



**HAL**  
open science

# Traitement des doubles discopathies lombaires par montage hybride : résultats cliniques et radiologiques

Antoine Gennari

► **To cite this version:**

Antoine Gennari. Traitement des doubles discopathies lombaires par montage hybride : résultats cliniques et radiologiques. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01631639

**HAL Id: dumas-01631639**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01631639v1>**

Submitted on 9 Nov 2017

**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.

UNIVERSITE NICE SOPHIA ANTIPOLIS

FACULTE DE MEDECINE

---

THESE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN  
MÉDECINE

**Traitement des doubles discopathies lombaires par  
montage hybride : résultats cliniques et radiologiques**

*Présentée et soutenue publiquement le 20 Octobre 2017*

**Par Antoine Gennari**

Né le 1<sup>er</sup> Septembre 1986 à Marseille (13)

Membres du Jury de la Thèse :

**Président :** Monsieur le Professeur Philippe Paquis  
**Directeur :** Monsieur le Docteur Stéphane Litrico  
**Assesseurs :** Madame le Professeur Véronique Breuil  
Monsieur le Professeur Jean Marc Vital  
Monsieur le Professeur Patrick Tropiano

# Résumé

## Introduction

Dans une population de patients lombalgiques, 20% ont une double discopathie sur l'IRM. La fusion présente de bons résultats cliniques mais expose au risque de syndrome adjacent. L'arthroplastie, technique largement utilisée pour les discopathies mono-étagées, n'est pas recommandée sur plus d'un étage par les autorités de santé. Le montage hybride, qui consiste en l'association d'une fusion antérieure (ALIF) et d'une prothèse de disque lombaire (PDL), semble combiner les avantages des deux techniques. Le but de notre étude était d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques des patients avec double discopathie traités par montage hybride.

## Matériels & Méthodes

Entre mars 2008 et septembre 2016, 41 patients (âge moyen = 41 ans) opérés d'un montage hybride (PDL en L4-L5, ALIF en L5-S1) ont été suivis. Ils présentaient une lombalgie chronique depuis plus de 6 mois en échec du traitement médical avec une double discopathie objectivée à l'IRM.

Les scores cliniques (ODI, EVA L, EVA R) ont été recueillis en pré-opératoire, à 3 mois, 6 mois, 1 an et au dernier recul (3,8 ans [1-9]).

Des radiographies avec clichés dynamiques étaient réalisés à un an et au dernier recul.

## Résultats

Les données étaient complètes pour 33 patients à 1 an et 17 patients au dernier recul.

### - Résultats principaux

L'ODI pré-opératoire était de 43 avec une amélioration significative à 6 mois (-15 pts), 1 an (-21 pts) et au dernier recul (-22 pts).

70 % des patients avaient une amélioration de plus de 25% de l'ODI à 1 an.

L'EVA L pré-opératoire moyenne était de 6,7, diminuée à 4 à 3 mois ( $p < 0,001$ ), et à 3 à 1 an ( $p < 0,001$ ).

L'EVA R pré-opératoire moyenne était de 3,8, diminuée à 2 à 1 an ( $p = 0,046$ ).

L'amélioration du SF 12 n'était significative que sur le versant physique à partir de 6 mois.

### - Résultats secondaires

La lordose globale ( $50^\circ$  vs.  $54^\circ$ ) et L4-S1 ( $31,4^\circ$  vs.  $37^\circ$ ) était augmentée mais seule la lordose L5-S1 l'était de manière significative ( $7,6^\circ$  vs.  $13,6^\circ$ ).

La mobilité moyenne de la prothèse à 1 an était de  $6,8^\circ$  [0-15], avec une réserve d'extension de  $1,9^\circ$  [1-8].

Le taux de fusion était de 100% à 1 an.

Le taux de complications global était de 14%.

Quatre patients (9,7 %) ont été réopérés en L4-L5 en moyenne à 3,3 ans pour lombalgies persistantes. Aucun patient n'a été réopéré pour syndrome adjacent.

## Conclusion

Nos résultats suggèrent que le montage hybride est une technique sûre avec des résultats cliniques favorables. Cette amélioration est significative à partir de 6 mois avec une poursuite de l'amélioration jusqu'à 1 an. Le syndrome adjacent semble limité mais des études avec un recul plus long sont nécessaires.

**Mots-clés : lombalgie, discopathie, prothèse de disque lombaire, arthroplastie lombaire, montage hybride.**

# Abstract

## Introduction

Surgical treatment of single level degenerative disc disease (DDD) is often purposed when conservative treatment failed. However, a part of patients with chronic low back pain presents two-level DDD. In these cases, surgical treatment is still discussed. Fusion may lead to adjacent segment disease while two-level arthroplasty seems to bring poor results.

The aim of our study is to evaluate clinical and radiological efficiency of hybrid construct combining total disc arthroplasty at one level and anterior fusion at the other for treatment of two level DDD

## Material & Method

We present a prospective observational monocentric study. Forty-one patients were included for surgical treatment of two-level DDD using hybrid construct (total disc replacement (TDR) at L4L5 and anterior lumbar interbody fusion (ALIF) at L5S1) between January 2008 and December 2016. All patients suffered from low back pain that failed to respond to medical treatment. Mean age was 41y/o [20-51]. Mean follow up was 3.8 years [1-9].

Perioperative data were collected including complications. Primary functional outcome was assessed with Oswestry disability index (ODI) measured before and after surgery. Visual analog scale (VAS) for lumbar and radicular pain and SF-12 were also measured. Placement, centering, mobility of the prosthesis and quality of fusion of the ALIF were assessed with neutral and dynamic X-rays.

Clinical and radiological measurements were performed before surgery and at 1, 3, 6 and 12 months postoperative and then annually.

## Results

Preoperative ODI was 43 with a significant improvement at 6 months (-15 pts), 1 year (-21 pts) and at the last follow-up (-22 pts).

70% of patients had an ODI improvement of more than 25% at 1 year.

The preoperative lumbar VAS of 6.7 improved significantly from 3 months (-2.7 pts) and continues to decrease to 1 year (-3.7 pts).

The preoperative radicular VAS of 3.8 decreased significantly to 1 year (-1.8 pts). Improvement of SF 12 is significant at 6 months.

The overall lordosis (50 ° to 54 °) and L4-S1 (31.4 ° to 37 °) were increased but only the L5-S1 lordosis was significant (7.6 ° to 13.6 °).

The mean mobility of the prosthesis at one year was 6.8 ° [0-15].

The fusion rate at L5S1 was 100% at 1 year.

We didn't observe any radiological or clinical adjacent segment disease at the last follow-up.

The overall rate of complications was 14%.

## Conclusion

Hybrid construct combining TDR and ALIF for the treatment of two-level DDD seems to be a reasonable option with favorable clinical and radiological outcomes and a low rate of complications.

The improvement seems significant from 6 months with a continuation up to 1 year.

**Keys-words: low back pain, total disc replacement, anterior lumbar interbody fusion, hybrid construct, lumbar spine, two levels.**

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

<b>Doyen</b>	<b>M. BAQUÉ Patrick</b>
Vice-Doyen	M. BOILEAU Pascal
Assesseurs	M. ESNAULT Vincent M. CARLES Michel Mme BREUIL Véronique M. MARTY Pierre
Conservateur de la bibliothèque	Mme DE LEMOS Annelise
Directrice administrative des services	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

**Professeurs Honoraires**

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

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

**M.C.A. Honoraire**

Mlle ALLINE Madeleine

**M.C.U. Honoraires**

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

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIÉL Jean	Urologie (52.04)
M.	BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme	EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GASTAUD Pierre	Ophtalmologie (55.02)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénéréologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Physiologie- médecine vasculaire
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

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

**Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice**
**PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE**

M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophtalmologie (55.02)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
Mlle	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénéréologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M. HOFLLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS AGRÉGÉS

Mme LANDI Rebecca Anglais

Mme ROSE Patricia Anglais

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme ALUNNI Véronique Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)  
M. AMBROSETTI Damien Cytologie et Histologie (42.02)  
Mme BANNWARTH Sylvie Génétique (47.04)  
M. BENOLIEL José Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)  
Mme BERNARD-POMIER Ghislaine Immunologie (47.03)  
Mme BUREL-VANDEBOS Fanny Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)  
M. DOGLIO Alain Bactériologie-Virologie (45.01)  
M. DOYEN Jérôme Radiothérapie (47.02)  
M. FAVRE Guillaume Néphrologie (52.03)  
M. FOSSE Thierry Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)  
M. GARRAFFO Rodolphe Pharmacologie Fondamentale (48.03)  
Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa Pédiatrie (54.01)  
Mme HINAULT Charlotte Biochimie et biologie moléculaire (44.01)  
M. HUMBERT Olivier Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)  
Mme LAMY Brigitte Bactériologie-virologie (45.01)  
Mme LEGROS Laurence Hématologie et Transfusion (47.01)  
Mme LONG-MIRA Elodie Cytologie et Histologie (42.02)  
Mme MAGNIÉ Marie-Noëlle Physiologie (44.02)  
Mme MOCERI Pamela Cardiologie (51.02)  
Mme MUSSO-LASSALLE Sandra Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)  
M. NAÏMI Mourad Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)  
Mme POMARES Christelle Parasitologie et mycologie (45.02)  
Mme SEITZ-POLSKI barbara Immunologie (47.03)  
M. TESTA Jean Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)  
M. TOULON Pierre Hématologie et Transfusion (47.01)

Liste des professeurs au 1er septembre 2016 à la Faculté de Médecine de Nice

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M. GARDON Gilles Médecine Générale (53.03)  
M. GONZALEZ Jean-François Chirurgie Orthopédique et traumatologie ( 50.02)  
M. PAPA Michel Médecine Générale (53.03)  
M. WELLS Michael Anatomie-Cytologie ( 42.03)

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

M BALDIN Jean-Luc Médecine Générale (53.03)  
Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)  
Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M. BERTRAND François Médecine Interne  
M. BROCKER Patrice Médecine Interne Option Gériatrie  
M. CHEVALLIER Daniel Urologie  
Mme FOURNIER-MEHOUAS Manuella Médecine Physique et Réadaptation  
M. JAMBOU Patrick Coordination prélèvements d'organes  
M. ODIN Guillaume Chirurgie maxilo-faciale  
M. PEYRADE Frédéric Onco-Hématologie  
M. PICCARD Bertrand Psychiatrie  
M. QUARANTA Jean-François Santé Publique

# REMERCIEMENTS

## Aux Membres du Jury

- *A Monsieur le Professeur Philippe Paquis ;* vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse. Vos qualités humaines et professionnelles m'ont inspiré le respect dès mon premier jour de stage. Je vous remercie sincèrement pour votre enseignement quotidien. Je suis très fier de faire partie de votre équipe à partir de Novembre et j'espère vous rendre toute la confiance que vous m'avez accordée.
- *A Monsieur le Docteur Stéphane Litrico ;* tu m'as fait l'honneur de diriger ce travail de thèse sur un sujet qui te tient particulièrement à cœur. Tu m'as tout de suite donné le goût pour la chirurgie rachidienne qui est une sous spécialité passionnante. Avec toi, j'ai bénéficié d'un compagnonnage et d'un soutien permanent dont je ne te remercierais jamais assez. Tu m'as appris à consulter (beaucoup même) et à opérer tout en me faisant une confiance aveugle. Notre passion commune pour le rachis s'est rapidement transformée en une amitié solide. C'est toujours un plaisir de partager du temps avec toi que ce soit au boulot ou en dehors. Merci encore.
- *A Madame le Professeur Véronique Breuil ;* Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de juger ce travail de thèse. En espérant perpétuer la bonne entente et la collaboration entre rhumatologues et neurochirurgiens.
- *A Monsieur le Professeur Jean Marc Vital ;* vous me faites l'honneur de venir de Bordeaux pour juger ce travail de thèse. Votre immense expérience en chirurgie du rachis sera très profitable au jugement de ce travail. Un grand merci pour votre accueil chaleureux pendant six mois qui ont été très riches sur le plan humain et professionnel. J'y ai appris beaucoup de choses, avec une approche « orthopédique » du rachis complémentaire à ma formation et ce toujours dans la bonne ambiance. Merci également à toute l'équipe bordelaise.
- *A Monsieur le Professeur Patrick Tropiano ;* c'est un grand plaisir de te recevoir pour juger mon travail de thèse. En plus des liens d'amitiés entre nos familles, ta grande compétence dans la chirurgie du rachis lombaire fait de toi un juge incontournable. Ton avis sera extrêmement précieux pour améliorer ce travail en vue d'une publication. Merci Patrick.

