

2020-2021

# THÈSE

pour le

## DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

### Étude comparative des vertébroplasties par SpineJack® aux ostéosynthèses par instrumentation postérieure pour les fractures thoracolombaires Magerl A3

Étude cas – témoins, rétrospective

**Quentin HAMEL**

Né le 15 Février 1991 à Paris (XIVe)

Sous la direction de M. Louis RONY

Membres du jury

Professeur Henri-Dominique FOURNIER | Président

Docteur Louis RONY | Directeur

Docteur Laurent HUBERT | Membre

Docteur Rogatien FAGUER | Membre

Soutenue publiquement le :  
26 Octobre 2021



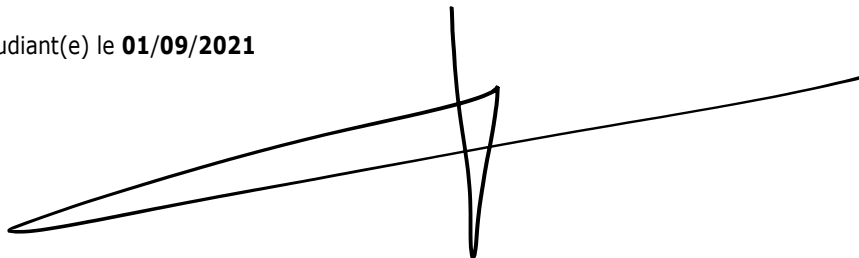
**FACULTÉ  
DE SANTÉ**

UNIVERSITÉ D'ANGERS

# ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) HAMEL Quentin  
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une  
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,  
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.  
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées  
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **01/09/2021**

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke with a vertical line crossing it near the center, and a small loop at the end of the horizontal stroke.

# LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

---

**Doyen de la Faculté** : Pr Nicolas Lerolle

**Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie** : Pr  
Frédéric Lagarce

**Directeur du département de médecine** : Pr Cédric Annweiler

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	Physiologie	Médecine
ANNWEILER Cédric	Gériatrie et biologie du vieillissement	Médecine
ASFAR Pierre	Réanimation	Médecine
AUBE Christophe	Radiologie et imagerie médicale	Médecine
AUGUSTO Jean-François	Néphrologie	Médecine
BAUFRETON Christophe	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire	Médecine
BELLANGER William	Médecine Générale	Médecine
BENOIT Jean-Pierre	Pharmacotechnie	Pharmacie
BIGOT Pierre	Urologie	Médecine
BONNEAU Dominique	Génétique	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	Parasitologie et mycologie	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	Gynécologie-obstétrique	Médecine
BOUVARD Béatrice	Rhumatologie	Médecine
BOURSIER Jérôme	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
BRIET Marie	Pharmacologie	Médecine
CALES Paul	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CAMPONE Mario	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CONNAN Laurent	Médecine générale	Médecine
COPIN Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
COUTANT Régis	Pédiatrie	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	Physiologie	Médecine
DE CASABIANCA Catherine	Médecine Générale	Médecine
DESCAMPS Philippe	Gynécologie-obstétrique	Médecine
D'ESCATHA Alexis	Médecine et santé au travail	Médecine
DINOMAS Mickaël	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
DIQUET Bertrand	Pharmacologie	Médecine
DUBEE Vincent	Maladies Infectieuses et Tropicales	Médecine
DUCANCELLE Alexandra	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
DUVAL Olivier	Chimie thérapeutique	Pharmacie
DUVERGER Philippe	Pédopsychiatrie	Médecine
EVEILLARD Mathieu	Bactériologie-virologie	Pharmacie
FAURE Sébastien	Pharmacologie physiologie	Pharmacie

FOURNIER Henri-Dominique	Anatomie	Médecine
FURBER Alain	Cardiologie	Médecine
GAGNADOUX Frédéric	Pneumologie	Médecine
GOHIER Bénédicte	Psychiatrie d'adultes	Médecine
GUARDIOLA Philippe	Hématologie ; transfusion	Médecine
GUILET David	Chimie analytique	Pharmacie
GUITTON Christophe	Médecine intensive-réanimation	Médecine
HAMY Antoine	Chirurgie générale	Médecine
HENNI Samir	Médecine Vasculaire	Médecine
HUNAUT-BERGER Mathilde	Hématologie ; transfusion	Médecine
IFRAH Norbert	Hématologie ; transfusion	Médecine
JEANNIN Pascale	Immunologie	Médecine
KEMPF Marie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
LACCOURREYE Laurent	Oto-rhino-laryngologie	Médecine
LAGARCE Frédéric	Biopharmacie	Pharmacie
LARCHER Gérald	Biochimie et biologie moléculaires	Pharmacie
LASOCKI Sigismond	Anesthésiologie-réanimation	Médecine
LEGENDRE Guillaume	Gynécologie-obstétrique	Médecine
LEGRAND Erick	Rhumatologie	Médecine
LERMITE Emilie	Chirurgie générale	Médecine
LEROLLE Nicolas	Réanimation	Médecine
LUNEL-FABIANI Françoise	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
MARCHAIS Véronique	Bactériologie-virologie	Pharmacie
MARTIN Ludovic	Dermato-vénéréologie	Médecine
MAY-PANLOUP Pascale	Biologie et médecine du développement et de la reproduction	Médecine
MENEI Philippe	Neurochirurgie	Médecine
MERCAT Alain	Réanimation	Médecine
PAPON Nicolas	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
PASSIRANI Catherine	Chimie générale	Pharmacie
PELLIER Isabelle	Pédiatrie	Médecine
PETIT Audrey	Médecine et Santé au Travail	Médecine
PICQUET Jean	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire	Médecine
PODEVIN Guillaume	Chirurgie infantile	Médecine
PROCACCIO Vincent	Génétique	Médecine
PRUNIER Delphine	Biochimie et Biologie Moléculaire	Médecine
PRUNIER Fabrice	Cardiologie	Médecine
REYNIER Pascal	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
RICHARD Isabelle	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
RICHOMME Pascal	Pharmacognosie	Pharmacie
RODIEN Patrice	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques	Médecine

ROQUELAURE Yves	Médecine et santé au travail	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
ROUSSEAU Audrey	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROUSSEAU Pascal	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique	Médecine
ROUSSELET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROY Pierre-Marie	Médecine d'urgence	Médecine
SAULNIER Patrick	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
SERAPHIN Denis	Chimie organique	Pharmacie
SCHMIDT Aline	Hématologie ; transfusion	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	Pneumologie	Médecine
UGO Valérie	Hématologie ; transfusion	Médecine
URBAN Thierry	Pneumologie	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	Pédiatrie	Médecine
VENARA Aurélien	Chirurgie viscérale et digestive	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie-Claire	Pharmacotechnie	Pharmacie
VERNY Christophe	Neurologie	Médecine
WILLOTEAUX Serge	Radiologie et imagerie médicale	Médecine

#### MAÎTRES DE CONFÉRENCES

ANGOULVANT Cécile	Médecine Générale	Médecine
BAGLIN Isabelle	Chimie thérapeutique	Pharmacie
BASTIAT Guillaume	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
BEAUVILLAIN Céline	Immunologie	Médecine
BEGUE Cyril	Médecine générale	Médecine
BELIZNA Cristina	Médecine interne	Médecine
BELONCLE François	Réanimation	Médecine
BENOIT Jacqueline	Pharmacologie	Pharmacie
BESSAGUET Flavien	Physiologie Pharmacologie	Pharmacie
BIERE Loïc	Cardiologie	Médecine
BLANCHET Odile	Hématologie ; transfusion	Médecine
BOISARD Séverine	Chimie analytique	Pharmacie
BRIET Claire	Endocrinologie, Diabète et maladies métaboliques	Médecine
BRIS Céline	Biochimie et biologie moléculaire	Pharmacie
CAPITAIN Olivier	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CASSEREAU Julien	Neurologie	Médecine
CHEVALIER Sylvie	Biologie cellulaire	Médecine
CLERE Nicolas	Pharmacologie / physiologie	Pharmacie

COLIN Estelle	Génétique	Médecine
DERBRE Séverine	Pharmacognosie	Pharmacie
DESHAYES Caroline	Bactériologie virologie	Pharmacie
FERRE Marc	Biologie moléculaire	Médecine
FORTRAT Jacques-Olivier	Physiologie	Médecine
GUELFF Jessica	Médecine Générale	Médecine
HAMEL Jean-François	Biostatistiques, informatique médicale	Médicale
HELESBEUX Jean-Jacques	Chimie organique	Pharmacie
HERIVAUX Anaïs	Biotechnologie	Pharmacie
HINDRE François	Biophysique	Médecine
JOUSSET-THULLIER Nathalie	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
JUDALET-ILLAND Ghislaine	Médecine générale	Médecine
KHIATI Salim	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
KUN-DARBOIS Daniel	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie	Médecine
LACOEUILLE Franck	Radiopharmacie	Pharmacie
LANDREAU Anne	Botanique/ Mycologie	Pharmacie
LEBDAL Souhil	Urologie	Médecine
LEGEAY Samuel	Pharmacocinétique	Pharmacie
LEMEE Jean-Michel	Neurochirurgie	Médecine
LE RAY-RICHOMME Anne- Marie	Pharmacognosie	Pharmacie
LEPELTIER Elise	Chimie générale	Pharmacie
LETOURNEL Franck	Biologie cellulaire	Médecine
LIBOUBAN Hélène	Histologie	Médecine
LUQUE PAZ Damien	Hématologie biologique	Médecine
MABILLEAU Guillaume	Histologie, embryologie et cytogénétique	Médecine
MALLET Sabine	Chimie Analytique	Pharmacie
MAROT Agnès	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
MESLIER Nicole	Physiologie	Médecine
MIOT Charline	Immunologie	Médecine
MOUILLIE Jean-Marc	Philosophie	Médecine
NAIL BILLAUD Sandrine	Immunologie	Pharmacie
PAILHORIE Hélène	Bactériologie-virologie	Médecine
PAPON Xavier	Anatomie	Médecine
PASCO-PAPON Anne	Radiologie et imagerie médicale	Médecine
PECH Brigitte	Pharmacotechnie	Pharmacie
PENCHAUD Anne-Laurence	Sociologie	Médecine
PIHET Marc	Parasitologie et mycologie	Médecine
POIROUX Laurent	Sciences infirmières	Médecine
PY Thibaut	Médecine Générale	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	Médecine Générale	Médecine
RINEAU Emmanuel	Anesthésiologie réanimation	Médecine
RIOU Jérémie	Biostatistiques	Pharmacie
RIQUIN Elise	Pédopsychiatrie ; addictologie	Médecine
ROGER Emilie	Pharmacotechnie	Pharmacie
SAVARY Camille	Pharmacologie-Toxicologie	Pharmacie

SCHMITT Françoise	Chirurgie infantile	Médecine
SCHINKOWITZ Andréas	Pharmacognosie	Pharmacie
SPIESSER-ROBELET Laurence	Pharmacie Clinique et Education Thérapeutique	Pharmacie
TESSIER-CAZENEUVE Christine	Médecine Générale	Médecine
TEXIER-LEGENDRE Gaëlle	Médecine Générale	Médecine
VIAULT Guillaume	Chimie organique	Pharmacie

#### AUTRES ENSEIGNANTS

<b>PRCE</b>		
AUTRET Erwan	Anglais	Médecine
BARBEROUSSE Michel	Informatique	Médecine
BRUNOIS-DEBU Isabelle	Anglais	Pharmacie
FISBACH Martine	Anglais	Médecine
O'SULLIVAN Kayleigh	Anglais	Médecine
<b>PAST</b>		
CAVAILLON Pascal	Pharmacie Industrielle	Pharmacie
DILÉ Nathalie	Officine	Pharmacie
MOAL Frédéric	Pharmacie clinique	Pharmacie
PAPIN-PUREN Claire	Officine	Pharmacie
SAVARY Dominique	Médecine d'urgence	Médecine
<b>ATER</b>		
Arrivée prévue nov 2021	Immunologie	Pharmacie
<b>PLP</b>		
CHIKH Yamina	Economie-gestion	Médecine
<b>AHU</b>		
CORVAISIER Mathieu	Pharmacie Clinique	Pharmacie
IFRAH Amélie	Droit de la Santé	Pharmacie
LEBRETON Vincent	Pharmacotechnie	Pharmacie





# REMERCIEMENTS

A mon président de Jury

**Monsieur le Professeur FOURNIER,**

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse.

