fusion allant de 47 à 90% en ce qui concerne les ALIF. La plupart des études retrouvent un taux de fusion avoisinant les 90%.

Comme l'ont montré Madan et al. (147), la fixation de l'arthrodèse augmente les chances de fusion dans l'ALIF. Parmi les 29 patients ayant eu une instrumentation, 100% ont fusionné, alors que cette fusion fut obtenue chez seulement 83,3% des 27 patients ayant bénéficié d'une arthrodèse non instrumentée avec greffon iliaque.

Le gold-standard pour interpréter la consolidation osseuse est représenté par le scanner (148). Dans notre société actuelle, l'accès à un centre d'imagerie possédant un scanner est assez courant. Par le passé, d'autres critères ont été décrits pour juger de la fusion intervertébrale : Brantigan and Steffee (149) puis Fraser et al. (150) ont en effet décrit des critères radiologiques. Le score BSF permet de juger de la consolidation d'une fusion inter-corporéale selon 3 stades :

- 1 : pseudarthrose radiographique : perte de hauteur du disque, bris de matériel, glissement intervertébral, déplacement de la cage.
- 2 : doute sur pseudarthrose : clarté visible au milieu de la cage mais présence d'os solide se développant dans la cage à partir de chaque plateau vertébral.
- 3 : fusion radiographique : un pont osseux de plus de la moitié de la zone de fusion (surface de la cage) avec au minimum la densité atteinte initialement lors de la chirurgie.

Cependant, plusieurs études (151–153) ont montré que le taux de fusion de l'arthrodèse et le taux de satisfaction des patients (ODI) n'étaient pas statistiquement liés.

Le développement des « Bone Morphogenic Protein » (BMP) et notamment de l'inductosTM a encore permis d'améliorer le taux de fusion des arthrodèses intervertébrales (154).

9.3.3 Complications spécifiques de la prothèse discale :

Des cas de luxation du polyéthylène contenu dans certains types de prothèse discale ont été rapportés (155,156). Compte-tenu de l'anatomie, en cas de migration antérieure, des lésions vasculaires peuvent survenir et mettre en jeu le pronostic vital du patient.

Des cas de luxation ou de mobilisation des implants prothétiques ont également été rapportés, souvent en rapport avec une pente sacrée importante (142,157).

L'enfoncement des plateaux vertébraux supports de la prothèse dans les corps vertébraux est une complication rare qui est principalement rencontrée chez les sujets ostéoporotiques (158,159) ou sur les disques très pincés et difficilement expandables et enfin dans certaines configurations anatomiques liées à des pentes sacrées importantes ou associées à des glissements (spondylolisthésis). Lorsque les contre-indications des prothèses liées à l'ostéopénie sont respectées (9), ce genre de complications devient encore plus rare.

Enfin, la présence d'ossifications hétérotopiques qui supprime la mobilité de la prothèse est la complication spécifique des prothèses discales lombaires la plus fréquente (158,160). La prothèse a alors un effet « arthrodèse-like » et les deux corps vertébraux sont solidaires l'un de l'autre.

9.3.4 Syndrome Adjacent (ASD) :

La notion de syndrome adjacent correspond à la dégénérescence du disque sus ou sous-jacent à un niveau opéré. Il touche aussi bien le rachis cervical que le rachis lombaire (161). Il peut avoir plusieurs définitions :

Le syndrome adjacent dégénératif (ASDeg) : il s'agit de signes de dégénérescence discale purement radiologiques ou sur IRM qui apparaissent à un niveau adjacent à un niveau opéré, le patient ne présente pas de symptomatologie douloureuse ;

Le syndrome adjacent maladie (ASDis) : il se différencie de l'ASDeg par la présence de symptômes cliniques invalidants pour le patient.

L'apparition d'un syndrome adjacent serait multifactorielle. Mannion et al. (162) ont montré que son développement était plus lié à l'âge du patient qu'à la présence d'une fusion intervertébrale. Lee et al. (163) confirment ces résultats avec un risque de syndrome adjacent 2,5 fois plus élevé chez les patients de plus de 60 ans. Weinoffer et al. (164) décrivent une augmentation significative de la pression intra-discale au niveau du disque adjacent à un niveau fusionné. Cette augmentation de pression n'est pas proportionnelle au nombre de niveaux bloqués. Saavedra-Pozo et al. (165) ont démontré que, plus que la fusion, la présence d'un trouble de l'équilibre rachidien tel qu'une cyphose à l'extrémité d'une arthrodèse

augmente de manière significative le risque d'ASD. Enfin la présence de lésion des tissus mous serait également un facteur de risque de syndrome adjacent (166).

Dans leur méta-analyse, Pan et al. (167) retrouvent une prévalence de l'ASDeg de 37,5 % après fusion. Cela correspond au 38,8 % retrouvés par Choi et al. (168) à 10 ans de recul. Dans ces deux derniers travaux, la prévalence de l'ASDis est respectivement de 11,4 % et 12,2 %. Enfin le taux de reprise est compris entre 4,1 % et 7,7 % à 10 ans.

On observe cependant l'apparition de syndrome adjacent chez des patients qui ne possèdent pas d'arthrodèse intervertébrale. Pan et al. retrouvent une prévalence de l'ASDeg de 18,6%, une prévalence de l'ASDis de 5,1 % et un taux de reprise pour ASD de 1,1 % dans le groupe de patients non fusionnés.

Plusieurs études ont alors comparé la différence de développement de syndrome adjacent entre des patients avec arthrodèse et des patients avec montage dynamique :

- Kanayama et al. (169) ne retrouvent pas de différence significative entre ligamentoplastie et arthrodèse. Ils constatent cependant qu'un montage avec PLIF a plus de risque de développer une instabilité au niveau sus-jacent qu'une arthrodèse postérolatérale seule. Ce résultat est également retrouvé par Lee et al. (163) qui démontrent qu'un montage avec PLIF a un risque relatif 3,4 fois supérieur à celui d'une arthrodèse postérolatérale seule.
- Ogawa et al. (169) retrouvent une diminution du risque relatif de développement d'un ASDeg par stabilisation dynamique versus arthrodèse. Cependant ils n'observent pas de différence statistiquement significative sur l'ASDis ou le taux de reprise.
- Saavedra-Pozo et al. (165) ne retrouvent pas de différence significative dans leur méta-analyse en comparant arthroplastie et arthrodèse lombaire sur le développement d'un ASDis.
- Pan et al. (167) retrouvent une apparition moins importante d'ASDeg, d'ASDis et de taux de reprise avec stabilisation dynamique, plutôt qu'avec arthrodèse de type ALIF ou PLIF. Leur méta-analyse porte sur 15 études regroupant un total de 1476 patients.

Étant donné sa prévalence importante, l'apparition de syndrome adjacent reste donc l'une des préoccupations majeures des chirurgiens du rachis.

ETUDE

1 INTRODUCTION

La dégénérescence d'un disque intervertébral est une pathologie fréquente et reste un problème de santé publique majeur. Le traitement chirurgical de référence est l'arthrodèse.

La dégénérescence discale d'un niveau adjacent, aussi appelée syndrome adjacent est l'une des problématiques faisant débat quant à son origine et sa relation avec une surcharge mécanique liée à la fusion adjacente. Elle est caractérisée par une détérioration d'un disque intervertébral sus ou sous-jacent au niveau fusionné et souvent attribuée à un transfert de contrainte.

Le concept de la prothèse discale lombaire, plus récent, est né de la volonté de préserver les disques adjacents par conservation de la mobilité segmentaire du disque intervertébral opéré. Cette préservation n'est cependant pas prouvée car évoluant dans un contexte de dégénérescence discale liée à l'âge et non liée forcément à toutes les contraintes imposées par la fusion.

Nous avons donc étudié l'influence de la conservation d'un degré de mobilité apportée par la prothèse discale versus la fusion des corps vertébraux par voie antérieure sur l'alignement vertébral source hypothétique de facteur prédisposant au syndrome adjacent.

2 HYPOTHESE ET OBJECTIFS PRINCIPAL ET SECONDAIRES

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les patients opérés d'une arthrodèse lombaire par voie antérieure (ALIF) à plus de 3 ans de recul versus ceux opérés d'une prothèse discale lombaire (PDL), sur les modifications des paramètres pelvi-rachidiens.

Les objectifs secondaires étaient :

- Évaluer les résultats algofonctionnels selon la technique utilisée,
- Comparer l'alignement sagittal post-opératoire de chaque groupe,
- Évaluer l'influence du type de dos selon Roussouly (89) sur les résultats cliniques et radiologiques de chaque technique chirurgicale,
- Évaluer l'influence du niveau opéré sur les résultats cliniques et radiologiques de chaque technique chirurgicale,
- Comparer les résultats obtenus à ceux de la littérature.

3 MATERIEL ET METHODE

Il s'agit d'une étude rétrospective, unicentrique, observationnelle, réalisée à partir d'une cohorte prospective d'évaluation du geste chirurgical sur la qualité de vie du patient via KEOPS™.

3.1 Population étudiée :

L'ensemble des patients ayant été opéré d'une ALIF ou d'une PDL aux niveaux L4-L5 ou L5-S1 dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologie au CHU de Nîmes entre mars 2008 et septembre 2015 ont été inclus.

Les critères d'inclusions étaient toute chirurgie monosegmentaire en relation avec la présence d'une lombalgie chronique discogénique mono ou poly-étagée résistante au traitement médical bien conduit. Les critères d'exclusion répondaient aux contre-indications liées à la voie d'abord, les chirurgies préalables en postérieur afin d'homogénéiser les deux groupes de patients, les discopathies plurisegmentaires, les montages hybrides et autres niveaux que L4-L5 ou L5-S1. La radiculalgie n'a pas été un critère d'exclusion.

Le choix entre prothèse et arthrolyse considérait la trophicité des articulaires postérieures, le niveau discal et les conditions socio-professionnelles.

Le suivi pré et post-opératoire de l'ensemble des patients consistait en le recueil des questionnaires d'auto-évaluations algofonctionnels, remis à chacune des consultations de contrôle, de clichés du rachis en totalité face et profil et d'une IRM pré-opératoire.

3.2 Méthode :

Les données pré-opératoires ont été incluses sur l'application www.keops-spine.fr (copyright © 2011 S.M.A.I.O) avant la chirurgie. Celles post-opératoires étaient également rentrées dans le cadre du suivi habituel des patients. Toutes ces données ont été recueillies de manière rétrospective sur cette application internet et dans les dossiers des patients au CHU de Nîmes lorsque l'information était manquante sur le logiciel KEOPS™.

L'évaluation des deux groupes était réalisée selon :

- les données démographiques (âge, sexe, taille, poids, IMC),
- Les scores algofonctionnels utilisés :
 - EVA 2 (33,34) (lombaire et radiculaire),
 - Oswestry (ODI pour Oswestry Disability Index) (35–37),
 - Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) (41,42),
 - SF-36 (38–40),
- Les mesures radiographiques : Paramètres spino-pelviens sagittaux faits sur des clichés du rachis en totalité de profil à l'aide des outils de reconstruction de l'application KEOPS-SB Analyser V2™ :
 - L'incidence pelvienne (83),
 - La version pelvienne (83),
 - La pente sacrée (83),
 - Le type de dos de Roussouly (89),
 - La lordose lombaire,
 - La sagittal vertical axis (SVA) (170),
 - La lordose du niveau opéré,

- La lordose du niveau sus-jacent,
- La hauteur du disque sus-jacent.

Nous n'avons pas étudié la modification de la hauteur du niveau opéré car le contournage des plateaux vertébraux chez les patients opérés d'une PDL nous paraissait trop aléatoire chez certains patients. La littérature a cependant bien démontré l'augmentation de cette hauteur, que les patients soient opérés d'une PDL ou d'une ALIF.

3.3 Technique opératoire :

Tous les patients ont été opérés par le même chirurgien senior selon la même technique et la même voie d'abord.

Le patient était installé en décubitus dorsal avec les jambes écartées type « French Position ». L'abord chirurgical fut dans tous les cas une voie para-rectale rétro-péritonéale droite pour le niveau L5-S1 et gauche pour le niveau L4-L5.

L'incision était médiane et sous ombilicale (L4-L5 et L5-S1) ou hémi-Pfannenstiel droite (L5-S1) selon les repérages effectués en pré-opératoire. Le tissu graisseux sous cutané était ouvert en réalisant des hémostases soigneuses jusqu'au fascia du muscle grand droit. L'incision sur le fascia du grand droit était légèrement décalée par rapport à la ligne blanche afin de diminuer le risque d'éventration en post-opératoire.

Une fois les muscles réclinés et le péritoine atteint, celui-ci était décollé de la paroi en prenant soin de laisser les vaisseaux épigastriques sur la membrane péritonéale. L'arcade de Douglas était incisée pour les niveaux L4-L5. Une fois le tissu graisseux rétro-péritonéal visualisé, la dissection était poursuivie jusqu'à la visualisation des troncs vasculaires et des disques intervertébraux.

Un écarteur de type Synframe® était alors positionné pour maintenir l'espace de travail visible. Le niveau était systématiquement vérifié à l'aide d'un cliché scopique de profil.

Pour le niveau L5-S1, l'accès était réalisé en dessous de la bifurcation aortique. Pour le niveau L4-L5, une ligature systématique de la veine lombaire ascendante, présente dans tous les cas, était effectuée, permettant de faciliter la mobilisation des troncs vasculaires. Après positionnement de l'écarteur de Synframe®, maintenant refoulé sur la droite la veine cave inférieure et en bas la veine iliaque gauche, l'exposition du disque intervertébral L4-L5 permettait de réaliser la discectomie à la lame froide puis à la pince à disque.

3.4 Implants :

La même PDL a été posée chez tous les patients : la prothèse ProDisc-L™ du laboratoire DePuy-Synthes®. Après discectomie, la réalisation du curettage fut prudente afin de préserver l'intégrité des plateaux vertébraux et prévenir d'éventuels enfoncements d'implant. Le bon positionnement de la PDL était vérifié par scopie de face pour vérifier le centrage des implants, et de profil pour ajuster l'enfouissement de la PDL et contrôler la restitution de la hauteur discale. La taille de la prothèse ainsi que la lordose étaient contrôlées en per-opératoire.

De la même manière, la même cage a été posée chez tous les patients : la cage SynFix-LR System™ du laboratoire DePuy-Synthes®. En cas d'ALIF, le curettage était plus agressif afin d'aviver au mieux les surfaces des plateaux et favoriser la fusion. Des clichés scopiques étaient également réalisés de face et de profil afin de s'assurer du bon positionnement médian et antéro-postérieur de l'implant. 4 vis ont été systématiquement implantées en complément. Tous les implants étaient comblés avec de l'Inductos™ (125).

3.5 Consignes post opératoires et suivi

Les consignes post-opératoires ont consisté en une mise au fauteuil et une reprise de l'appui à J1 sans restriction ni contention. La sortie était programmée dans les 3 jours post-opératoires après contrôle des critères de sorties.

Les évaluations du suivi répondent aux mêmes scores que ceux décrit dans le chapitre 3.2 avec contrôle à 3 mois, 6 mois, 1 an, et à 3 ans.

3.6 Analyse statistique :

Les données quantitatives ont été relevées par leurs moyennes, écarts-types, minimums et maximums. Les données qualitatives ont été relevées par leurs valeurs absolues et leurs pourcentages.

Pour la comparabilité initiale des deux groupes, des tests de Mann et Whitney ont été utilisés pour les données quantitatives, des tests de Fisher pour les données qualitatives.

Pour les comparaisons entre les données pré et post-opératoires de chaque groupe, des tests de Wilcoxon appariés ont été utilisés pour les données quantitatives et des tests de Mac Nemmar pour les données qualitatives.

Pour les comparaisons entre les types de dos de Roussouly ou entre les niveaux opérés, des tests t de Student ont été effectués pour les données quantitatives et des tests du Chi² pour les données qualitatives.

4 RESULTATS :

4.1 Population étudiée :

Après un premier recueil des données de la base KEOPS™, 64 patients ont été inclus dans l'étude : 29 dans le groupe PDL et 35 dans le groupe ALIF.

Un patient du groupe PDL a été exclu pour un antécédent de chirurgie lombaire par voie postérieure. Tous les autres patients avaient des dossiers complets. Dans le groupe ALIF,

5 patients ont été exclus pour des antécédents de chirurgie lombaire par voie postérieure et 2 patients par manque de données : un patient n'avait pas de radiographie pré-opératoire et un autre patient n'avait ni radiographie pré-opératoire, ni post-opératoire.

Nous avons donc inclus 28 patients opérés d'une ALIF et 28 patients opérés d'une PDL.