## **A mes maîtres d'internat**

- *A Monsieur le Professeur Michel Lonjon ; vous êtes le premier à m'avoir laissé la porte ouverte à un retour en neurochirurgie. Je ne regrette vraiment pas ce choix et vous avez contribué à me donner goût à cette spécialité magnifique. Un grand merci pour votre accueil et votre enseignement généreux.*
- *A Monsieur le Professeur Denys Fontaine ; Même si je me suis vite investi dans le rachis, j'ai toujours pris un grand plaisir à opérer avec toi et à recevoir ton enseignement extrêmement précieux. Il est toujours très enrichissant de discuter et partager avec toi, que ce soit de neurochirurgie ou d'autres sujets. Merci à toi.*
- *A Monsieur le Docteur David Rasendrarijao ; je vous remercie sincèrement pour vos conseils tout au long de mon internat. Merci également de la confiance que vous m'accordez pour la prise en charge des patients.*
- *A Monsieur le Docteur Florent Pennes ; merci de m'avoir enseigné sans retenue tes connaissances en chirurgie du rachis qui me servent encore au quotidien.*
- *A Madame le Docteur Nathalie Chivoret ; même si nos domaines sont un peu éloignés, je te remercie pour ta confiance et ton enseignement.*
- *A Monsieur le Docteur Nassim Bougaci ; ça a toujours été un plaisir de bosser avec toi que ce soit comme co-interne ou en tant que chef. Merci de tes conseils toujours bienveillants.*

## **A mes aînés**

- *A l'équipe d'ORL du CAL ; Au Dr Dassonville, Dr Bozec, Dr Poissonet, Sandy, Jean Christophe, Rémi, Benoit, Nathalie, Clair. Merci pour ce choix très enrichissant et formateur.*
- *A l'équipe de chirurgie viscérale de l'Archet ; Au Dr Bernard, Dr Bereder, Dr Desantis, Dr Rahili. Merci de votre enseignement.*
- *A toute l'équipe de chirurgie du rachis de Bordeaux ; Au Pr Gilles, Pr Pointillard, Dr Obeid, Dr Boissiere, Dr Cloche, Dr Damade, Dr Blangis, à mes supers co-internes (César, Paul, Cécile et Pierre) mais aussi à toute l'équipe infirmière du bloc et de l'étage. Un grand merci à tous pour ce super choix.*

## **Au service de Neurochirurgie**

- *Aux anesthésistes de Neurochir ; Richard, Zaz, Babou, Anne Cécile, Gilles, Manu, François. Merci de votre patience et de votre aide au bloc et dans les étages.*
- *Aux infirmiers et infirmières de bloc ; Particulièrement à Sandra, Lolote, Fabienne, Cathy, Sissy, Rose, Céline qui m'ont donné le biberon dès le premier jour. Mais aussi à Franck L, Vanina, Najia, Séverine, Fanny, Aurélie, Nabil, Emilie, Nora, Jo, Alicia, Rahil, Sylvain et tous les autres. Merci de votre aide et de votre bonne humeur au quotidien.*
- *Aux infirmières du service ; Fabienne (« ma maman de neurochir »), Myriam, Nathalie, Manon, Valérie, David, Cathy, Giusepina et tous ceux que j'oublie. Un grand merci à Martine et Sophie pour leur travail extraordinaire.*
- *A l'équipe de réa d'antan ; Emilie, Tiffany, Clarisse, Camille, Judy, Sophie, Pascale, Fred, Laurette, Gérald, Béa. Que de bons souvenirs avec vous.*
- *A l'unité de chirurgie du rachis ; Lorine et toute l'équipe infirmière.*
- *Aux secrétaires au top du service ; Stéph, Audrey, Brigitte, Claudia, Carinne, Cynthia, Titi, Amna.*

## A ma famille

- *A mon père* ; L'immense respect et l'admiration que j'ai pour toi ont grandement contribué à mon choix de spécialité. En plus du reste nous avons en commun cette passion pour la chirurgie du rachis et j'en suis fier. C'est une chance énorme que de pouvoir échanger avec toi au quotidien. Ton courage, ta détermination et ta générosité seront toujours pour moi un exemple. Merci Papa.
- *A ma mère* ; Tu es une maman extraordinaire avec les épaules solides. Elles sont d'ailleurs mises à rude épreuve. Le témoignage de mon amour et de mon affection n'est pas à la hauteur de mes sentiments. Merci pour tout Maman et merci de me supporter.
- *A Papinou et Manie* ; Vous nous avez gâté et choyé toute notre enfance. Manie tu t'es toujours occupée de moi avec amour et dévouement. Papinou tu me manques et plus encore en ce jour particulier. Tu m'as donné le sens du dévouement pour les patients comme tu l'as eu toute ta vie. Tu es un modèle pour moi. Merci pour tout.
- *A Mamie Edwige* ; avec toute ma tendresse. Merci Mamie
- *A Fabio* ; Au-delà de ton parcours qui force l'admiration, je suis très fier de toi pour la simplicité dont tu fais preuve et l'attention que tu portes à la famille. Notre amitié et notre complicité sont très importantes pour moi.
- *A Vanina et les enfants : Elena, Giuliana et Dominique* ; les moments passés avec vous sont rares mais très précieux.
- *A Julie, Hugo, Gérard et Dominique* ; avec toute mon affection. *A Guillaume* que j'admire énormément.
- *A Carla* ; merci pour toute ton attention envers moi et Fabio

## A mes amis niçois

- *A Monsieur le Docteur Fabien Almairac* ; Tout d'abord un immense merci pour ton aide indispensable sur ma thèse. Ton expérience de l'écriture et ton souci du détail ont grandement contribué à améliorer ce travail. Sans toi mon ordinateur n'aurait pas survécu je crois. Dès le début de l'internat tu m'as pris sous ton aile et guidé tel un grand frère, ce qui m'a permis de me sentir à l'aise à Nice, loin de mon cocon familial. Tu m'as aidé à devenir un neurochirurgien avec tous les aspects que cela comporte. Pour les crânes (même s'il n'y en a pas assez, je te l'accorde) c'est « comme fait Fabien ». Par-dessus tout tu es mon pote fidèle sur qui je peux compter et avec qui je me régale à passer du temps. Merci pour tout Fabien.
- *A mes co-internes de neurochirurgie* ; mention particulière à Tchoupy et Marie M. On en a passé du temps ensemble, au milieu des gardes et de ces putains de compte rendus mais toujours dans la bonne humeur. Vous êtes la crème des co-internes, merci à vous. Merci également à Antoine, Jeremy et Marie O pour leur aide précieuse durant ces derniers mois.
- *A mes co-internes d'autres horizons* ; Cyril (un plaisir de bosser avec toi durant ce semestre de viscéral), Hugo (on n'a pas beaucoup dormi pendant ce semestre passé ensemble mais c'était vraiment sympa. Ravi de partager et collaborer avec toi sur le rachis), Alexandra (petite pensée pour nos soirées parisiennes), Tristan (un plaisir cette année parisienne partagée avec toi ; toujours très intéressant de partager des moments avec un mec bourré de qualités comme toi), Arnaud (un co-interne et compagnon de soirée comme il se doit), John F et Olivier (au bon souvenir des rats qu'on a défoncé), Maxime, Jean Luc.
- *A mes amis Niçois du premier jour* (« les pasteurieniens comme on dit ») : Raph, Maxime, Adeline, Sonia, Audrey, Momo. Un immense merci pour votre aide et les soirées mémorables.
- *A Lydiane* ; quel plaisir de bosser avec toi. Merci de ta disponibilité et ta compétence qui sont très précieuses (en plus de ton amitié). Promis, je viendrais te voir plus souvent dans ton cafouch.
- *A Anne So* ; merci pour tes précieux conseils distribués au cours d'un petit footing. Tu es une amie fidèle avec qui je suis toujours ravi de discuter. Quel dommage que ton avenir se dessine loin de Nice.
- *A Muriel, Gautier, Clémence, Claudie et Olivier* ; Merci pour votre bienveillance, vous m'apportez l'affection « familiale » qui me fait défaut à Nice.

## Et mes amis marseillais

- *A ma bande de potes* que j'aime avec qui on a fait toutes les conneries du monde et avec qui j'espère en faire encore bien d'autres. Polo, Romain, Alex, Raph A, Adri, Nouel, Axel, Nico, Rada, Tim, Albert, Sam, Pierre Antoine.
- *Mention spéciale pour Raph S* ; tout le temps passé le cul posé sur une chaise à essayer de travailler a été le lit d'une solide amitié. Bon, on ne s'en sort pas trop mal pour finir...Merci à toi Raph.
- *Et pour Armando*, merci pour tes conseils mon pote.
- *A ma Fan*, mon amie de toujours sur qui je peux compter jour et nuit. *Et la famille Arnaud* : Nicole, François et Axel.
- *A Pauline, Monique et Michel Allal* ; à tous ces moments passés à Chamonix qui me sont chers. Merci de votre présence.
- *A Céline Gastaldi et sa maman* ; merci pour le sérieux que tu m'as apporté durant cette difficile 6<sup>ème</sup> année. Ce fut un plaisir de bosser avec toi et de te connaître (en plus d'être choyé par ta maman).
- *A Camille Gardella et sa famille* ; merci pour votre soutien sans faille et votre bienveillance durant tout mon externat.

**Traitement des doubles discopathies lombaires par montage hybride : résultats cliniques et radiologiques**

## Table des Matières

I.	Introduction.....	p.4
1.	Structure du disque intervertébral.....	p.4
2.	Physiopathologie de la dégénérescence discale lombaire.....	p.5
3.	Epidémiologie.....	p.6
4.	Intérêt d'un traitement chirurgical.....	p.8
5.	Différentes options chirurgicales.....	p.9
II.	Matériels et méthodes.....	p.10
1.	Population.....	p.10
2.	Technique chirurgicale.....	p.10
3.	Suivi clinique.....	p.12
4.	Suivi radiologique.....	p.13
5.	Analyse statistique.....	p.15
III.	Résultats.....	p.16
1.	Démographiques.....	p.16
2.	Résultats cliniques.....	p.18
a.	ODI.....	p.18
b.	EVA.....	p.20
c.	SF12.....	p.21
3.	Résultats radiologiques.....	p.22
a.	Résultats radiologiques à 1 an.....	p.22
b.	Comparatifs radiographies pré et post opératoires.....	p.23
c.	Résultats radiologiques au dernier recul.....	p.23
4.	Analyse des sous-groupes.....	p.24
5.	Complications.....	p.24
a.	Per opératoires.....	p.24
b.	Post opératoires précoces.....	p.24
c.	Post opératoires tardives.....	p.25
d.	Evolutions défavorables.....	p.25
IV.	Discussion.....	p.27
1.	Résultats principaux.....	p.27
2.	Critiques méthodologie.....	p.27
3.	Résultats cliniques des autres études hybrides et des techniques chirurgicales alternatives.....	p.28
4.	Complications / évolutions défavorables.....	p.29
5.	Résultats radiologiques.....	p.30
6.	Analyse des sous-groupes.....	p.32
V.	Conclusion.....	p.33
VI.	Références bibliographiques.....	p.34
VII.	Liste des figures et tableaux.....	p.39
VIII.	Serment d'Hippocrate.....	p.40

## **Liste des abréviations**

ALIF : Anterior Lumbar Interbody Fusion

EVA : Echelle Visuelle Analogique

HAS : Haute Autorité de Santé

IP : Incidence Pelvienne

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

LL : Lordose Lombaire

ODI: Oswestry Disability Index

PDL: Prothèse de Disque Lombaire

PEEK: PolyEtherEtherKetone

rhBMP2: recombinant human Bone Matrice Protein

SF 12: Short Form Health Survey

TDM: Tomodensitométrie

TLIF: Transforaminal Lumbar Interbody Fusion

TVP: Thrombose veineuse profonde

## I. Introduction

### 1. Structure du disque intervertébral

Le disque intervertébral est une structure avasculaire composée macroscopiquement de 3 structures qui vont s'appauvrir en eau et s'enrichir en collagène en allant du centre vers la périphérie (Figure 1 et 2) :

- Le nucleus pulposus, structure centrale « gel like » composée majoritairement d'eau (77%) et de protéoglycanes (14%) et à moindre degré de collagène (4%).
- L'annulus fibrosus est organisé en lamelles concentriques orientées de 120° les unes par rapport aux autres (1). Sa composition est de 70% d'eau, 5% de protéoglycanes et de 15% de collagène.
- Le plateau cartilagineux a un rôle d'interface entre la vertèbre et le disque. Il se compose de 55% d'eau, 8% de protéoglycanes et de 25 % de collagène.

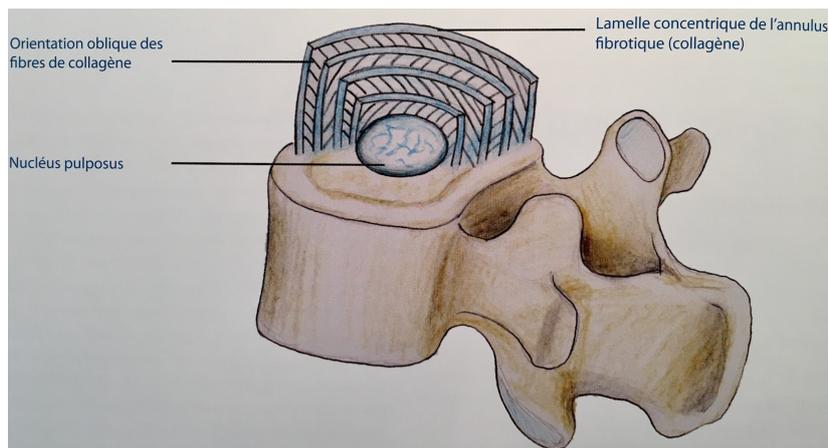


Figure 1: Structure discale macroscopique. D'après "Anatomie de la colonne vertébrale" Vital et al 2016

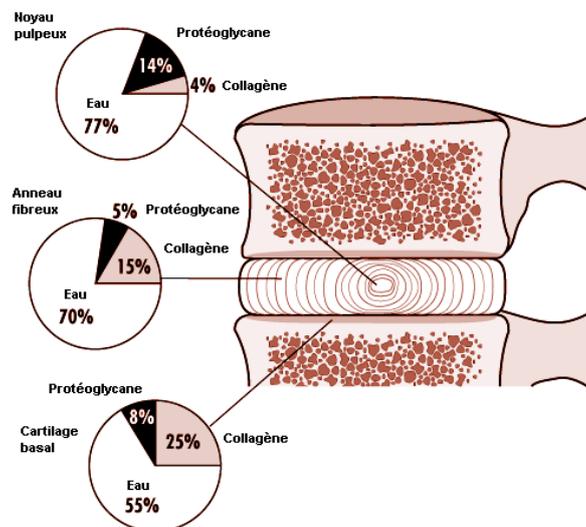


Figure 2: Composition des différentes parties du disque intervertébral

## 2. Physiopathologie de la dégénérescence discale lombaire

Le disque étant une structure avasculaire, sa nutrition est assurée par les capillaires des plateaux vertébraux (Figure 3). Cette microcirculation va être altérée lors de la dégénérescence des plateaux vertébraux et va priver le disque de ses nutriments essentiels comme l'oxygène et le glucose. En parallèle il existe une diminution de l'élimination des métabolites.

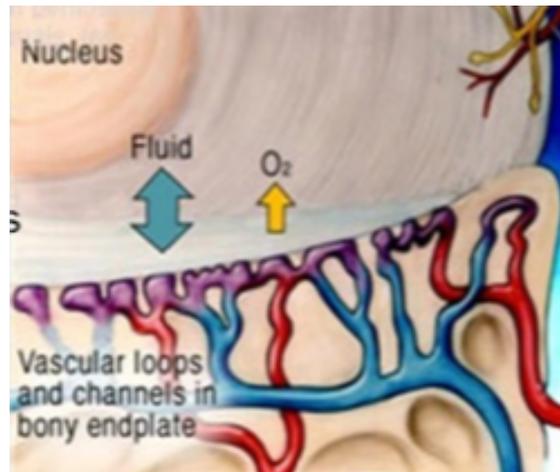


Figure 3: Nutrition du disque par les microcapillaires des plateaux vertébraux

Ceci a pour conséquence une diminution progressive de la teneur en eau et en protéoglycanes du disque entraînant une perte de pression hydrostatique. L'altération de ces propriétés physiques est responsable d'une perte de hauteur discale jusqu'à un collapsus complet avec mise en contact des structures osseuses (Figure 4).



Figure 4: Cascade de dégénérescence discale.

La dégénérescence discale étant un phénomène physiologique, le premier facteur de risque identifié est l'âge. Dans la population générale, on estime que 43% des sujets de moins de 30 ans présentent une discopathie lombaire alors qu'il y en a 90 % chez les plus de 50 ans (2). Toutefois, la présence de discopathies sévères chez les sujets jeunes et à l'inverse l'absence de discopathies chez certains sujets âgés montrent que d'autres facteurs sont impliqués dans la dégénérescence discale précoce.