Pourtant je sais combien votre passion se porte plutôt sur l'angle ponto-cérébelleux et la difficulté technique de son abord. Vous avez néanmoins toujours su montrer de la patience et de l'ouverture quant à mes demandes d'avis insistantes sur les trop rares compressions médullaires rencontrées en garde. Merci de votre présence aujourd'hui, de votre soutien, et de ce que vous faites pour les internes de chirurgie sur le plan de l'anatomie universitaire.

Soyez sûr de mon plus profond respect et de mon éternelle reconnaissance.

A mon directeur de Thèse

**Monsieur le Docteur RONY,**

Tu me fais l'honneur de diriger cette thèse.

C'est à ta patience, franchise, justesse et organisation que je voudrai ce jour faire honneur. Nous savons, toi comme moi, que jusqu'à mai dernier rien n'était joué. Tu as su croire en moi, me guider, accepter mes nombreux retards dans ce travail, réalimenter ma volonté d'aller jusqu'au bout dans les moments où j'étais au plus bas, et faire briller ce travail jusqu'à la dernière minute. J'ai pu alors, avec surprise, découvrir ton amour des belles lettres et des plumes les plus romanesques. Au bloc comme dans le service tu restes un modèle d'ordre et d'efficacité, puisses-tu être encore longtemps le sémaphore éclairant la mer houleuse de notre internat. Je salue ici, certes avec humour, ton aide et ta présence à mes côtés dans ce travail sans quoi rien n'aurait été possible. Merci !

Sois assuré de mon éternelle reconnaissance comme de mon plus profond respect.

A mes membres du Jury

**Monsieur le Docteur HUBERT,**

Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse.

Vous avez répondu sans hésitation aucune présent pour faire partie de mon Jury, comme à chaque demande de vos internes pour un coup de pouce. Je suis honoré et profondément touché de votre présence aujourd'hui. Vous étiez là au premier jour, entre deux blocs, pour recevoir vos internes promo 2017, et aujourd'hui vous êtes là, à la thèse de chacun. Externe parisien je n'imaginais pas une minute une chose pareille. Merci de votre implication, apprentissage, expertise, rigueur et organisation, de votre humour ainsi que de vos valeurs humaines qui façonnent le service et inspirent vos internes. Vos enseignements me sont précieux et j'espère en être digne aujourd'hui comme plus tard.

Soyez assuré de mon éternelle reconnaissance et de mon plus profond respect.

**Monsieur le Docteur FAGUER,**

Tu me fais l'honneur de juger ma thèse.

Qui de mieux placer d'ailleurs pour discuter SpineJack et chirurgie rachidienne. Merci de m'avoir transmis la passion et la curiosité d'aller plus en avant dans cette discipline. Il me tarde de travailler à nouveau avec toi et de profiter de tes enseignements. J'espère que ce travail de thèse te rendra fier, laissant apercevoir la possibilité d'autres travaux du genre, plus ambitieux encore, basé sur ce fastidieux recueil de data. Merci de ta confiance.

Sois assuré de mon plus profond respect et de mon éternelle reconnaissance.

# REMERCIEMENTS

A mes Maîtres d'internat,

**Du service d'Orthopédie du CHU d'Angers,**

**Monsieur le Docteur TALHA,**

Calme et maîtrise vous caractérisent, et c'est à votre contact qu'on apprend la première des leçons de chirurgie : ne pas se laisser déstabiliser, garder la maîtrise. Suivront l'ensemble des principes et déclinaisons de la « boîte à outils » de l'orthopédiste, sortable à chaque moment de doute face aux fractures les plus complexes. Merci de votre expertise et de vos enseignements chirurgicaux. Je vous souhaite une belle continuation, marquée de greens de golfs et de Romanée Conti. Soyez assuré de mon éternelle reconnaissance et de mon plus profond respect.

**Monsieur le Docteur STEIGER,**

Ôh Grand Monsieur, comme il est bon d'avoir votre bureau si proche du notre, nous pouvons ainsi partager notre addiction à la caféine pendant que d'autres préfèrent la nicotine. Ta maîtrise chirurgicale force admiration et respect, elle est une source quotidienne d'enseignements. Merci de la transmission de ton savoir en staff comme au bloc, face à la cheville ouverte d'un déchoc discutant substituts osseux comme devant la hanche d'un patient débattant longueur de tige. Je garde l'espoir d'un jour d'échanger sur du rachis, une tasse de ce café à la main, fruit du labeur des civettes indonésiennes dont je te parlais la dernière fois.

Sois assuré de mon éternelle reconnaissance et de mon plus profond respect.

**Monsieur le Docteur DUCELLIER,**

Merci. Merci d'être ce chef toujours présent pour ses internes, au staff du matin comme du lundi soir, au bloc comme en consultation, dans les couloirs et bureaux du service comme en HUGOrtho. Merci de tes enseignements, de tes mots justes. Les débuts n'ont pas été faciles, je me souviens de ma première DHS avec toi... Aujourd'hui j'écoute du Bob Dylan, Guns & Roses, Prince, devenant mes classiques au côté de Jimmy Hendrix, SRV et Led Zeppelin, puis finalement la DHS finit par être posée. Ces quelques lignes sont peu de chose pour t'exprimer toute ma gratitude. J'espère profiter encore longtemps de tes conseils et de ta droiture exemplaire. Puisse cette barbe perdurer (huile de ricin et brossages journaliers).

Sois assuré de mon éternelle reconnaissance et de mon plus profond respect.

**Monsieur le Docteur LANCIGU,**

A chaque bloc, un plaisir. A chaque garde, un clou de jambe. Il est plaisant de profiter de tes enseignements et d'autant plus dans un esprit de compagnonnage. Merci pour ces moments à discuter, à rire, à apprendre, à chaque rencontre. Merci de ta clairvoyance et de tes conseils d'avenir. Je fais le souhait d'être un jour comme tu es avec tes internes, bien veillant, aidant et à l'écoute, aux justes et adaptés à la situation.

Sois assuré de mon éternelle reconnaissance et de mon plus profond respect.

**Madame le Docteur LE BAIL,**

Merci pour ta bienveillance, ta guidance médicale, tu es un modèle d'altruisme et tu es le rappel quotidien de pourquoi je voulais devenir docteur : me sentir utile en aidant les autres, mes patients.

A mes chefs de clinique de début d'internat,

**Monsieur le Docteur RUIZ,**

Ia Orana Taote, j'espère que tu vis ta meilleure vie sur les Iles Sous Le Vent, pour cela je te fais confiance. Merci pour ces leçons précieuses du premier semestre, ta rigueur et ta légendaire ponctualité, un exemple. J'espère te revoir un jour, sans confinement pour l'empêcher cette fois ci.

**Monsieur le Docteur COUPRY,**

Premier chef, première garde. Je me demandais où je débarquais avec ce chirurgien à la cagoule chirurgicale nouée à la Jack Sparrow. Puis j'ai vite vu l'humain, l'altruiste et le gentil. Je salue la transmission de ces valeurs que tu as à cœur. Merci ! Au plaisir de te recroiser à la clinique, au CHU, ou même au bar, tu connais mon numéro.

**Monsieur le Docteur PEYRONNET,**

A tes conseils avisés et ta clairvoyance. Nos discussions sont trop rares mais toujours enrichissantes. Merci de t'occuper de Martin pour nous, on arrive plus à le suivre niveau vélo.

**Monsieur le Docteur MARC,**

Qu'il est plaisant de revoir le petit ramoneur tant les semestres sans vous étaient trop longs. Merci de ta bienveillance et de ta générosité, au bloc, dans le service ou même au bar. Autant à l'aise sur un terrain de pétanque que sur un pilon ouvert, il est enrichissant de t'aider, regarder et échanger. Je ne fais que répéter sans cesse cette anecdote où de garde à Noël tu me convias à partager le repas de fête avec ta famille. Ce fût un moment qui me marqua et qui illustre parfaitement tes qualités humaines dont ton altruisme, faisant de toi un chef hors-pair.

**Monsieur le Docteur BUISSON,**

Altruiste et à l'écoute, tu as su m'inculquer les notions de respect et de dialogue avec le patient. Tu as été le premier chef à nous faire opérer pour certains de mes collègues et moi-même, et t'assurer par la suite que nous prenions à cœur la responsabilité qui nous incombe : voir nos patients, informer leur famille, les suivre et les accompagner. Merci.

**Monsieur le Docteur FERCHAUD,**

Dieu du stade, dieu du bloc, c'est à La Rochelle qu'aujourd'hui tu vis ta meilleure vie. Nous nous sommes trop peu croisés mais à chaque fois dans la bonne humeur. Merci pour la rigueur de tes conseils et enseignements, merci pour ton écoute.

**Monsieur le Docteur PINET,**

Justesse et rapidité, clarté de l'enseignement et disponibilité, ce sont des qualités qui t'honorent et qui inspire respect et exemplarité. Merci ces moments, en espérant te revoir un jour à Pau.

A mes chefs de clinique de fin d'internat,

**Madame le Docteur DUMARTINET,**

Encore désolé pour ces « horreurs » que tu peux entendre à la porte du DCO-C, mais elles sont dites dans les rires et la bonne humeur, toujours dans le respect. J'aurai pu avec humour mettre un simple « oui oui », expression qui marqua réciproquement nombre de nos échanges, à chaque fois pour sourire. Merci pour ces moments de bloc, merci de respecter mes moments où je râle et de râler avec moi. Merci pour les bonbons (faut refaire le plein, ça devient critique là !).

**Monsieur le Docteur GOMEZ,**

Délicatesse et propreté, le geste est noble et maîtrisé, au service d'une anxiolyse assumée. Beaucoup de gens pour nous faire grandir par la critique, mais trop peu par les compliments. Et c'est parce que tu sais exprimer les bonnes choses au bon moment pour chaque personne que lorsque tu critiques, on écoute, on apprend, on avance. Merci pour ta justesse, ton écoute, tes histoires de vie, tes expériences de bloc, ton altruisme et ta philosophie du clinicat. Si aujourd'hui je garde un stéthoscope à mon nom, non loin de mes blouses, c'est aussi grâce à toi qui J1 de mon internat m'a rappelé que j'étais aussi médecin. Merci pour tout !

## **Monsieur le Docteur BACHLER,**

A ces gardes sans pareille, à ces blocs PTO trop rares mais formateurs, merci patron, chapeau bas. Nous avons déjà eu l'occasion d'en discuter avant ton départ, même si je me répète alors, merci pour ta gentillesse et bienveillance. Je te souhaite le meilleur dans ton aventure lavalloise. Au plaisir de te revoir pour la pendaïson crémaillère !

## **Monsieur le Docteur POUDEROUX,**

Merci pour tes enseignements, tes tips au bloc, tes connaissances théoriques sans faille et l'aisance que tu as à les appliquer comme de les transmettre. Je te souhaite bonheur et réussite au Mans, et j'espère t'y recroiser un jour, au détour d'une chirurgie plaisir sur un talus ouvert ou d'un simple café.

## **Monsieur le Docteur PAUVERT,**

Je t'ai connu tu faisais ton semestre en chirurgie pédiatrique, au côté du brave POB et de la douce Soline. Timide et bourru au premier abord, j'ai eu plaisir à te découvrir, partager les gardes et les blocs, profiter de tes connaissances et de ta rigueur de travail. Merci pour ton humilité exemplaire, ton sens de l'humour et ta disponibilité. Au plaisir de te revoir et profiter de tes expériences et enseignements.

## **Aux secrétaires du service, belle équipe amatrice de douceurs papillaires, fleurs et belles voix, une touche de charme au service d'une élégante efficacité.**

Sophie et Anita, merci à toutes deux pour le semestre passé comme le présent. Sans vous je ne serai pas grand-chose. Votre remarquable organisation a été à l'épreuve de mon bordelisme, semestre après semestre. Merci de votre patience, de votre écoute, de vos clairs conseils, votre bonne humeur quotidienne et sans faille, ce même en cas de dictée de plus de 3 minutes. Vous allez me manquer en Neurochirurgie, mais Sophie m'a montré comment rediriger une dictée. Je pourrai alors vous transmettre mes plus beaux compte-rendu en alexandrins.

Valérie, Guylène, Déb, Sophie B, merci d'animer le 3<sup>e</sup> étage de votre sympathie et sourires, toujours un plaisir de venir vous embêter (rires).

Jess, Valérie, Sandrine merci de votre bonne humeur et de vos sourires, certes je viens trop peu vous voir au deuxième, mais c'est par peur qu'on me demande de vider la case de Guillaume (vieux traumatisme du premier semestre que voulez-vous).