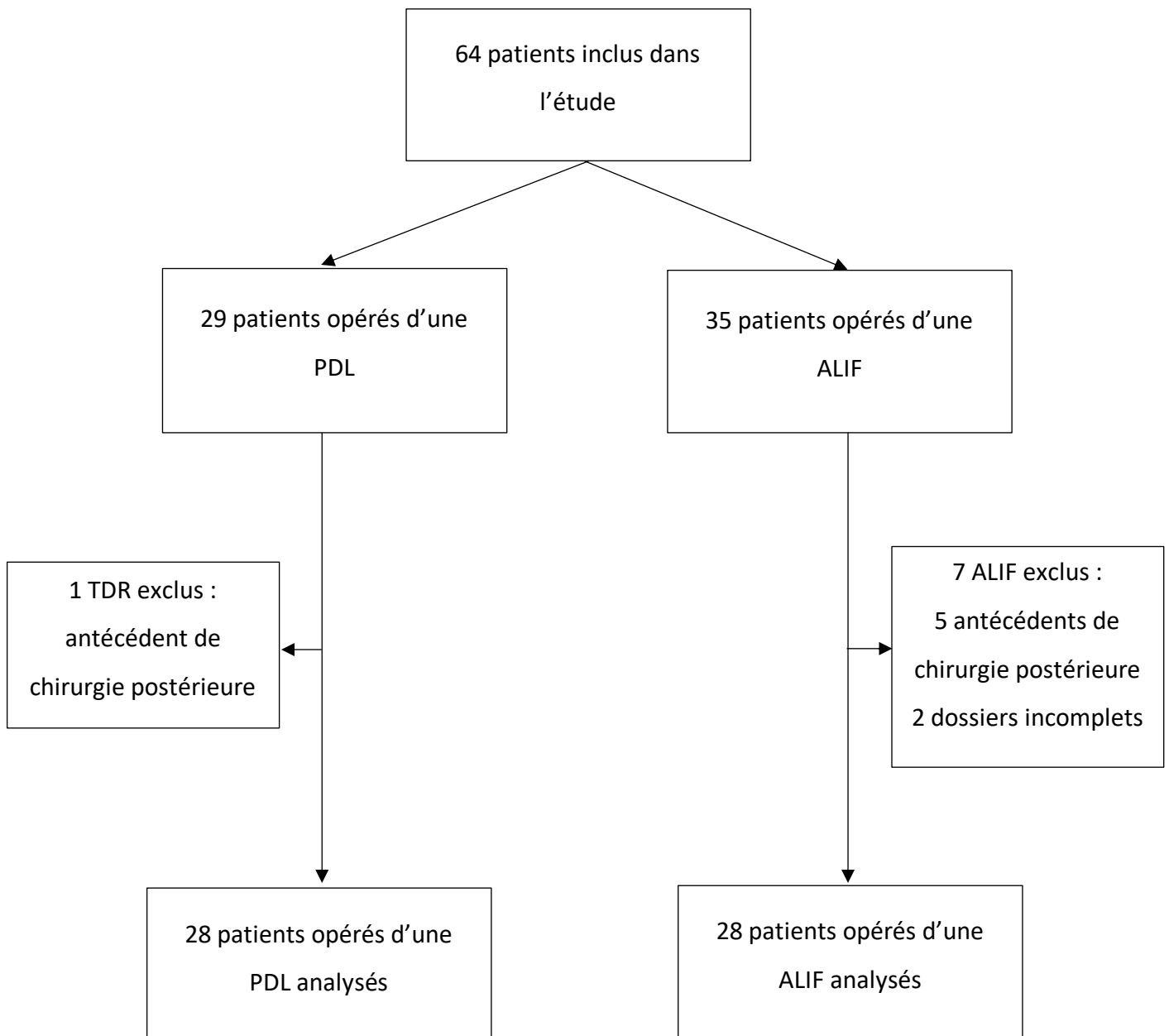


Figure 30 : diagramme de flux des patients

4.1.1 Sexe :

Parmi les 56 patients inclus, il y avait 26 femmes et 30 hommes. Le groupe ALIF était composé de 15 femmes pour 13 hommes et le groupe PDL de 11 femmes pour 17 hommes. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant le sexe ($p=0,13$).

4.1.2 Age :

L'âge moyen au moment de l'intervention chirurgicale était de 43,20 +/- 8,19 ans. La plus jeune patiente était âgée de 23 ans et la plus âgée de 67 ans. L'âge moyen des patients opérés d'une ALIF était de 44,89 +/- 8,90 ans. Celui des patients opérés d'une PDL de 41,64 +/- 7,11 ans. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p=0,29$).

4.1.3 Niveaux

38 patients ont été opérés au niveau L5-S1 et 18 au niveau L4L5. Dans le groupe ALIF, seulement 5 patients (18%) ont été opérés du disque L4-L5. Dans le groupe PDL les niveaux ont été mieux répartis avec 15 L5-S1 (54%) et 13 L4-L5 (46%). La différence du nombre de niveaux entre les deux groupes était statistiquement significative ($p=0,02$) avec un nombre majoritaire de disque L5S1 en ce qui concerne les arthrodèses lombaires. Ceci peut s'expliquer par le fait que la littérature est plus souvent en accord avec l'intérêt de PDL au niveau L4L5 plus qu'en L5S1.

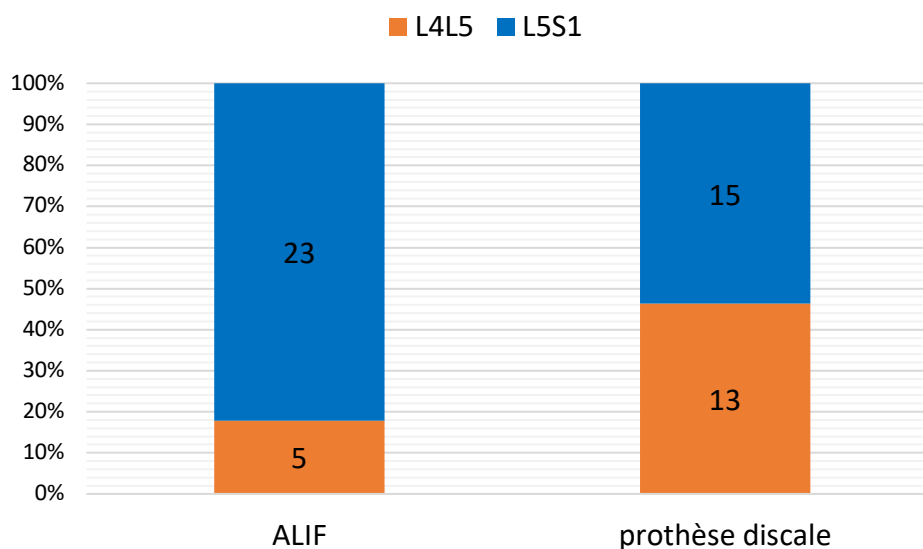


Figure 31 : répartition des niveaux dans chaque groupe

4.1.4 Taille, poids et Indice de Masse Corporelle (IMC) :

L'IMC moyen pour l'ensemble des patients était de 25,13 kg/m² +/- 5,00. L'IMC était légèrement plus élevé dans le groupe ALIF que dans le groupe PDL : 25,40 kg/m² +/- 4,98 versus 24,86 kg/m² +/- 4,99. Cette différence n'était cependant pas significative (p=0,63).

Il n'y avait pas non plus de différence entre les deux groupes en ce qui concerne le poids et la taille des patients.

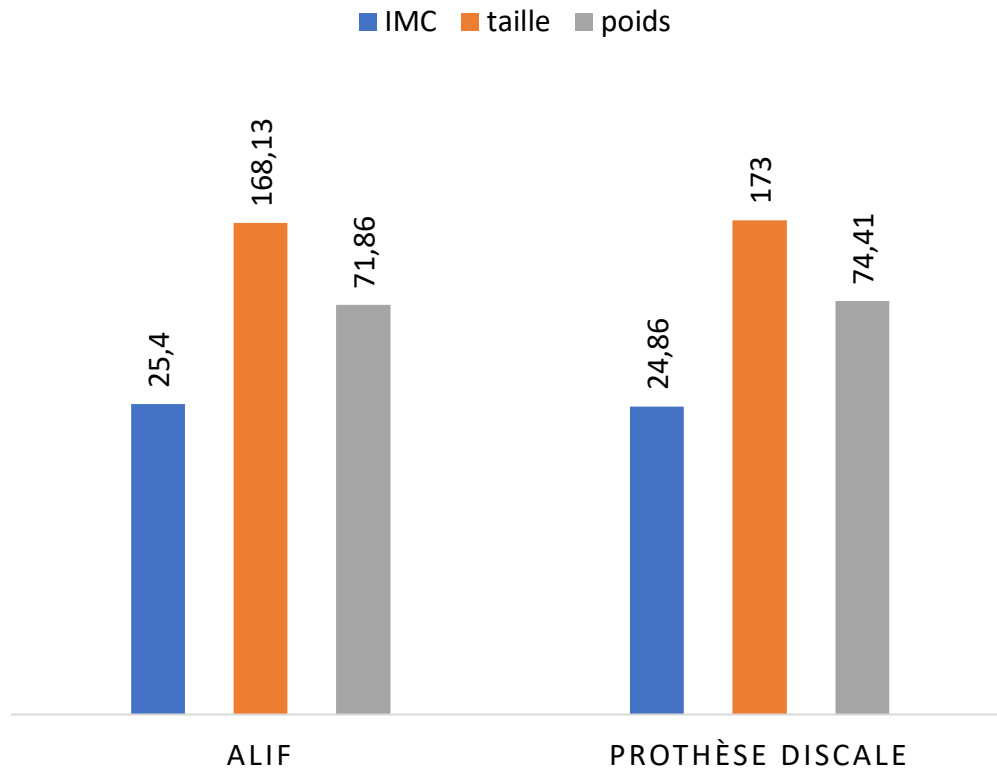


Figure 32 : IMC, taille et poids moyen dans chaque groupe

4.1.5 Scores algofonctionnels

L'EVA lombaire moyenne était de 6,82 +/- 1,71. Les patients opérés d'une ALIF étaient significativement plus lombalgiques que les patients opérés d'une PDL (p=0,045) : 7,22 +/-1,76 versus 6,43 +/- 1,57. Concernant les autres scores algofonctionnels, il n'y avait aucune différence significative entre les deux groupes.

4.1.6 Paramètres radiologiques :

Il n'y avait pas de différence statistiquement significative en ce qui concerne les paramètres spino-pelviens de Duval-Beaupère (83) et les autres paramètres radiologiques mesurés en pré-opératoire entre les deux groupes.

On observait 18 patients (32%) de type 2 de dos de Roussouly, 28 patients (50%) de type 3 et 10 patients (18%) de type 4. Aucun patient avec un dos de type 1 n'a été recueilli. Il n'y avait là non plus aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes ($p=0,91$).

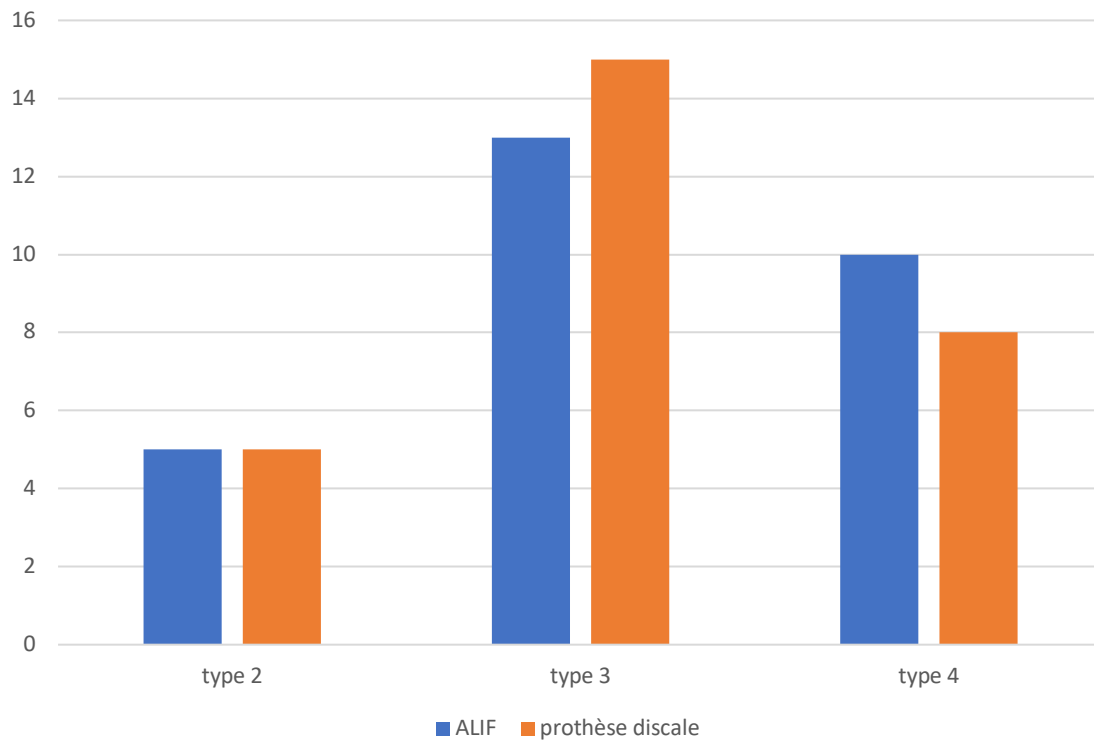


Figure 33 : répartition des groupes en fonction des type dos de Roussouly

	Tous	ALIF	PDL	p-value
Age	43,20 +/- 8,19 (23-67)	44,89 +/- 8,90(30-67)	41,64 +/- 7,11(23-55)	0,29
Sexe	26 F (46%) / 30 H (54%)	15 F (54%) / 13 H (46%)	11 F (39%) / 17 H (61%)	0,13
Poids (kg)	73,11 +/- 16,19 (42-116)	71,86 +/- 15,65(42-108)	74,41 +/- 16,63(42-116)	0,63
Taille (cm)	170,38 +/- 10,37 (140-196)	168,18 +/- 10,85(140-196)	173 +/- 9,32(158-196)	0,12
Indice de Masse Corporel (kg/m2)	25,13 +/- 5,00 (16,61-41,1)	25,40 +/- 4,98 (16,61-37,32)	24,86 +/- 4,99(16,61-41,1)	0,63
Niveaux	38 L5S1 (68%) / 18 L4L5 (32%)	23 L5S1 (82%) / 5 L4L5 (18%)	15 L5S1 (54%) / 13 L4L5 (46%)	0,02
Oswestry (ODI) (%)	45,73 +/- 13,96 (10-72)	46,74 +/- 15,03(10-72)	44,72 +/- 12,72(10-70)	0,39
SF36	PCS	30,90 +/- 4,41 (22,31-44,05)	30,78 +/- 4,32(22,41-40,06)	0,73
	MCS	34,75 +/- 9,24 (17,28-62,56)	34,21 +/- 8,67(17,28-54,51)	0,70
FABQ	Activité professionnelle (/42)	27,61 +/- 11,27 (0-42)	27,63 +/- 9,88(2-42)	0,48
	Activité Physique (/24)	14,65 +/- 6,75 (0-24)	13,5 +/- 6,43(0-24)	0,07
EVA	Lombaire (/10)	6,83 +/- 1,71 (3-10)	6,43 +/- 1,57(3-9)	0,045
	Radulaire (/10)	2,93 +/- 3,21 (0-10)	2,82 +/- 3,26(0-9)	0,75

Tableau 3 : caractéristiques cliniques pré-opératoires des patients inclus

	Tous	ALIF	PDL	p-value
Pente sacrée (degrés)	37,23 +/- 5,58 (18,12-54,46)	36,82 +/- 6,06 (25,22-54,46)	37,65 +/- 5,01 (18,12-44,81)	0,19
Version Pelvienne (degrés)	15,81 +/- 5,58 (1,41-28,15)	15,24 +/- 6,04 (1,41-28,15)	16,37 +/- 5,02 (8,53-28,15)	0,38
Incidence Pelvienne (degrés)	53,04 +/- 8,54 (34,82-70,25)	52,06 +/- 8,95 (38,01-70,25)	54,02 +/- 8,00 (34,82-69,75)	0,19
Sagittal Vertical Axis (pixels)	7,74 +/- 17,97 (-40,52-73,63)	11,19 +/- 22,1 (-20,87-73,63)	4,29 +/- 11,58 (-40,52-25,07)	0,37
Type de dos selon Roussouly	18 types 2 (32%) / 28 types 3 (50%) / 10 types 4 (18%)	10 types 2 (36%) / 13 types 3 (46%) / 5 types 4 (18%)	8 types 2 (28%) / 15 types 3 (54%) / 5 types 4 (18%)	0,91
Lordose lombaire (degrés)	54,61 +/- 8,36 (38,65-80,15)	55,18 +/- 9,88 (40,47-80,15)	54,04 +/- 6,45 (38,65-65,16)	0,91
Lordose du niveau opéré (degrés)	18,69 +/- 5,55 (-6,07-29,68)	17,72 +/- 6,84 (-6,07-29,68)	19,65 +/- 3,61 (8,48-27,64)	0,42
Lordose du niveau sus-jacent (degrés)	19,10 +/- 6,67 (-9,46-34,39)	19,98 +/- 8,14 (-9,46-34,39)	18,21 +/- 4,61 (9,66-27,89)	0,08
Hauteur du disque sus-jacent (pixels)	7,76 +/- 1,41 (5,17-12,27)	7,96 +/- 1,51 (5,17-12,27)	7,56 +/- 1,25 (5,64-11,36)	0,16

Tableau 4 : caractéristiques radiologiques pré-opératoires des patients inclus

4.2 Résultats cliniques :

4.2.1 Échantillon complet :

Tous patients ayant été opérés d'une PDL ou d'une ALIF ont été améliorés cliniquement de manière statistiquement significative. Le score d'Oswestry (35–37) (ODI pour Oswestry Disability Index) a diminué de manière significative ($p < 0,0001$) : 45,73 +/- 13,96 en pré-opératoire, pour 26,10 +/- 19,75 à 3 ans post-opératoire. L'EVA lombaire est passée de 6,83 +/- 1,71 à 2,86 +/- 2,26 ($p < 0,0001$) et l'EVA radiculaire est passée de 2,93 +/- 3,20 à 1,50 +/- 2,24 ($p = 0,004$). Les deux parties du score SF-36 (38–40) se sont améliorées après chirurgie : 30,90 +/- 4,41 à 42,59 +/- 9,92 ($p < 0,0001$) pour le PCS ; 34,75 +/- 9,24 à 44,06 +/- 11,81 ($p < 0,0001$) pour le MCS. La partie activité professionnelle du FABQ (41,42) était de 27,61 +/- 11,27 avant l'intervention et de 22,58 +/- 14,50 à 3 ans post-opératoires ($p = 0,0093$). Enfin la partie activité physique du FABQ est passée de 14,65 +/- 6,75 en pré-opératoire à 11,71 +/- 6,34 au recul de la série ($p = 0,0015$).