Certains facteurs sont d'ordre biomécanique. Tout d'abord les disques L4-L5 et L5-S1 sont exposés à une dégénérescence précoce du fait des contraintes plus importantes qu'ils subissent (2).

Les travailleurs de force sollicitant leur colonne vertébrale de manière non physiologique sont une population à risque (3).

Certaines morphologies vertébrales sont également plus exposées aux discopathies lombaires basses. De manière générale, les dos « plats » présentent une contrainte axiale importante dans les disques lombaires bas avec une usure discale précoce comme l'a montré Roussouly et al pour les dos de type 2 (faible incidence pelvienne/faible lordose lombaire) (4) ou bien Oh et al pour les patients présentant une pente sacrée faible (5). De même, dans une population d'adolescents opérés d'une scoliose thoracique, Bernstein et al a mis en évidence une augmentation des discopathies lombaires chez les patients avec un aplatissement de la cyphose dorsale (6).

Parmi les autres facteurs de risque identifiés on retrouve : le sexe féminin (7) , le tabagisme (8) et l'athérosclérose (9).

L'influence génétique a été confirmée par l'identification de gènes associés à une dégradation discale précoce (3,10).

### 3. Epidémiologie

Les données de la littérature sont variables concernant la définition de la discopathie.

A partir de radiographies standards, la discopathie peut être évaluée par une diminution de la hauteur discale. Celle-ci a été classée en différents grades de 0 à 3 par Lane et al (11,11,12). Au sein de la population générale, on estime à 60% le nombre de patients avec une discopathie lombaire de grade  $\geq 1$ , 29% avec un grade  $\geq 2$  et 5 % de grade 3. 15% de cette population présente des lombalgies chroniques avec une association significative pour une diminution de la hauteur discale à partir du grade 1 (13).

Les discopathies sont désormais évaluées de manière plus précise par l'IRM. La classification de Schneiderman (14) évalue la discopathie à partir de l'état d'hydratation du disque sur une séquence sagittale T2 en 4 grades (Figure 5) . Selon cette classification, on évalue à 70% la part de discopathie (grade  $\geq 2$ ) dans la population générale. 25% sont des mono-discopathies et 45 % sont des discopathies multi étagées (dont 80% contiguës) (15). Les discopathies contiguës sont significativement associées à une majoration des douleurs lombaires par rapport aux discopathies non contiguës (16). La population des discopathies pluri-étagées

contigües est représentée par des femmes, avec antécédent traumatique lombaire, la présence de protrusions/hernies discales ainsi qu'une inflammation des plateaux vertébraux plus marquée (16).

**Table 1.** Schneiderman's classification (adapted from Schneiderman et al.<sup>19)</sup>)

Grade	Description
Normal	No signal changes
1	Slight decrease in nucleus pulposus signal intensity
2	Hypointense nucleus pulposus with normal disc height
3	Hypointense nucleus pulposus with narrowing disc space

Figure 5: Classification de Schneiderman

La classification de Pfirrmann (17) (Figure 6), qui repose sur les mêmes principes que la classification de Schneidermann est désormais la plus couramment utilisée. Elle classe la discopathie en 5 grades.

	Grade	Apparence du nucléus	Distinction Annulus / Nucléus	Intensité du signal	Hauteur discale
Dégénérescence	I	Homogène, blanc et brillant	Nette	Hyper-intense (équivalent au fluide cérébro-spinal)	Normale
	II	Hétérogène avec d'éventuelles bandes horizontales	Nette	Hyper-intense (équivalent au fluide cérébro-spinal)	Normale
	III	Hétérogène et gris	Floue	Intermédiaire	Normale ou peu diminuée
	IV	Hétérogène et gris, voire noir	Impossible	Intermédiaire voire peu hypo-intense	Normale ou modérément diminuée
	V	Hétérogène et noir	Impossible	Hypo-intense	Effondrée

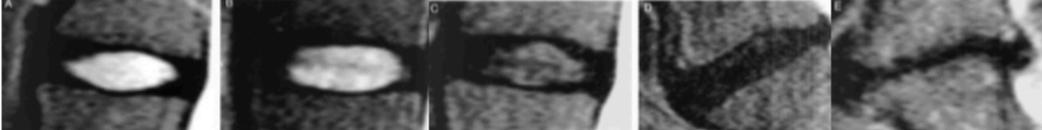


Figure 6: Classification de Pfirrmann

A la discopathie peut s'ajouter une inflammation des plateaux vertébraux adjacents classée en 3 stades par Modic (Figure 7). Les données de la littérature s'accordent à dire qu'il existe une association significative entre la présence de lombalgies chroniques et la présence d'un signe de Modic : Il y a environ 6% de signes de Modic dans une population asymptomatique contre 43 % dans une population de lombalgiques chroniques (18). Cette association est particulièrement vraie en cas de Modic 1 (19).

En revanche, l'association entre une discopathie sans signe de Modic et douleurs est moins systématique (17,20).

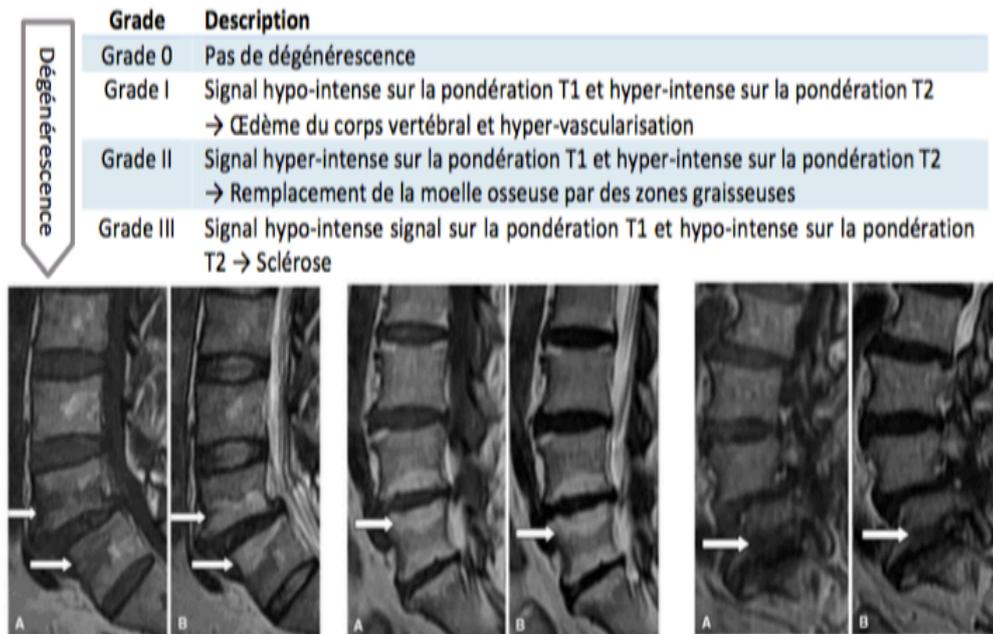


Figure 7: Classification de Modic

#### 4. Intérêt d'un traitement chirurgical

Les douleurs lombaires représentent un problème majeur de santé publique. Aux USA, on estime à 30% la prévalence annuelle des douleurs lombaires. Il s'agit de la première cause de limitation d'activité ainsi que le second motif de visite médicale chez les moins de 45 ans (21). L'évolution naturelle de patients lombalgiques chroniques présentant une discopathie est spontanément défavorable chez 80% des patients (22). Il existe donc un intérêt à prendre en charge ces patients avant la pérennisation des douleurs.

Le traitement médical doit toujours être envisagé pour une durée de 6 mois au moins avec une prise en charge antalgique associée à de la rééducation intensive. Les infiltrations n'ont pas fait preuve de leur efficacité dans la prise en charge des douleurs d'origine discogénique (23).

Au-delà de ce délai, le traitement chirurgical dans cette indication a montré une supériorité par rapport à la poursuite du traitement médical dans deux études prospectives randomisées (24,25).

#### 5. Différentes options chirurgicales

La fusion par voie postérieure a montré son efficacité à diminuer les douleurs et améliorer les scores fonctionnels (24). Plus récemment, la réalisation d'une fusion par voie antérieure avec utilisation de BMP a montré d'excellents résultats pour des pathologies mono-étagées (26,27) ou pluri-étagées (28,29) tout en permettant une épargne musculaire postérieure. Toutefois la fusion expose au risque de dégradation précoce des niveaux libres adjacents (30) et ce d'autant plus que la fusion est pluri-étagée (31).

L'évolution des pratiques chirurgicales s'est donc faite vers une conservation de la mobilité avec l'apparition des prothèses de disque lombaire. Les résultats cliniques et radiologiques sont très encourageants concernant la prothèse de disque mono-étagée (32–34) mais ils sont plus controversés lorsque l'on étudie les prothèses discales pluri étagées (35). De plus cette pratique n'est pas validée par l'HAS.

Les montages hybrides (36–41) associant arthrodèse à un étage et arthroplastie à l'autre dans le traitement des doubles discopathies semblent combiner les avantages de la voie antérieure avec le maintien de la mobilité tout en respectant les recommandations nationales.

Nous avons opté pour la grande majorité de nos montages pour une fusion à l'étage L5-S1 et une arthroplastie à l'étage L4-L5. Les données biomécaniques sont en faveur de cette configuration. Dans une étude in vitro, Erkan et al ont retrouvé une mobilité prothétique L4-L5 similaire en cas de montage hybride ou de double prothèse (42). De même, les études in vivo retrouvent que le fonctionnement biomécanique de l'étage L4L5 est plus favorable à recevoir une prothèse en comparaison au disque L5S1 (43,44). Aussi le placement de la prothèse en L4-L5 permettrait au patient de « s'équilibrer » comme nécessaire (45,46). De plus, dans notre pratique, nous avons constaté une plus grande part d'arthrose articulaire postérieure en L5-S1 rendant le fonctionnement prothétique plus aléatoire à cet étage (47).

L'objectif de cette étude était d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques à court et moyen terme de patients présentant une double discopathie lombaire traités par montage hybride.

## II. Matériels et méthodes

### 1. Population

Il s'agit d'un suivi prospectif mono centré de 41 patients opérés d'un montage hybride associant une prothèse et une arthrodèse lombaire entre Mars 2008 et Septembre 2016. Le suivi était de au moins un an [12-114 mois].

#### a. Critères d'inclusion :

- Lombalgies chroniques > 6 mois
- Lombalgie > radiculalgie
- Résistance au traitement médical bien conduit (Kinésithérapie / antalgiques)
- Double discopathie lombaire objectivée à l'IRM : présence d'un Modic 1 et/ou stade de Pfirrmann  $\geq 3$

#### b. Critères d'exclusion :

- Age > 65 ans
- Obésité morbide
- Antécédents chirurgicaux abdominaux
- Ostéoporose fracturaire
- Hernie discale exclue/migrée
- Sténose canalaire symptomatique
- Arthrose articulaire postérieure pluri-étagée
- Conformation vasculaire aberrante

### 2. Technique chirurgicale

Tous les patients ont bénéficié d'une arthrodèse à un étage (ALIF) et d'une prothèse de disque lombaire (PDL) à l'autre étage par voie antérieure.

Un régime sans résidu était débuté 5 jours avant la chirurgie afin de vidanger le tube digestif et ainsi faciliter l'exposition.

Les patients étaient tous installés en décubitus dorsal classique avec un billot placé sous les genoux afin de détendre le muscle psoas. Il a été réalisé une incision para-rectale avec abord rétro-péritonéal gauche en passant latéralement au muscle grand droit de l'abdomen. L'espace L4-L5 était abordé en premier en réclinant l'aorte et la veine cave médialement et le plexus sympathique latéralement. La veine lombaire ascendante était recherchée systématiquement et liée au besoin. Le disque L5-S1 était abordé secondairement dans la fourchette des vaisseaux iliaques avec réclinaison du plexus hyogastrique inférieur au tampon monté (Figure 8). Pour les deux disques, le ligament commun vertébral antérieur a été ouvert en drapeau, puis était réalisé une discectomie complète avec ouverture du

ligament commun vertébral postérieur afin de distraire correctement l'espace intersomatique et de retirer une éventuelle protrusion discale. Durant la chirurgie, l'écartement des vaisseaux était maintenu par des clous de Steinman. Aucun drainage chirurgical n'a été réalisé. L'aponévrose du muscle grand droit de l'abdomen a été suturée avec un surjet du fil mono-filament résorbable à résorption lente (PDS).

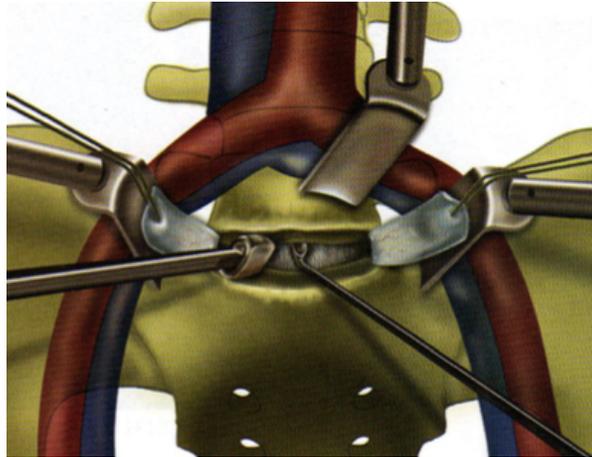


Figure 8: Abord antérieur rétro-péritonéal L5-S1

La totalité des interventions a été pratiquée par le même opérateur. L'abord de l'espace L4-L5 a été réalisée avec un chirurgien vasculaire pour les 32 premiers patients puis les 9 derniers n'ont pas nécessité de chirurgien « d'accès ».

L'arthrodèse était réalisée chez tous les patients avec une cage lordosante en PEEK (LDR® Roi A, Figure 9) fixée par des ancres aux vertèbres adjacentes. Aucune plaque n'a été mise en place. La cage était remplie par de la rhBMP-2 (MEDTRONIC®, Inductos) dans tous les cas.

En ce qui concerne l'arthroplastie, nous avons utilisé une prothèse semi contrainte chez 36 patients (LDR®, MOBI L, Figure 10) et une prothèse contrainte chez 5 patients (MEDTRONIC®, MAVERICK, Figure 11).



Figure 9: Cage intersomatique LDR Roi A



Figure 10: Prothèse de disque semi-contrainte LDR Mobi L



Figure 11: Prothèse de disque contrainte MEDTRONIC Maverick

### 3. Suivi clinique

Les données démographiques, opératoires ainsi que les complications post opératoires étaient disponibles pour les 41 patients de la série.