Mention spéciale pour Chricri. J'étais le troisième interne de suite à abuser de ta gentillesse et de tes contacts. Tu as répondu « aucun problème » et aujourd'hui je soutiens ma thèse dans la plus classe des salles. Merci beaucoup !

## **Au personnel infirmier du DCO et des consultations,**

Merci pour votre travail, votre investissement et votre bonne humeur à toute épreuve. Merci pour votre dévouement et votre patience que ce soit avec nos patients comme avec vos internes. Votre implication force le respect et je suis fier de travailler à vos côtés.

## **Au personnel du bloc opératoire,**

Merci de votre patience et soutien sans faille, sur les blocs les plus complexes comme tout au long de notre formation. J'ai une pensée émue pour les plus « anciens » qui nous ont vu grandir. Merci à vous, Denis (j'espère d'ailleurs que le mot « ancien » va te faire râler), Véro, Isabelle, Jenn, Lionel, Sophie, Julie, Seb, Christophe, Pierre, Germain, Valérie, Audrey et Lauren et bien d'autres. Je n'oublie pas le corps anesthésique sans qui les joutes verbales de part et d'autre du champs opératoire ne serait que des bips et des diagrammes de couleurs. Merci Manu et Benj, Flo, Chonchon, Cléor, et j'en oublie force de Propofol. Soyez assurés de mon éternelle reconnaissance, teintée de mon plus profond respect.

## **A mes Maîtres du CHM, anciens comme nouveaux,**

Monsieur le Docteur PIDHORZ, merci de votre soutien, de votre guidance sur ces premiers semestres d'internat. La route fût longue mais je n'oublie pas le Mans ni son mythique circuit des 24h. Merci.

Messieurs les Docteurs AL HOMSI, LAFORET, HAMDAL et MOUI, merci de vos précieux enseignements et de vos retours d'expérience au bloc opératoire.

Messieurs les docteurs ORAIN, COZMA, et désormais BORDURE, merci les gars pour ces blocs, ces gardes, ces premiers clous comme un grand. Dans l'espoir de vous revoir un jour.

## **A mes Maîtres en chirurgie vasculaire et thoracique du CHM,**

Mesdames les Docteurs LOUBIERE et BORCAN, merci pour votre patience, confiance et enseignements,

Monsieur le Docteur DEFONTAINE, dont j'ai piqué les blagues et expressions carabines,

Monsieur le Docteur D(I)EUSSETERNE, merci de m'avoir montré le rachis sous l'angle de la thoracoscopie, cela n'a fait qu'éveiller ma curiosité !

## **Ainsi que le personnel infirmier du bloc et du service d'Orthopédie du CHM,**

Adeuh à deux dans la piscine, Agnès, Marianne, Victorine, Laeti (la lumière c'est de la m\*ù`&), Vincente, Ophélie, Guigui ... Merci de votre patience et soutien sans faille, nous nous sommes certes rencontrés sur les premiers semestres de mon internat, mais nous n'avons pas perdu le contact. Vous êtes une belle équipe, une famille, en ortho comme en vasculaire. Votre travail force le respect et l'admiration, ça a toujours été plaisant de travailler avec vous. Merci, j'espère vous revoir un de ces jours de passage au Mans.

## **A mes Maîtres en chirurgie pédiatrique,**

Le Professeur MOUKOKO, les Docteurs BIN et HENRIC, merci de vos enseignements, se fût un semestre riche en rebondissements et en bons moments surtout.

## **A mes Maîtres du service de Neurochirurgie du CHU d'Angers,**

Monsieur le Professeur MENEI, je dois avant tout saluer votre équipe qui a su me transmettre le vis du rachis. Merci de me recevoir (à nouveau).

Monsieur le Docteur LEMEE, premier ondotoïde et la discussion qui en suivi, merci de ta patience, ton implication et tes encouragements. Hâte de te retrouver au bloc Larrey.

Monsieur le Docteur NADER, que de blocs ensemble, Finochietto et Kerrison n'ont qu'à bien se tenir désormais. C'est une joie et un honneur de vous retrouver au prochain semestre.

Messieurs les Docteurs DELION et LE FOURNIER, fine équipe émérite de neurochirurgiens pédiatriques, vous m'avez présenté mes Maîtres en chirurgie pédiatrique, nous avons fait les pires rachis déficitaires sur nos gardes, merci. J'ai hâte de vous revoir et d'entendre les conseils avisés de Grumpy Cat.

Monsieur le Docteur BERNARD, l'homme des nocturnes. Je me souviens encore t'avoir exprimé mon scepticisme face à une décompression de fosse postérieure en urgence, tu as insisté et tu as su me montrer qu'on pouvait aussi résoudre bien des maux en intracrânien, tout n'est pas que dans le rachis. Quelques mois plus tard nous avons revu ce patient en consultation : quelle récupération spectaculaire, tu avais raison. Merci de continuer à enrichir ma culture chirurgicale.

**A mes Maîtres du Centre du Rachis,**

Messieurs les Docteurs PARENT, PREBET, LUCAS et HAYEK, merci de vos enseignements, de votre bonne humeur et de votre engouement à transmettre votre savoir et expériences chirurgicales. J'espère collaborer à nouveau avec vous.

**Aux filles du Centre,**

Gaëlle, Delphine, merci de votre joie et bonne humeur au bloc opératoire. Toujours un plaisir d'avoir de nouvelles et de rire des anecdotes de bloc. Saluez Yaelle (si je ne la nomme pas je vais me faire taper sur les doigts) et le reste de l'équipe !

**A mes co-internes,**

Les plus vieux, bientôt chefs, Claire, Marin, Adrien, le duo Nostalgie Caro et Simon, merci pour ces soirées, votre aide dans le service comme en dehors, le DCO comme mon internat serait sans pareille sans vous. Aucun souci pour le futur !

Les plus jeunes, les pioupioux, Laura, Marine, Grégoire, Antoine, Jeannot (perpétue les œufs en entrée et en dessert Chez Pont Pont s'il te plaît), vous êtes entre de belles mains, profitez-en, restez curieux et travailleurs, attention le temps passe trop vite !

Spéciale dédicace à Sarah, tu as été mon premier pioupiou à charge. Dure charge de montrer l'exemple... Un plaisir donc de t'indiquer les meilleurs bars, débattre de culture chirurgicale, de ton parcours pro, puis parler chevaux, chats... Tu as su progressivement installer les bases d'une amitié solide. Ma pudeur comme ma timidité n'ont rien vu venir, bravo ! En contrepartie je ne compte pas m'arrêter de râler et j'ai plaisir à voir que tu prends le pli. Merci

Alexis, Taha, un plaisir de vous connaître, vous êtes des amis, des bons, merci pour votre humeur enjouée, toujours partant pour bosser, apprendre, et déconner. Suis fier d'évoluer à vos côtés.

**La Grande Cuvée 2017, ces deux Humains qui n'ont pas remarqué les messages sur les murs du bureau,**

Guillaume, premier co-interne, première soirée angevine et je passe les suivantes, les vrais sachent. Entre les santiags clinquantes du patron, les râlements de gorges réduits d'un davier, jeux de mots et vannes qui épuisent la patience de nos chefs et infirmières, que de bons moments. Ma jalousie vis-à-vis de tes cheveux de riche a su trouver remède dans la tienne vis-à-vis de mon physique avantageux. A ta passion incomprise pour Indochine et les douches du rugby... ça te fait rire mais ça inquiète les autres. Merci pour ton humour, ta rigueur et ton altruisme. J'ai appris et progressé à tes côtés, et je continue encore de profiter de ta curiosité débordante pour notre discipline. Ton avenir est tout tracé, radieux, mais pars pas trop loin non plus !

Martin, depuis le temps que je voulais travailler avec toi vieille branche ! Nous voilà enfin réunis, tous les 3 dans le mythique bureau du DCO C. Guillaume m'avait prévenu et je n'ai pas été déçu : un grand Homme, altruiste et sensible, dont le bordel et l'odeur font aussi le charme diront ces (ex)dames. Te voilà heureux, de la pédale, et tu combles Madame du bonheur qu'elle te rend (quelle histoire encore que votre rencontre !). Toujours de retour avec une expression, une anecdote drôle ou embarrassante, au détour d'une belle écoute et de justes conseils. Merci pour ces moments, ces soirées à écouter pour la première fois du métal et s'endormir ivres devant, ces sorties, ces staffs et ces blocs. Ne pars pas trop loin non plus, ça va me revenir cher en déplacements !

**Mes potes de l'internat d'Angers,**

Soline, Rose, Juliette, Quentin, que le temps a coulé sous les ponts et pourtant lorsque l'on ne se retrouve rien n'a changé. J'ai eu plaisir à évoluer, grandir à vos côtés. Nous n'avons pas besoin de se parler tous les jours pour se comprendre, se connaître et s'épauler. Merci d'être là !

P-E, on se suit depuis l'externat parisien, nous avons partagé l'internat avec les zozos précédents, et désormais tu te la coules douce aux côtés de l'adorable Catherine. Merci de ton soutien, de ton écoute et ta présence à chaque moment de haut comme de bas. Au grand médecin psychiatre que tu es en train de devenir, au bobo hypster que tu n'arrives pas à éviter d'être, cet internat n'aurait pu être aussi heureux sans toi mon poulet. Merci d'être toi.

**Aux potes angevins (voire nantais),**

Louise, Diou, Laura, Stacy, et la belle Zézé, quelle bande, quelle famille. Merci pour tous ces moments, soirées et rires, nos sorties marché du samedi matin les yeux agressés par le soleil et l'humeur se désembuant grâce au café chantilly. Robin, le frerot, le sang de la veine, mon coloc en direct d'Ômiens, merci pour ces fous rires, ces soirées arrosées, ce quotidien marqué de bouffes et de films aux scénarios les plus mauvais. Je veux rendre hommage à tes efforts de désensibilisation vis-à-vis de Chapline, n'énanmoins je suis au regret que ces efforts ne soient pas répétés quant aux murs et cadres de l'appartement. Ces derniers ne nous ont toujours pas vu nous calmer en soirée, R.I.P notre ficus au passage. (Si un jour notre proprio lit ça...)

Elina et Mavro, team CAVES rpz. Mavro merci pour ces longues soirées à apprendre les limites du spleen, tes histoires Tinder rocambolesques, le tout marqué d'un cigarillo. Elina, merci pour ta présence, ton rire, tes mots et soutiens, ta gentillesse, j'espère avoir été à l'écoute pour ces moments les plus bas, et te rendre l'appareil pour ces moments où tu m'écoutes penser à voix haute. Merci d'être toi.

Marie et Julien, sont propriétaires, comme La Fouine. Merci pour votre amitié, votre écoute et soutien, vos soirées. Il est aussi bon d'être votre collègue que votre ami.

Martin H., merci pour ces vacances Insta, merci pour tes appels opportuns et nos beaux moments de rigolade. Des soirées déguisées du Mans à ta chambre d'adolescent à la colloc... Merci d'être là, merci d'être toi.

**Aux petits copains d'Asnières,**

Chloé, Louise, Marie, Léana, Mel, Alex, Romain, Ben, les Nicolas, Hugo (le ricain) : la deuxième famille ! Cela m'a fait tellement de bien de vous revoir le mois dernier, pour célébrer (ENFIN !) l'union de Chloé et Baptiste, premier mariage de la bande et je l'espère début d'une longue série d'événements heureux en votre compagnie. On se voit trop peu et pourtant rien ne change, comme au premier jour, complices et déconneurs. Merci d'être aussi grands, d'être aussi beaux, vos âmes sont lumineuses. Merci de votre humour et de vos qualités humaines.

**Aux frérots, le sang de la veine,**

Nico, Félix, Baptiste, Aurèle, trop peu de ligne pour honorer nos amitiés. On se le dit trop souvent quand on se croise et pourtant pas assez quand on s'éparpille à nouveau aux quatre coins de l'hexagone : trop fier de vous connaître les gars. Depuis la 6<sup>e</sup> pour Nicolas, puis Baptiste, depuis le lycée pour Félix et Aurèle, toujours là, de loin ou de près pour chaque étape de ma vie de bonhomme, de médecin. Merci les gars, j'écris ces lignes en regardant nos dernières photos de soirées, tant de temps passé, tant de rires et d'histoires, d'épopées culinaires comme de week end de fêtes.