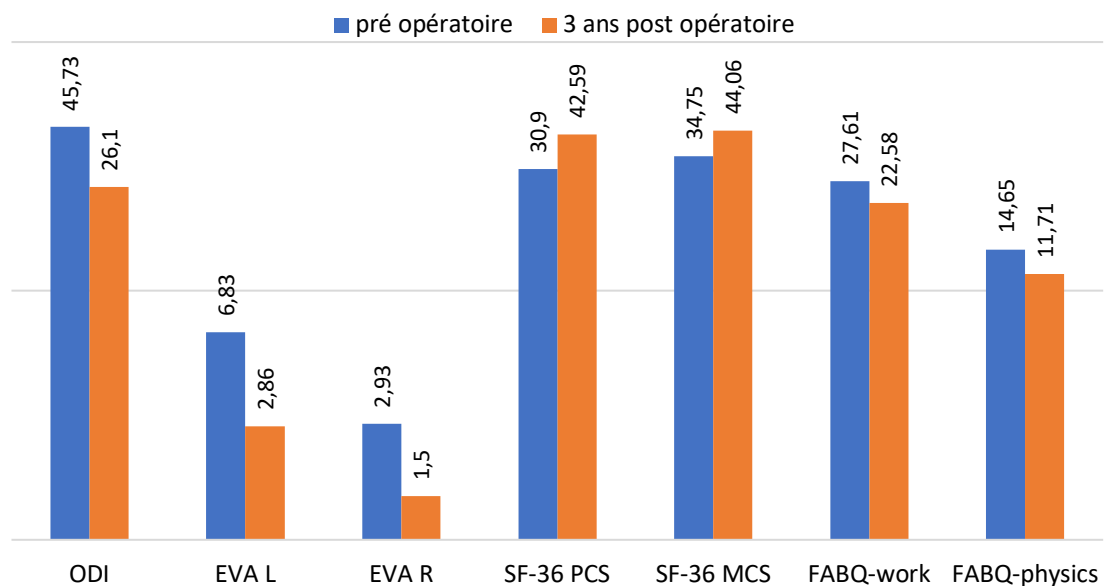


Figure 34 : modification des scores chez l'ensemble des patients

4.2.2 Groupe PDL :

L'ODI des patients opérés d'une PDL a diminué en passant de 44,72 +/- 12,72 en pré-opératoire à 25,73 +/- 20,86 à 3 ans post-opératoires ($p = 0,0006$). Ces patients étaient également moins lombalgiques et présentaient moins de radiculalgies en post-opératoire,

respectivement 2,84 +/- 2,08 et 1,24 +/- 1,91, avec en pré-opératoire respectivement 6,43 +/- 1,57 et 2,82 +/- 3,26 (p<0,0001 et p=0,026). Les deux composants du SF-36 ont augmenté après la chirurgie, avec 30,78 +/- 4,21 pour le PCS et 35,30 +/- 9,73 pour le MCS en pré-opératoire, et 44,40 +/- 9,69 pour le PCS (p<0,0001) et 46,46 +/- 11,78 pour le MCS (p=0,0003) au recul. Concernant le FABQ, seule la partie activité professionnelle était améliorée, passant de 27,63 +/- 9,88 à 21,26 +/- 12,88 (p=0,015). La seconde partie du FABQ concernant l'activité physique n'était pas améliorée de manière statistiquement significative (p=0,057).

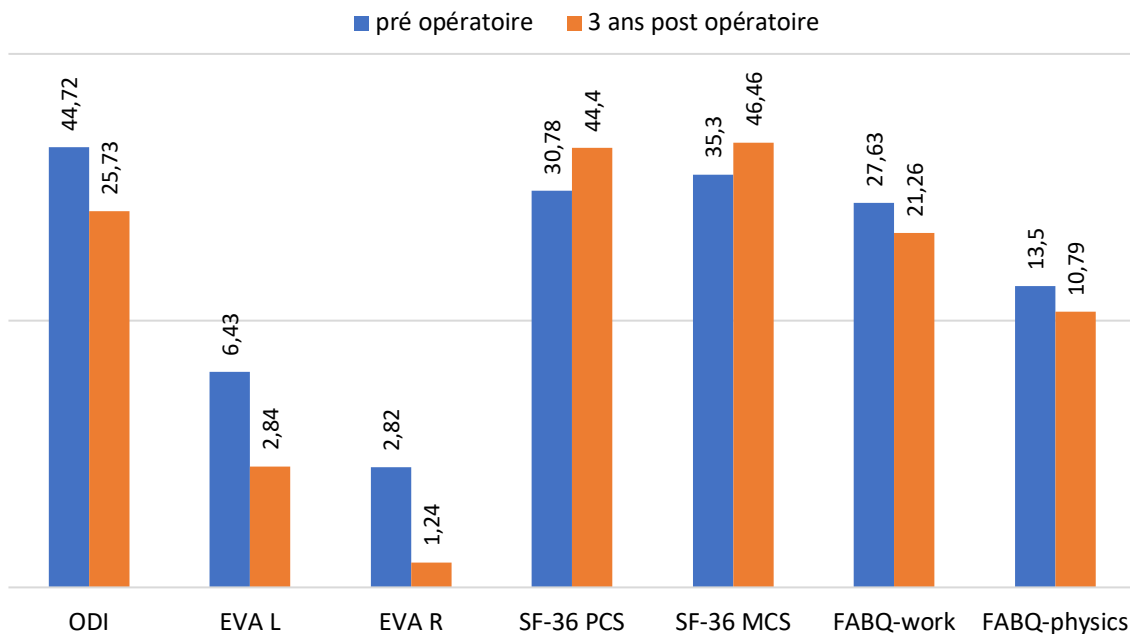


Figure 35 : modification des scores dans le groupe prothèse discale

4.2.3 Groupe ALIF :

Tout comme les patients ayant subi une PDL, les patients qui se sont fait opérer d'une ALIF avaient des scores fonctionnels qui s'amélioraient après la chirurgie. L'ODI est passé de 46,74 +/- 15,03 à 26,46 +/- 18,56 (p<0,0001). L'EVA lombaire a diminué de 7,22 +/- 1,76 à 2,88 +/- 2,42 (p<0,0001). L'EVA radiculaire elle, n'a pas diminué de manière statistiquement significative ; elle a chuté de 3,04 +/- 3,15 à 1,77 +/- 2,50 (p=0,66). Les deux scores composant le SF-36 se sont tous les deux améliorés de manière statistiquement significative : p<0,0001 pour le PCS et p=0,0027 pour MCS. Concernant le score FABQ, contrairement au groupe PDL, seul le score concernant l'activité physique s'est amélioré (p=0,0098). La partie concernant l'activité professionnelle est passée de 27,6 +/- 12,51 à 23,89 +/- 15,85 (p=0,20).

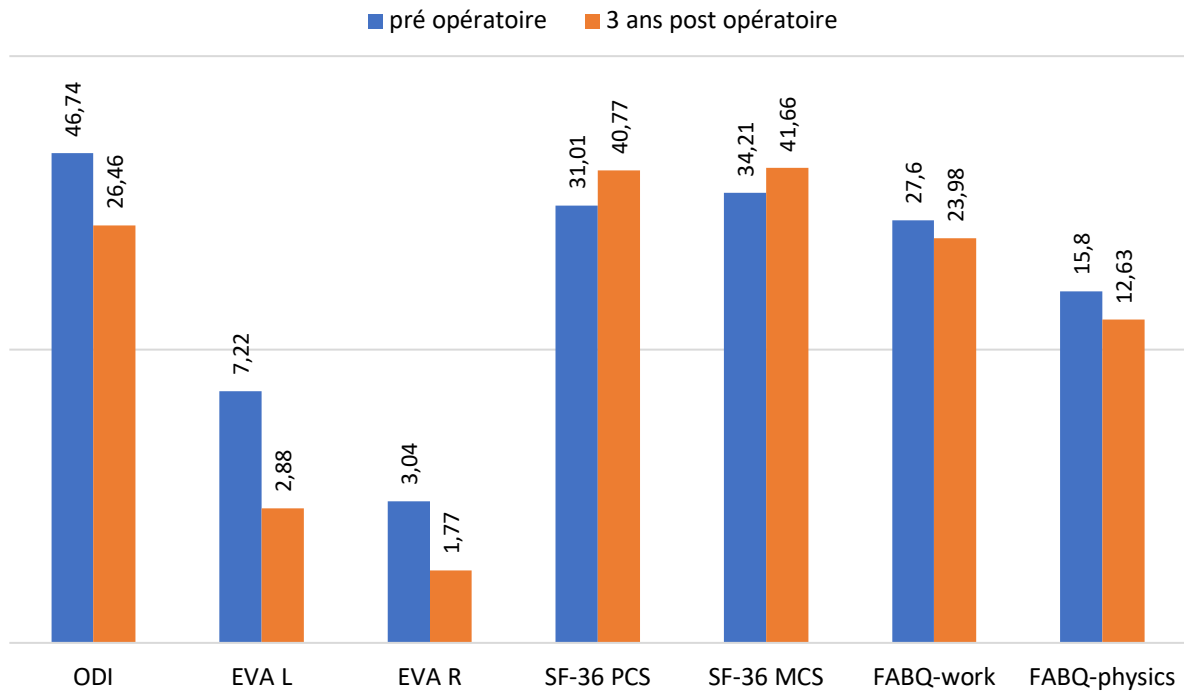


Figure 36 : modification des scores dans le groupe ALIF

4.2.4 ALIF versus PDL:

4.2.4.1 Général :

En comparant l'ensemble des patients opérés d'une PDL ou d'une ALIF, il n'y avait pas de différence significative sur les scores algofonctionnels. Le score d'Oswestry était pratiquement identique dans les deux groupes : 26,46% +/- 18,56 pour le groupe ALIF et 25,73% +/- 20,86 dans le groupe PDL. Il y avait cependant une tendance à un meilleur soulagement des douleurs radiculaires dans le groupe PDL avec une EVA radiculaire à 1,24 +/- 1,91 que dans le groupe ALIF où l'EVA radiculaire moyenne post-opératoire était de 1,77 +/- 2,50 (p=0,39).

		Tous	ALIF	PDL	p-value
ODI		26,10 +/- 19,75	26,46 +/- 18,56	25,73 +/- 20,86	0,89
SF-36	PCS	42,59 +/- 9,92	40,77 +/- 9,80	44,40 +/- 9,69	0,18
	MCS	44,06 +/- 11,81	41,66 +/- 11,33	46,46 +/- 11,78	0,13
FABQ	Activité professionnelle	22,58 +/- 14,50	23,89 +/- 15,85	21,26 +/- 12,88	0,51
	Activité physique	11,71 +/- 6,34	12,63 +/- 5,77	10,79 +/- 6,74	0,29
EVA	Lombaire	2,86 +/- 2,26	2,88 +/- 2,42	2,84 +/- 2,08	0,94
	Radiculaire	1,50 +/- 2,24	1,77 +/- 2,50	1,24 +/- 1,91	0,39

Tableau 5 : scores post-opératoires des patients

4.2.4.2 Selon le type de dos :

Nous n'avons pas mis en évidence de différence statistiquement significative selon le type de dos pré-opératoire des patients, entre les groupes ALIF et PDL, en ce qui concerne les scores algofonctionnels. Autrement dit, la PDL ou l'ALIF serait aussi efficace l'une que l'autre sur les différents types de dos de Roussouly.

			Tous	ALIF	PDL	p-value
Type 2	ODI		32,97 +/- 19,61	30,45 +/- 15,81	36,13 +/- 23,13	0,58
	SF-36	PCS	40,13 +/- 8,96	40,36 +/- 7,72	39,83 +/- 10,29	0,32
		MCS	38,40 +/- 8,77	35,35 +/- 9,01	42,21 +/- 6,75	0,47
	FABQ	Work	22,47 +/- 15,09	23,07 +/- 16,54	21,72 +/- 13,00	0,33
		Physics	13,24 +/- 4,96	13,49 +/- 3,90	12,92 +/- 6,01	0,30
	EVA	Lombaire	3,15 +/- 2,01	2,69 +/- 1,90	3,73 +/- 1,99	0,59
		Radiculaire	1,39 +/- 2,03	1,58 +/- 2,37	1,16 +/- 1,45	0,77
Type 3	ODI		21,67 +/- 19,53	22,15 +/- 19,11	21,25 +/- 19,88	0,90
	SF-36	PCS	45,88 +/- 10,22	43,73 +/- 10,85	47,75 +/- 9,25	0,32
		MCS	45,07 +/- 12,07	43,25 +/- 9,39	46,64 +/- 13,79	0,47
	FABQ	Work	20,63 +/- 14,25	23,58 +/- 15,35	18,07 +/- 12,68	0,33
		Physics	9,38 +/- 6,88	10,87 +/- 6,93	8,08 +/- 6,56	0,30
	EVA	Lombaire	2,57 +/- 2,40	2,84 +/- 68	2,32 +/- 2,08	0,59
		Radiculaire	1,47 +/- 2,27	1,62 +/- 2,68	1,35 +/- 2,21	0,14
Type 4	ODI		26,12 +/- 16,82	29,69 +/- 19,72	22,55 +/- 12,31	0,56
	SF-36	PCS	37,78 +/- 7,02	33,91 +/- 6,57	41,65 +/- 5,04	0,11
		MCS	51,44 +/- 10,90	50,13 +/- 13,00	52,74 +/- 8,09	0,74
	FABQ	Work	28,23 +/- 12,51	26,36 +/- 15,47	30,10 +/- 8,16	0,68
		Physics	15,48 +/- 3,85	15,45 +/- 3,72	15,52 +/- 3,98	0,98
	EVA	Lombaire	3,17 +/- 2,19	3,38 +/- 2,58	2,97 +/- 1,67	0,80
		Radiculaire	1,80 +/- 2,47	2,55 +/- 2,95	1,05 +/- 1,55	0,40

Tableau 6 : scores algofonctionnels post-opératoires des patients selon leur type de dos pré-opératoire

4.2.4.3 Selon le niveau :

Concernant le niveau L5-S1, les scores algofonctionnels n'étaient pas statistiquement différents entre PDL et ALIF. Au niveau L4-L5, la partie MCS du SF-36 était significativement plus élevée dans le groupe PDL que dans le groupe ALIF (p=0,039). Les autres résultats ne montraient pas de différence significative.