Les données IRM complètes (séquence sagittale T1 et T2) pré-opératoires étaient disponibles pour 29 patients. Nous avons déterminé le score de Modic et de Pfirrmann pour chacun des disques.

Les scores cliniques (ODI, EVA L, EVA R, SF12) ont été recueillis en pré opératoire, à 3 mois, 6 mois et 1 an chez 33 patients.

Ils étaient disponibles chez 17 patients au dernier recul en Aout 2017 (3,8 ans de moyenne de recul).

- L'Oswestry (**ODI**) est un score fonctionnel comprenant 10 items et s'exprimant en pourcentage. Plus la valeur est élevée, plus le patient est handicapé dans sa vie quotidienne. Les moyennes ont été calculées en pré-opératoire, 3 mois, 6 mois, 1 an et au dernier recul.

Un pourcentage d'amélioration de l'ODI entre le pré opératoire et 1 an post opératoire a également été calculé afin de quantifier l'amélioration. Les patients avec une

amélioration de plus de 50% étaient considérés comme excellents résultats. Ceux avec une amélioration de plus de 25 % sont des bons résultats. Si l'évolution de l'ODI était entre -25 et +25% ils étaient considérés comme inchangés. Enfin ceux avec une dégradation de l'ODI de plus de 25% étaient des mauvais résultats.

L'analyse en sous-groupes a été réalisée à partir de l'amélioration de l'ODI à 1 an.

- L'échelle visuelle analogique (**EVA**) est une échelle de douleur allant de 0 à 10 comprenant une analyse de la douleur lombaire (EVA L) et une analyse de la douleur radiculaire (EVA R). Les moyennes ont été calculées en pré-opératoire, 3 mois, 6 mois, 1 an et au dernier recul.
- Le **SF12** est un score de qualité de vie qui explore la santé physique (SF12 P) et la santé mentale (SF12 M). Les moyennes ont été calculées en pré-opératoire, 3 mois, 6 mois, 1 an et au dernier recul.

Les données ont été recueillies grâce au logiciel KEOPS SPINE®.

#### 4. Suivi radiologique

Les radiographies lombaires de profil (incluant les têtes fémorales), de face et les clichés dynamiques étaient accessibles à 1 an pour 33 patients.

Il a été mesuré sur les clichés de profil en charge :

- L'incidence pelvienne (IP)
- La lordose lombaire (LL) : angulation entre le plateau supérieur de L1 et le plateau de S1
- Différence entre IP et LL : IP-LL
- La lordose L4-S1 : angulation entre le plateau supérieur de L4 et le plateau de S1
- L'angulation L5-S1 : angulation entre le plateau inférieur de L5 et le plateau de S1
- L'angulation L4-L5 : angulation entre le plateau inférieur de L4 et le plateau supérieur de L5
- Le pourcentage de lordose en L4-S1 rapporté à la LL globale
- Analyse de la fusion sur l'étage arthrodésé par étude du pont osseux inter somatique et absence de mobilité sur l'étage arthrodésé.

Il a été mesuré sur les clichés dynamiques :

- Mobilité de la prothèse : Différence d'angulation entre flexion forcée et extension forcée à l'étage de la prothèse (Figure 12).

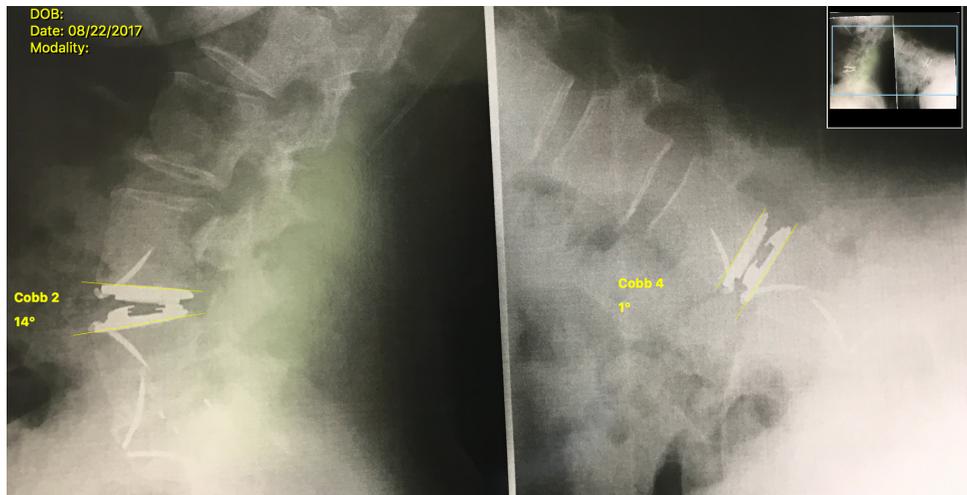


Figure 12: Illustration de la mesure de la mobilité prothétique. Ici, la mobilité est de 15°

- Réserve d'extension : Différence d'angulation entre position neutre et extension forcée à l'étage de la prothèse (Figure 13).

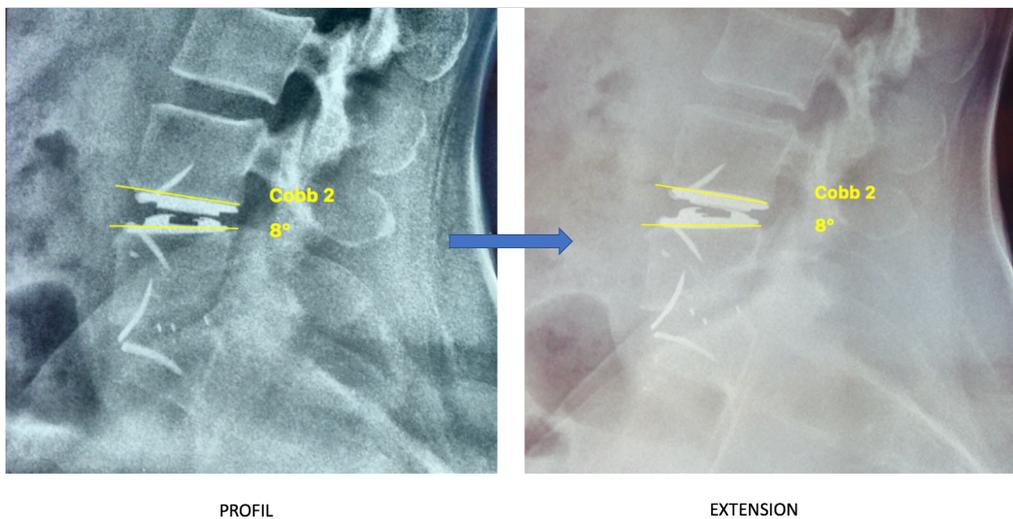


Figure 13: Illustration de la mesure de la réserve d'extension prothétique. Ici, la prothèse n'a pas de réserve d'extension

Il a été mesuré sur les clichés de face :

- Centrage de la prothèse : Sur des clichés de face, il a été mesuré la distance entre la médiatrice de la droite reliant le bord interne des deux pédicules et la médiatrice de la prothèse de disque. Les mesures ont pu être calibrées grâce à la connaissance de la largeur de l'implant utilisé (Figure 14). Cette mesure a été utilisée et décrite par Boss et al en 2013 (48). Le centrage frontal de la prothèse était considéré comme optimal si  $< 2\text{mm}$ , sub-optimal si compris entre 2 et 4mm et excentré si  $> 4\text{mm}$ .

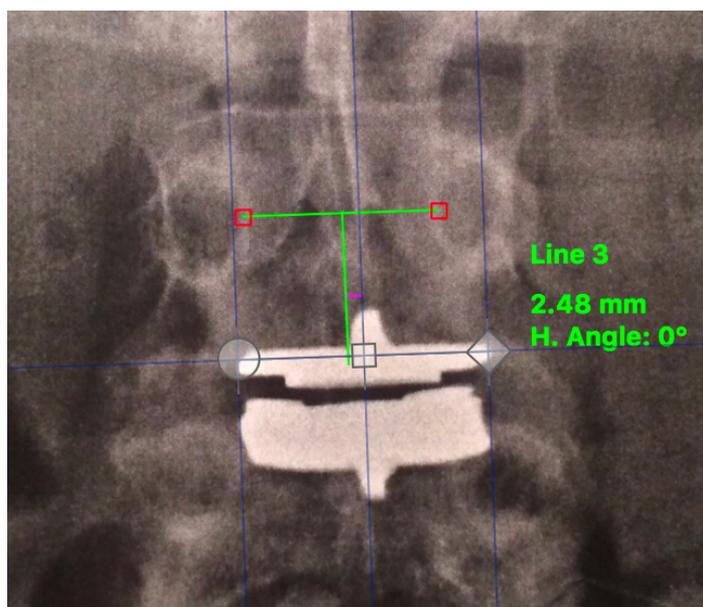


Figure 14: Illustration de la mesure du centrage prothétique

Des radiographies lombaires de profil et un TDM lombaire ont été recueillis chez 17 patients au dernier recul.

Une radiographie lombaire de profil préopératoire était disponible chez 16 patients permettant dans ce sous-groupe une comparaison des paramètres pelviens/lombaires entre la période préopératoire et 1 an post opératoire.

L'ensemble des mesures a été effectuée avec le logiciel SURGIMAP®.

## 5. Analyse statistique

Un test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les données des scores cliniques. Le test a été appliqué pour chacun des scores cliniques (ODI, EVA L, EVA R, SF12-P, SF12-M) afin d'évaluer si la modification des scores était significative entre la période préopératoire et les différentes dates de suivi (3mois, 6mois, 1an, dernier recul).

Un seuil de significativité de 0,05 a été retenu.

Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les données des sous-groupes ainsi que les données radiographiques pré-op/post-op avec une différence significative pour  $p < 0,05$ .

### III. Résultats

#### 1. Démographiques

Un total de 41 patients a bénéficié d'un montage hybride. Le suivi moyen est de 3,8 ans (1-9). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 41,1 ans [20-59]. Il y avait 16 hommes et 25 femmes.

11 patients (26,8%) avaient un antécédent de discectomie (10 discectomies chirurgicales, 1 nucléotomie).

Concernant les données chirurgicales, 38 patients ont reçu une ALIF L5-S1 et une PDL L4-L5, 2 patients une PDL L5-S1 et une ALIF L4-L5 et 1 patient une ALIF L5-S1 et une PDL L3-L4.

La durée opératoire moyenne a été de 197min [130-255] ; la durée moyenne du séjour hospitalier de 6,1 jours [5-8].

Ces données sont récapitulées dans le tableau 1.

<b>Nombre de patients</b>	41		
<b>Age</b>	41,1 [20-59]		
<b>Sexe</b>	25 F / 16 H		
<b>Antécédents chirurgicaux</b>	11/41 (26,8%)		
<b>Durée opératoire (min)</b>	197 [130-255]		
<b>Durée du séjour hospitalier (j)</b>	6,1 [5-8]		
<b>Type de montage</b>	ALIF L5-S1 PDL L4-L5	PDL L5-S1 ALIF L4-L5	ALIF L5-S1 PDL L3-L4
	38	2	1

Tableau 1: Données épidémiologiques

Les données IRM pré opératoires étaient disponibles pour 29 patients soit 58 disques. Elles sont résumées dans les figures 15 et 16.

La figure 17 représente l'IRM pré opératoire d'une patiente avec évolution clinique favorable.

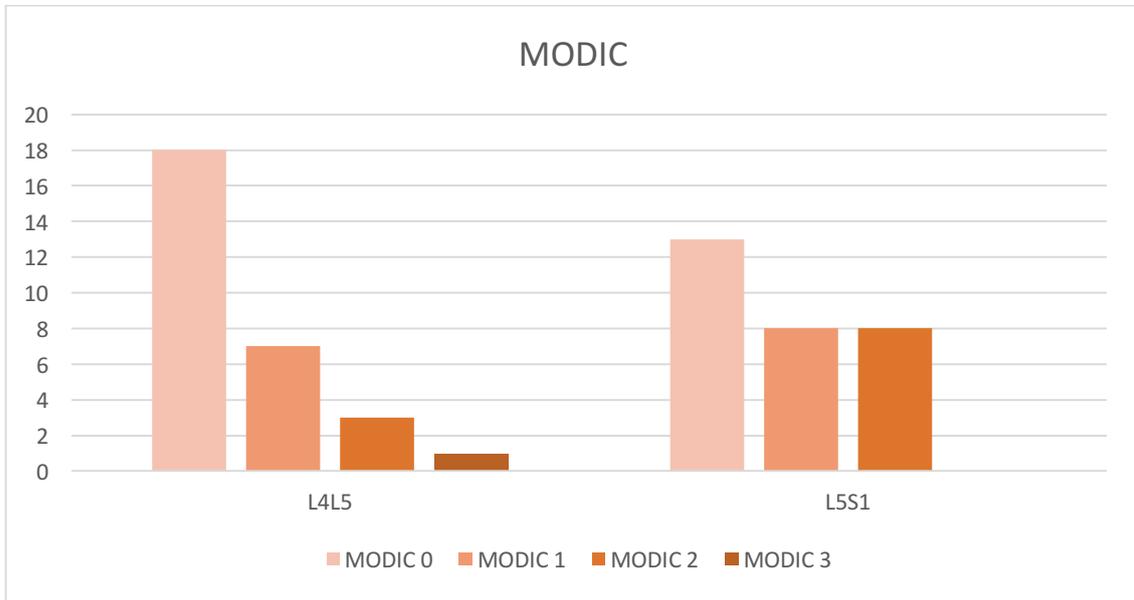


Figure 15: Répartition des stades de Modic en fonction des disques

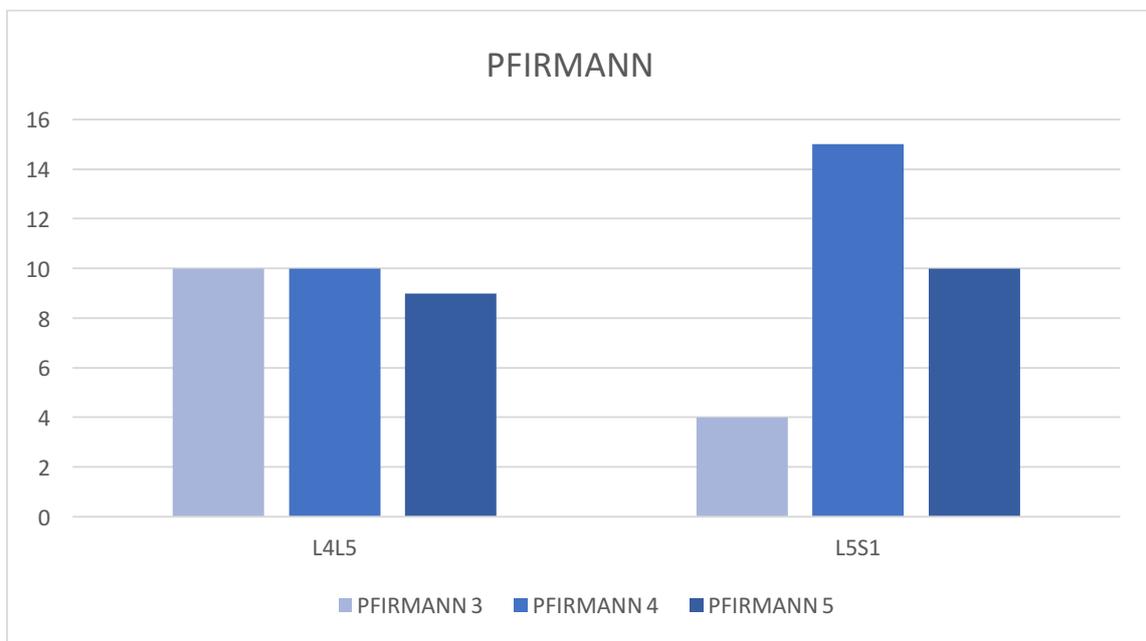


Figure 16: Répartition des stades de Pfirrmann en fonction des disques



Figure 17: Illustration d'une IRM pré-opératoire. Disque L5-S1 Modic 1-Pfirman V; Disque L4-L5 Modic 0-Pfirman 4

## 2. Résultats cliniques

### a. ODI

- La moyenne du score ODI pré opératoire était de 43,4 [18-80]. Le score à 3 mois post opératoire était de 38,6 [6-63]. Cette différence n'était pas significative ( $p=0,835$ ). Le score diminuait à 28 [0-60] à 6 mois et à 22 [0-54] à 1 an avec une décroissance statistiquement significative (respectivement  $p=0,05$  et  $p=0,01$ ). Le score au dernier recul était maintenu à 21,4 [2-47]. Nous n'avons pas réalisé de test statistique pour le dernier recul compte tenu du nombre de perdus de vue.