J'ai à cœur de vous garder, jamais trop loin, au moins jusqu'à la fin (j'ai réservé une même chambre à l'EHPAD).

# REMERCIEMENTS

## **A ma famille,**

Je ne suis clairement pas le membre le plus actif, le plus présent pour vous, perclus de pudeur et cherchant quotidiennement ce que j'ai au bout du nez, j'en oublie trop souvent ce que je porte sur le dos : un sac plein de vos espoirs, sourires et soutiens. Vous êtes l'ultime épaule sur laquelle je me pose pour réfléchir, penser et retrouver le sens de mes affaires ou l'horizon de mes objectifs. Vous êtes à la fois le moteur et son carburant, la vis et sa plaque, la greffe et sa cage, source une parfaite tenue au sein d'une éblouissante dynamique. Je vous aime.

Ma Tata adorée, mon oncle, vous avez participé à façonner l'Homme que je suis aujourd'hui et donc en partie le médecin. Je ne saurai vous rendre votre amour tant il est fort. Merci pour tout.

Mes cousines, qu'est ce je suis fier de vous, des femmes que vous êtes devenues. Merci d'être vous.

Mon cousin Benjamin et ma cousine Charlotte, je suis tout aussi fier de vous. Merci Ben d'être là pour nos grands-parents, de leur rendre l'attention et l'amour qu'ils nous ont donné enfants. Charlotte bravo pour cette belle carrière de pharmacienne qui s'offre à toi.

Mon Père, j'espère te rendre fier en cette nouvelle étape de ce long cursus. Merci d'avoir toujours répondu présent pour ton fils, tu es un soutien infaillible et une oreille attentive. Je t'aime.

Ma Mère, j'espère aussi te rendre fière aujourd'hui, je ne mets peut-être pas toujours mon bonnet avant de sortir en hiver, mais je perpétue ton éducation et m'efforce de faire la joie et la fierté de ma famille. Tu es le solide pilier à l'épreuve de mes doutes, l'héroïne du gamin que j'étais et l'épaule aimante du grand garçon que je suis devenu. Je t'aime.

Mes grands-parents PUJOT et HAMEL, mes deuxièmes parents, mes guides d'hier et d'aujourd'hui, j'espère aussi vous rendre fiers et être digne de tout l'amour que vous m'avez donné.

Zouzou, Nono, je pense souvent à vous, tous les jours, vous me manquez.

Liline, Jacques, je vous aime, j'ai hâte de vous retrouver.



## Liste des abréviations

OP	Ostéosynthèse postérieure
SJ	SpineJack®
HV	Hauteur vertébrale
ODI	Oswestry Disability Index
FV	Fracture vertébrale
AMO	Ablation de matériel d'ostéosynthèse
CV	Cobb vertébral
MISS	Mini Invasive Spine Surgery

# **Plan**

## **RESUME**

## **INTRODUCTION**

## **MÉTHODES**

### **1. Patients**

### **2. Techniques Chirurgicales**

- 2.1. Vertébroplastie par SpineJack® (Groupe SJ)
- 2.2. Ostéosynthèse par voie postérieure (groupe OP)
  - 2.2.1. Ostéosynthèse à ciel ouvert CD Horizon® - Legacy™
  - 2.2.2. Ostéosynthèse percutanée CD Horizon® - Longitude™

### **3. Méthodes d'évaluation**

### **4. Statistiques**

## **RÉSULTATS**

### **1. Résultats radiologiques**

- 1.1. Perte de hauteur vertébrale (Tableau II)
- 1.2. Diminution de l'angle de Cobb vertébral (Tableau III)

### **2. Résultats cliniques**

### **3. Complications**

## **DISCUSSION**

## **CONCLUSION**

## **BIBLIOGRAPHIE**

## **LISTE DES FIGURES**

## **LISTE DES TABLEAUX**

## **TABLE DES MATIERES**

## **ANNEXES**

## RESUME

Introduction : Les fractures thoracolombaires Magerl A ont une incidence de dix mille cas par an. Le traitement des tassements les plus instables (A3) utilise majoritairement des ostéosynthèses par instrumentation postérieure (OP). De nouvelles techniques comme le SpineJack® (SJ) ont fait preuve de leur efficacité pour la prise en charge des tassements ostéoporotiques. L'objectif de ce travail était de comparer les SJ au OP pour les fractures Magerl A3, l'hypothèse étant que le SJ permettait une restitution de la hauteur vertébrale supérieure aux OP avec d'aussi bons résultats cliniques et une morbidité moindre.

Matériel et Méthode : Cette étude rétrospective cas-témoin, monocentrique, menée du 01/02/2016 au 31/08/2020, incluait les patients ayant présenté une fracture Magerl A3 traumatique (non-ostéoporotique), non déficitaire, présentant une angulation sagittale  $> 15^\circ$ , un tassement inférieur à 75 % du corps et un recul du mur  $< 50\%$  du canal vertébral. 18 patients ont été opérés d'un SJ (Vexim, Balma, France) et 9 patients d'une OP (CD Horizon™-Longitude® ou CD Horizon® Legacy™, Medtronic, Memphis, USA). Le critère de jugement principal était la restitution de la hauteur vertébrale à 3 mois post-opératoires. Les critères de jugement secondaires étaient le maintien de la restitution de la hauteur vertébrale (HV) dans le temps contrôlée à 1 an post-opératoire, le gain de récupération de la cyphose locale et le Score ODI (Oswestry Disability Index).

Résultats : Le pourcentage de perte de hauteur vertébrale moyen à 3 mois dans le groupe SJ était de  $HV_{SJ-3\text{mois}} 4,8\% \pm 6,9 [-4,7 - 20,1]$  contre  $HV_{OP-3\text{mois}} 21,34\% \pm 12,0 [7,3 - 51,4]$  ( $p = 0,002$ ) dans le groupe OP. Ce constat était durable dans le temps pour les deux groupes avec une absence de différence entre  $HV_{3\text{mois}}$  et  $HV_{1\text{an}}$  ( $p > 0,05$ ). Il n'existait pas de différence pour les groupes SJ et OP concernant l'ODI à un an.

Conclusion : Le SJ est une technique permettant une restitution de la hauteur vertébrale durable dans le temps pour les fractures Magerl A3 non neurotoxiques. Pour autant, la technique utilisée ne semble pas avoir d'influence sur le résultat clinique.

Niveau de preuve : III

Mots clés : SpineJack Dilatators ; ostéosynthèse par instrumentation postérieure ; fractures tassements vertébraux thoracolombaires ; Magerl A3.

# INTRODUCTION

Les fractures du rachis thoraco-lombaire sont des traumatismes à relativement haute énergie (à l'exception des fractures ostéoporotiques du sujet âgé). Leur incidence est estimée à une dizaine de milliers de cas par an en France avec une majorité de fractures siégeant entre T10 et L2 (60%) [1-2]. Les fractures Magerl A (mécanisme en compression) représentent près de 60% des fractures thoracolombaire [3]. Le sous-groupe A3 correspond aux fractures par éclatement (burst-fracture) avec une instabilité en lien avec une cyphose locale augmentée et un risque de compression neurologique par recul du mur postérieur [2].

A ce jour, il existe différentes techniques de prise en charge pour ce type de fracture allant du traitement orthopédique par corset à l'ostéosynthèse, percutanée ou à ciel ouvert, associée ou non à une arthrodèse des articulaires postérieures. D'autres techniques comme les vertébroplasties comblées par une cimentoplastie ont également leur place dans la prise en charge de ce type de fracture se déclinant de la kyphoplastie au ballonnet à des dispositifs récents intracorporeaux [4-6]. Les techniques percutanées (ostéosynthèse percutanée ou vertébroplastie) ont été développées pour limiter les traumatismes musculaires dû à l'abord chirurgical [7]. Le dispositif le plus récent, le SpineJack® (SJ) (Vexim, Balma, France), a montré sa supériorité en terme de restitution de la hauteur vertébrale par rapport à la kyphoplastie par ballonnet avec une diminution du risque de fuite de ciment paravertébral [8-14]. Les études démontrant son efficacité et sa sécurité sont nombreuses mais ne concernent que les fractures ostéoporotiques ou des modèles cadavériques [8-16].

A l'heure actuelle, aucun consensus fort en ce qui concerne la technique chirurgicale à utiliser n'existe pour la prise en charge des fractures vertébrales de l'étage thoraco-lombaire Magerl A3 [7]. L'objectif de ce travail était donc de comparer les résultats radiologiques : restitution de la hauteur vertébrale à 3 mois et sa stabilité dans le temps, ainsi que les résultats cliniques

des SJ par rapport aux techniques d'ostéosynthèse par instrumentation postérieure (OP) dans les fractures Magerl A3 du rachis thoracolumbaire de l'adulte.

L'hypothèse était que la technique par SJ permet une meilleure restitution de la hauteur vertébrale et ce, de manière pérenne dans le temps, par rapport aux techniques d'OP.

# MÉTHODES

Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de notre institution et a obtenu de la CNIL le numéro n°ar21-0080v0.

## 1. Patients

Il s'agissait d'une étude rétrospective cas-témoin, menée entre le 01/02/2016 et le 31/08/2020 comparant deux groupes de fractures Magerl A3. Tous les patients ont bénéficié à leur arrivée d'un scanner du rachis thoraco-lombaire.

Les fractures Magerl A3 présentant les caractéristiques suivantes : non neurotoxique (non déficitaire), une angulation vertébrale supérieure ou égale à 15° sur les coupes sagittales scannographiques, un tassement corporel de moins de 75%, et en cas de recul du mur postérieur, moins de 50% d'encombrement canalaire ont été incluses [7]. Les fractures pathologiques (tumoraux, métastatiques) et les fractures ostéoporotiques ont été exclues.

En fonction de l'équipe chirurgicale prenant en charge les patients la technique chirurgicale différait : l'équipe de Neurochirurgie réalisait des SJ ; l'équipe de Chirurgie Osseuse réalisait des OP. Les OP réalisées étaient soit à ciel ouvert avec l'ancillaire CD Horizon® - Legacy™ (Medtronic, Memphis, USA), soit percutanée par CD Horizon® - Longitude™ (Medtronic, Memphis, USA) (cf. infra)