		Tous	ALIF	PDL	p-value	
L4-L5	ODI	26,12 +/- 16,47	32,49 +/-12,82	23,67 +/- 17,05	0,30	
	SF-36	PCS	43,60 +/- 9,36	37,52 +/- 6,00	45,94 +/- 9,36	0,06
		MCS	45,50 +/- 9,71	38,70 +/- 5,69	48,07 +/- 9,71	0,039
	FABQ	Work	24,55 +/- 13,33	30,13 +/- 7,81	22,41 +/- 14,36	0,16
		Physics	12,55 +/- 6,55	15,78 +/- 4,45	11,31 +/- 6,79	0,16
	EVA	Lombaire	3,37 +/- 2,29	4,38 +/- 3,02	2,99 +/- 1,80	0,42
		Radiculaire	1,28 +/- 2,10	2,95 +/- 3,11	0,63 +/- 0,93	0,21
	L5-S1	ODI	26,08 +/- 21,12	25,15 +/- 19,34	27,51 +/- 23,25	0,75
SF-36		PCS	42,10 +/- 10,14	41,48 +/- 10,32	43,06 +/- 9,78	0,65
		MCS	43,38 +/- 12,62	42,28 +/- 12,12	45,07 +/- 13,16	0,53
FABQ		Work	21,64 +/- 14,93	22,54 +/- 16,80	20,27 +/- 11,34	0,63
		Physics	11,31 +/- 6,20	11,95 +/- 5,80	10,34 +/- 6,66	0,47
EVA		Lombaire	2,62 +/- 2,20	2,56 +/- 2,14	2,71 +/- 2,29	0,84
		Radiculaire	1,61 +/- 2,30	1,51 +/- 2,26	1,76 +/- 2,34	0,75

Tableau 7 : scores algofonctionnels post-opératoires des patients selon le niveau opéré

4.3 Résultats radiologiques :

4.3.1 Échantillon complet :

Dans les deux groupes de patients, l'intervention chirurgicale a modifié certains paramètres radiologiques de l'alignement sagittal du rachis. La pente sacrée, ainsi que la version pelvienne, ont été modifiées, passant respectivement de $37,23^\circ \pm 5,58$ à $39,18^\circ \pm 6,41$ ($p=0,030$) et $15,81^\circ \pm 5,58$ à $13,79^\circ \pm 6,51$ ($p=0,0035$). Cependant, certains paramètres n'ont pas été modifiés par la chirurgie : la lordose lombaire ($p=0,39$), l'incidence pelvienne ($p=0,67$) et l'alignement sagittal global du rachis apprécié par la SVA ($p=0,28$). La Lordose au niveau du disque opéré a augmenté de $18,69^\circ \pm 5,55$ en pré-opératoire à $22,77^\circ \pm 6,80$ au recul ($p<0,0001$). Concernant le disque sus-jacent au niveau opéré, sa lordose n'a pas été modifiée mais sa hauteur a augmenté du pré-opératoire ($7,79$ pixels $\pm 1,60$) à 3 ans post-opératoire ($8,73$ pixels $\pm 1,98$) ($p=0,013$).

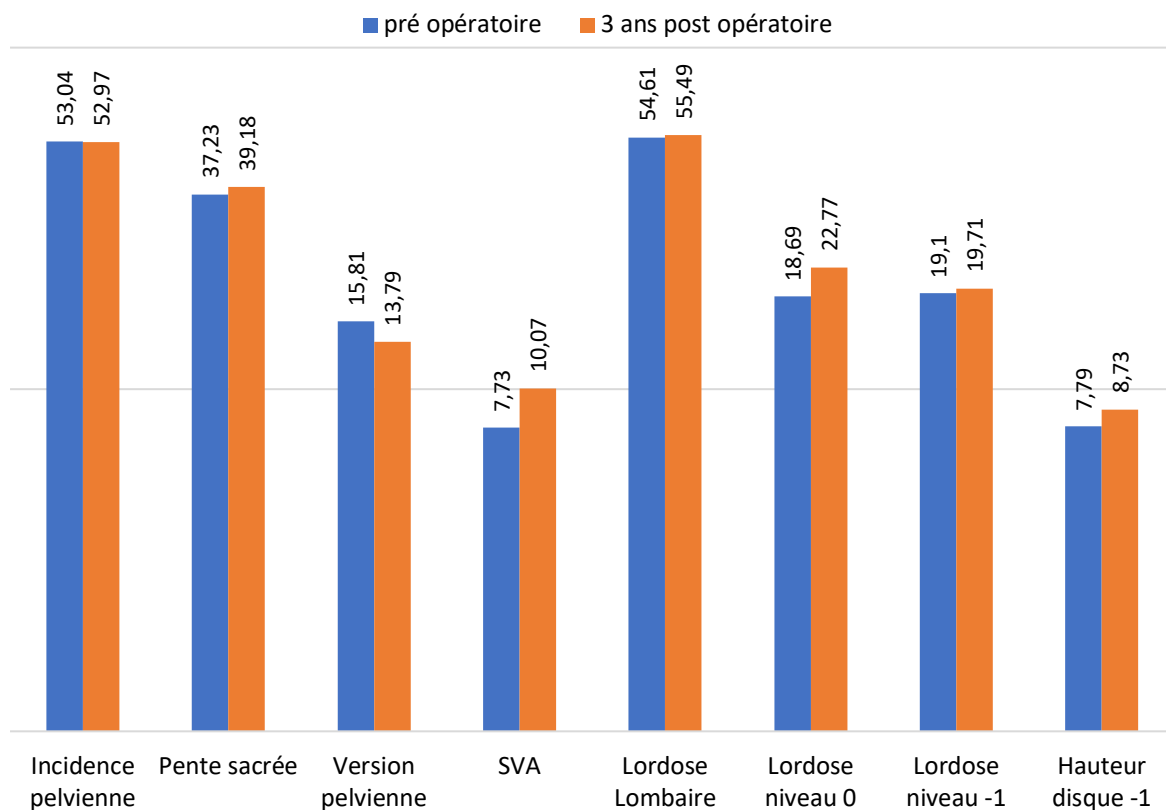


Figure 37 : modification des paramètres radiologiques chez l'ensemble des patients

4.3.2 Groupe PDL :

Les patients opérés d'une PDL, tous niveaux confondus, ont tendance à diminuer leur version pelvienne de $16,37^\circ \pm 5,02$ à $13,84^\circ \pm 6,51$ ($p=0,006$). Concernant l'incidence pelvienne ($p=0,19$) ou la pente sacrée ($p=0,69$), il n'y avait pas de différence significative mais une tendance à l'augmentation de la pente sacrée ($37,65^\circ \pm 5,01$ à $38,53^\circ \pm 6,54$) et donc à l'antéversion pelvienne. Même si la lordose lombaire et la SVA ne sont pas modifiées significativement, on observe une tendance à l'augmentation du déséquilibre antérieur avec l'augmentation du SVA passant de $4,29$ pixels $\pm 15,82$ à $11,91$ pixels $\pm 24,41$ ($p=0,054$). La lordose du niveau opéré est également augmentée ($p=0,001$) et la hauteur du disque sus-jacent aussi ($p=0,002$).

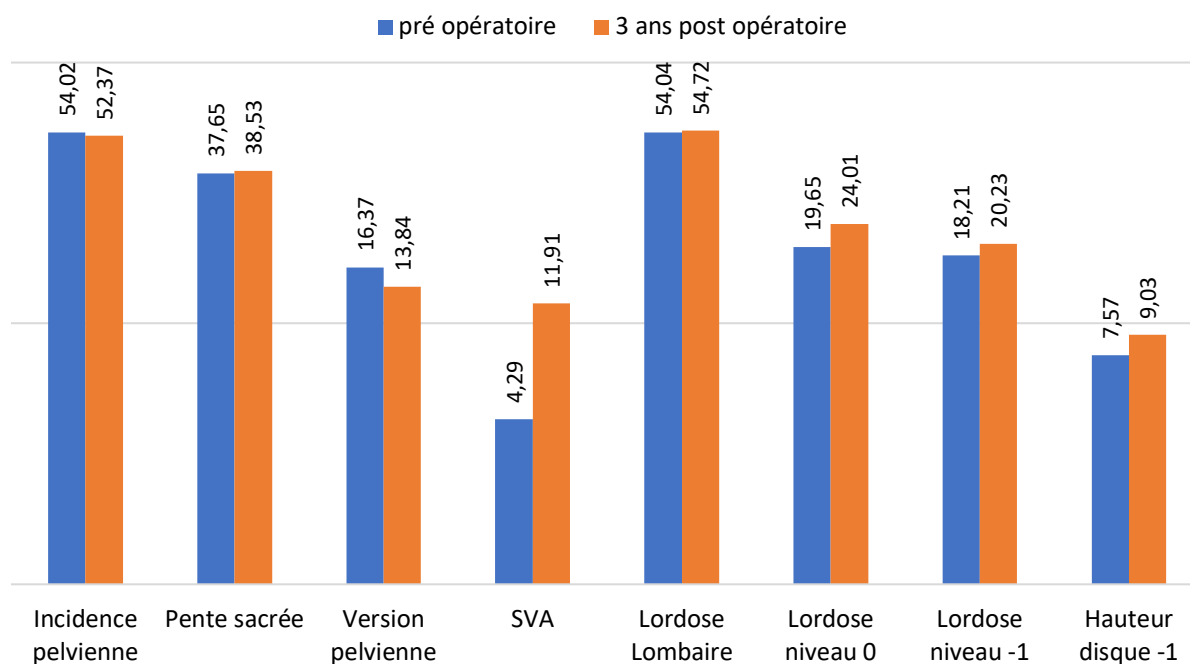


Figure 38 : modification des paramètres radiologiques dans le groupe prothèses discales

4.3.3 Groupe ALIF :

Contrairement aux patients opérés d'une PDL où la pente sacrée ne s'est pas modifiée statistiquement, celle des patients opérés d'une ALIF a augmenté significativement de $36,82^\circ \pm 6,06$ à $40,33^\circ \pm 6,12$ ($p=0,014$). Le seul autre paramètre qui s'est modifié significativement est la lordose du niveau opéré ($p=0,018$). L'alignement global du rachis se modifie dans le sens inverse par rapport au groupe PDL, la SVA a tendance à diminuer de $11,19$ pixels $\pm 22,10$ à $8,23 \pm 21,66$ ($p=0,78$) ; les patients ont donc tendance à mieux être équilibrés. Dans le groupe ALIF, la modification de la hauteur du disque sus-jacent au niveau opéré n'est pas significative ($p=0,71$).

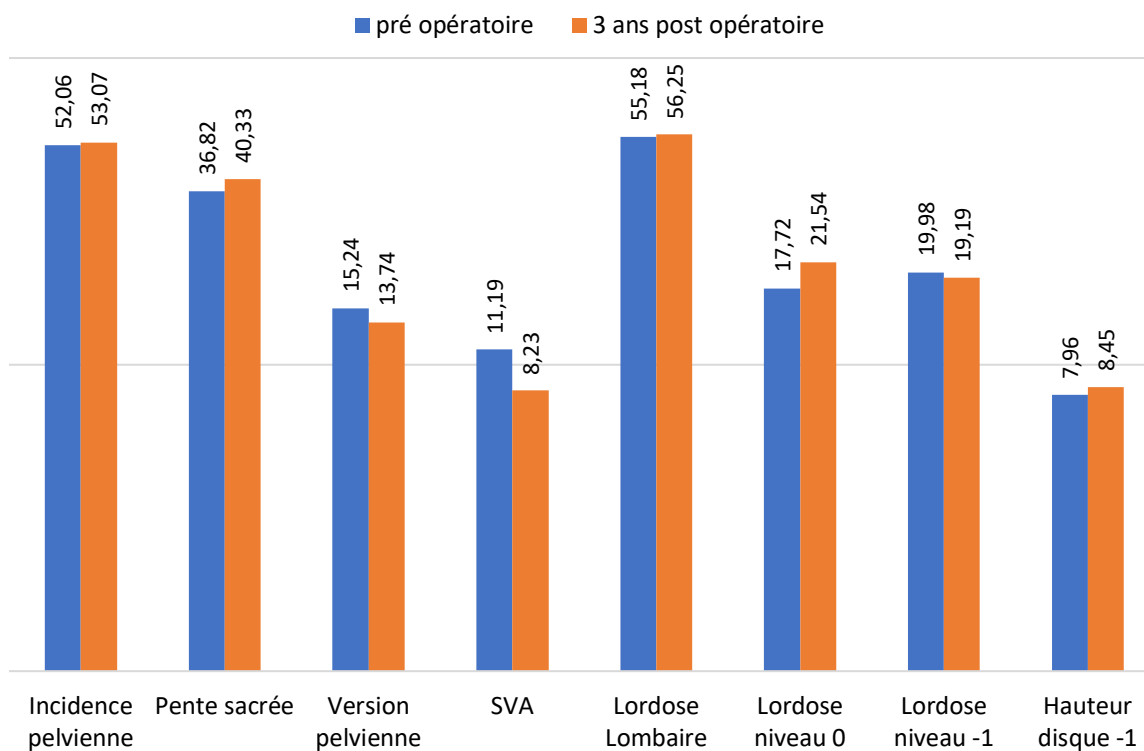


Figure 39 : modification des paramètres radiologiques dans le groupe ALIF

4.3.4 ALIF versus PDL :

4.3.4.1 Général :

Aucune différence statistiquement significative n'a été faite entre le groupe ALIF et le groupe PDL. On observe cependant des tendances, comme une plus grande lordose au niveau opéré avec les PDL ($24,01^\circ \pm 5,77$) qu'avec l'ALIF ($21,54^\circ \pm 7,49$). On observe aussi une pente sacrée et donc une antéversion pelvienne qui a tendance à être moins importante après PDL ($38,53^\circ \pm 6,54$) qu'après ALIF ($40,32^\circ \pm 6,12$). La SVA paraît être moins importante après ALIF qu'après PDL, sans être statistiquement significative. Le déséquilibre antérieur global du rachis paraît donc être moins important après ALIF qu'après PDL.

	Tous	ALIF	PDL	p-value
Incidence pelvienne	52,97 +/- 8,12	53,07 +/- 9,06	52,37 +/- 7,95	0,76
Pente sacrée	39,18 +/-6,41	40,32 +/- 6,12	38,53 +/- 6,54	0,30
Version pelvienne	13,79 +/- 6,51	13,74 +/- 6,52	13,84 +/- 6,51	0,95
SVA	10,07 +/- 23,17	8,23 +/- 21,66	11,91 +/- 24,41	0,56
Lordose lombaire	55,49 +/- 11,05	56,25 +/- 12,27	54,72 +/- 9,61	0,61
Lordose niveau 0	22,77 +/- 6,80	21,54 +/- 7,49	24,01 +/- 5,77	0,18
Lordose niveau -1	19,71 +/- 8,31	19,19 +/- 8,78	20,23 +/- 7,79	0,64
Hauteur disque -1	8,73 +/- 1,98	8,44 +/- 2,16	9,03 +/- 1,70	0,27

Tableau 8 : paramètres radiologiques post-opératoires des patients

4.3.4.2 Selon le type de dos :

Les paramètres spinopelviens de Duval-Beaupère (83) ne sont pas significativement différents entre les groupes ALIF et PDL. Cependant, la pente sacrée a tendance à être plus élevée dans le groupe ALIF que dans le groupe PDL, chez les patients avec un dos de type 2 ou 4. La seule différence significative entre les deux groupes est observée chez les patients avec un dos de type 4 ; leur lordose lombaire post-opératoire est de $62,87^\circ \pm 6,74$ dans le groupe ALIF et de $51,28^\circ \pm 7,22$ dans le groupe PDL ($p=0,047$). Les patients avec un dos de type 4 en pré-opératoire et opérés d'une ALIF ont donc une lordose lombaire post-opératoire plus importante qu'après PDL.