L'évolution des moyennes de l'ODI sont exprimées dans la Figure 17.

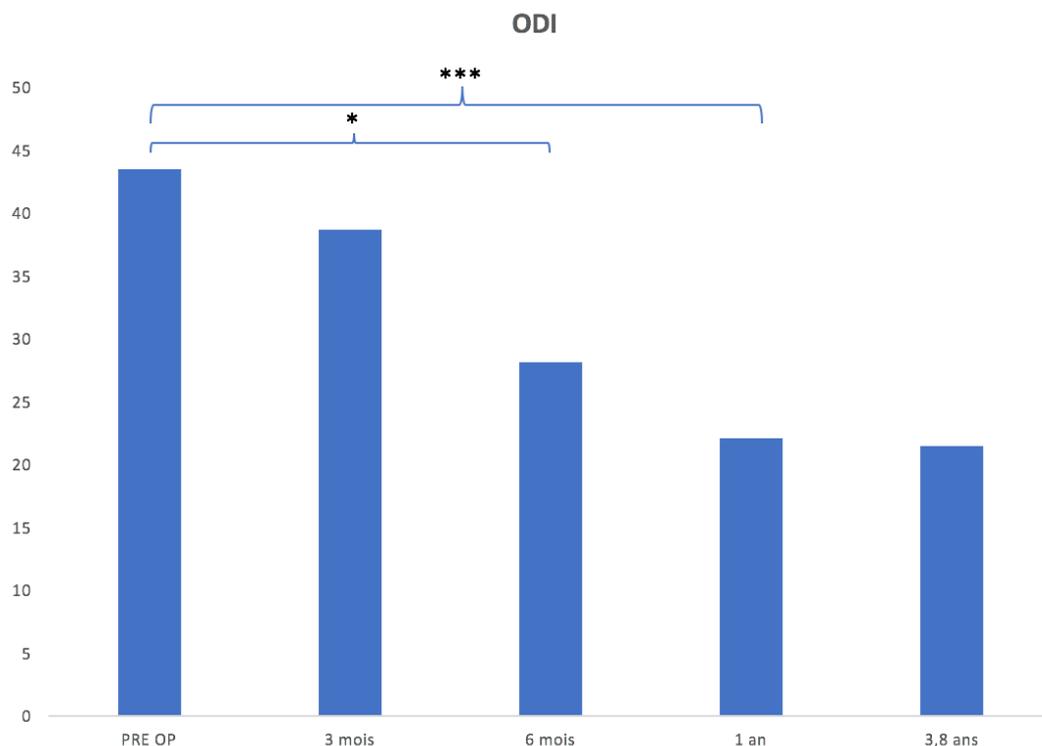


Figure 18: Moyennes des scores ODI en fonction du temps. \* :  $p<0,005$  ; \*\*\* :  $p<0,001$

- La moyenne du pourcentage d'amélioration de l'ODI à 1 an était de 37%. Les patients ont été classés en 4 groupes en fonction de leur pourcentage d'amélioration à 1an :
  - 12 patients soit 36,3% avaient un « excellent résultat » ( $\Delta\text{ODI}>50\%$ )
  - 12 patients soit 36,3% avaient un « bon résultat » ( $\Delta\text{ODI}>25\%$ )
  - 7 patients soit 21,2% avaient un « résultat inchangé » ( $-25\%<\Delta\text{ODI}<25\%$ )
  - 2 patients soit 6,1% avaient un « mauvais résultat » ( $\Delta\text{ODI}<-25\%$ )

Les pourcentages d'amélioration de l'ODI sont exprimés dans le tableau 2.

	Excellent résultat $\Delta\text{ODI}>50\%$	Bon résultat $\Delta\text{ODI}>25\%$	Résultat inchangé $-25\%<\Delta\text{ODI}<25\%$	Mauvais résultat $\Delta\text{ODI}<-25\%$
Nombre de patients	12	12	7	2
%	<b>36,3</b>	<b>36,3</b>	<b>21,2</b>	<b>6,1</b>

Tableau 2: Pourcentage d'amélioration du score d'ODI à 1 an

### b. EVA

- L'EVA lombaire pré opératoire était de 6,7 [3-10]. Elle diminuait à 4 [1-8] à 3 mois post opératoire ( $p < 0,001$ ), puis à 3,4 [0-8] à 6 mois ( $p < 0,001$ ) et enfin à 2,9 à 1 an ( $p < 0,001$ ). La moyenne est de 3,7 [0-8] au dernier recul.
- L'EVA radiculaire pré opératoire était de 3,8 [0-8]. Elle passait à 3,4 [0-8] à 3 mois, 2,6 [0-8] à 6 mois et 1,9 [0-8] à 1 an. La décroissance n'était significative qu'à 1 an ( $p = 0,046$ ). Le score est de 2,8 [0-10] au dernier recul.

L'évolution des moyennes d'EVA L et R sont exprimées dans la figure 18.

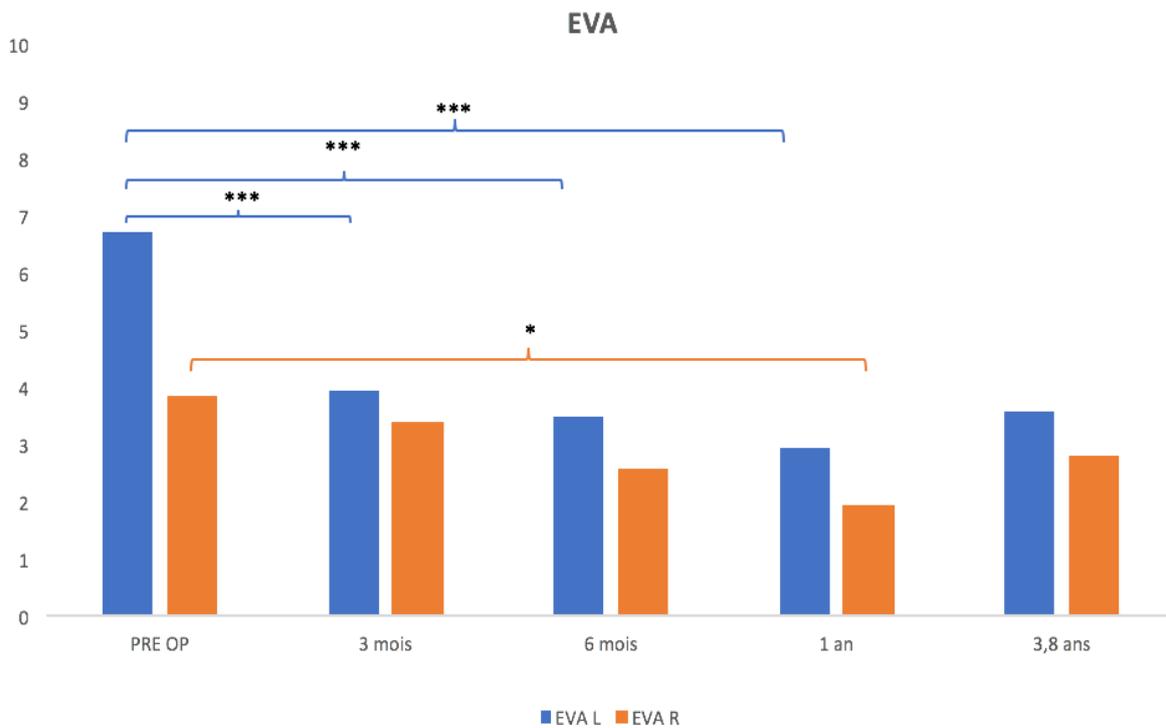


Figure 19: Moyennes des scores EVA en fonction du temps. \* :  $p < 0,005$  ; \*\*\* :  $p < 0,001$

### c. SF12

- Le SF12-P était de 31 [12-53] en pré opératoire. Il passait à 33,7 [19-46] à 3 mois ( $p=0,478$ ), 38 [24-56] à 6 mois ( $p=0,016$ ) et 41,8 [23-59] à 1 an ( $p=0,001$ ). Le score était de 44,5 [28-58] au dernier recul.
- Le SF12-M était de 36,7 [16-58] en pré opératoire. Il passait à 41,7 [20-60] à 3 mois, 43,5 [27-60] à 6 mois et 44,8 [27-61] à 1 an. Cette amélioration n'était pas statistiquement significative. Le score était de 45,3 [33-62] au dernier recul.

L'évolution des moyennes de SF12 P et M sont exprimées dans la figure 19.

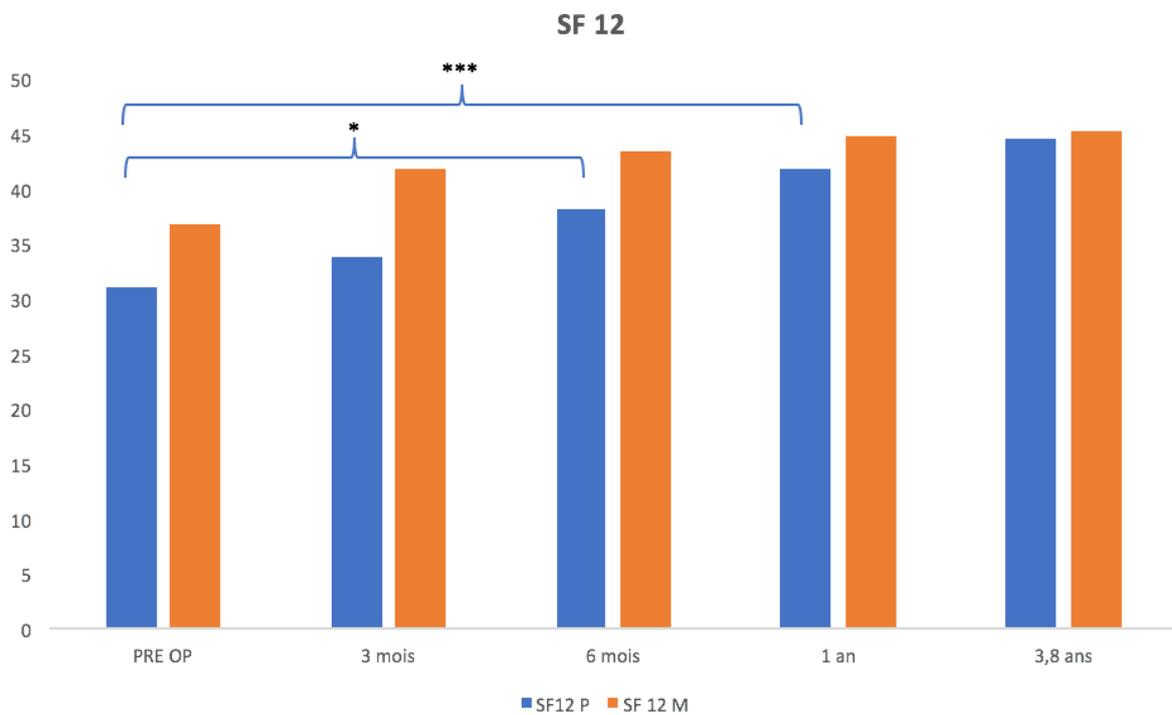


Figure 20: Moyennes des scores SF 12 en fonction du temps. \* :  $p<0,005$  ; \*\*\* :  $p<0,001$

### 3. Résultats radiologiques

#### a. Résultats radiologiques à 1 an (n=33 patients)

A 1 an, la lordose lombaire moyenne était de 56°. Celle-ci était adaptée à l'incidence pelvienne moyenne (IP-LL=-5,8°). 68 % de cette lordose était retrouvée entre L4 et S1. La mobilité prothétique moyenne était de 6,8°. 66% avaient une mobilité strictement supérieure à 3°. Concernant le centrage de la prothèse dans le plan frontal, 97 % avaient un placement optimal (< 2mm) ou sub-optimal (2-4 mm). Il y avait 100% de fusion à l'étage arthrodésé (visualisation d'un pont osseux et absence de mobilité). (Figure 20)

Les résultats radiologiques à 1 an sont résumés dans le tableau 3 :

<b>IP (°)</b>	<b>51 [33-59]</b>		
<b>LL (°)</b>	<b>56 [28-77]</b>		
<b>IP-LL (°)</b>	<b>-5,8</b>		
<b>L4-S1 (°)</b>	<b>38,1 [22-51]</b>		
<b>% L4-S1 (%)</b>	<b>68 [41-100]</b>		
<b>L4-L5 (°)</b>	<b>10 [1-18]</b>		
<b>L5-S1 (°)</b>	<b>13,3 [9-20]</b>		
<b>Mobilité prothèse (°)</b> Moyenne de la série	<b>6,8 [0-18]</b>		
<b>Mobilité ≤ 3° (%)</b>	<b>33,3 %</b>		
<b>Mobilité &gt; 3° (%)</b>	<b>66,6 %</b>		
<b>Réserve extension (°)</b>	<b>1,9 [0-8]</b>		
<b>Centrage (n)</b>	<2 mm	2-4 mm	>4 mm
	25 (76%)	7 (21%)	1 (3%)
<b>Fusion (%)</b>	<b>100</b>		

Tableau 3: Résultats radiologiques à 1 an (n=33 patients)

b. Comparatifs radiographies pré et post opératoires à 1 an (n=16 patients)

Lorsque l'on compare les données radiologiques pré opératoires aux données post opératoires à 1 an, on retrouve une augmentation de la lordose globale, segmentaire, en L4L5 et en L5S1. De même, le pourcentage de lordose L4S1 par rapport à la lordose lombaire globale passe de 65 à 70%. Ces modifications ne sont significatives que pour la lordose L5S1 qui passe de 7,6 à 13,6° (p=0,001).