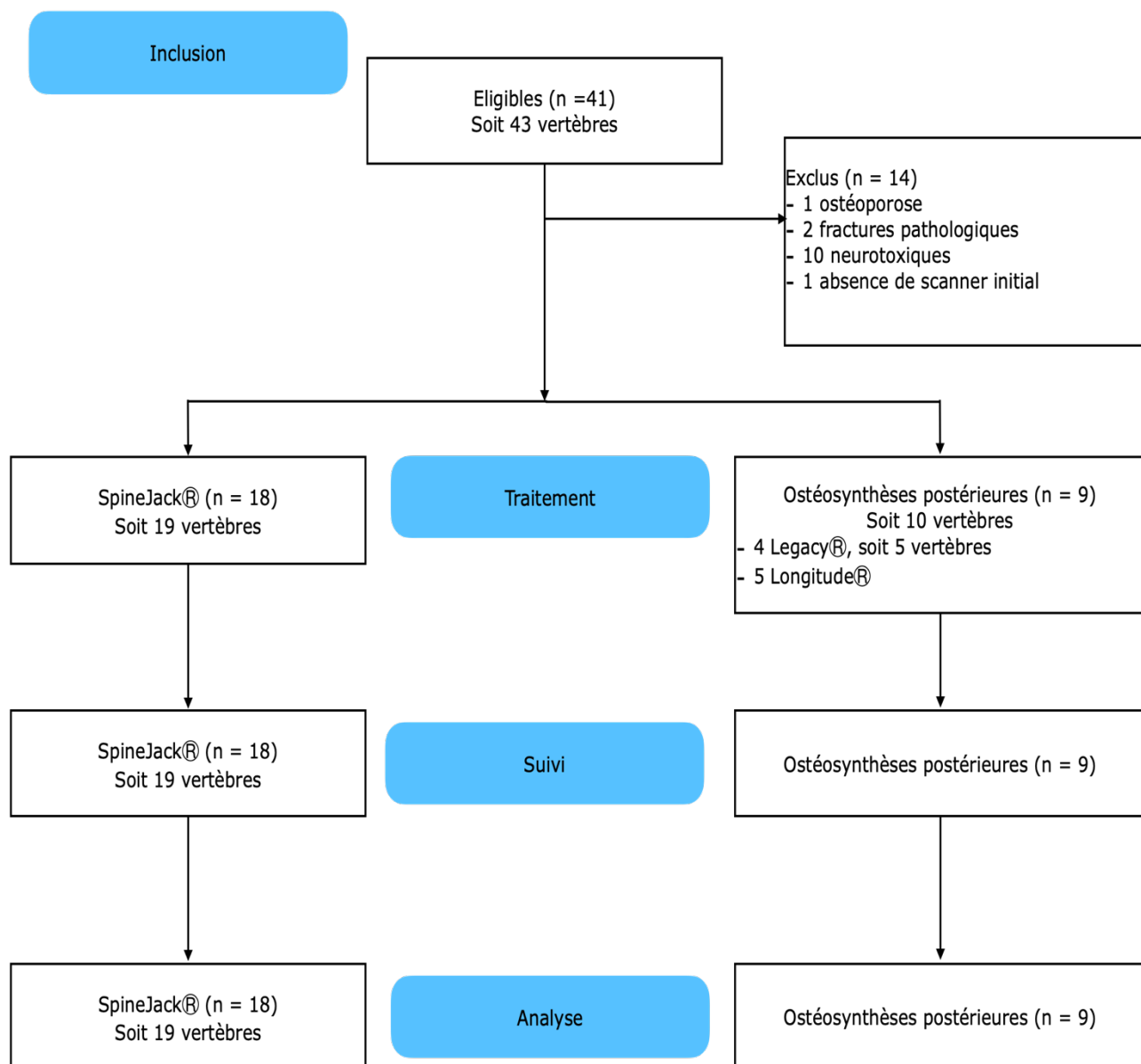


Figure 1 : Flow chart

La moyenne d'âge était de 51,1 ans  $\pm$  19,1 [17 - 86] pour le groupe SJ totalisant 19 fractures Magerl A3 et de 43,3 ans  $\pm$  19,9 [21 - 77] pour le groupe OP totalisant 10 fractures Magerl A3. Le groupe SJ comptait 21 fractures vertébrales, dont 3 patients avec 2 fractures de niveaux adjacents, soit deux fractures A3 adjacentes traitées par SJ, une A3 opérée avec une fracture de groupe Magerl A1 traitée fonctionnellement ou bien connaissant une cimentoplastie dans le même temps que le SJ. Une analyse de tous les dossiers avec un suivi à un an a été réalisée. Les données démographiques collectées sont résumées dans le tableau I.



Tableau I : Données démographiques

Variable	Groupe SJ (n = 18)	Groupe OP (n=9)	p-value
<b>Âge (années)</b>	51,1 ± 19,1 [17 - 86]	43,3 ± 19,9 [21 - 77]	0,35
<b>Sexe</b>			0,6
Homme	8 (44%)	5 (56%)	
Femme	10 (56%)	4 (44%)	
<b>IMC (Kg/m2)</b>	25,16 ± 4,9 [19 - 38]	27 ± 2,8 [23 - 31]	0,23
<b>Diabète</b>	1	0	0,33
<b>Tabac</b>	3	3	0,39
<b>Antécédents</b>			
• Cardio-vasculaires	4 (72%)	1 (11%)	0,47
• Thrombo-emboliques	1 (5%)	0	0,33
• Anticoagulation	0	1 (11%)	0,35
<b>État général avant accident</b>	0 ± 0,57 [0 - 2]	0 ± 0,33 [0 - 1]	0,35
• Score OMS (0 à 4/4)			
<b>Travailleur (avant chirurgie)</b>	13 (72%)	8 (89%)	0,29
• Port de charges lourdes	10 (76%)	4 (50%)	
<b>Haute cinétique</b>	14 (78%)	8 (88%)	0,47
• Chute de hauteur	7	4	
• Accident de la route	7	4	
<b>Polytraumatisé</b>	3 (17%)	5 (56%)	0,07
• Cardio-pulmonaire	0	1	
• Neurologique	0	0	
• Fracture(s) périphérique(s)	3 (17%)	6 (66%)	0,02
<b>Total fractures vertébrales</b>	21	10	NS
• Cimentoplastie	1	0	
• Traitement fonctionnel	1	0	

<b>&gt; 1 fracture vertébrale / sujet</b>	3 (17%)	1 (11%)	0,7
• Niveaux adjacents	3	1	
<b>Nombre vertèbres opérées</b>	19	10	
Sous type Magerl A3			
• 3.1	17 (89%)	7 (70%)	0,27
• 3.2	2 (11%)	3 (30%)	0,27
• 3.3	0	0	
<b>Niveaux opérés</b>			
• T5	1	0	NS
• T12	5	0	
• L1	10	3	
• L2	1	4	
• L3	1	3	
<b>Délai chirurgie (jours)</b>	6,7 ± 3,9 [1 - 17]	3 ± 2,3 [0 - 8]	0,004
<b>Durée hospitalisation (jours)</b>	1,9 ± 0,96 [1 - 5]	6,2 ± 2,9 [2 - 11]	0,002

## 2. Techniques Chirurgicales

### 2.1. Vertébroplastie par SpineJack® (Groupe SJ)

Le SJ était disponible en 3 tailles (4.2, 5 ou 5.8 mm), choisie en fonction du diamètre interne de chaque pédicule : au minimum 5 mm sur les coupes axiales scannographiques, afin de pouvoir y insérer la plus petite taille 4.2, jusqu'au corps vertébral, via des visées pédiculaires [12 ; 17].

L'opération était réalisée sous anesthésie générale, installation du patient en décubitus ventral, permettant une réduction minimale de la fracture, en salle de radiologie interventionnelle. Les visées pédiculaires étaient réalisées sous contrôle radioscopique de face et de profil, permettant l'introduction bilatérale de trocars jusqu'au corps vertébral [7]. Les trocars étaient successivement remplacés par des canules de travail et la chambre d'implantation était préparée à l'aide de fantômes des implants. Après contrôle de la position, les fantômes étaient remplacés par les implants. Leur expansion bilatérale, symétrique, et contrôlée, comparable à des crics, permettait un réhaussement du plateau vertébral supérieur. Du ciment de type polyméthylméthacrylate (PMMA) de haute viscosité était ensuite injecté, en lieu et place de l'espace regagné par les crics, sous contrôles radioscopiques répétés afin de s'assurer de l'absence de fuites paravertébrales ou intracanalaires. (Figure 2)

Les patients opérés par SpineJack® étaient sortants d'hospitalisation dès le lendemain de l'intervention, après la réalisation d'une radiographie en charge et fait le premier lever à l'aide du kinésithérapeute. Les patients étaient revus à 3 mois post-opératoires et à un an post-opératoire.

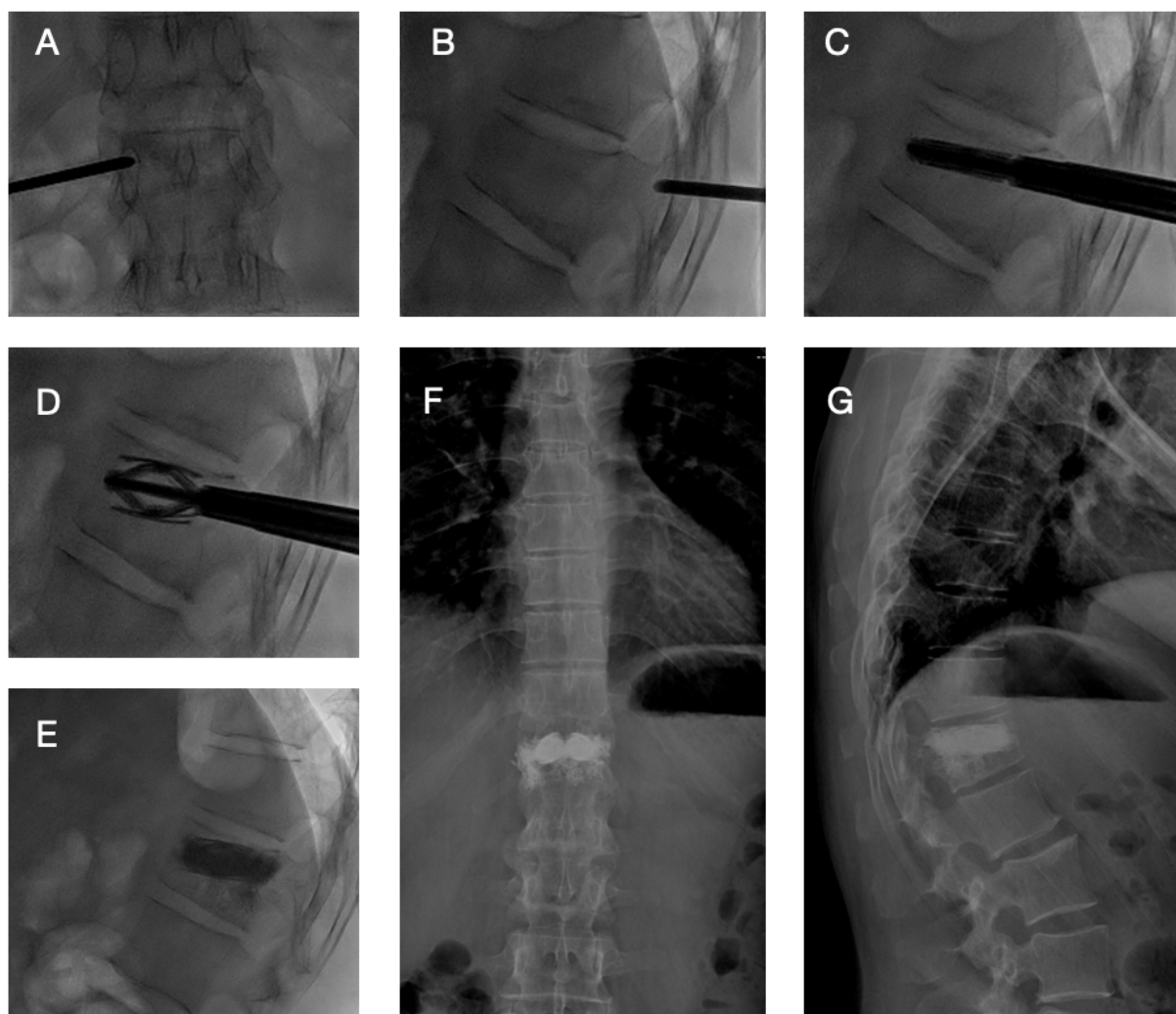


Figure 2 : Vertébroplastie par SpineJack®

A. Visée pédiculaire sous contrôle radioscopie de face ; B. Visée pédiculaire sous contrôle radioscopie de profil ; C. Insertion des crics dans le corps vertébral ; D. Déploiement des crics ; E. Contrôle radioscopique final après cimentoplastie ; F. Contrôle radiographique post-opératoire de face ; G. Contrôle radiographique post-opératoire de profil.

## 2.2. Ostéosynthèse par voie postérieure (groupe OP)

Elles se réalisaient aussi sous anesthésie générale, le patient installé en décubitus ventral, en hyperlordose lombaire sur table à rachis, réduisant ainsi en grande partie la fracture. Réduction qui sera alors maintenue par l'instrumentation postérieure.