		Tous	ALIF	PDL	p-value
Type 2	Incidence pelvienne	46,76 +/- 7,09	47,34 +/- 8,62	46,03 +/- 4,40	0,70
	Pente sacrée	35,38 +/- 6,19	37,51 +/- 5,92	32,72 +/- 5,46	0,11
	Version pelvienne	12,92 +/- 3,74	12,61 +/- 3,75	13,31 +/- 3,69	0,71
	SVA	3,72 +/- 22,36	6,86 +/- 22,35	-0,21 +/- 21,74	0,53
	Lordose lombaire	52,70 +/- 12,86	53,68 +/- 14,84	51,48 +/- 9,63	0,72
	Lordose niveau 0	22,12 +/- 8,09	20,40 +/- 10,05	24,27 +/- 3,57	0,31
	Lordose niveau -1	16,56 +/- 10,26	14,85 +/- 10,57	18,69 +/- 9,45	0,46
	Hauteur disque -1	7,93 +/- 1,78	7,27 +/- 2,04	8,75 +/- 0,86	0,59
Type 3	Incidence pelvienne	54,30 +/- 7,03	54,66 +/- 7,51	53,99 +/- 6,58	0,81
	Pente sacrée	41,60 +/- 5,47	41,28 +/- 5,23	41,88 +/- 5,66	0,78
	Version pelvienne	12,70 +/- 6,51	13,39 +/- 7,17	12,10 +/- 5,82	0,63
	SVA	12,60 +/- 25,22	9,58 +/- 22,76	15,22 +/- 26,90	0,57
	Lordose lombaire	56,71 +/- 10,07	55,67 +/- 10,73	57,60 +/- 9,36	0,63
	Lordose niveau 0	23,40 +/- 6,31	23,01 +/- 5,55	23,74 +/- 6,89	0,77
	Lordose niveau -1	22,74 +/- 6,67	22,70 +/- 7,00	22,77 +/- 6,37	0,98
	Hauteur disque -1	9,30 +/- 2,00	9,26 +/- 2,06	9,34 +/- 1,95	0,92
Type 4	Incidence pelvienne	59,04 +/- 8,23	60,40 +/- 6,25	57,68 +/- 9,63	0,65
	Pente sacrée	40,62 +/- 5,67	43,48 +/- 6,37	37,77 +/- 2,71	0,16
	Version pelvienne	18,41 +/- 8,22	16,92 +/- 7,95	19,91 +/- 8,22	0,61
	SVA	14,41 +/- 14,48	7,45 +/- 16,49	21,37 +/- 7,12	0,17
	Lordose lombaire	57,08 +/- 9,08	62,87 +/- 6,74	51,28 +/- 7,22	0,047
	Lordose niveau 0	22,20 +/- 5,21	20,00 +/- 4,66	24,4 +/- 4,77	0,22
	Lordose niveau -1	16,90 +/- 4,61	18,72 +/- 3,28	15,07 +/- 5,01	0,26
	Hauteur disque -1	8,62 +/- 1,58	8,68 +/- 1,45	8,55 +/- 1,70	0,91

Tableau 9 : paramètres radiologiques post-opératoires des patients selon leur type de dos pré-opératoire

4.3.4.3 Selon le niveau :

Aucune différence significative n'a été mise en évidence en comparant le groupe ALIF et PDL en fonction des niveaux concernant les paramètres spino-pelviens. Des tendances se dégagent cependant : pour le niveau L4-L5 les patients opérés d'une PDL ont une incidence pelvienne ($54,78^\circ \pm 8,85$ versus $47,7^\circ \pm 8,85$) plus importante et donc une lordose lombaire plus importante ($54,81^\circ \pm 10,81$ versus $50,68^\circ \pm 9,12$). On observe l'inverse chez les patients opérés au niveau L5-S1 sans être significatif. La seule différence significative que nous retrouvons porte sur la hauteur du disque L3-L4 lorsque les patients sont opérés en L4-L5, il est plus haut après PDL ($9,52 \pm 2,02$) qu'après ALIF ($6,82 \pm 1,94$) ($p=0,048$)

		Tous	ALIF	PDL	p-value
L4-L5	Incidence pelvienne	52,81 +/- 9,40	47,7 +/- 8,85	54,78 +/- 8,85	0,21
	Pente sacrée	38,32 +/- 7,50	36,39 +/- 6,64	39,06 +/- 7,68	0,52
	Version pelvienne	14,49 +/- 7,94	11,31 +/- 7,20	15,72 +/- 7,87	0,33
	SVA	10,57 +/- 25,14	4,14 +/- 31,60	13,04 +/- 21,66	0,62
	Lordose lombaire	53,67 +/- 10,53	50,68 +/- 9,12	54,81 +/- 10,81	0,48
	Lordose niveau 0	22,27 +/- 8,92	14,77 +/- 10,23	25,19 +/- 6,30	0,11
	Lordose niveau -1	13,52 +/- 8,18	8,70 +/- 9,85	15,38 +/- 6,56	0,26
	Hauteur disque -1	8,77 +/- 2,33	6,82 +/- 1,94	9,52 +/- 2,02	0,048
L5-S1	Incidence pelvienne	52,68 +/- 8,09	54,24 +/- 8,68	50,29 +/- 6,38	0,13
	Pente sacrée	39,95 +/- 5,73	41,18 +/- 5,65	38,07 +/- 5,32	0,10
	Version pelvienne	13,46 +/- 5,73	14,27 +/- 6,23	12,22 +/- 4,45	0,26
	SVA	9,84 +/- 22,13	9,12 +/- 18,69	10,94 +/- 26,52	0,83
	Lordose lombaire	56,35 +/- 11,18	57,46 +/- 12,53	54,63 +/- 8,43	0,43
	Lordose niveau 0	23,00 +/- 5,50	23,01 +/- 5,78	22,98 +/- 5,03	0,98
	Lordose niveau -1	22,64 +/- 6,59	21,47 +/- 6,60	24,44 +/- 6,15	0,18
	Hauteur disque -1	8,73 +/- 1,76	8,80 +/- 2,04	8,61 +/- 1,21	0,73

Tableau 10 : paramètres radiologiques post-opératoires des patients selon le niveau opéré

5 DISCUSSION

5.1 Analyse de la population étudiée :

Les patients qui composent nos deux groupes d'études étaient globalement comparables. Seules deux caractéristiques étaient significativement différentes : le niveau opéré et l'EVA lombaire.

Si le niveau opéré était bien réparti dans le groupe PDL (15 L5-S1 et 13 L4-L5), on observe une répartition plus hétérogène dans le groupe ALIF (23 L5-S1 et 5 L4-L5). Cette différence statistiquement significative ($p=0,02$) peut s'expliquer par le fait que la littérature a déjà montré que la PDL pouvait avoir un intérêt supérieur au niveau L4-L5 versus L5-S1. Cet intérêt repose sur le fait que la PDL serait plus mobile en L4-L5 du fait de la présence de ligaments iliolumbaux qui stabilisent la vertèbre L5 au bassin et donc diminuent la mobilité du disque L5-S1 (171,172). Les caractéristiques radiologiques spino-pelviennes n'étant pas différentes entre les deux groupes, l'antéversion du bassin ne paraît pas être une cause de choix de tel ou tel type d'implants dans notre série.

Concernant l'EVA lombaire pré-opératoire, les patients opérés d'une ALIF étaient plus lombalgiques que les patients opérés d'une PDL en pré-opératoire. Cette différence retrouvée comme statistiquement significative peut être expliquée par la présence d'arthrose facettaire postérieure. L'arthrose zygapophysaire constituant une limite à nos indications pour l'arthroplastie discale, la présence d'une arthrose facettaire associée à la discopathie peut être une explication à ce résultat.

Même si la différence n'est pas statistiquement significative ($p=0,13$), nous observons que le groupe PDL est majoritairement de sexe masculin avec 17 hommes (61%) pour 11 femmes (39%). Plusieurs études (173,174) ont montré que le sexe n'intervient pas sur les résultats après ALIF ou PDL. A l'inverse, Le Huec et al.(175) ont montré de meilleurs résultats avec les PDL chez les femmes à deux ans de recul par rapport aux hommes. Ces données de la littérature restent controversées.

Il en est de même pour l'âge ; si certaines études montrent de meilleurs résultats chez les patients jeunes pour la PDL (175,176), d'autres au contraire montrent une meilleure évolution des PDL chez les personnes plus âgées (174).

5.2 Analyse des résultats cliniques :

5.2.1 Douleurs : EVA 2

Concernant l'EVA, seul le groupe PDL a été amélioré significativement sur les radiculalgies. Cela peut s'expliquer par le choix de l'indication. Devant une radiculalgie prédominante, l'indication de PDL n'est souvent pas retenue.

Nous n'avons pas retrouvé de différence statistiquement significative en comparant les deux groupes d'études concernant l'EVA lombaire ou radiculaire.

Nous observons des tendances avec un meilleur soulagement des patients avec un type de dos 2 opérés par ALIF par rapport aux PDL, ainsi qu'un meilleur soulagement des patients avec un type de dos 4 opérés d'une PDL par rapport à l'ALIF. Les patients opérés au niveau L4-L5 semblent également avoir une EVA lombaire ou radiculaire plus faible après PDL qu'après ALIF. L'ensemble de ces résultats n'est pas statistiquement significatif.

Les mêmes résultats ont été retrouvés par la méta-analyse de Zigler et al. (177) ainsi que l'étude de Guyer et al. (159). Ces derniers ont montré que l'amélioration du score EVA est stable dans le temps, que les patients soient opérés d'une PDL ou d'une ALIF. Ainsi à 5 ans post-opératoires, l'EVA reste statistiquement inférieure à celle pré-opératoire.

Dans leur méta-analyse sur 6 articles et 1603 patients, Wei et al. (178) retrouvent une différence significative entre arthroplastie discale et arthrodèse lombaire sur l'EVA. Cependant, ils ont inclus des patients opérés d'une arthrodèse par voie postérieure, ce qui pourrait entraîner une surestimation de l'EVA chez les patients du groupe arthrodèses.

Dans une étude réalisée sur 152 patients, Berg et al. (179) ont comparé PDL et PLIF. Il s'agit de la seule étude s'intéressant à l'EVA radiculaire que nous ayons retrouvée. Ils observent que les patients du groupe PDL sont mieux soulagés en termes de radiculalgie et de lombalgie comparativement à ceux opérés d'une arthrodèse par voie postérieure. Cependant, les groupes n'étant pas initialement comparables sur ce point, il est difficile d'interpréter ces résultats. Cela s'explique par le fait que les patients avec une plainte de radiculalgie étaient opérés par voie postérieure afin de réaliser une décompression adéquate pour soulager ces douleurs radiculaires.

5.2.2 Qualité de vie : SF-36

L'ensemble des patients a été amélioré sur le score SF-36.

L'analyse des patients inclus dans les deux groupes ne montre pas de différence statistiquement significative en ce qui concerne le score SF-36. La partie « santé mentale » du SF-36 est cependant sujette à quelques tendances. En prenant l'ensemble des patients des deux groupes sans distinction, nous observons une tendance à un meilleur score dans le groupe PDL. Cette tendance est significative lorsque l'on s'intéresse uniquement aux patients opérés au niveau L4-L5 ($p=0,039$). Cette différence peut s'expliquer par le faible nombre de patients inclus dans le groupe ALIF opérés au niveau L4-L5 ; une étude sur un plus grand nombre de sujets serait nécessaire pour confirmer ce résultat.

Ces résultats ne sont pas retrouvés par l'étude réalisée par Gornet et al. (180) en 2011. Dans leur travail portant sur un ensemble de 577 patients à deux ans de recul, la partie MCS du SF-36 n'est pas statistiquement différente entre le groupe PDL et le groupe témoin, opérés d'une ALIF. Ils observent par contre une amélioration significative du score PCS à 12 mois ($p=0,006$) et à 24 mois ($p=0,009$). La différence de recul et le faible nombre de patient inclus dans notre travail peut expliquer ce résultat.

Berg et al. (179) retrouvent des différences ponctuelles dans le score SF-36. Les patients opérés d'une PDL ont des meilleurs résultats dans les parties « douleur physique », « fonctionnement social » et « limitations dus à l'état physique ». Ces résultats ne sont valables qu'à un an de recul post-opératoire. Ici encore, l'inclusion des patients opérés d'une arthrodèse par voie postérieure (PLIF) peut expliquer la différence de résultat.

5.2.3 Score fonctionnel : Oswestry Disability Index :

En prenant en compte la globalité des patients, on observe une amélioration significative concernant le score ODI. Dans notre étude, nous n'observons pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes. Il ne se dégage aucune tendance si l'on considère l'ensemble des patients des deux groupes sans distinction.

En les analysant en fonction de leurs types de dos, nous observons que chez les types 2, l'ALIF a tendance à être plus efficace sur l'ODI que la PDL. Ce résultat n'est pas retrouvé dans le type 3 et enfin l'inverse est observé dans le type 4. Cependant aucune de ses différences n'est statistiquement significative. A notre connaissance, aucune étude retrouvée dans la littérature n'a évalué les scores algofonctionnels post-opératoires en fonction du type de dos de Roussouly des patients.

La différence entre les deux groupes chez les patients opérés au niveau L4-L5 paraît évidente mais n'est pas significative. Cela peut être lié au faible nombre de patients (5 patients) qui ont été opérés d'une ALIF au niveau L4-L5. Une étude sur un plus grand nombre de patients permettrait peut-être de confirmer ce résultat. Nous n'avons pas retrouvé d'étude s'intéressant à l'influence du niveau sur les scores cliniques des patients opérés d'une ALIF ou d'une PDL.

Dans leur méta-analyse portant sur un ensemble de 1325 patients issus de 4 études différentes, Zigler et al. (177) montrent une supériorité significative de la PDL sur l'ALIF en ce qui concerne l'ODI ($p=0,05$) et la satisfaction des patients ($p=0,009$). Nous ne retrouvons pas ces résultats dans notre étude. Cela peut être lié au fait que dans leur méta-analyse, le recul minimal est de 5 ans, alors qu'il n'est que de 3 ans dans notre travail. L'évolution des patients opérés peut en effet faire apparaître une différence significative qui peut aussi être liée à la dégénérescence du niveau adjacent.

Le même résultat est retrouvé dans la méta-analyse réalisée par Wei et al. en 2013 (178). Ils ont inclus 6 études réalisées sur 1603 patients, et les deux tiers (1081 patients) ont été opérés d'une PDL. A deux ans de recul, l'ODI était significativement moins élevé dans le groupe PDL. Cependant, dans 4 des études qui ont été prises en compte par les auteurs, l'arthrodèse était faite par voie postérieure.

5.3 Analyse des résultats radiologiques :

5.3.1 Lordose segmentaire du niveau opéré :

La lordose segmentaire au niveau opéré a augmenté significativement quel que soit l'implant utilisé. Des résultats identiques sont retrouvés dans la littérature (181–183).

La comparaison entre les deux groupes de patients ne montre pas de différence statistiquement significative mais une tendance à une meilleure restauration de la lordose segmentaire avec PDL qu'avec ALIF. En analysant selon le type de dos, nous retrouvons la même tendance chez les patients avec un dos de type 2 ou 4 mais pas de type 3. Cette

différence est également retrouvée chez les patients opérés en L4-L5 mais pas en L5-S1. Kasliwal and Deutsch (183) retrouvent également cette tendance mais concernant les deux niveaux. La taille de l'implant n'influence pas la lordose post-opératoire.

Le Huec et al. (182) retrouvent une augmentation de la lordose au niveau opéré significative avec la prothèse Maverick™. Chung et al. (181) rapportent également cette association avec en plus une augmentation des mobilités du niveau opéré par rapport au pré-opératoire.

5.3.2 Influence sur l'alignement sagittal

5.3.2.1 Paramètres pelviens :

En comparant les données pré et post-opératoire de l'ensemble de nos patients, nous observons des modifications similaires dans les deux groupes : les patients ont tendance à augmenter leur antéversion pelvienne, se traduisant par une augmentation significative de la pente sacrée ($p=0,030$) et une diminution de la version pelvienne ($p=0,0035$). L'incidence pelvienne n'est cependant pas modifiée de manière significative.

Aucune différence significative n'a été démontrée en comparant les deux groupes d'études. Cependant, les patients présentant un type de dos de type 2 ou 4 ont tendance à avoir une pente sacrée post-opératoire plus importante après ALIF qu'après PDL. Dans la seule étude publiée qui compare ALIF et PDL sur les paramètres spino-pelviens, Pellet et al. (184) ne retrouvent pas de différence sur les paramètres pelviens entre les deux groupes. Seul l'angle spino-sacré est plus important après prothèse qu'après arthrode. Ils insistent cependant sur l'intérêt de l'utilisation des PDL chez les patients avec des dos de type 1 et 2 de Roussouly, du fait d'une faible lordose nécessaire, et l'utilisation de cage d'ALIF chez les types 3 et 4, notamment au niveau L5-S1.

Nous pouvons ainsi considérer que les résultats de notre étude montrent des variations faibles et non significatives, dans les limites des capacités de mesure liée à la qualité des radiographies de notre étude.

Si l'on s'intéresse uniquement aux PDL, Chung et al. (181) ont étudié les variations des paramètres pelviens chez 26 patients opérés d'une PDL à 2 ans de recul. A l'inverse de notre travail, ils n'ont pas retrouvé de différence significative concernant la pente sacrée ou la version pelvienne quel que soit le niveau opéré. D'autres études publiées dans la littérature vont dans le même sens (103,182).

À l'inverse, les travaux de Lemaire et al. (158) vont dans le même sens que notre étude. Avec un recul de 10 ans sur 100 patients opérés d'une arthroplastie lombaire par la prothèse Charité™, ils retrouvent une restauration de l'antéversion pelvienne avec augmentation de la pente sacrée et diminution de la version pelvienne.

Plus récemment, Forminca et al. (185) ont montré une majoration de la version pelvienne à plus de 10 ans de suivi moyen de 30 patients. Leur faible nombre de patients peut induire des biais importants ; ces résultats sont à confirmer sur un plus grand échantillon.

5.3.2.2 Paramètres rachidiens

Nos résultats ne montrent pas de différence statistiquement significative en ce qui concerne la lordose lombaire et la SVA. On observe cependant une tendance à la majoration du déséquilibre antérieur avec une SVA qui passe de 7,73 +/- 17,97 à 10,07 +/- 23,17. Si l'on s'intéresse au disque sus-jacent, sa hauteur, contrairement à sa lordose, a été modifiée.

L'augmentation de la SVA n'est présente que dans le groupe PDL. Dans le groupe ALIF, celle-ci a plutôt tendance à diminuer. Les patients opérés d'une ALIF auraient donc un déséquilibre antérieur moindre par rapport à ceux opérés d'une PDL. Cela peut s'expliquer par la lordose lombaire globale plus importante après ALIF qu'après PDL sans différence majeure sur l'incidence pelvienne.

Les patients avec un dos de type 4 de Roussouly ont une lordose lombaire globale plus importante après ALIF qu'après PDL. Cette différence de lordose s'accompagne d'une pente sacrée plus élevée mais sans valeur significative. Cela va dans le sens des travaux de Pellet et al. (184) qui recommandent une ALIF plutôt qu'une PDL dans les dos de types 3 et 4 qui ont besoin d'une lordose lombaire plus importante.

En séparant les patients selon le niveau opéré, nous observons que le disque L3-L4 des patients opérés en L4-L5 a une hauteur plus importante dans le groupe PDL que dans le groupe ALIF. Cela va dans le sens de notre hypothèse selon laquelle la PDL diminuerait le risque d'apparition de syndrome adjacent en conservant une mobilité par rapport à l'ALIF.