Ces données sont résumées dans le tableau 4.

	Pré op	Post op	p
LL (°)	50,6	54,2	NS
L4-S1 (°)	31,4	36,9	NS
% lordose L4S1	65%	70%	NS
L4L5 (°)	8,9	9,7	NS
L5S1 (°)	7,6	13,6	<b>0,001</b>

Tableau 4: Comparatif des données radiologiques pré-opératoires VS 1 an (n=16 patients)

c. Résultats radiologiques au dernier recul (n=17 patients)

L'analyse radiographique n'a pas retrouvé de syndrome adjacent, en particulier pas de perte de hauteur discale, pas de listhésis.

L'analyse scannographique a permis de confirmer la fusion chez les 17 patients analysés. (Figure 20)



Figure 21: A : Radiographie de profil à 1 an permettant de visualiser un pont osseux L5S1 ; B : TDM à 3 ans chez le même patient confirmant la fusion L5-S1

#### 4. Analyse des sous-groupes

Les résultats des données cliniques relatives aux sous-groupes sont résumés dans le tableau 5 :

		$\Delta$ ODI 1 an (%)	p
Antécédent chirurgical	<b>OUI</b> (n=11)	45	0,784
	<b>NON</b> (n=30)	35	
Présence d'au moins un disque MODIC 1	<b>OUI</b> (n=13)	25	0,284
	<b>NON</b> (n=15)	45	
Mobilité de la prothèse	$\leq 3^\circ$ (n=11)	41	0,883
	$> 3^\circ$ (n=22)	37	
Réserve extension	$\leq 1^\circ$ (n=19)	43	0,123
	$> 1^\circ$ (n=14)	32	

Tableau 5: Analyse en sous-groupe

#### 5. Complications

##### a. Per opératoires (4,8%)

Sur l'ensemble de la série il est survenu 2 plaies veineuses per opératoires qui ont été résolues après suture. Il n'y a eu aucune conséquence clinique ni de traitement spécifique (pas d'hématome, pas de déglobulisation, pas de nécessité de transfusion).

##### b. Post opératoires précoces (2,4%)

Une patiente a présenté une thrombose veineuse profonde associée à une embolie pulmonaire à J2 post-opératoire. L'évolution a été favorable après mise en place d'une anticoagulation curative.

#### c. Post opératoires tardives (12%)

- 2 patients (4,8%) ont présenté des complications « mineures » :
  - Une hypoesthésie testiculaire avec régression spontanée
  - Une sécheresse vaginale avec régression spontanée
- 3 patients (7,2%) ont présenté des complications « majeures » :
  - Une sténose urétérale diagnostiquée à 3 mois post op ayant nécessité la mise en place d'une sonde JJ.
  - 2 éventrations ayant nécessité un traitement chirurgical.

Au total, si l'on exclue les 2 plaies veineuses per opératoires sans conséquence clinique, le taux de complications est évalué à 14,4 % dont 9,7% de complications majeures (1 TVP, 1 sténose urétérale et 2 éventrations).

Nous n'avons relevé aucune infection ni impaction de matériel dans la série.

#### d. Evolutions défavorables

4 patients ont nécessité une reprise chirurgicale au niveau de l'arthroplastie en raison d'une évolution défavorable :

- 2 immobilisations de PDL : une à 3 ans post opératoire avec amélioration des douleurs et une à 2 ans sans amélioration notable. (Figure 21)
- 1 recalibrage en regard de la PDL à 1,5 an en raison d'une sténose canalaire responsable de radiculalgies persistantes. Ce geste n'a pas entraîné d'amélioration notable avec évolution vers des douleurs neuropathiques.
- 1 fusion en cyphose de la PDL responsable d'une recrudescence des lombalgies à 7 ans post opératoire, en attente d'un traitement chirurgical. (Figure 22)

Au total il y a eu 9,7% de reprises chirurgicales au niveau de la prothèse en moyenne 3,3 ans après la chirurgie initiale.

Nous n'avons pas constaté de syndrome adjacent radiologique chez 33 patients à un an post opératoire (perte de hauteur discale, listhésis) ni chez 17 patients au dernier recul (3,8 ans). Aucun patient n'a eu de reprise chirurgicale pour syndrome adjacent.



Figure 22: Illustration d'une fusion de prothèse à 3 ans. L'évolution a été favorable

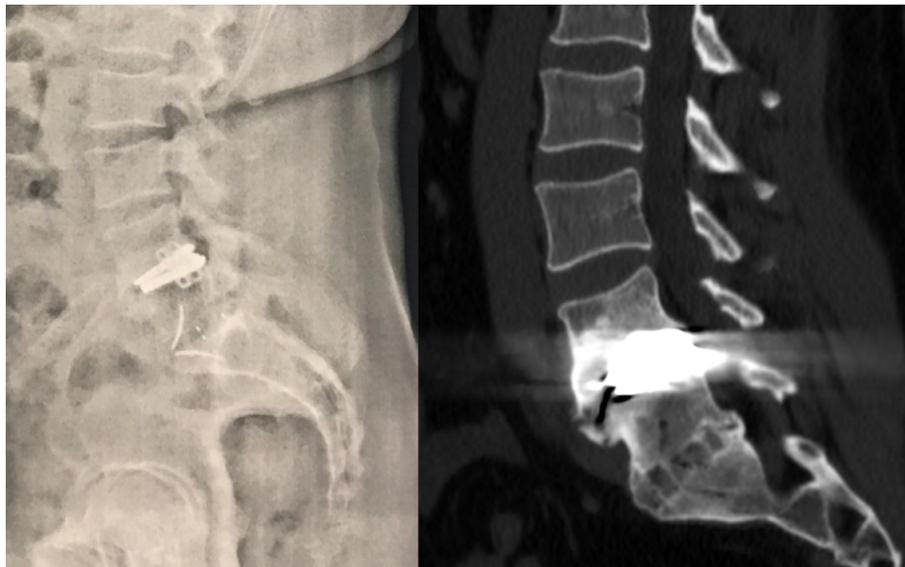


Figure 23: Bilan radiologique à 7 ans post opératoire. Fusion de la prothèse en cyphose

## IV. Discussion

### 1. Résultats principaux

Nous présentons ici une série de 41 montages hybrides avec un suivi clinico-radiologique complet de 80 % (33/81) à 1 an et de 41% (17/41) au dernier recul (3,8 ans).

L'ODI pré opératoire était de 43 avec une amélioration significative à 6 mois (- 15 pts), 1 an (- 21 pts). 72 % des patients avaient une amélioration de plus de 25% de l'ODI à 1 an.

L'EVA L pré opératoire de 6,7 s'améliorait de manière significative dès 3 mois (-2,7 pts) et continue à diminuer jusqu'à 1 an (-3,7 pts).

L'EVA R pré opératoire de 3,8 diminuait de manière significative à 1 an (-1,8 pts).

L'amélioration du SF 12 n'était significative que sur le versant physique à partir de 6 mois. L'amélioration sur les scores cliniques semble se maintenir au dernier recul.

La lordose globale (50° VS 54°) et la lordose L4-S1 (31,4° VS 37°) étaient augmentées mais seule la lordose L5-S1 l'était de manière significative (7,6° VS 13,6°).

La mobilité moyenne de la prothèse à un an était de 6,8° (0-15). 97% des prothèses avaient un centrage optimal ou sub-optimal (< 4mm de déviation dans le plan frontal).

Le taux de fusion était de 100% à 1 an. Le taux de complications toutes confondues était de 14% dont 9,7% de complications majeures. 9,7% des patients ont nécessité une reprise chirurgicale au niveau de la prothèse en raison d'une évolution défavorable à 3,3 ans en moyenne de la chirurgie initiale. Aucun patient n'a été réopéré à cause d'un syndrome adjacent.

### 2. Critique méthodologie

La principale faiblesse de notre étude réside dans le nombre de perdus de vue au dernier recul ne permettant pas d'analyse statistique et imposant une précaution particulière sur l'interprétation des résultats à ce délai.

L'analyse de la fusion a été réalisée à 1 an par des radiographies ce qui n'est pas le gold standard. Les scanners n'étaient disponibles au dernier recul que sur une partie de la population.

Aucun patient de la série n'a bénéficié de reprise chirurgicale pour un syndrome adjacent au dernier recul, ce qui reste le critère le plus objectif d'évaluation. Il est admis que l'évaluation radiologique du syndrome adjacent doit être faite le plus à distance possible de la chirurgie initiale car sa prévalence augmente avec le temps (49). Le manque de données radiologiques au dernier recul ne nous permet pas de conclure sur le taux de syndrome adjacent radiologique après réalisation d'un montage hybride.

Une autre réserve peut être émise quant aux mesures radiologiques qui ont été effectuées par un seul observateur pouvant induire un biais de mesure.

Toutefois, ce travail rapporte le suivi rapproché des patients pendant un an permettant une évaluation précise de la cinétique d'évolution clinique durant cette période. De même, nous rapportons des mesures radiologiques exhaustives chez 80% de la série à 1 an.

### 3. Résultats cliniques des autres études hybrides et des techniques chirurgicales alternatives

La première description de montages hybrides lombaires réalisés par voie antérieure a été faite par Bertagnoli et al. en 2005 (38). Ils rapportent la faisabilité de cette technique à partir de cas cliniques sans évaluation des scores fonctionnels. En 2009, Aunoble et al rapportent une série de 41 montages hybrides (36). Ils notent une amélioration de l'ODI de -24 points à 1 an, ce qui se rapproche de l'amélioration observée dans notre série (-21 points). Plus récemment, une amélioration de -32 points à 1 an a été rapportée à partir d'un suivi prospectif de 617 patients (40).

Les deux autres alternatives permettant de bénéficier des avantages de la voie antérieure sont la double prothèse et la double ALIF :

La double prothèse a montré une amélioration significative des symptômes. Hue et al retrouvent une diminution de -29 points de l'ODI avec des résultats similaires à une prothèse mono-niveau (50) . Pour Siepe et al, cette diminution est de -22 points à 1 an mais le résultat est significativement moins bon que pour une prothèse mono-niveau (35) . A notre connaissance, la plus large série de doubles prothèses regroupant 108 patients retrouve une amélioration de -26 points (51). La seule étude comparative entre montage hybride et double PDL n'a pas retrouvé de différence significative concernant les résultats fonctionnels (respectivement - 27 et -29 points sur l'ODI à 2 ans) (37).

Peu d'études ont étudié de manière spécifique les doubles ALIF. Dans leur série, Lamkli et al ont étudié 81 ALIF mono-niveau et 37 ALIF doubles-niveaux. Globalement, ils retrouvent une amélioration significative de l'ODI et une EVA L qui diminue de 6,3 à 3 à 2 ans (28). Ni et al retrouvent une amélioration de - 47 points de l'ODI à 2 ans concernant spécifiquement 33 doubles ALIF (29). Une seule étude a comparé les montages hybrides aux ALIF multiniveaux avec une amélioration significativement plus importante pour le groupe hybride (ODI : -27 versus -15). Toutefois il existe un biais de sélection dans cette étude car les 2 populations n'étaient pas comparables en pré opératoire (groupe ALIF plus âgé) (39).

L'évolution des pratiques s'est faite vers l'utilisation de la voie antérieure dans la chirurgie de la discopathie mais la voie d'abord postérieure reste largement utilisée par certaines équipes avec une amélioration clinique significative. Dans une revue de la littérature parue en 2008, la voie postérieure classique a montré une diminution de -16 points dans le traitement des discopathies (52). Hoff et al ont comparé le montage hybride au double TLIF à partir de 2 groupes comparables souffrant de discopathies lombaire. Il existe une différence significative en faveur du montage hybride en post opératoire immédiat (EVA L : 3 versus 4) reflétant les suites immédiates plus simples de la voie antérieure qui permet d'éviter un traumatisme

musculaire. Concernant le score d'ODI à 1 an, la différence n'était pas significative entre les 2 groupes (hybride : -25 ; TLIF : -20).

#### 4. Complications / évolutions défavorables

Dans les séries de montage hybride, le taux de complications liées à la voie d'abord varie de 8,7 à 12%. Aunoble et al rapportent 9,5% de complications avec 2 effets de sympathectomie (36). De même, Hoff et al retrouvent 12 % de complications avec également 2 effets de sympathectomie qui ont été transitoires (41). Nous n'avons pas retrouvé cette complication. Le taux de complications de notre série, colligé de manière exhaustive, est légèrement supérieur (14%). Nous avons rencontré 2 éventrations, soit 4,8 % de la série. Ce taux supérieur à la moyenne peut s'expliquer par l'abord latéral au muscle grand droit de l'abdomen. Il est reconnu que cet abord entraîne une dénervation et ainsi une atonie musculaire plus marquée en comparaison avec un abord médial au muscle.

Les principes de l'abord chirurgical pour une double prothèse sont les mêmes mais nécessitent souvent une plus large exposition afin d'obtenir un placement prothétique optimal. Les taux de complications retrouvés dans la littérature sont d'ailleurs plus élevés, notamment en ce qui concerne les plaies vasculaires. La large série de Trincat et al rapporte 18% de complications dont 3% de complications vasculaires et 4 % d'hématomes rétro péritonéaux (51). Siepe et al retrouvent 27% de complications contre 14% en cas de prothèse mono-étagée (35).

Plus généralement, une méta analyse récente portant sur les complications de la voie antérieure (70% mono niveau et 30 % deux niveaux) retrouve 14% de complications péri ou post opératoires liées à l'approche chirurgicale (53). Ce taux se rapproche de celui de notre série.

Les risques de la chirurgie par voie postérieure sont différents (brèche durale, déficit neurologique/radiculalgie liés à une malposition de vis, infection). Le taux de complications globales varie de 10 à 40% dans la littérature (54). Dans son étude comparative, Hoff et al retrouvent 16,6% de complications dans le groupe TLIF (2 plaies durales, 2 infections) contre 12% dans le groupe hybride (41).