### 2.2.1. Ostéosynthèse à ciel ouvert CD Horizon® - Legacy™

L'abord chirurgical était postérieur médian, centré sur la vertèbre fracturée, étendu aux étages supérieur et inférieur. La voie d'abord était inter-myo-épineuse, bilatérale, décollant les masses musculaires paravertébrales jusqu'à exposer la racine des apophyses transverses. Les trajets, diamètres et longueurs des vis étaient au préalable mesurés sur les coupes scannographiques pré-opératoires. La visée pédiculaire se faisait selon les principes de R. Roy-Camille, 1 mm en-dessous de l'interligne articulaire [18], au croisement du prolongement latéral de l'articulaire supérieure sous-jacente et de la droite coupant l'apophyse transverse sur sa longueur. Le vissage se faisait sous contrôle radioscopie de face et de profil. Un montage court était réalisé à l'aide de tiges de titane, cintrées en légère lordose, verrouillées par des bouchons vissés aux têtes de vis [19]. (Figure 3)

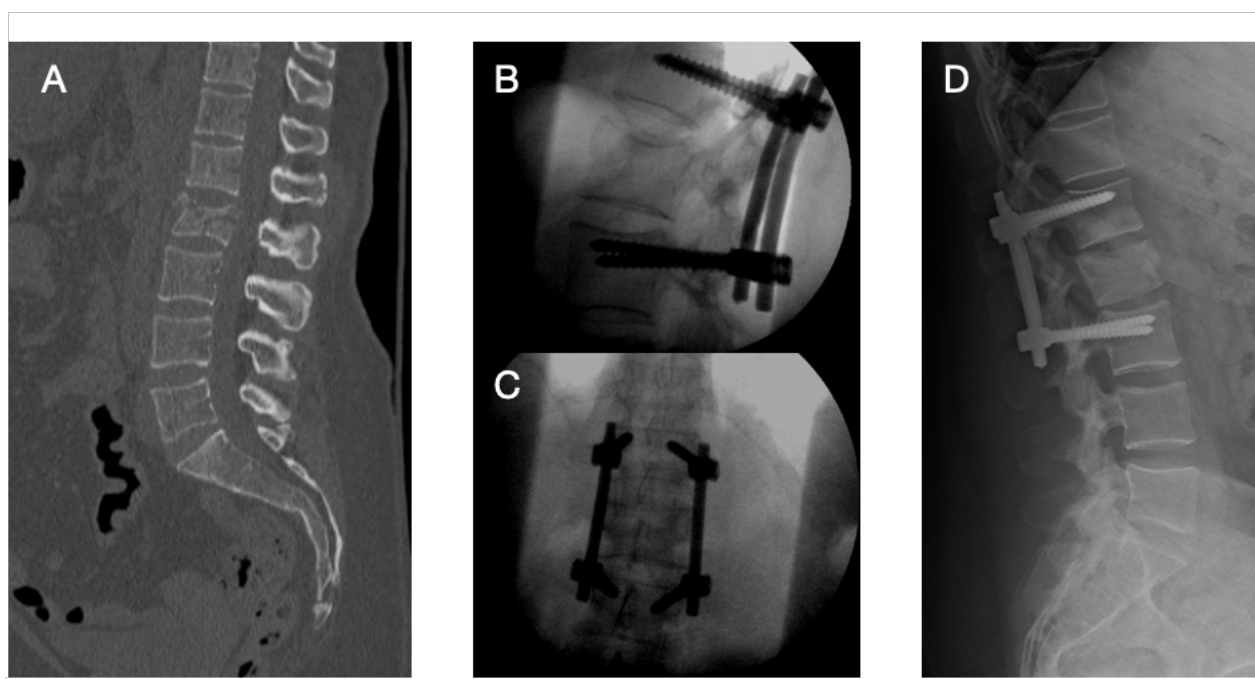


Figure 3 : Ostéosynthèse postérieure par Legacy®

A. Coupe sagittale pré-opératoire, fracture Magerl A3.2 de L2 ; B. Contrôle radioscopique per-opératoire de profil ; C. Contrôle radioscopique per-opératoire de face ; D. Radiographie post-opératoire de profil en charge.

Les fractures incluses dans cette étude n'étant ni déficitaires ni neurotoxiques avec un recul du mur postérieur inférieur à 50% du canal rachidien, aucune laminectomie à visée décompressive n'a été associée au geste d'ostéosynthèse.

### 2.2.2. Ostéosynthèse percutanée CD Horizon® - Longitude™

L'ostéosynthèse percutanée suivait le même principe qu'à ciel ouvert, à la particularité près d'un ancillaire spécifique permettant un vissage sur broches guides. En effet, les broches guides étaient introduites en trans-musculaire, de la peau aux pédicules, sous contrôle radioscopique [7]. L'ancillaire permettait ensuite de glisser en sous-fascial, dans chacune des têtes de vis, une tige de titane cintrée. (Figure 4)

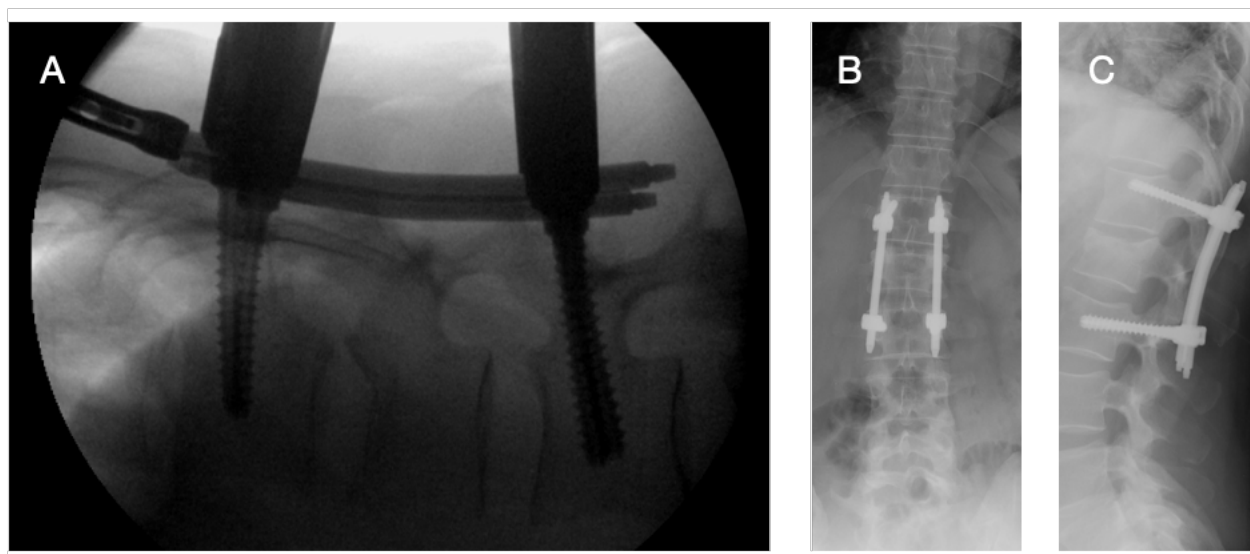


Figure 4 : Ostéosynthèse postérieure par Longitude®

A. Passage sous-fascial des tiges sous contrôle radioscopique de profil ; B. Radiographie post-opératoire de face ; C. Radiographie post-opératoire de profil.

Les patients étaient sortants d'hospitalisation selon leurs besoins en soins de suite ou non, soit en fonction des lésions traumatiques associées et de l'observance possible ou non de la convalescence au domicile (appareillage, handicap et entourage...). Les ostéosynthèses par instrumentation postérieure étaient suivies à 3 mois, 6 mois, 1 an post-opératoire. L'ablation

du matériel d'ostéosynthèse était systématiquement proposée à distance, une fois la consolidation acquise.

### 3. Méthodes d'évaluation

L'objectif principal était de comparer les résultats radiologiques de la restitution de la hauteur vertébrale fracturée à 3 mois post-opératoires dans chacun des groupes. La perte de hauteur était quant à elle exprimée en pourcentage, calculée par la différence de la hauteur vertébrale antérieure de la vertèbre lésée à la moyenne des hauteurs vertébrales antérieures sus et sous-jacentes, rapportée à cette même moyenne [20]. La différence pré et post-opératoire de cette mesure permettait de calculer le regain de hauteur donné puis lors du suivi radiologique sa pérennisation ou au contraire une perte. La hauteur antérieure était mesurée en millimètres sur les coupes sagittales de scanner passant par le milieu de la vertèbre mesurée. (Figure 5)

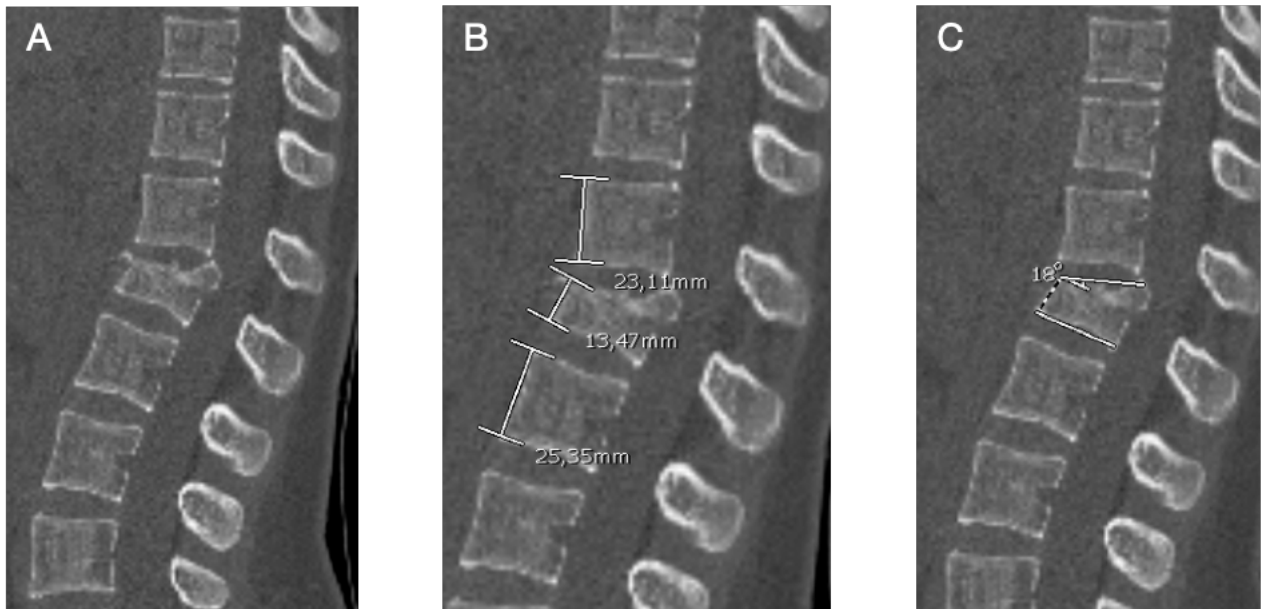


Figure 5 : Mesures radiologiques

A. Coupe sagittale scannographique pré-opératoire ; B. Mesures des HV antérieures saines et pathologiques ; C. Mesure de la cyphose locale (angle de Cobb vertébral).

Les hauteurs des vertèbres saines ainsi mesurées étaient reportées sur les échelles des clichés radiographiques de suivi post-opératoire pour servir d'étalon. La mesure de la hauteur de la vertèbre tassée se faisait alors sur la base de cet étalonnage, garantissant la même échelle pour chaque mesure propre à un patient au cours de son suivi. Comme 0% de perte était considéré à un retour à la taille initiale (ni gain ni perte), un pourcentage de perte négatif était un gain de hauteur dû au ciment ou à la consolidation osseuse.

Ces mesures radiographiques ont été réalisées par un examinateur indépendant trois fois à l'aide d'un mètre numérique intégré au système d'archivage numérique (Synapse®, Fujifilm Medical Systems, Etats-Unis, version 4.1). Le critère de jugement principal était la présence d'une différence significative dans la restitution de la hauteur vertébrale moyenne entre les groupes SJ et OP.

Les critères de jugement secondaires étaient le maintien de la restitution de la hauteur vertébrale (HV) dans le temps, contrôlée à 1 an post-opératoire, en comparant les moyennes obtenues en réalisant ce score à révision et à 3 mois post-opératoires. Étaient également évalués, le gain de récupération de la cyphose locale à 3 mois post-opératoires [21], le Score ODI (Oswestry Disability Index, Annexe 1) [26] ainsi que la reprise des activités professionnelles.

Les complications comme les événements thrombo-emboliques, les fuites de ciment et les infections du site opératoire ont été également colligées.



## 4. Statistiques

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du Logiciel SYSTAT Systat, San José, CA, Version n°13.00.05). Un test de t-student a été utilisé pour calculer les différences entre les deux groupes pour les données quantitatives. Un test exact de Fischer a été utilisé pour les données qualitatives. Les différences étaient considérées comme significatives pour un seuil de  $p < 0,05$ .

# RÉSULTATS

## 1. Résultats radiologiques

### 1.1. Perte de hauteur vertébrale (Tableau II)

Concernant le critère de jugement principal, les deux groupes étaient comparables sur la perte de hauteur pré-opératoire avec pour les 10 vertèbres traitées du groupe OP une répartition autour de la moyenne  $32,8\% \pm 8,6$  [19,9 - 45,6], et  $30,9\% \pm 10,3$  [15,5 - 55,5] pour le groupe SJ ( $p = 0,6$ ). Le groupe SJ montrait un gain de hauteur supérieur et significatif dès le post-opératoire ( $p = 0,02$ ).