Dans la seule étude similaire à la nôtre que nous avons trouvée dans la littérature, Pellet et al. (184) mettent en évidence une modification significative de l'angle spino-sacrée (SSA) (186). Le groupe PDL serait dans les normes de la SSA (135 +/- 8°) grâce à la mobilité de la prothèse qui permettrait aux patients de corriger spontanément leurs troubles statiques. Les patients opérés d'une ALIF n'auraient pas cette possibilité.

Contrairement à la nôtre, plusieurs études ont montré une majoration de la lordose lombaire après arthroplastie lombaire (27,103,158,181,183). Peut-être que le manque de puissance de notre étude par le faible nombre de patients ne nous permet pas de retrouver ces résultats. Seuls Forminca et al. (185) retrouvent une diminution de la lordose lombaire, probablement en rapport avec l'augmentation de la version pelvienne et donc la rétroversion pelvienne à 10 ans post-opératoire. Cela peut être expliqué par la présence de phénomènes compensatoires (84).

De nombreuses études s'intéressent aux modifications des paramètres rachidiens après arthroplastie lombaire mais peu s'intéressent aux modifications après ALIF spécifiquement. Il a été démontré qu'après arthroplastie lombaire par voie postérieure, avec ou sans cage intersomatique, la lordose lombaire globale a tendance à diminuer (187,188) surtout avec l'utilisation de cages rectangulaires (189). La littérature s'accorde cependant à démontrer que l'arthroplastie lombaire par voie antérieure permet une restauration de la hauteur discale et une augmentation de la lordose du niveau opéré (127,180,190-193). La modification de la lordose lombaire n'est pas retrouvée dans toutes les études.

5.4 Points forts et Limites de l'étude

5.4.1 Points forts :

Cette étude a été faite par un observateur indépendant. Nous avons réalisé ici une étude mono-centrique à partir d'une cohorte de patients inclus de manière prospective, ce qui est l'un des points forts de notre travail. Tous les patients ont été opérés par le même chirurgien et le même type d'implant a été posé dans le groupe ALIF et dans le groupe PDL.

Il n'y a pas de perte de données pour l'ensemble des 56 patients inclus dans cette étude.

L'utilisation du logiciel KEOPS® est également l'un des points forts, sa supériorité par rapport aux mesures papiers et sa reproductibilité inter-observateurs dans la mesure des paramètres sagittaux ont été prouvées par Maillot et al. (93). A notre connaissance, il s'agit de la première étude comparant ALIF et PDL sur des critères radiologiques avec l'utilisation d'un logiciel de reconstruction 3D.

L'utilisation de scores algofonctionnels dédiés au rachis comme l'ODI et plus globaux comme le SF-36, permet de considérer le patient dans un modèle social et pas seulement du point de vue chirurgical.

5.4.2 Limites :

Le faible nombre de patients est le principal frein de notre étude. Dans leur revue de la littérature, Zigler et al. (177) observent un nombre moyen de 331,25 patients par études avec un maximum à 577 et un minimum à 152. Cela se traduit dans notre travail par un faible nombre de patients dans chaque sous-groupe, avec par exemple seulement 5 patients opérés d'une ALIF au niveau L4-L5. Il peut en résulter une diminution de la puissance de notre étude.

L'utilisation de critères de jugements radiologiques peut également être considérée comme l'un des points faibles de notre travail eu égard à la qualité radiographique. L'ensemble des patients a en effet été évalué sur des clichés du rachis en totalité et non sur un bilan d'imagerie EOS™ qui n'est pas disponible dans notre centre.

Nous avons analysé les résultats à 3 ans de recul. Le lien entre mauvais alignement sagittal et développement d'un syndrome adjacent peut être biaisé à ce délai. La littérature montre en effet un taux de développement de syndrome adjacent croissant avec le recul, nous manquons donc peut-être de recul dans notre étude.

6 CONCLUSION

Quel que soit le type d'implant utilisé, prothèse discale ou cage d'arthrodèse, la chirurgie de la lombalgie discogénique par voie antérieure donne de bons résultats à 3 ans de recul.

La prothèse, du fait de sa mobilité paraît cependant plus intéressante au niveau L4-L5 que l'ALIF, cela protégerait le niveau supérieur et diminuerait donc le risque d'apparition d'un syndrome adjacent. Concernant le niveau L5-S1, chez les patients avec un type de dos de Roussouly 3 ou 4, donc avec une antéversion pelvienne plus élevée, l'ALIF pourrait être plus avantageuse.

Cependant, aucune différence clinique n'a pu être mise en évidence entre ces deux implants. Une étude sur un plus grand nombre de patients serait intéressante pour confirmer ces résultats.

7 BIBLIOGRAPHIE :

1. O Omokhodion F. Low back pain in a rural community in South West Nigeria. *West Afr J Med.* 1 avr 2002;21:87-90.
2. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* juin 2012;64(6):2028-37.
3. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *The Lancet.* août 1999;354(9178):581-5.
4. Dagenais S, Caro J, Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. *Spine J.* janv 2008;8(1):8-20.
5. Luo X, Pietrobon R, X Sun S, Liu GG, Hey L. Estimates and Patterns of Direct Health Care Expenditures Among Individuals With Back Pain in the United States: *Spine.* janv 2004;29(1):79-86.
6. Tropiano P, Ronflé M, Blondel B. Arthroplastie discale lombaire : indications, technique, résultats. *Bull Académie Natl Médecine.* nov 2015;199(8-9):1345-65.
7. CEPP-4687_MAVERICK_07_octobre_2014_(4687)_avis.pdf.
8. CEPP-4728_MOBIDISC_02_decembre_2014_(4728)_avis.pdf.
9. CEPP-4689_PRODISC_L_02_decembre_2014_(4689)_avis.pdf.
10. CEPP-4508_LP ESP II_05_novembre_2013_(4508)_avis.pdf.
11. Bareggi R, Grill V, Zweyer M, Narducci P, Forabosco A. A quantitative study on the spatial and temporal ossification patterns of vertebral centra and neural arches and their relationship to the fetal age. *Ann Anat - Anat Anz.* août 1994;176(4):311-7.
12. Bagnall KM, Harris PF, Jones PRM. A radiographic study of the human fetal spine 2. The sequence of development of ossification centres in the vertebral column. :12.
13. Skórzewska A, Grzymisławska M, Bruska M, Łupicka J, Woźniak W. Ossification of the vertebral column in human foetuses: histological and computed tomography studies. *Folia Morphol.* 5 sept 2013;72(3):230-8.
14. Pazzaglia UE, Salisbury JR, Byers PD. Development and Involution of the Notochord in the Human Spine. *J R Soc Med.* juill 1989;82(7):413-5.
15. Growth of the Spine Before Age 5 Years.pdf.
16. Franck H. NETTER. Atlas d'anatomie Humaine. Novartis. Vol. Deuxième édition.

17. White AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1990. 722 p.
18. Allbrook D. MOVEMENTS OF THE LUMBAR SPINAL COLUMN. J Bone Joint Surg Br. mai 1957;39-B(2):339-45.
19. Cook DJ, Yeager MS, Cheng BC. Range of Motion of the Intact Lumbar Segment: A Multivariate Study of 42 Lumbar Spines. Int J Spine Surg. 2015;9:5.
20. Yamato M, Panjabi M, Crisco T, Oxland TR. Three-Dimensional Movements of the Whole Lumbar Spine and Lumbosacral Joint.pdf. 1989.
21. Coyle PC, Velasco T, Sions JM, Hicks GE. Lumbar Mobility and Performance-Based Function: An Investigation in Older Adults with and without Chronic Low Back Pain. Pain Med. janv 2017;18(1):161-8.
22. Dovrak J, Panjabi M, Chang D, Theiler R. Functional Radiographic Diagnosis of the Lumbar Spine- Flexion—Extension and Lateral Bending.pdf. 1991.
23. Hayes M, Howard T, Gruel C. Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals..pdf. 1989.
24. Percy M, Bogduk N. Instantaneous axes of rotation of the lumbar intervertebral joints..pdf. Spine (Phila Pa 1976); 1988.
25. Gertzbein S, Chan K, Tile M, Seligman J, Kapasouri A. Moiré patterns- an accurate technique for determination of the locus of the centres of rotation..pdf. J Biomech; 1985.
26. Ogston N, King G, Gertzbein S, Tile M, Kapasouri A, Rubenstein J. Centrode patterns in the lumbar spine. Baseline studies in normal subjects .pdf. Spine (Phila Pa 1976); 1986.
27. Tournier C, Aunoble S, Le Huec JC, Lemaire JP, Tropiano P, Lafage V, et al. Total disc arthroplasty: consequences for sagittal balance and lumbar spine movement. Eur Spine J. mars 2007;16(3):411-21.
28. Roughley PJ. Biology of Intervertebral Disc Aging and Degeneration: Involvement of the Extracellular Matrix. Spine. déc 2004;29(23):2691-9.
29. Weiler C, Schietzsch M, Kirchner T, Nerlich AG, Boos N, Wuertz K. Age-related changes in human cervical, thoracal and lumbar intervertebral disc exhibit a strong intra-individual correlation. Eur Spine J. août 2012;21(S6):810-8.
30. Fraser RD, Osti OL, Vernon-Roberts B. Intervertebral disc degeneration. :9.

31. Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and Pathology of the Human Intervertebral Disc. VO LU M E. :5.
32. Williams L. Nutrition of the Intervertebral Disc. :10.
33. Kelly A-M. The minimum clinically significant diVerence in visual analogue scale pain score does not diVer with severity of pain. :3.
34. Haefeli M, Elfering A. Pain assessment. Eur Spine J. janv 2006;15(S1):S17-24.
35. Fairbank JCT, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. Spine [Internet]. 2000;25(22). Disponible sur: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2000/11150/The_Oswestry_Disability_Index.17.aspx
36. Fisher K, Johnston M. Validation of the Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire, its sensitivity as a measure of change following treatment and its relationship with other aspects of the chronic pain experience. Physiother Theory Pract. janv 1997;13(1):67-80.
37. Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoëns P, Cabri J. Validation transculturelle de l'Oswestry disability index en français. Ann Réadapt Médecine Phys. juin 2008;51(5):379-85.
38. Ware JE, work(s): CDSR. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection. Med Care. 1992;30(6):473-83.
39. Ware JE. SF-36 Health Survey Update: Spine. déc 2000;25(24):3130-9.
40. Leplège A, Ecosse E, Verdier A, Perneger TV. The French SF-36 Health Survey: Translation, Cultural Adaptation and Preliminary Psychometric Evaluation. J Clin Epidemiol. 1 nov 1998;51(11):1013-23.
41. Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability: Pain. févr 1993;52(2):157-68.
42. Chaory K, Fayad F, Rannou F, Lefèvre-Colau M-M, Fermanian J, Revel M, et al. Validation of the French Version of the Fear Avoidance Belief Questionnaire: Spine. avr 2004;29(8):908-13.
43. Urits I, Burshtein A, Sharma M, Testa L, Gold PA, Orhurhu V, et al. Low Back Pain, a Comprehensive Review: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. Curr Pain Headache Rep [Internet]. mars 2019 [cité 26 sept 2019];23(3). Disponible sur:

<http://link.springer.com/10.1007/s11916-019-0757-1>

44. Jhawar BS, Fuchs CS, Colditz GA, Stampfer MJ. Cardiovascular risk factors for physician-diagnosed lumbar disc herniation. *Spine J.* nov 2006;6(6):684-91.
45. Shah LM, Ross JS. Imaging of Degenerative and Infectious Conditions of the Spine: *Neurosurgery.* sept 2016;79(3):315-35.
46. Zawilla NH, Darweesh H, Mansour N, Helal S, Taha FM, Awadallah M, et al. Matrix Metalloproteinase-3, Vitamin D Receptor Gene Polymorphisms, and Occupational Risk Factors in Lumbar Disc Degeneration. *J Occup Rehabil.* juin 2014;24(2):370-81.
47. Battié MC, Videman T, Kaprio J, Gibbons LE, Gill K, Manninen H, et al. The Twin Spine Study: Contributions to a changing view of disc degeneration†. *Spine J.* janv 2009;9(1):47-59.
48. Eskola PJ, Lemmelä S, Kjaer P, Solovieva S, Männikkö M, Tommerup N, et al. Genetic Association Studies in Lumbar Disc Degeneration: A Systematic Review. Cherny S, éditeur. *PLoS ONE.* 21 nov 2012;7(11):e49995.
49. Maus TP, Aprill CN. Lumbar Diskogenic Pain, Provocation Diskography, and Imaging Correlates. *Radiol Clin North Am.* juill 2012;50(4):681-704.
50. Simon J, McAuliffe M, Shamim F, Vuong N, Tahaei A. Discogenic Low Back Pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* mai 2014;25(2):305-17.
51. Guyer RD. Lumbar discography.pdf. 2003.
52. Kalichman L, Hunter DJ. Lumbar Facet Joint Osteoarthritis: A Review. *Semin Arthritis Rheum.* oct 2007;37(2):69-80.
53. Gellhorn AC, Katz JN, Suri P. Osteoarthritis of the spine: the facet joints. *Nat Rev Rheumatol.* avr 2013;9(4):216-24.
54. Bogduk N. Evidence-informed management of chronic low back pain with facet injections and radiofrequency neurotomy. *Spine J.* janv 2008;8(1):56-64.
55. Bogduk N. The innervation of the lumbar spine.pdf. 1983.
56. Revel E, Listrat VM, Chevalier XJ. Facet Joint Block for Low Back Pain: Identifying Predictors of a Good Response. :5.
57. Revel M, Poiraudreau S, Auleley G, Payan C. Capacity of the clinical picture to characterize low back pain relieved by facet joint anesthesia. Proposed criteria to identify patients with painful facet joints..pdf. 1998.
58. Jackson RP. The Facet: Syndrome Myth or Reality? *Clin Orthop.* juin

1992;NA;(279):110-121.

59. Maas ET, Juch JNS, Ostelo RWJG, Groeneweg JG, Kallewaard JW, Koes BW, et al. Systematic review of patient history and physical examination to diagnose chronic low back pain originating from the facet joints. *Eur J Pain*. mars 2017;21(3):403-14.

60. Leggett LE, Soril LJ, Lorenzetti DL, Noseworthy T, Steadman R, Tiwana S, et al. Radiofrequency Ablation for Chronic Low Back Pain: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Pain Res Manag*. 2014;19(5):e146-53.

61. Vekaria R, Bhatt R, Ellard DR, Henschke N, Underwood M, Sandhu H. Intra-articular facet joint injections for low back pain: a systematic review. *Eur Spine J*. avr 2016;25(4):1266-81.

62. Boswell MV, Colson JD, Sehgal N, Dunbar EE, Epter R. A Systematic Review of Therapeutic Facet Joint Interventions in Chronic Spinal Pain. *Pain Physician*. :26.

63. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J*. mars 2006;15(S2):s192-300.

64. Pathria et al. Osteoarthritis of the Facet Joints- Accuracy of Oblique Radiographic Assessment'.pdf.

65. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology*. janv 1988;166(1):193-9.

66. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration: *Spine*. sept 2001;26(17):1873-8.

67. Ract I, Meadeb J-M, Mercy G, Cuffe F, Husson J-L, Guillin R. A review of the value of MRI signs in low back pain. *Diagn Interv Imaging*. mars 2015;96(3):239-49.

68. Griffith JF, Wang Y-XJ, Antonio GE, Choi KC, Yu A, Ahuja AT, et al. Modified Pfirrmann Grading System for Lumbar Intervertebral Disc Degeneration: *Spine*. nov 2007;32(24):E708-12.

69. Vital JM, Gille O, Pointillart V, Pedram M, Bacon P, Razanabola F, et al. Course of Modic 1 Six Months After Lumbar Posterior Osteosynthesis: *Spine*. avr 2003;28(7):715-20.

70. C. Jha S, Higashino K, Sakai T, Takata Y, Abe M, Yamashita K, et al. Clinical Significance of High-intensity Zone for Discogenic Low Back Pain: A Review. *J Med Invest*. 2016;63(1.2):1-7.