Concernant le taux de chirurgie de révision en lien avec des douleurs résiduelles dans les montages hybrides, il varie entre 2 et 19% (36,37,39) . Il est de 5 à 17 % dans les séries de double prothèse (35,37). Le geste réalisé dans la plupart des cas est une fusion postérieure. Dans notre série, 9,7% des patients ont bénéficié d'un geste chirurgical supplémentaire au niveau de la prothèse (3 fusions, 1 recalibrage) à 3,3 ans de la chirurgie. Ce taux supérieur peut s'expliquer par une durée de suivi plus importante que dans les autres études hybrides. Après analyse au cas par cas, ces patients présentaient des prothèses peu ou pas mobiles à 1 an mais correctement centrées.

La seule option chirurgicale possible en cas d'échec de montage hybride (en l'absence de pseudarthrose) est une fusion de la prothèse aboutissant à des résultats variables ce qui montre le probable caractère multifactoriel des douleurs dans ce contexte.

Il est à noter que nous n'avons eu aucun cas d'impaction de matériel. Ce taux est d'environ 2% dans une méta-analyse regroupant prothèses et arthroèses antérieures (53).

Les données relatives aux résultats cliniques et aux complications des autres études hybrides sont résumées dans le tableau 6 :

	Technique	Nombre de patients	Recul moyen (mois)	Amélioration ODI (points)	Taux de complications (%)	Reprises liées à un échec (%)
Gennari et al 2017	Hybride	41	46 mois	- 21 (1 an)	14%	9,7%
Aunoble et al 2009	Hybride	41	24 mois	- 24 (1 an)	9,5%	2,4%
Scott young et al 2017	Hybride	617	36 mois	- 32 (1 an)	nc	nc
Andrieu et al 2017	Hybride	23	35 mois	- 27 (2 ans)	4,8%	4,3%
	PDL x 2	40	49 mois	- 29,5 (2 ans)	8,7%	17,8%
Chen et al 2016	Hybride	33	60 mois	- 27 (2 ans)	21%	19%
	ALIF x 2	31		- 15 (2 ans)	16%	24%
Hoff et al 2015	Hybride	24	37 mois	- 25 (2 ans)	12%	nc
	TLIF X 2	31		- 20 (2 ans)	16,6%	nc

Tableau 6: Résumé des résultats et complications des autres études hybrides

## 5. Résultats radiologiques

La population étudiée ne présentait pas de déséquilibre sagittal pré opératoire. La lordose était globalement respectée par rapport à l'incidence pelvienne. Toutefois, compte tenu de la perte de hauteur discale liée à la discopathie étagée, il était nécessaire de redonner le plus de lordose possible dans la zone lombaire basse car il est admis que 2/3 de la lordose lombaire doit être comprise dans le segment L4S1 (55).

Nous avons pu constater une amélioration de la lordose lombaire globale et segmentaire même si cette amélioration n'était significative que pour L5S1.

Dans leur étude, Hoff et al ont montré que la lordose lombaire globale augmente dans le groupe hybride et dans le groupe TLIF. Toutefois, celle-ci est augmentée en L4-S1 pour les hybrides et en L1-L4 pour le groupe TLIF avec une augmentation de mobilité en L3-L4 mettant en évidence une sollicitation exagérée des segments adjacents dans le groupe TLIF (41). De manière générale, il est admis que la fusion antérieure permet un accès plus large au disque et ainsi une meilleure restauration de la lordose segmentaire en comparaison aux voies postérieures (56) . Ceci permet de restaurer un équilibre sagittal physiologique et ainsi

minimiser le risque de syndrome adjacent (57,58). Le traumatisme musculaire (59) ainsi que le conflit des vis pédiculaires avec les facettes adjacentes (60) sont d'autres particularités de la voie postérieure qui contribuent à ce phénomène.

D'autre part, le maintien d'une mobilité par la prothèse de disque semble diminuer le risque de syndrome adjacent en comparaison aux techniques de fusion (61,62). Plus précisément, Guyer et al retrouvent 1,1% de reprise pour syndrome adjacent dans le groupe prothèse contre 4,7% dans le groupe ALIF à 60 mois (63). Berg et al retrouvent un taux de 1,3% dans le groupe prothèse contre 8,3% dans le groupe fusion postérieure à 48 mois (64).

La problématique du syndrome adjacent est donc importante à prendre en considération chez une population de doubles discopathies relativement jeune (41 ans dans notre série) d'autant que le risque de syndrome adjacent est doublé en cas de fusion pluri-étagée (49).

Aucun syndrome adjacent n'a été rapporté dans les séries de montage hybride avec toutefois une durée de suivi relativement courte (maximum 37 mois). De même pour les doubles prothèses où ce phénomène n'a pas été étudié spécifiquement. Des études comparatives avec suivi prolongé semblent nécessaires pour conclure sur l'efficacité du montage hybride à limiter le syndrome adjacent.

Dans notre série, nous n'avons pas eu de pseudarthrose symptomatique. Egalement, il n'a pas été retrouvé de pseudarthrose radiologique même si l'évaluation s'est faite par radiographies à 1 an et que seulement 17 scanners étaient disponibles à 1 an. Cette complication reste anecdotique dans les séries de montage hybride. Seul Hoff et al retrouvent 1/26 pseudarthrose asymptomatique (41). L'utilisation de BMP pour l'ensemble des patients de la série a pu permettre de limiter cette complication. Dans une revue de la littérature, le taux de fusion avec BMP dans les ALIF est de 98% contre 88% en utilisant de la greffe autologue (65). Depuis les difficultés de commercialisation de la BMP, nous sommes revenus à l'utilisation de greffon iliaque. La poursuite du suivi des patients nous permettra de réévaluer les résultats de la fusion avec greffon.

Nous avons retrouvé une mobilité prothétique moyenne de 6,8° dont 66% des patients avec une mobilité supérieure à 3°. Dans leur série de montages hybrides, Hoff et al ont mesuré la mobilité prothétique à 7° (41) tandis que Trincat et al notent une mobilité de 9° de l'étage supérieur dans leur série de doubles prothèses (51). La comparaison directe entre les deux techniques retrouve une mobilité L4L5 de 7,6° dans le groupe hybride contre 8,4° dans le groupe double prothèse, sans que cette différence ne soit significative (37). Nous n'avons pas retrouvé de différence clinique dans le sous-groupe « mobile » (>3°) versus « non mobile » (≤3°). Ce paramètre, qui est directement corrélé à un placement prothétique optimal, tient un rôle important dans le succès de la technique.

Dans de plus larges séries (47) les prothèses de disque mobiles donnent de meilleurs résultats cliniques. Aussi, une mobilité inférieure à 5° est un facteur de risque de syndrome adjacent (66).

Nous avons cherché à savoir si les prothèses sans réserve d'extension, donc théoriquement responsables d'un excès de contrainte sur les facettes articulaires, étaient pourvoyeuses de moins bons résultats cliniques. Nous n'avons pas retrouvé de différence significative.

Toutefois, ce paramètre peu étudié dans la littérature mériterait d'être analysé spécifiquement sur de plus larges séries.

La grande majorité des patients de notre série (97%) avaient un placement optimal ou sub-optimal (<4mm) dans le plan frontal. Une prothèse excentrée semble être corrélée à de moins bons résultats cliniques, particulièrement pour les symptômes radiculaires (48). De même, le placement optimal dans le plan sagittal est directement responsable d'une restauration physiologique du centre moyen de rotation. Cet élément est directement corrélé à une mobilité prothétique ainsi qu'aux résultats cliniques (34,67). Nous n'avons pas étudié ce paramètre dans notre étude.

Une large surface de la prothèse permettant un recouvrement maximal de la surface du plateau vertébral ainsi qu'une distraction modérée de l'espace discal sont d'autres facteurs pronostiques per opératoires reconnus (68).

Le choix de réalisation d'un montage hybride impose donc une vigilance particulière sur la technique de pose de la prothèse.

## 6. Analyse des sous-groupes

Nous avons cherché à savoir si certains éléments pré-opératoires étaient prédictifs d'une réussite chirurgicale. Toutefois, cette analyse est rendue compliquée par le caractère pluri-étagée de la discopathie.

Il semble primordial de sélectionner en amont les morphologies lombaires adaptées à cette technique. Tout d'abord les patients avec lordose lombaire basse prononcée (dos de type 1 et 4 de Roussouly) (69) ou avec une arthrose facettaire ne semblent pas favorables à recevoir une prothèse. Le manque de radiographies pré opératoires ou d'imagerie en coupe axiale ne nous a pas permis d'analyser ces critères.

Nous n'avons pas trouvé de corrélation entre la présence d'un antécédent de discectomie et un meilleur résultat fonctionnel. La littérature n'est pas unanime sur le sujet avec 6 études pour et 5 études contres dans la revue de littérature de Zindrick et al en 2008 (47). A propos de 221 patients opérés d'une prothèse de disque, Blondel et al retrouvent de moins bons résultats chez les patients présentant une discopathie post discectomie (70).

Au vu de la littérature, les données IRM pré opératoires paraissent influencer les résultats cliniques, ce que nous n'avons pas mis en évidence dans notre étude. Blondel et al mettent en évidence une amélioration plus importante chez les patients présentant un Modic 1 pré-opératoire (71). Pour Gornet et al c'est la présence d'un Modic 2 qui est un facteur pronostique péjoratif (68). Enfin, selon la classification de Pfirrmann, il a également été montré que plus la discopathie est avancée, meilleur est le résultat clinique (68).

Malgré cela, nous avons pris en charge des patients sans Modic dans notre série avec des résultats favorables. Une fois de plus cette analyse est rendue compliquée par le caractère bi-étagé de la discopathie. Une étude comportant une analyse IRM pré opératoire d'une large série de doubles discopathies opérées pourrait nous apporter plus de précisions sur cette population spécifique.

## V. Conclusion

Le montage hybride associant arthrodèse et arthroplastie semble être une technique fiable dans la prise en charge des doubles discopathies lombaires pharmaco résistantes. Il existe une décroissance significative des scores cliniques avec un résultat favorable chez plus de 70% de la série. Globalement cette amélioration semble survenir à partir de 6 mois post opératoire. Le taux de complications est raisonnable avec 14 % de complications dont 9,7 % sont majeures. Ce taux est cohérent avec les données de la littérature sur la chirurgie lombaire par voie antérieure.

Cette technique permet de bénéficier des avantages de l'abord antérieur que sont l'épargne musculaire ainsi que le large accès au disque permettant une surface de greffe importante et une bonne restauration de la lordose. Ces éléments contribuent à limiter le syndrome adjacent mais le montage hybride permet également de tirer profit de l'arthroplastie qui réduit ce phénomène en maintenant une mobilité à la partie supérieure du montage. Toutefois, au regard du nombre de perdus de vue au dernier recul, il est difficile de conclure sur la capacité du montage hybride à limiter le syndrome adjacent dans le temps. D'autres études comparatives avec une durée de suivi prolongée sont nécessaires.

Malgré les résultats cliniques et radiologiques encourageants, l'évolution clinique n'est pas favorable chez une partie de la population reflétant les difficultés de prise en charge des discopathies lombaires pluri étagées.

Enfin, même si ces éléments n'étaient pas significatifs dans notre étude, l'histoire clinique et radiologique du patient sont des éléments majeurs à prendre en considération. Il est également indispensable de prendre en compte l'aspect socio-professionnel de ces patients qui est déterminant au sein des populations de lombalgiques chroniques (72).

## VI. Références bibliographiques

1. Yu J, Winlove PC, Roberts S, Urban JPG. Elastic fibre organization in the intervertebral discs of the bovine tail. *J Anat.* 2002 Dec;201(6):465–75.
2. Cheung KMC, Karppinen J, Chan D, Ho DWH, Song Y-Q, Sham P, et al. Prevalence and pattern of lumbar magnetic resonance imaging changes in a population study of one thousand forty-three individuals. *Spine.* 2009 Apr 20;34(9):934–40.
3. Battié MC, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences. *Spine.* 2004 Dec 1;29(23):2679–90.
4. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2011 Sep;20 Suppl 5:609–18.
5. Oh Y-M, Eun J-P. Clinical Impact of Sagittal Spinopelvic Parameters on Disc Degeneration in Young Adults. *Medicine (Baltimore).* 2015 Oct;94(42):e1833.
6. Bernstein P, Hentschel S, Platzek I, Hühne S, Ettrich U, Hartmann A, et al. Thoracal flat back is a risk factor for lumbar disc degeneration after scoliosis surgery. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2014 Jun 1;14(6):925–32.
7. Kanna RM, Shetty AP, Rajasekaran S. Patterns of lumbar disc degeneration are different in degenerative disc disease and disc prolapse magnetic resonance imaging analysis of 224 patients. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2014 Feb 1;14(2):300–7.
8. Ngo K, Pohl P, Leme AS, Lee J, Di P, Roughley P, et al. Adamts5 Deficiency Protects Mice from Chronic Tobacco Smoking-induced Intervertebral Disc Degeneration. *Spine.* 2017 May 31;
9. Kauppila LI, McAlindon T, Evans S, Wilson PW, Kiel D, Felson DT. Disc degeneration/back pain and calcification of the abdominal aorta. A 25-year follow-up study in Framingham. *Spine.* 1997 Jul 15;22(14):1642-1647-1649.
10. Hestbaek L, Iachine IA, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Manniche C. Heredity of low back pain in a young population: a classical twin study. *Twin Res Off J Int Soc Twin Stud.* 2004 Feb;7(1):16–26.
11. Lane NE, Nevitt MC, Genant HK, Hochberg MC. Reliability of new indices of radiographic osteoarthritis of the hand and hip and lumbar disc degeneration. *J Rheumatol.* 1993 Nov;20(11):1911–8.
12. Kettler A, Wilke H-J. Review of existing grading systems for cervical or lumbar disc and facet joint degeneration. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2006 Jun;15(6):705–18.
13. de Schepper EIT, Damen J, van Meurs JBJ, Ginai AZ, Popham M, Hofman A, et al. The association between lumbar disc degeneration and low back pain: the influence of age, gender, and individual radiographic features. *Spine.* 2010 Mar 1;35(5):531–6.
14. Schneiderman G, Flannigan B, Kingston S, Thomas J, Dillin WH, Watkins RG. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of disc degeneration: correlation with discography. *Spine.* 1987 Apr;12(3):276–81.
15. Cheung KMC, Samartzis D, Karppinen J, Mok FPS, Ho DWH, Fong DYT, et al. Intervertebral disc degeneration: new insights based on “skipped” level disc pathology. *Arthritis Rheum.* 2010 Aug;62(8):2392–400.
16. Cheung KMC, Samartzis D, Karppinen J, Luk KDK. Are “patterns” of lumbar disc degeneration associated with low back pain?: new insights based on skipped level disc pathology. *Spine.* 2012 Apr 1;37(7):E430-438.
17. Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Elfering A, Hodler J, Boos N. Effect of aging and degeneration on disc volume and shape: A quantitative study in asymptomatic volunteers. *J*

Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc. 2006 May;24(5):1086–94.