Tableau II : Perte HV (%)

	OP (n = 10)	SJ (n = 19)	p value
<b>HV<sub>Pré-op.</sub></b>	$32,8 \pm 8,6$ [19,9 - 45,6]	$30,9 \pm 10,3$ [15,5 - 55,5]	0,6
<b>HV<sub>Post-op.</sub></b>	$21,12 \pm 6,7$ [9,8 - 30,4]	$6,3 \pm 8,3$ [-8,9 - 26,6]	0,02
<b>HV<sub>3 mois</sub></b>	$21,34 \pm 12,0$ [7,3 - 51,4]	$4,8 \pm 6,9$ [-4,7 - 20,1]	0,002
<b>HV<sub>1 an</sub></b>	$24,5 \pm 11,9$ [8,6 - 51,4]	$6,3 \pm 10$ [-8,7 - 25,6]	0,001

A trois mois, on observe une supériorité significative du groupe SJ (HV<sub>SJ-3mois</sub>  $4,8\% \pm 6,9$  [-4,7 - 20,1],  $p = 0,002$ ). Cette tendance se confirme à un an post-opératoire, soit HV<sub>SJ-1an</sub>  $6,3\% \pm 10$  [-8,7 - 25,6] contre HV<sub>OP-1an</sub>  $24,5\% \pm 11,9$  [8,6 - 51,4] ( $p = 0,001$ ). Et ce de manière durable dans le temps pour les deux groupes avec une absence de différence significative pour HV<sub>SJ-3mois</sub>  $4,8\% \pm 6,9$  [-4,7 - 20,1] vs HV<sub>SJ-1an</sub>  $6,3\% \pm 10$  [-8,7 - 25,6] ( $p = 0,3$ ), contre HV<sub>OP-3mois</sub>  $21,34\% \pm 12,0$  [7,3 - 51,4] versus HV<sub>OP-1an</sub>  $24,5\% \pm 11,9$  [8,6 - 51,4] ( $p = 0,5$ ).

## 1.2. Diminution de l'angle de Cobb vertébral (Tableau III)

Tableau III : diminution CV (°)

	<b>OP</b> (n = 10)	<b>SJ</b> (n = 19)	<b>p value</b>
<b>CV<sub>Pré-op</sub></b>	17,1 ± 4,2 [11 - 28]	17 ± 3,4 [13 - 25]	0,9
<b>CV<sub>Post-op</sub></b>	7,4 ± 6,0 [0 - 18]	8,6 ± 5,4 [0 - 18]	0,6
<b>CV<sub>3 mois</sub></b>	6,7 ± 3,5 [2 - 12]	9 ± 5,7 [0 - 18]	0,2
<b>CV<sub>1 an</sub></b>	5,9 ± 3,0 [2 - 12]	9,7 ± 7,3 [0 - 26]	0,06

Concernant le critère de jugement secondaire radiologique qu'était la diminution post-opératoire du Cobb vertébral (CV), reflet d'un regain de hauteur antérieur et d'une diminution du risque de cyphose secondaire [21] : les groupes étaient comparables en pré-opératoire mais aucune mesure post-opératoire ou lors du suivi n'a montré une différence significative. En effet, CV<sub>SJ-3mois</sub> 9° ± 5,7 [0 - 18] et CV<sub>OP-3mois</sub> 6,7° ± 3,5 [2 - 12] (p = 0,2). De même, à 1 an, on retrouve CV<sub>SJ-1an</sub> 9,7° ± 7,3 [0 - 26] et CV<sub>OP-1an</sub> 5,9° ± 3,0 [2 - 12] (p = 0,06).

## 2. Résultats cliniques

Concernant les critères de jugement secondaires cliniques, il n'existe pas de différence entre les groupes pour le score ODI. (Tableau IV)

Tableau IV : ODI (0 à 50/50)

	<b>OP</b> (n = 9)	<b>SJ</b> (n = 18)	<b>p value</b>
<b>ODI<sub>3</sub> mois</b>	11 ± 7 [2 - 24]	4 ± 8 [0 - 24]	0,23
<b>ODI<sub>1</sub> an</b>	4,1 ± 4,5 [0 - 12]	0 ± 5 [0 - 15]	0,6

Paradoxalement, nous observons une reprise du travail qui semble plus précoce pour le groupe SJ, avec des postes essentiellement adaptés à 3 mois post-opératoires. Le travail est repris pour l'ensemble des deux groupes dans l'année suivant l'opération. (Tableau V)

Tableau V : Reprise du travail

	<b>OP</b> (n = 8 travailleurs)	<b>SJ</b> (n = 13 travailleurs)	<b>p value</b>
<b>3 mois</b>	0	9	0,0002
Poste adapté	0	8 (62 %)	
Sans adaptation	0	1 (8 %)	
Arrêt de travail	0	0	
<b>1 an</b>	8	13	0,17
Poste adapté	2 (25%)	4 (31%)	
Sans adaptation	4 (50%)	9 (69%)	
Arrêt de travail	2 (25%)	0	

De plus, trois patients du groupe OP ont eu une ablation de leur matériel d'ostéosynthèse (AMO) à 1 an, soit 33%.

### 3. Complications

Il y avait 10 complications pour 19 vertèbres dans le groupe SJ, soit 52 % sur 18 patients : en totalité per-opératoire par fuites de ciment. Pour comparaison, il n'y eut qu'une seule complication dans le groupe OP soit 11% : un iléus réflexe dans le cadre d'un décubitus prolongé. La différence entre les deux groupes était significative ( $p = 0,01$ ) mais aucune de ces fuites n'étaient intracanales, une était intradiscale supérieure (5%) et les restantes paravertébrales (47%), toutes sans conséquence clinique, ni avant la sortie, ni au-delà de 6 mois. Le groupe SJ n'a pas connu d'autres complications imputables au traitement ou à la prise en charge péri-opératoire.

## DISCUSSION

Le traitement par SJ montre une supériorité dans la restitution de la hauteur vertébrale à 3 mois, par rapport aux OP. Ce résultat persiste à 1 an post-opératoire.

De tels résultats peuvent s'expliquer par une réduction intracorporelle du tassement, assurant alors de surcroît une bonne diffusion du ciment dans la vertèbre dont la hauteur et le réseau trabéculaire sont restaurés, comme a pu le démontrer Krüger *et al.* dans la kyphoplastie sur modèle cadavérique [22]. En comparaison, les OP aux montages courts fixaient une hauteur redonnée par le ligamentotaxis opéré par l'installation en hyperlordose. Les montages longs sont plus délabrants mais ont un meilleur bras de levier complétant cette réduction première et garantissant une meilleure stabilité en luttant contre la cyphose locale secondaire [19 ; 23]. Ici, le SJ supplantait les OP courtes à 3 mois et 1 an en terme de restitution de la hauteur vertébrale mais aussi d'un point de vue technique : geste simple et rapide, conservant le capital musculaire [7 ; 24].

L'essor actuel des techniques « mini-invasives » (MISS) et leur étude ont permis de démontrer l'intérêt de la préservation du capital musculaire pour la garantie de bons résultats fonctionnels post-opératoires. En effet, les chirurgies à ciel ouvert et le décollement myo-aponévrotiques qu'elles engendrent sont pourvoyeuses d'involution musculaire responsable de douleurs et d'hématomes profonds [25 ; 26]. Les techniques MISS limitent ces effets en plus du risque infectieux [27 ; 28]. De façon comparable, l'utilisation d'un abord transmusculaire percutané dans le groupe SJ permet de diminuer ces complications par rapport aux chirurgies à ciel ouvert. Quant aux complications spécifiques du SJ que sont les fuites de ciment, leur taux était élevé pour notre petit effectif de patients mais étaient asymptomatiques et d'un taux moindre qu'une kyphoplastie au ballonnet. [11-14]

Concernant l'aspect fonctionnel et la qualité de vie, la reprise du travail semblait se faire plus rapidement pour le groupe SJ. La comparaison avec les OP était biaisée par le plus grand nombre de fractures périphériques dans ce groupe (cf. Tableau 1) retardant la reprise du travail à 3 mois. L'utilisation d'un score validé et standardisé pour les pathologies rachidiennes comme l'ODI, permet de limiter ce biais. En effet, pour Faibank et Pynsent, au-delà de 20% d'ODI (>10/50), les patients sont gênés pour les transports et dans leur vie sociale, pouvant rendre difficile le travail [29]. Or, pour les deux groupes l'ODI était inférieur à 10/50 à 1 an. Cela est concordant avec la littérature qui ne retrouve pas de différence en fonction des traitements choisis [24]. Même pour le groupe OP, les études montrent un retour au travail pour un bon nombre de patients, au maximum dans les 5 années post-opératoires, même en cas de déficit neurologique [30].

Cette différence de taux de fractures périphériques explique aussi des délais de prise en charge chirurgicale plus longs dans le groupe OP. Ainsi, pour des raisons de surveillance, d'attente de convalescence et de prise en charge rééducative, ils connaissaient aussi une hospitalisation plus longue (cf. Tableau 1). Les études sur os ostéoporotique n'ont cependant pas retrouvé de lien entre le délai de la chirurgie et les critères radiologiques (HV et CV), les critères fonctionnels sont eux améliorés [31 ; 32]. Ainsi, en accord avec la littérature, l'aspect « mini invasif » du SJ doit participer à diminuer les complications post-opératoires, diminuer les temps d'hospitalisation et de convalescence, améliorant les résultats fonctionnels, sans nécessité d'un deuxième geste d'AMO [33-35].

Cette étude est la première à comparer SJ et OP pour les fractures Magerl A3 non neurotoxiques. Malgré une faible puissance et une courte durée de suivi, la restitution de la hauteur vertébrale par le SJ par rapport aux OP était meilleure pour les fractures Magerl A3 non neurotoxiques. Une nouvelle étude comparative, randomisée et prospective avec un plus grand effectif et un suivi plus long permettrait d'augmenter la puissance du résultat démontré dans ce travail.



## **CONCLUSION**

Le SJ permet une meilleure restitution de la hauteur vertébrale que les OP à 3 mois post-opératoires dans les fractures Magerl A3 non neurotoxiques et ce, de manière durable.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Been HD, Bouma GJ. Comparison of two Types of Surgery for Thoraco-Lumbar Burst Fractures: Combined Anterior and Posterior Stabilisation vs. Posterior Instrumentation Only. *Acta Neurochirurg.* 1999;141(4):349-57.
2. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J.* 1994;3(4):184-201.
3. Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, et al. Operative Behandlung traumatischer Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule: Teil I: Epidemiologie. *Unfallchirurg.* 2009;112(1):33-45.
4. Olivier E, Beldame J, Ould-Slimane M, Puech N, Lefebvre B, Marouveau-Pasquier N, et al. Treatment of thoracolumbar junction burst fractures (Magerl A3) by balloon kyphoplasty: anatomic study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2007;93(7):666-73.1.
5. Hartmann F, Gercek E, Leiner L, Rommens PM. Kyphoplasty as an alternative treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures Magerl type A3. *Injury.* 2012;43(4):409-15.
6. Vanni D, Galzio R, Kazakova A, Pantalone A, Grillea G, Bartolo M, et al. Third-generation percutaneous vertebral augmentation systems. *J Spine Surg.* 2016;2(1):13-20.
7. Tropiano P, Blondel B. Traumatismes récents du rachis thoracolombaire. *EMC - Techniques chirurgicales- Orthopédie-Traumatologie.* 2016;11(1):1-14 .

8. Noriega D, Marcia S, Theumann N, Blondel B, Simon A, Hassel F, et al. A prospective, international, randomized, noninferiority study comparing an implantable titanium vertebral augmentation device versus balloon kyphoplasty in the reduction of vertebral compression fractures (SAKOS study). *Spine J.* 2019;19(11):1782-95.
9. Sietsma MS, Hosman AJF, Verdonchot NJJ, Aalsma AMM, Veldhuizen AG. Biomechanical Evaluation of the Vertebral Jack Tool and the Inflatable Bone Tamp for Reduction of Osteoporotic Spine Fractures: *Spine.* 2009;34(18):E640-4.
10. Lee MJ, Dumonski M, Cahill P, Stanley T, Park D, Singh K. Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications. *Spine.* 2009;34(11):1228-32.
11. Feng Y, Zhang J, Shen Y, Ren Y, Yin G, Zhang N. [Short-term effectiveness of selective treatment of senile osteoporotic thoracolumbar burst fractures of Denis type B with kyphoplasty and Jack vertebral dilator]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2012;26(8):972-6.
12. Li D, Huang Y, Yang H, Chen Q, Sun T, Wu Y, et al. Jack vertebral dilator kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24(1):15-21.
13. Krüger A, Oberkircher L, Figiel J, Floßdorf F, Bolzinger F, Noriega DC, et al. Height restoration of osteoporotic vertebral compression fractures using different intravertebral reduction devices: a cadaveric study. *Spine J.* 2015;15(5):1092-8.