71. Fujiwara A, Tamai K, Yamato M, An HS, Yoshida H, Saotome K, et al. The relationship between facet joint osteoarthritis and disc degeneration of the lumbar spine: an MRI study. *Eur Spine J.* 26 oct 1999;8(5):396-401.
72. Al-Janabi MA. Imaging modalities and low back pain- the role of bone scintigraphy..pdf. 1994.
73. Critchley M. The role of bone scintigraphy in the investigation of patients with low back pain..pdf. 1995.
74. Jain A, Jain S, Agarwal A, Gambhir S, Shamsheery C, Agarwal A. Evaluation of Efficacy of Bone Scan With SPECT/CT in the Management of Low Back Pain: A Study Supported by Differential Diagnostic Local Anesthetic Blocks. *Clin J Pain.* déc 2015;31(12):1054-9.
75. Lee I, Budiawan H, Moon JY, Cheon GJ, Kim YC, Paeng JC, et al. The Value of SPECT/CT in Localizing Pain Site and Prediction of Treatment Response in Patients with Chronic Low Back Pain. *J Korean Med Sci.* 2014;29(12):1711.
76. Van de Kelft E, Verleye G, Van de Kelft A-S, Melis K, Van Goethem J. Validation of topographic hybrid single-photon emission computerized tomography with computerized tomography scan in patients with and without nonspecific chronic low back pain. A prospective comparative study. *Spine J.* oct 2017;17(10):1457-63.
77. Holder LE, Machin JL, Asdourian PL, Links JM, Sexton CC. Planar and High-Resolution SPECT Bone Imaging in the Diagnosis of Facet Syndrome. 1995;9.
78. Pneumaticos SG, Chatziioannou SN, Hipp JA, Moore WH, Esses SI. Low Back Pain: Prediction of Short-term Outcome of Facet Joint Injection with Bone Scintigraphy. *Radiology.* févr 2006;238(2):693-8.
79. Dolan A. The value of SPECT scans in identifying back pain likely to benefit from facet joint injection. *Rheumatology.* 1 déc 1996;35(12):1269-73.
80. Russo VM, Dhawan RT, Baudracco I, Dharmarajah N, Lazzarino AI, Casey AT. Hybrid Bone SPECT/CT Imaging in Evaluation of Chronic Low Back Pain: Correlation with Facet Joint Arthropathy. *World Neurosurg.* nov 2017;107:732-8.
81. Matesan M, Behnia F, Bermo M, Vesselle H. SPECT/CT bone scintigraphy to evaluate low back pain in young athletes: common and uncommon etiologies. *J Orthop Surg [Internet].* déc 2016 [cité 26 sept 2019];11(1). Disponible sur: <http://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-016-0402-1>
82. Tender G, Constantinescu A, Conger A, DiGiorgio A. Primary pain generator

identification by CT–SPECT in a patient with low back pain: a case report. BMC Res Notes [Internet]. déc 2017 [cité 29 sept 2019];10(1). Disponible sur: <http://bmresnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13104-017-2458-3>

83. Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: The conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng.* juill 1992;20(4):451-62.

84. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* sept 2019;28(9):1889-905.

85. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J.* nov 2016;25(11):3630-7.

86. P. Roussouly, E. Berthonnaud, J. Dimnet. Analyse géométrique et mécanique de la lordose lombaire dans une population de 160 adultes asymptomatiques : essai de classification. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* nov 2003;1304(7):580.

87. Jackson RP MA. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study..pdf.

88. Pesenti S, Lafage R, Stein D, Elysee JC, Lenke LG, Schwab FJ, et al. The Amount of Proximal Lumbar Lordosis Is Related to Pelvic Incidence: *Clin Orthop.* août 2018;476(8):1603-11.

89. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the Normal Variation in the Sagittal Alignment of the Human Lumbar Spine and Pelvis in the Standing Position: *Spine.* févr 2005;30(3):346-53.

90. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers.pdf.

91. Diebo BG, Varghese JJ, Lafage R, Schwab FJ, Lafage V. Sagittal alignment of the spine: What do you need to know? *Clin Neurol Neurosurg.* déc 2015;139:295-301.

92. Barrey C, Jund J, Nosedà O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J.* 10 sept 2007;16(9):1459-67.

93. Maillot C, Ferrero E, Fort D, Heyberger C, Le Huec J-C. Reproducibility and repeatability of a new computerized software for sagittal spinopelvic and scoliosis curvature

radiologic measurements: Keops®. *Eur Spine J.* juill 2015;24(7):1574-81.

94. Ergun T. The relation between sagittal morphology of the lumbosacral spine and the degree of lumbar intervertebral disc degeneration. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(4):293-9.

95. Habibi Z, Maleki F, Meybodi AT, Mahdavi A, Saberi H. Lumbosacral Sagittal Alignment in Association to Intervertebral Disc Diseases. *Asian Spine J.* 2014;8(6):813.

96. Endo K, Suzuki H, Tanaka H, Kang Y, Yamamoto K. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation. *Eur Spine J.* mars 2010;19(3):435-8.

97. O'Connell GD, Vresilovic EJ, Elliott DM. Human intervertebral disc internal strain in compression: The effect of disc region, loading position, and degeneration. *J Orthop Res.* avr 2011;29(4):547-55.

98. O'Connell GD, Johannessen W, Vresilovic EJ, Elliott DM. Human Internal Disc Strains in Axial Compression Measured Noninvasively Using Magnetic Resonance Imaging: *Spine.* déc 2007;32(25):2860-8.

99. Kalichman L, Li L, Hunter DJ, Been E. Association between computed tomography–evaluated lumbar lordosis and features of spinal degeneration, evaluated in supine position. *Spine J.* avr 2011;11(4):308-15.

100. Boissière L, Takemoto M, Bourghli A, Vital J-M, Pellisé F, Alanay A, et al. Global tilt and lumbar lordosis index: two parameters correlating with health-related quality of life scores—but how do they truly impact disability? *Spine J.* avr 2017;17(4):480-8.

101. Laouissat F, Scemama C, Delécrin J. Does the type of sagittal spinal shape influence the clinical results of lumbar disc arthroplasty? *Orthop Traumatol Surg Res.* oct 2016;102(6):765-8.

102. Strube P, Hoff EK, Perka CF, Gross C, Putzier M. Influence of the Type of Sagittal Profile on Clinical Results of Lumbar Total Disk Replacement After a Mean Follow-Up of 39 Months: *Clin Spine Surg.* août 2016;29(7):291-9.

103. Faure A, Khalifé M, Thiebaut B, Roubineau F, Flouzat Lachaniette C-H, Dubory A. Influence of the Initial Sagittal Lumbar Alignment on Clinical and Radiological Outcomes of Single-Level Lumbar Total Disc Replacements at a Minimum 2-Year Follow-up: *SPINE.* août 2018;43(16):E959-67.

104. Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, Min K. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion. *Eur*

Spine J. juin 2015;24(6):1251-8.

105. Matsumoto T, Okuda S, Maeno T, Yamashita T, Yamasaki R, Sugiura T, et al. Spinopelvic sagittal imbalance as a risk factor for adjacent-segment disease after single-segment posterior lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. avr 2017;26(4):435-40.

106. Lombalgie_2005_rap.pdf.

107. Monfett M, Harrison J, Boachie-Adjei K, Lutz G. Intradiscal platelet-rich plasma (PRP) injections for discogenic low back pain: an update. *Int Orthop*. juin 2016;40(6):1321-8.

108. Lu Y, Guzman JZ, Purmessur D, Iatridis JC, Hecht AC, Qureshi SA, et al. Nonoperative Management of Discogenic Back Pain: A Systematic Review. *Spine*. juill 2014;39(16):1314-24.

109. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg*. 2015;1(1):17.

110. Capener N. Spondylolisthesis. *Br J Surg*. janv 1932;19(75):374-86.

111. Frantzides CT, Zeni TM, Phillips FM, Mathur S, Zografakis JG, Moore RM, et al. L5-S1 Laparoscopic Anterior Interbody Fusion. 2006;5.

112. Inamasu J, Guiot BH. Laparoscopic Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Review of Outcome Studies. *Min - Minim Invasive Neurosurg*. déc 2005;48(6):340-7.

113. Li JXJ, Phan K, Mobbs R. Oblique Lumbar Interbody Fusion: Technical Aspects, Operative Outcomes, and Complications. *World Neurosurg*. févr 2017;98:113-23.

114. Ohtori S, Orita S, Yamauchi K, Eguchi Y, Ochiai N, Kishida S, et al. Mini-Open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion: Oblique Lateral Interbody Fusion for Lumbar Spinal Degeneration Disease. *Yonsei Med J*. 2015;56(4):1051.

115. Woods KRM, Billys JB, Hynes RA. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L1–L5 (OLIF25) and at L5–S1 (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates. *Spine J*. avr 2017;17(4):545-53.

116. Bono CM, Garfin SR. History and evolution of disc replacement. *Spine J*. nov 2004;4(6):S145-50.

117. Szpalski M, Gunzburg R, Mayer M. Spine arthroplasty: a historical review. In: Gunzburg R, Mayer HM, Szpalski M, Aebi M, éditeurs. *Arthroplasty of the Spine* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2004 [cité 20 août 2019]. p. 3-22. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-18508-3_2

118. Salzmann SN, Plais N, Shue J, Girardi FP. Lumbar disc replacement surgery—successes and obstacles to widespread adoption. *Curr Rev Musculoskelet Med.* juin 2017;10(2):153-9.
119. Baerlocher P, Boulic R. Parametrization and Range of Motion of the Ball-and-Socket Joint. In: Magnenat-Thalmann N, Thalmann D, éditeurs. *Deformable Avatars* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2001 [cité 21 sept 2019]. p. 180-90. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-0-306-47002-8_16
120. Arrêté du 2 décembre 2011 .pdf.
121. Vital J-M, Boissière L. Total disc replacement. *Orthop Traumatol Surg Res.* févr 2014;100(1):S1-14.
122. Aebi M, Steffen T. Synframe: a preliminary report. *Eur Spine J.* 25 févr 2000;9(S1):S044-50.
123. Kossmann T, Jacobi D, Trentz O. The use of a retractor system (SynFrame) for open, minimal invasive reconstruction of the anterior column of the thoracic and lumbar spine. *Eur Spine J.* oct 2001;10(5):396-402.
124. Gumbs AA. The Open Anterior Paramedian Retroperitoneal Approach for Spine Procedures. *Arch Surg.* 1 avr 2005;140(4):339.
125. CT-13139_INDUCTOS_PIC_REEV_Avis3_CT13139.pdf.
126. Prodisc-L. Prothèse modulaire de disque intervertébral pour la stabilisation du rachis lombaire et la restauration de l'amplitude de mouvement physiologique..pdf.
127. Phan K, Xu J, Scherman DB, Rao PJ, Mobbs RJ. Anterior Lumbar Interbody Fusion With and Without an “Access Surgeon”: A Systematic Review and Meta-analysis. *SPINE.* mai 2017;42(10):E592-601.
128. Inamasu J, Guiot BH. Vascular injury and complication in neurosurgical spine surgery. *Acta Neurochir (Wien).* avr 2006;148(4):375-87.
129. Wood KB, DeVine J, Fischer D, Dettori JR, Janssen M. Vascular Injury in Elective Anterior Lumbosacral Surgery: *Spine.* avr 2010;35(Supplement):S66-75.
130. Bateman DK, Millhouse PW, Shahi N, Kadam AB, Maltenfort MG, Koerner JD, et al. Anterior lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis of associated complications. *Spine J.* mai 2015;15(5):1118-32.
131. Lindley EM, McBeth ZL, Henry SE, Cooley R, Burger EL, Cain CMJ, et al. Retrograde Ejaculation After Anterior Lumbar Spine Surgery: *Spine.* sept 2012;37(20):1785-9.

132. Sasso RC, Burkus JK, LeHuec J-C. Retrograde Ejaculation After Anterior Lumbar Interbody Fusion. :4.
133. Than KD, Wang AC, Rahman SU, Wilson TJ, Valdivia JM, Park P, et al. Complication avoidance and management in anterior lumbar interbody fusion. *Neurosurg Focus*. oct 2011;31(4):E6.
134. Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine. .pdf.
135. Tiusanen H, Seitsalo S, ¨sterman K, Soini J. Retrograde ejaculation after anterior interbody lumbar fusion. *Eur Spine J*. dc 1995;4(6):339-42.
136. Hägg O, Fritzell P, Nordwall A, The Swedish Lumbar Spine Study Group. Sexual function in men and women after anterior surgery for chronic low back pain. *Eur Spine J*. mai 2006;15(5):677-82.
137. Berg S, Fritzell P, Tropp H. Sex life and sexual function in men and women before and after total disc replacement compared with posterior lumbar fusion. *Spine J*. dc 2009;9(12):987-94.
138. Kasliwal MK, Deutsch H. Anhidrosis after anterior retroperitoneal approach for L4–L5 artificial disc replacement. *J Clin Neurosci*. juill 2011;18(7):990-1.
139. Wuertz-Kozak K, Bleisch D, Nadi N, Prmmel P, Hitzl W, Kessler TMM, et al. Sexual and urinary function following anterior lumbar surgery in females. *Neurourol Urodyn*. fvr 2019;38(2):632-6.
140. Scaduto AA, Gamradt SC, Yu WD, Huang J, Delamarter RB, Wang JC. Perioperative Complications of Threaded Cylindrical Lumbar Interbody Fusion Devices: Anterior Versus Posterior Approach. *J Spinal Disord Tech*. dc 2003;16(6):502-7.
141. Johnson C, Rice R, Kelvin F, Foster W, Williford M. The radiologic evaluation of gross cecal distension: emphasis on cecal ileus. *Am J Roentgenol*. dc 1985;145(6):1211-7.
142. van Ooij A, Oner FC, Verbout AJ. Complications of Artificial Disc Replacement. *J Spinal Disord*. 2003;16(4):15.
143. Weber J, Vieweg U. Anteriore lumbale interkorporelle Fusion (ALIF) mit einem stabilisierenden Cage. *Z Fr Orthop Ihre Grenzgeb*. 23 fvr 2006;144(01):40-5.
144. Sasso RC, Best NM, Mummaneni PV, Reilly TM, Hussain SM. Analysis of Operative Complications in a Series of 471 Anterior Lumbar Interbody Fusion Procedures: *Spine*. mars 2005;30(6):670-4.
145. Flouzat-Lachaniette C-H, Delblond W, Poignard A, Allain J. Analysis of

intraoperative difficulties and management of operative complications in revision anterior exposure of the lumbar spine: a report of 25 consecutive cases. *Eur Spine J.* avr 2013;22(4):766-74.

146. Jacobs WCH, Vreeling A, De Kleuver M. Fusion for low-grade adult isthmic spondylolisthesis: a systematic review of the literature. *Eur Spine J.* avr 2006;15(4):391-402.

147. Madan SS, Harley JM, Boeree NR. Anterior lumbar interbody fusion: Does stable anterior fixation matter? *Eur Spine J.* 1 août 2003;12(4):386-92.

148. Santos ERG, Goss DG, Morcom RK, Fraser RD. Radiologic Assessment of Interbody Fusion Using Carbon Fiber Cages: *Spine.* mai 2003;28(10):997-1001.

149. Brantigan JW SA. A carbon fiber implant to aid interbody lumbar fusion. Two-year clinical results in the first 26 patients..pdf.

150. Fraser RD. Interbody, posterior, and combined lumbar fusions..pdf.

151. Choi JY, Sung KH. Subsidence after anterior lumbar interbody fusion using paired stand-alone rectangular cages. *Eur Spine J.* févr 2006;15(1):16-22.

152. Takeuchi M, Kamiya M, Wakao N, Hirasawa A, Kawanami K, Osuka K, et al. Large volume inside the cage leading incomplete interbody bone fusion and residual back pain after posterior lumbar interbody fusion. *Neurosurg Rev.* juill 2015;38(3):573-8.

153. Zhang J, Poffyn B, Sys G, Uyttendaele D. Are stand-alone cages sufficient for anterior lumbar interbody fusion?: Are stand-alone cages sufficient for ALIF? *Orthop Surg.* févr 2012;4(1):11-4.

154. Burkus JK, Sandhu HS, Gornet MF. Influence of rhBMP-2 on the Healing Patterns Associated With Allograft Interbody Constructs in Comparison With Autograft: *Spine.* avr 2006;31(7):775-81.

155. Zigler JE, Delamarter RB. Five-year results of the prospective, randomized, multicenter, Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential arthrodesis for the treatment of single-level degenerative disc disease. *J Neurosurg Spine.* déc 2012;17(6):493-501.

156. Siepe CJ, Heider F, Wiechert K, Hitzl W, Ishak B, Mayer MH. Mid- to long-term results of total lumbar disc replacement: a prospective analysis with 5- to 10-year follow-up. *Spine J.* août 2014;14(8):1417-31.