18. Jensen TS, Karppinen J, Sorensen JS, Niinimäki J, Leboeuf-Yde C. Vertebral endplate signal changes (Modic change): a systematic literature review of prevalence and association with non-specific low back pain. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2008 Nov;17(11):1407–22.

19. Zhang Y-H, Zhao C-Q, Jiang L-S, Chen X-D, Dai L-Y. Modic changes: a systematic review of the literature. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2008 Oct;17(10):1289–99.

20. Teraguchi M, Yoshimura N, Hashizume H, Muraki S, Yamada H, Oka H, et al. The association of combination of disc degeneration, end plate signal change, and Schmorl node with low back pain in a large population study: the Wakayama Spine Study. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2015 Apr 1;15(4):622–8.

21. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet Lond Engl*. 1999 Aug 14;354(9178):581–5.

22. Peng B, Fu X, Pang X, Li D, Liu W, Gao C, et al. Prospective clinical study on natural history of discogenic low back pain at 4 years of follow-up. *Pain Physician*. 2012 Dec;15(6):525–32.

23. Khot A, Bowditch M, Powell J, Sharp D. The use of intradiscal steroid therapy for lumbar spinal discogenic pain: a randomized controlled trial. *Spine*. 2004 Apr 15;29(8):833–836; discussion 837.

24. Fritzell P, Hägg O, Wessberg P, Nordwall A, Swedish Lumbar Spine Study Group. 2001 Volvo Award Winner in Clinical Studies: Lumbar fusion versus nonsurgical treatment for chronic low back pain: a multicenter randomized controlled trial from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Spine*. 2001 Dec 1;26(23):2521-2532-2534.

25. Ohtori S, Koshi T, Yamashita M, Yamauchi K, Inoue G, Suzuki M, et al. Surgical versus nonsurgical treatment of selected patients with discogenic low back pain: a small-sized randomized trial. *Spine*. 2011 Mar 1;36(5):347–54.

26. Burkus JK, Transfeldt EE, Kitchel SH, Watkins RG, Balderston RA. Clinical and radiographic outcomes of anterior lumbar interbody fusion using recombinant human bone morphogenetic protein-2. *Spine*. 2002 Nov 1;27(21):2396–408.

27. Allain J, Delecrin J, Beaurain J, Poignard A, Vila T, Flouzat-Lachaniette C-H. Stand-alone ALIF with integrated intracorporeal anchoring plates in the treatment of degenerative lumbar disc disease: a prospective study on 65 cases. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2014 Oct;23(10):2136–43.

28. Lammi J, Whitaker MC, Moskowitz A, Duong J, Dong F, Felts L, et al. Stand-alone anterior lumbar interbody fusion for degenerative disc disease of the lumbar spine: results with a 2-year follow-up. *Spine*. 2014 Jul 1;39(15):E894-901.

29. Ni J, Fang X, Zhong W, Liu N, Wood KB. Anterior Lumbar Interbody Fusion for Degenerative Discogenic Low Back Pain: Evaluation of L4-S1 Fusion. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Oct;94(43):e1851.

30. Pellisé F, Hernández A, Vidal X, Minguell J, Martínez C, Villanueva C. Radiologic assessment of all unfused lumbar segments 7.5 years after instrumented posterior spinal fusion. *Spine*. 2007 Mar 1;32(5):574–9.

31. Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion? *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2004 Dec;4(6 Suppl):190S–194S.

32. Tropiano P, Huang RC, Girardi FP, Cammisa FP, Marnay T. Lumbar total disc replacement. Seven to eleven-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2005 Mar;87(3):490–6.

33. Tropiano P, Huang RC, Girardi FP, Marnay T. Lumbar disc replacement: preliminary results with ProDisc II after a minimum follow-up period of 1 year. *J Spinal Disord Tech*.

2003 Aug;16(4):362–8.

34. McAfee PC, Fedder IL, Saiedy S, Shucosky EM, Cunningham BW. SB Charité disc replacement: report of 60 prospective randomized cases in a US center. *J Spinal Disord Tech*. 2003 Aug;16(4):424–33.
35. 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 Off J North Am Spine Soc*. 2014 Aug 1;14(8):1417–31.
36. Aunoble S, Meyrat R, Al Sawad Y, Tournier C, Leijssen P, Le Huec J-C. Hybrid construct for two levels disc disease in lumbar spine. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2010 Feb;19(2):290–6.
37. Andrieu K, Allain J, Longis P-M, Steib J-P, Beaurain J, Delécrin J. Comparison between total disc replacement and hybrid construct at two lumbar levels with minimum follow-up of two years. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2017 Feb;103(1):39–43.
38. Bertagnoli R, Tropiano P, Zigler J, Karg A, Voigt S. Hybrid constructs. *Orthop Clin North Am*. 2005 Jul;36(3):379–88.
39. Chen B, Akpolat YT, Williams P, Bergey D, Cheng WK. Survivorship and clinical outcomes after multi-level anterior lumbar reconstruction with stand-alone anterior lumbar interbody fusion or hybrid construct. *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas*. 2016 Feb 17;
40. Scott-Young M, McEntee L, Schram B, Rathbone E, Hing W, Nielsen D. The Concurrent Use of Lumbar Total Disc Arthroplasty and Anterior Lumbar Interbody Fusion: The Lumbar Hybrid Procedure for the Treatment of Multi-Level Symptomatic Degenerative Disc Disease- A Prospective Study. *Spine*. 2017 Jun 8;
41. Hoff EK, Strube P, Pumberger M, Zahn RK, Putzier M. ALIF and total disc replacement versus 2-level circumferential fusion with TLIF: a prospective, randomized, clinical and radiological trial. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2015 Mar 7;
42. Erkan S, Rivera Y, Wu C, Mehbod AA, Transfeldt EE. Biomechanical comparison of a two-level Maverick disc replacement with a hybrid one-level disc replacement and one-level anterior lumbar interbody fusion. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2009 Oct;9(10):830–5.
43. Delécrin J, Allain J, Beaurain J, Steib J-P, Huppert J, Chataigner H, et al. Effects of lumbar artificial disc design on intervertebral mobility: in vivo comparison between mobile-core and fixed-core. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2012 Jun;21 Suppl 5:S630-640.
44. 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 Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2007 Mar;16(3):411–21.
45. 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 Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2011 Sep;20 Suppl 5:647–62.
46. Le Huec J-C, Faundez A, Dominguez D, Hoffmeyer P, Aunoble S. Evidence showing the relationship between sagittal balance and clinical outcomes in surgical treatment of degenerative spinal diseases: a literature review. *Int Orthop*. 2015 Jan;39(1):87–95.
47. Zindrick MR, Tzermiadianos MN, Voronov LI, Lorenz M, Hadjipavlou A. An evidence-based medicine approach in determining factors that may affect outcome in lumbar total disc replacement. *Spine*. 2008 May 15;33(11):1262–9.
48. Boss OL, Tomasi SO, Bäurle B, Sgier F, Hausmann ON. Lumbar total disc replacement: correlation of clinical outcome and radiological parameters. *Acta Neurochir (Wien)*. 2013 Oct;155(10):1923–30.

49. Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, Smith M, White GJ, Osburg B. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2011 Jan;11(1):11–20.
50. Yue J, Zhang K, Bai HX, Du J, Cammisa F, Abjornson C, et al. A comparison of patients who have undergone 1-Level versus 2-Level ProDisc arthroplasty: a prospective study with minimum of 5-year follow-up. *Spine.* 2013 Jun 15;38(14):1194–8.
51. Trincat S, Edgard-Rosa G, Geneste G, Marnay T. Two-level lumbar total disc replacement: functional outcomes and segmental motion after 4 years. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR.* 2015 Feb;101(1):17–21.
52. Glassman SD, Carreon LY, Djurasovic M, Dimar JR, Johnson JR, Puno RM, et al. Lumbar fusion outcomes stratified by specific diagnostic indication. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2009 Feb;9(1):13–21.
53. 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 Off J North Am Spine Soc.* 2015 May 1;15(5):1118–32.
54. Goldstein CL, Macwan K, Sundararajan K, Rampersaud YR. Perioperative outcomes and adverse events of minimally invasive versus open posterior lumbar fusion: meta-analysis and systematic review. *J Neurosurg Spine.* 2016 Mar;24(3):416–27.
55. Barrey C, Darnis A. Current strategies for the restoration of adequate lordosis during lumbar fusion. *World J Orthop.* 2015 Jan 18;6(1):117–26.
56. Jiang S-D, Chen J-W, Jiang L-S. Which procedure is better for lumbar interbody fusion: anterior lumbar interbody fusion or transforaminal lumbar interbody fusion? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012 Sep;132(9):1259–66.
57. Min J-H, Jang J-S, Lee S-H. Comparison of anterior- and posterior-approach instrumented lumbar interbody fusion for spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine.* 2007 Jul;7(1):21–6.
58. Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2001 Aug;10(4):314–9.
59. Fan S, Hu Z, Zhao F, Zhao X, Huang Y, Fang X. Multifidus muscle changes and clinical effects of one-level posterior lumbar interbody fusion: minimally invasive procedure versus conventional open approach. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2010 Feb;19(2):316–24.
60. He B, Yan L, Guo H, Liu T, Wang X, Hao D. The difference in superior adjacent segment pathology after lumbar posterolateral fusion by using 2 different pedicle screw insertion techniques in 9-year minimum follow-up. *Spine.* 2014 Jun 15;39(14):1093–8.
61. Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M, Vorwald P, Jabbour P, Bono CM, et al. Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty. *Spine.* 2008 Jul 1;33(15):1701–7.
62. Wang JC, Arnold PM, Hermsmeyer JT, Norvell DC. Do lumbar motion preserving devices reduce the risk of adjacent segment pathology compared with fusion surgery? A systematic review. *Spine.* 2012 Oct 15;37(22 Suppl):S133-143.
63. 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 CHARITE artificial disc versus lumbar fusion: five-year follow-up. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 2009 May;9(5):374–86.
64. 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 Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* 2009 Oct;18(10):1512–9.

65. Galimberti F, Lubelski D, Healy AT, Wang T, Abdullah KG, Nowacki AS, et al. A Systematic Review of Lumbar Fusion Rates With and Without the Use of rhBMP-2. *Spine*. 2015 Jul 15;40(14):1132–9.
66. Huang RC, Tropiano P, Marnay T, Girardi FP, Lim MR, Cammisa FP. Range of motion and adjacent level degeneration after lumbar total disc replacement. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2006 Jun;6(3):242–7.
67. 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*. 2011 Dec 1;36(25):E1600-1611.
68. Gornet MF, Schranck F, Wharton ND, Beall DP, Jones E, Myers ME, et al. Optimizing success with lumbar disc arthroplasty. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 2014 Oct;23(10):2127–35.
69. 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 OTSR*. 2016 Oct;102(6):765–8.
70. Blondel B, Tropiano P, Gaudart J, Marnay T. Clinical results of total lumbar disc replacement regarding various aetiologies of the disc degeneration: a study with a 2-year minimal follow-up. *Spine*. 2011 Mar 1;36(5):E313-319.
71. Blondel B, Tropiano P, Gaudart J, Huang RC, Marnay T. Clinical results of lumbar total disc arthroplasty in accordance with Modic signs, with a 2-year-minimum follow-up. *Spine*. 2011 Dec 15;36(26):2309–15.
72. Kamper SJ, Apeldoorn AT, Chiarotto A, Smeets RJEM, Ostelo RWJG, Guzman J, et al. Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Sep 2;(9):CD000963.

## VII. Liste des figures et tableaux

Figure 1: Structure discale macroscopique. D'après "Anatomie de la colonne vertébrale" Vital et al 2016.....	4
Figure 2: Composition des différentes parties du disque intervertébral .....	4
Figure 3: Nutrition du disque par les microcapillaires des plateaux vertébraux.....	5
Figure 4: Cascade de dégénérescence discale. ....	5
Figure 5: Classification de Schneiderman.....	7
Figure 6: Classification de Pfirmann .....	7
Figure 7: Classification de Modic.....	8
Figure 8: Abord antérieur rétropéritonéal L5-S1.....	11
Figure 9: Cage intersomatique LDR Roi A.....	11
Figure 10: Prothèse de disque semi-contrainte LDR Mobi L .....	12
Figure 11: Prothèse de disque contrainte MEDTRONIC Maverick .....	12
Figure 12: Illustration de la mesure de la mobilité prothétique. Ici, la mobilité est de 15° .....	14
Figure 13: Illustration de la mesure de la réserve d'extension prothétique. Ici, la prothèse n'a pas de réserve d'extension .....	14
Figure 14: Illustration de la mesure du centrage prothétique .....	15
Figure 15: Répartition des stades de Modic en fonction des disques.....	17
Figure 16: Répartition des stades de Pfirmann en fonction des disques .....	17
Figure 17: Illustration d'une IRM pré-opératoire. Disque L5-S1 Modic 1-Pfirmann V; Disque L4-L5 Modic 0-Pfirmann 4 .....	18
Figure 18: Moyennes des scores ODI en fonction du temps. * : p<0,005 ; *** : p<0,001 .....	18
Figure 19: Moyennes des scores EVA en fonction du temps. * : p<0,005 ; *** : p<0,001 .....	20
Figure 20: Moyennes des scores SF 12 en fonction du temps. * : p<0,005 ; *** : p<0,001 .....	21
Figure 21: A : Radiographie de profil à 1 an permettant de visualiser un pont osseux L5S1 ; B : TDM à 3 ans chez le même patient confirmant la fusion L5-S1 .....	23
Figure 22: Illustration d'une fusion de prothèse à 3 ans. L'évolution a été favorable .....	26
Figure 23: Bilan radiologique à 7 ans post opératoire. Fusion de la prothèse en cyphose .....	26
Tableau 1: Données épidémiologiques .....	16
Tableau 2: Pourcentage d'amélioration du score d'ODI à 1 an .....	19
Tableau 3: Résultats radiologiques à 1 an (n=33 patients) .....	22
Tableau 4: Comparatif des données radiologiques pré-opératoires VS 1 an (n=16 patients).....	23
Tableau 5: Analyse en sous-groupe.....	24
Tableau 6: Résumé des résultats et complications des autres études hybrides .....	30

## VIII. Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.