14. Bornemann R, Roessler PP, Rommelspacher Y, Strauss A, Koch EMW, Pflugmacher R. The Vertect Jack Device: A new method for augmentation of vertebral fractures. Clinical study with comparisons to kyphoplasty. *Technol Health Care*. 2017;25(4):739-47.
15. Fan J, Shen Y, Zhang N, Ren Y, Cai W, Yu L, et al. Evaluation of surgical outcome of Jack vertebral dilator kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture—clinical experience of 218 cases. *J Orthop Surg Res*. déc 2016;11(1):56.
16. Jacobson RE, Nenov A, Duong HD. Re-expansion of Osteoporotic Compression Fractures Using Bilateral SpineJack Implants: Early Clinical Experience and Biomechanical Considerations. *Cureus*. 2019;11(4):e4572.
17. Renaud C. Treatment of vertebral compression fractures with the cranio-caudal expandable implant SpineJack®: Technical note and outcomes in 77 consecutive patients. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101(7):857-9.
18. Roy-Camille R, Berteaux D, Saillant G. Unstable fractures of the spine. Surgical methods. Synthesis of the injured dorso-lumbar spine by plates screwed into vertebral pedicles. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(1):23-5.
19. Mazel Ch, Roy-Camille R. Traitement des lésions du rachis thoraco-lombaire par synthèse postérieure: Intérêt des montages longs et des montages courts. *Orthop Traumatol*. 1991;1(4):231-6.

20. Willén J, Anderson J, Toomoka K, Singer K. The natural history of burst fractures at the thoracolumbar junction. *J Spinal Disord.* 1990;3(1):39-46.
21. Farcy J-PC, Markweidenbaum, Glassman SD. Sagittal Index in Management of Thoracolumbar Burst Fractures. *Spine.* 1990;15(9):958-65.
22. Krüger A, Oberkircher L, Kratz M, Baroud G, Becker S, Ruchholtz S. Cement interdigitation and bone-cement interface after augmenting fractured vertebrae: A cadaveric study. *Int J Spine Surg.* 2012;6(1):115-23.
23. Girardo M, Massè A, Risitano S, Fusini F. Long versus Short Segment Instrumentation in Osteoporotic Thoracolumbar Vertebral Fracture. *Asian Spine J.* 2021;15(4):424-30.
24. Freslon M, Bouaka D, Coipeau P, Defossez G, Leclercq N, Nebout J, et al. Fractures du rachis thoracolombaire. *Rev Chir Orthop Rep App Mot.* 2008;94(4):22-35.
25. Gejo, R., Matsui, H., Kawaguchi, Y., Ishihara, H., Tsuji, H., 1999. Serial Changes in Trunk Muscle Performance After Posterior Lumbar Surgery: *Spine* 24, 1023– 1028.
26. Kawaguchi, Y., Matsui, H., Tsuji, H., 1996. Back Muscle Injury After Posterior Lumbar Spine Surgery: A Histologic and Enzymatic Analysis. *Spine* 21, 941–944.
27. McGirt, M.J., Parker, S.L., Lerner, J., Engelhart, L., Knight, T., Wang, M.Y., 2011. Comparative analysis of perioperative surgical site infection after minimally invasive

versus open posterior/transforaminal lumbar interbody fusion: analysis of hospital billing and discharge data from 5170 patients. *SPI* 14, 771–778.

28. Pull ter Gunne, A.F., Cohen, D.B., 2009. Incidence, Prevalence, and Analysis of Risk Factors for Surgical Site Infection Following Adult Spinal Surgery: *Spine* 34, 1422–1428.
29. Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiother*. 1980;66(8):271-3.
30. McLain RF. Functional Outcomes After Surgery for Spinal Fractures: Return to Work and Activity: *Spine*. 2004;29(4):470-7.
31. Son S, Lee S-G, Kim W-K, Park C-W, Yoo C-J. Early Vertebroplasty versus Delayed Vertebroplasty for Acute Osteoporotic Compression Fracture : Are the Results of the Two Surgical Strategies the Same? *J Korean Neurosurg Soc*. 2014;56(3):211-7.
32. Trieb K, Nittinger M. Timing of kyphoplasty influences the outcome: a prospective study. *Sportverletz Sportschaden*. 2020;34(1):42-7.
33. McGowan JE, Ricks CB, Kanter AS. Minimally Invasive Treatment of Spine Trauma. *Neurosurg Clin N Am*. 2017;28(1):157-62.
34. Ansar MN, Hashmi SM, Colombo F. Minimally Invasive Spine (MIS) Surgery in Traumatic Thoracolumbar Fractures: A Single-Center Experience. *As J Neurosurg*. 2020;15(1):76-82.

35. Barbagallo GMV, Yoder E, Dettori JR, Albanese V. Percutaneous minimally invasive versus open spine surgery in the treatment of fractures of the thoracolumbar junction: a comparative effectiveness review. *Evid Based Spine Care J.* 2012;3(3):43-9.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Flow chart.....	6
Figure 2 : Vertébroplastie par SpineJack® .....	10
Figure 3 : Figure 3 : Ostéosynthèse postérieure par Legacy® .....	11
Figure 4 : Ostéosynthèse postérieure par Longitude®.....	12
Figure 5 : Mesures radiologiques .....	13



## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau I : Données démographiques .....	7
Tableau II : Perte HV (%).....	16
Tableau III : Diminution CV (%).....	17
Tableau IV : ODI (0 à50/50) .....	18
Tableau V : Reprise du travail .....	18

# TABLE DES MATIERES

<b>RESUME.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>MÉTHODES .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Patients .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Techniques Chirurgicales.....</b>	<b>9</b>
2.1. Vertébroplastie par SpineJack® (Groupe SJ) .....	9
2.2. Ostéosynthèse par voie postérieure (groupe OP) .....	10
2.2.1. Ostéosynthèse à ciel ouvert CD Horizon® - Legacy™ .....	11
2.2.2. Ostéosynthèse percutanée CD Horizon® - Longitude™ .....	12
<b>3. Méthodes d'évaluation.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Statistiques .....</b>	<b>15</b>
<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>16</b>
<b>1. Résultats radiologiques .....</b>	<b>16</b>
1.1. Perte de hauteur vertébrale (Tableau II) .....	16
1.2. Diminution de l'angle de Cobb vertébral (Tableau III) .....	17
<b>2. Résultats cliniques .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Complications .....</b>	<b>19</b>
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>24</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>30</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>31</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>32</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>I</b>

## **ANNEXES**

## Questionnaire d'évaluation de la capacité fonctionnelle

(Version française de l'Oswestry Disability Index)<sup>1</sup>

Nom, prénom : .....

Date : .. / .. / 200 ..

"Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire.

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

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

### 1 Intensité de la douleur

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

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

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

### 3 Manutention de charges

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

---

<sup>1</sup> Oswestry Disability Index, version 2.0, Baker D, Pynsent P, Fairbank J 1989

#### **4 Marche à pied**

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

#### **5 Position assise**

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

#### **6 Position debout**

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

#### **7 Sommeil**

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

## **8 Vie sexuelle**

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

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

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

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

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

## ***Score global d'handicap fonctionnel***

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

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

## Étude comparative des vertébroplasties par SpineJack® aux ostéosynthèses par instrumentation postérieure pour les fractures thoracolombaires Magerl A3

### RÉSUMÉ

**Introduction :** Les fractures thoracolombaires Magerl A ont une incidence de dix mille cas par an. Le traitement des tassements les plus instables (A3) utilise majoritairement des ostéosynthèses par instrumentation postérieure (OP). De nouvelles techniques comme le SpineJack® (SJ) ont fait preuve de leur efficacité pour la prise en charge des tassements ostéoporotiques. L'objectif de ce travail était de comparer les SJ au OP pour les fractures Magerl A3. L'hypothèse étant que le SJ permettait une restitution de la hauteur vertébrale supérieure aux OP avec d'aussi bons résultats cliniques et une morbidité moindre.

**Matériel et Méthode :** Cette étude rétrospective cas-témoin, monocentrique, menée du 01/02/2016 au 31/08/2020, a inclus les patients ayant présenté une fracture Magerl A3 traumatique (non-ostéoporotiques), non déficitaire, présentant une angulation sagittale  $> 15^\circ$ , un tassement inférieur à 75 % du corps et un recul du mur  $< 50\%$  du canal vertébral. 18 patients ont été opérés d'un SJ (Vexim, Balma, France) et 9 patients d'une OP (CD HorizonTM-Longitude® ou CD Horizon® LegacyTM, Medtronic, Memphis, USA). Le critère de jugement principal était la restitution de la hauteur vertébrale à 3 mois post-opératoire. Les critères de jugement secondaires étaient le maintien de la restitution de la hauteur vertébrale (HV) dans le temps contrôlée à 1 an post-opératoire, le gain de récupération de la cyphose locale et le Score ODI (Oswestry Disability Index).

**Résultats :** Le pourcentage de perte de hauteur vertébrale moyen à 3 mois dans le groupe SJ était de  $HV_{SJ-3\text{mois}} 4,8\% \pm 6,9 [-4,7 - 20,1]$  contre  $HV_{OP-3\text{mois}} 21,34\% \pm 12,0 [7,3 - 51,4]$  ( $p = 0,002$ ) dans le groupe OP. Ce constat était durable dans le temps pour les deux groupes avec une absence de différence entre  $HV_{3\text{mois}}$  et  $HV_{1\text{an}}$  ( $p > 0,05$ ). Il n'existait pas de différence pour les groupes SJ et OP concernant l'ODI à un an.

**Conclusion :** Le SJ est une technique permettant une restitution de la hauteur vertébrale durable dans le temps pour les fractures Magerl A3 non neurotoxiques. Pour autant, la technique utilisée ne semble pas avoir d'influence sur le résultat clinique.

**Mots-clés :** SpineJack Dilators ; ostéosynthèse par instrumentation postérieure ; fractures tassements vertébraux thoracolombaires ; Magerl A3.

## SpineJack dilators versus posterior osteosynthesis for treatment of thoracolumbar fractures Magerl A3

### ABSTRACT

**Introduction :** Magerl A thoracolumbar fractures have an incidence of ten thousand cases per year. The treatment of the most unstable settlements (A3) mainly uses posterior osteosynthesis (OP). New techniques such as SpineJack® (SJ) have demonstrated their effectiveness in the management of osteoporotic fractures. The objective of this work was to compare SJ to OP for Magerl A3 fractures. The hypothesis being that the SJ allowed a restitution of the vertebral height superior to the OP with equally good clinical results and a lower morbidity.

**Material and Method :** This retrospective, single-center, case-control study, conducted from 02/01/2016 to 08/31/2020, included patients who presented with a traumatic Magerl A3 fracture (non-osteoporotic), non-deficient, presenting with sagittal angulation  $> 15^\circ$ , a settlement less than 75% of the body and a retreat of the posterior wall  $< 50\%$  of the vertebral canal. 18 patients were operated on from a SJ (Vexim, Balma, France) and 9 patients from a PO (CD HorizonTM-Longitude® or CD Horizon® LegacyTM, Medtronic, Memphis, USA). The primary endpoint was restitution of vertebral height at 3 months postoperatively. The secondary endpoints were the maintenance of restitution of vertebral height (HV) over time controlled at 1 year postoperatively, the gain in recovery from local kyphosis and the ODI Score (Oswestry Disability Index).

**Results :** The percentage of mean vertebral height loss at 3 months in the SJ group was  $HV_{SJ-3\text{months}} 4.8\% \pm 6.9 [-4.7 - 20.1]$  against  $HV_{OP-3\text{months}} 21.34\% \pm 12.0 [7.3 - 51.4]$  ( $p = 0.002$ ) in the OP group. This finding was durable over time for the two groups with an absence of difference between  $HV_{3\text{months}}$  and  $HV_{1\text{year}}$  ( $p > 0.05$ ). There was no difference for the SJ and OP groups regarding the 1-year ODI.

**Conclusion :** The SJ is a technique allowing a sustainable restitution of vertebral height over time for non-neurotoxic Magerl A3 fractures. However, the technique used does not seem to have an influence on the clinical outcome.

**Keywords :** SpineJack Dilators ; posterior osteosynthesis ; thoracolumbar compression fractures ; Magerl A3.