157. Cinotti G. Results of disc prosthesis after a minimum follow-up period of 2 years..pdf.

158. Lemaire J-P, Carrier H, Ali E-HS, Skalli W. Clinical and Radiological Outcomes With the Charité™ Artificial Disc. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18(4):7.
159. Guyer RD, McAfee PC, Banco RJ, Bitan FD, Cappuccino A, Geisler FH, et al. Prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of lumbar total disc replacement with the CHARITÉ artificial disc versus lumbar fusion: Five-year follow-up. *Spine J.* mai 2009;9(5):374-86.
160. Caspi I. Results of Lumbar Disk Prosthesis after a Follow-up Period of 48 months.pdf.
161. Tobert DG, Antoci V, Patel SP, Saadat E, Bono CM. Adjacent Segment Disease in the Cervical and Lumbar Spine: *Clin Spine Surg.* avr 2017;30(3):94-101.
162. Mannion AF, Leivseth G, Brox J-I, Fritzell P, Hägg O, Fairbank JCT. ISSLS Prize Winner: Long-Term Follow-up Suggests Spinal Fusion Is Associated With Increased Adjacent Segment Disc Degeneration But Without Influence on Clinical Outcome. *Spine.* août 2014;39(17):1373-83.
163. Lee JC, Kim Y, Soh J-W, Shin B-J. Risk Factors of Adjacent Segment Disease Requiring Surgery After Lumbar Spinal Fusion: Comparison of Posterior Lumbar Interbody Fusion and Posterolateral Fusion. *Spine.* mars 2014;39(5):E339-45.
164. Weinhoffer SL. Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study..pdf. 1995.
165. Saavedra-Pozo FM, Deusdara RAM, Benzel EC. Adjacent Segment Disease Perspective and Review of the Literature. 2014;14(1):6.
166. Nassr A, Lee JY, Bashir RS, Rihn JA, Eck JC, Kang JD, et al. Does Incorrect Level Needle Localization During Anterior Cervical Discectomy and Fusion Lead to Accelerated Disc Degeneration?: *Spine.* janv 2009;34(2):189-92.
167. Pan A, Hai Y, Yang J, Zhou L, Chen X, Guo H. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal fusion compared with motion-preservation procedures: a meta-analysis. *Eur Spine J.* mai 2016;25(5):1522-32.
168. Choi K-C, Kim J-S, Shim H-K, Ahn Y, Lee S-H. Changes in the Adjacent Segment 10 Years After Anterior Lumbar Interbody Fusion for Low-Grade Isthmic Spondylolisthesis. *Clin Orthop Relat Res.* juin 2014;472(6):1845-54.
169. Kanayama M, Togawa D, Hashimoto T, Shigenobu K, Oha F. Motion-preserving Surgery Can Prevent Early Breakdown of Adjacent Segments: Comparison of Posterior

Dynamic Stabilization With Spinal Fusion. *J Spinal Disord Tech.* oct 2009;22(7):463-7.

170. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers..pdf.

171. leong JC LK. The biomechanical functions of the iliolumbar ligament in maintaining stability of the lumbosacral junction..pdf.

172. Miyasaka K, Ohmori K, Suzuki K, Inoue H. Radiographic Analysis of Lumbar Motion in Relation to Lumbosacral Stability: Investigation of Moderate and Maximum Motion. *Spine.* mars 2000;25(6):732-7.

173. Brau SA. Mini-open approach to the spine for anterior lumbar interbody fusion: description of the procedure, results and complications. *Spine J.* 2002;8.

174. Tropiano P, Huang RC, Girardi FP, Jr FPC. Lumbar Total Disc Replacement. *VO LU M E.* :8.

175. Le Huec JC, Mathews H, Basso Y, Aunoble S, Hoste D, Bley B, et al. Clinical Results of Maverick Lumbar Total Disc Replacement: Two-Year Prospective Follow-up. *Orthop Clin North Am.* juill 2005;36(3):315-22.

176. Zeegers WS, Bohnen LMLJ, Laaper M, Verhaegen MJA. Artificial disc replacement with the modular type SB Charité III: 2-year results in 50 prospectively studied patients. *Eur Spine J.* 2 juin 1999;8(3):210-7.

177. Zigler J, Gornet MF, Ferko N, Cameron C, Schranck FW, Patel L. Comparison of Lumbar Total Disc Replacement With Surgical Spinal Fusion for the Treatment of Single-Level Degenerative Disc Disease: A Meta-Analysis of 5-Year Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Glob Spine J.* juin 2018;8(4):413-23.

178. Wei J, Song Y, Sun L, Lv C. Comparison of artificial total disc replacement versus fusion for lumbar degenerative disc disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int Orthop.* juill 2013;37(7):1315-25.

179. Berg S, Tullberg T, Branth B, Olerud C, Tropp H. Total disc replacement compared to lumbar fusion: a randomised controlled trial with 2-year follow-up. *Eur Spine J.* oct 2009;18(10):1512-9.

180. Gornet MF, Burkus JK, Dryer RF, Pelozo JH. Lumbar Disc Arthroplasty With MAVERICK Disc Versus Stand-Alone Interbody Fusion: A Prospective, Randomized, Controlled, Multicenter Investigational Device Exemption Trial. *Spine.* déc 2011;36(25):E1600-11.

181. Chung SS, Lee CS, Kang CS, Kim SH. The Effect of Lumbar Total Disc Replacement

on the Spinopelvic Alignment and Range of Motion of the Lumbar Spine: J Spinal Disord Tech. juill 2006;19(5):307-11.

182. Le Huec J, Basso Y, Mathews H, Mehbod A, Aunoble S, Friesem T, et al. The effect of single-level, total disc arthroplasty on sagittal balance parameters: a prospective study. Eur Spine J. juin 2005;14(5):480-6.

183. Kasliwal MK, Deutsch H. Effect of Total Lumbar Disc Replacement on Lumbosacral Lordosis: J Spinal Disord Tech. oct 2012;25(7):370-3.

184. Pellet N, Aunoble S, Meyrat R, Rigal J, Le Huec JC. Sagittal balance parameters influence indications for lumbar disc arthroplasty or ALIF. Eur Spine J. sept 2011;20(S5):647-62.

185. Formica C, Zanirato A, Divano S, Basso M, Cavagnaro L, Alessio Mazzola M, et al. Total disc replacement for lumbar degenerative disc disease: single centre 20 years experience. Eur Spine J [Internet]. 9 août 2019 [cité 24 sept 2019]; Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00586-019-06100-3>

186. Roussouly P, Gollogly S, Nosedà O, Berthonnaud E, Dimnet J. The Vertical Projection of the Sum of the Ground Reactive Forces of a Standing Patient Is Not the Same as the C7 Plumb Line: A Radiographic Study of the Sagittal Alignment of 153 Asymptomatic Volunteers. Spine. mai 2006;31(11):E320-5.

187. Goldstein JA, Macenski MJ, Griffith SL, McAfee PC. Lumbar Sagittal Alignment After Fusion With a Threaded Interbody Cage: Spine. mai 2001;26(10):1137-42.

188. Stephens GC. Comparison of lumbar sagittal alignment produced by different operative positions..pdf. 1996.

189. Gödde S, Fritsch E, Dienst M, Kohn D. Influence of Cage Geometry on Sagittal Alignment in Instrumented Posterior Lumbar Interbody Fusion: Spine. août 2003;28(15):1693-9.

190. Afathi M, Zairi F, Devos P, Allaoui M, Marinho P, Chopin D, et al. Anterior lumbar sagittal alignment after anterior or lateral interbody fusion. Orthop Traumatol Surg Res. déc 2017;103(8):1245-50.

191. Ahlquist S, Park HY, Gatto J, Shamie AN, Park DY. Does approach matter? A comparative radiographic analysis of spinopelvic parameters in single-level lumbar fusion. Spine J. nov 2018;18(11):1999-2008.

192. Hsieh PC, Koski TR, O'Shaughnessy BA, Sugrue P, Salehi S, Ondra S, et al.

Anterior lumbar interbody fusion in comparison with transforaminal lumbar interbody fusion: implications for the restoration of foraminal height, local disc angle, lumbar lordosis, and sagittal balance. *J Neurosurg Spine*. oct 2007;7(4):379-86.

193. Watkins RG, Hanna R, Chang D, Watkins RG. Sagittal Alignment After Lumbar Interbody Fusion: Comparing Anterior, Lateral, and Transforaminal Approaches. *J Spinal Disord Tech*. juill 2014;27(5):253-6.

8 ANNEXES

8.1 Score d'oswestry

Questionnaire d'évaluation de la capacité fonctionnelle

(Version française de l'Oswestry Disability Index) ¹

Nom, prénom :

Date : .. / .. / 200 .

"Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire.

Il est conçu pour nous donner des informations sur la façon dont votre mal au dos (ou votre douleur dans la jambe) a influencé votre capacité à vous débrouiller dans la vie de tous les jours.

Veuillez répondre à **toutes les sections** du questionnaire. Pour chaque section, cochez **une seule case**, celle qui vous décrit le mieux **actuellement**."

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

¹ Oswestry Disability Index, version 2.0, Baker D, Pynsent P, Fairbank J 1989

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) :%

8.2 Score SF-36

Questionnaire de santé SF-36

1. **Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :** (entourez la bonne réponse)

Excellente	1
Très bonne	2
Bonne	3
Médiocre	4
Mauvaise	5

2. **Par rapport à l'année dernière à la même époque, comment trouvez-vous votre état de santé en ce moment ?** (entourez la réponse de votre choix)

Bien meilleur que l'an dernier	1
Plutôt meilleur	2
A peu près pareil	3
Plutôt moins bon	4
Beaucoup moins bon	5

3. **Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état physique**
(Entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

	Oui	Non
a. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles	1	2
b. Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	1	2
c. Avez-vous du arrêter de faire certaines choses ?	1	2
d. Avez-vous eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité ? (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire)	1	2

4. **Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux(se) ou déprimé(e))**
(Entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

	Oui	Non
a. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles	1	2
b. Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	1	2
c. Avez-vous eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité ? (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire)	1	2

5. **Au cours de ces 4 dernières semaines dans quelle mesure votre état de santé, physique ou émotionnel, vous a-t-il gêné dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos connaissances**
(Entourez la réponse de votre choix)

Pas du tout	1
Un petit peu	2
Moyennement	3
Beaucoup	4
Enormément	5

6. **Au cours de ces 4 dernières semaines, quelle a été l'intensité de vos douleurs (physiques) ?** (Entourez la réponse de votre choix)

Nulle	1
Très faible	2
Faible	3
Moyenne	4
Grande	5
Très grande	6

7. **Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité(e) dans votre travail ou vos activités domestiques ?** (Entourez la réponse de votre choix)

Pas du tout	1
Un petit peu	2
Moyennement	3
Beaucoup	4
Enormément	5

8. **Au cours de ces 4 dernières semaines ; y a-t-il eu des moments où votre état de santé ou émotionnel, vous a gêné dans votre vie et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ?** (Entourez la réponse de votre choix)

En permanence	1
Une bonne partie du temps	2
De temps en temps	3
Rarement	4
Jamais	5

9. **Voici une liste d'activités que vous pouvez avoir à faire dans votre vie de tous les jours. Pour chacune d'entre elles indiquez si vous êtes limit(e) en raison de votre état de santé actuel.** (Entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

Liste d'activités	Oui, beaucoup limit(e)	Oui, un peu limit(e)	Non, pas du tout limit(e)
a. Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport	1	2	3
b. Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules	1	2	3
c. Soulever et porter des courses	1	2	3
d. Monter plusieurs étages par l'escalier	1	2	3
e. Monter un étage par escalier	1	2	3
f. se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir	1	2	3
g. Marcher plus d'un km à pied	1	2	3
h. Marcher plusieurs centaines de mètres	1	2	3
i. Marcher une centaine de mètres	1	2	3
j. Prendre un bain, une douche ou s'habiller	1	2	3

10. **Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces 4 dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où :** (Entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

Liste d'activités	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelques fois	Rarement	Jamais
a. vous vous êtes senti(e) dynamique ?	1	2	3	4	5	6
b. vous vous êtes senti(e) très nerveux(se) ?	1	2	3	4	5	6
c. Vous vous êtes senti(e) si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral	1	2	3	4	5	6
d. vous vous êtes senti(e) calme et détendu(e) ?	1	2	3	4	5	6
e. vous vous êtes senti(e) débordant(e) d'énergie?	1	2	3	4	5	6
f. vous vous êtes senti(e) triste et abattu(e) ?	1	2	3	4	5	6
g. vous vous êtes senti(e) épuisé(e) ?	1	2	3	4	5	
h. vous vous êtes senti(e) heureux(e)	1	2	3	4	5	6
i. vous vous êtes senti(e) fatigué(e) ?	1	2	3	4	5	6

11. Indiquez pour chacune des phrases suivantes dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :

(Entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

Liste d'activités	Totalement vrai	Plutôt vrai	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
a. je tombe malade plus facilement que les autres	1	2	3	4	5
b. je me porte aussi bien que n'importe qui	1	2	3	4	5
c. je m'attends à ce que ma santé se dégrade	1	2	3	4	5
d. je suis en excellent santé	1	2	3	4	5

→ Score (0 à 100) : 1_1_1_1

8.3 Score FABQ

Évaluation individuelle face à la douleur* : Fear Avoidance Belief Questionnaire (FABQ)

Pour chaque item, veuillez entourer le chiffre entre 0 et 6 qui exprime le mieux ce que vous éprouvez et ce qui atteint ou pourrait atteindre votre dos.

	Absolument pas d'accord avec la phrase	Partiellement d'accord avec la phrase	Complètement d'accord avec la phrase
FABQ PHYSIQUE			
1 Ma douleur a été provoquée par l'activité physique	0	1 2 3 4 5	6
2 L'activité physique aggrave ma douleur	0	1 2 3 4 5	6
3 L'activité physique pourrait abîmer mon dos	0	1 2 3 4 5	6
4 Je ne voudrais pas faire d'activités physiques qui peuvent ou qui pourraient aggraver ma douleur	0	1 2 3 4 5	6
5 Je ne devrais pas avoir d'activités physiques qui peuvent ou qui pourraient aggraver ma douleur	0	1 2 3 4 5	6
FABQ TRAVAIL			
<i>Les phrases suivantes concernent comment votre travail actuel affecte ou pourrait affecter votre mal de dos :</i>			
6 Ma douleur a été causée par mon travail ou par un accident de travail	0	1 2 3 4 5	6
7 Mon travail a aggravé ma douleur	0	1 2 3 4 5	6
8 Je mérite la reconnaissance de mon mal de dos en tant qu'accident de travail	0	1 2 3 4 5	6
9 Mon travail est trop lourd pour moi	0	1 2 3 4 5	6
10 Mon travail aggrave ou pourrait aggraver ma douleur	0	1 2 3 4 5	6
11 Mon travail pourrait endommager/abîmer mon dos	0	1 2 3 4 5	6
12 Je ne devrais pas effectuer mon travail habituel avec ma douleur actuelle	0	1 2 3 4 5	6
13 Je ne peux pas faire mon travail habituel avec ma douleur actuelle	0	1 2 3 4 5	6
14 Je ne peux pas faire mon travail habituel tant que ma douleur n'est pas traitée	0	1 2 3 4 5	6
15 Je ne pense pas que je pourrais refaire mon travail habituel dans les 3 prochains mois	0	1 2 3 4 5	6
16 Je ne pense pas que je pourrais jamais refaire mon travail	0	1 2 3 4 5	6

TOTAL DES ITEMS

Échelle 1 : croyances concernant l'activité physique (2 + 3 + 4 + 5, score de 0 à 24)

Échelle 2 : croyances concernant le travail (6 + 7 + 9 + 10 + 11 + 12 + 15, score de 0 à 42)

Nom du patient :

Date de naissance : / /

Prénom :

Date de l'examen : / /

SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, 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.*
- *Admis (e) 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 (se) et reconnaissant (e) 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 (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

RESUME :

Introduction : La dégénérescence d'un disque intervertébral est un problème de santé publique majeur. Le traitement chirurgical de référence reste l'arthrodèse. La dégénérescence discale d'un niveau adjacent est caractérisée par une détérioration d'un disque intervertébral adjacent au niveau fusionné. Nous avons donc étudié l'influence de la conservation d'un degré de mobilité par la PDL versus fusion par ALIF sur l'alignement sagittal.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective, unicentrique, observationnelle, réalisée à partir d'une cohorte prospective. L'ensemble des patients opérés d'une ALIF ou d'une PDL au niveau L4-L5 ou L5-S1 dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologie au CHU de Nîmes entre mars 2008 et septembre 2015 ont été inclus. L'évaluation des deux groupes était réalisée selon les données démographiques, les scores algofonctionnels et les paramètres spino-pelviens sagittaux mesurés sur des clichés du rachis en totalité de profil à l'aide d'outils de reconstruction.

Résultats : Nous avons donc inclus 28 patients opérés d'une ALIF et 28 patients opérés d'une PDL. Seul le niveau opéré et l'EVA lombaire étaient différents entre les deux groupes. L'ensemble des patients ont été améliorés sur les scores algofonctionnels. Seule la partie mentale du SF-36 était plus élevée dans le groupe PDL chez les patients opérés en L4-L5. Chez l'ensemble des patients, la pente sacrée a augmenté et la version pelvienne a diminué. Les patients avec un dos de type 4 ont une lordose plus importante avec ALIF qu'avec une PDL. La hauteur du disque sus-jacent est plus importante après PDL qu'après ALIF pour les patients opérés au niveau L4-L5.

Discussion / Conclusion : Quel que soit le type d'implant utilisé, la chirurgie de la lombalgie discogénique par voie antérieure donne de bons résultats à 3 ans de recul. La prothèse et sa mobilité paraît cependant plus intéressante au niveau L4-L5 que l'ALIF. Concernant le niveau L5-S1 chez les patients avec un type de dos de Roussouly 3 ou 4, donc avec une antéversion pelvienne plus élevée, l'ALIF apporte une restitution plus importante de la lordose lombosacrée. Cependant, aucune différence clinique n'a pu être mise en évidence entre ces deux implants. Une étude sur un plus grand nombre de patients serait intéressante pour confirmer ces résultats.

Mots clefs : lombalgie chronique, dégénérescence discale, alignement sagittal, arthrodèse lombaire par voie antérieure, prothèse discale lombaire, type de dos