

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉS DE MÉDECINE**

---

ANNÉE 2015

2015 TOU3 1624

**THÈSE**

**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE**

Présentée et soutenue publiquement par

**Omar LASFAR**

Le 17 novembre 2015

**APPORT DE L'IRM DU RACHIS LOMBAIRE EN  
COMPRESSION AXIALE PAR SYSTÈME DYNAWELL® CHEZ  
LE PATIENT LOMBALGIQUE.**

Directeur de thèse : Dr Marie FARUCH-BILFELD

**JURY**

|                        |                          |           |
|------------------------|--------------------------|-----------|
| Monsieur le Professeur | Nicolas SANS             | Président |
| Monsieur le Professeur | Fabrice BONNEVILLE       | Assesseur |
| Monsieur le Professeur | Jean-Christophe SOL      | Assesseur |
| Madame le Docteur      | Adeline RUYSSSEN-WITRAND | Assesseur |
| Madame le Docteur      | Marie FARUCH-BILFELD     | Suppléant |



**TABLEAU du PERSONNEL HU**  
**des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier**  
**au 1<sup>er</sup> septembre 2014**

**Professeurs Honoraires**

|                              |                       |                      |                    |
|------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Doyen Honoraire              | M. ROUGE D.           | Professeur Honoraire | M. SALVADOR M.     |
| Doyen Honoraire              | M. LAZORTHES Y.       | Professeur Honoraire | M. BAYARD          |
| Doyen Honoraire              | M. CHAP H.            | Professeur Honoraire | M. LEOPHONTE       |
| Professeur Honoraire         | M. GUIRAUD-CHAUMEIL B | Professeur Honoraire | M. FABIÉ           |
| Professeur Honoraire         | M. COMMANAY           | Professeur Honoraire | M. BARTHE          |
| Professeur Honoraire         | M. CLAUDX             | Professeur Honoraire | M. CABARROT        |
| Professeur Honoraire         | M. ESCHAPASSE         | Professeur Honoraire | M. DUFFAUT         |
| Professeur Honoraire         | Mme ENJALBERT         | Professeur Honoraire | M. ESCAT           |
| Professeur Honoraire         | M. GEDEON             | Professeur Honoraire | M. ESCANDE         |
| Professeur Honoraire         | M. PASQUIE            | Professeur Honoraire | M. PRIS            |
| Professeur Honoraire         | M. RIBAUT             | Professeur Honoraire | M. CATHALA         |
| Professeur Honoraire         | M. ARLET J.           | Professeur Honoraire | M. BAZEX           |
| Professeur Honoraire         | M. RIBET              | Professeur Honoraire | M. VIRENQUE        |
| Professeur Honoraire         | M. MONROZIES          | Professeur Honoraire | M. CARLES          |
| Professeur Honoraire         | M. DALOUS             | Professeur Honoraire | M. BONAFÉ          |
| Professeur Honoraire         | M. DUPRE              | Professeur Honoraire | M. VAYSSE          |
| Professeur Honoraire         | M. FABRE J.           | Professeur Honoraire | M. ESQUERRE        |
| Professeur Honoraire         | M. DUCOS              | Professeur Honoraire | M. GUITARD         |
| Professeur Honoraire         | M. GALINIER           | Professeur Honoraire | M. LAZORTHES F.    |
| Professeur Honoraire         | M. LACOMME            | Professeur Honoraire | M. ROQUE-LATRILLE  |
| Professeur Honoraire         | M. BASTIDE            | Professeur Honoraire | M. CERENE          |
| Professeur Honoraire         | M. COTONAT            | Professeur Honoraire | M. FOURNIAL        |
| Professeur Honoraire         | M. DAVID              | Professeur Honoraire | M. HOFF            |
| Professeur Honoraire         | Mme DIDIER            | Professeur Honoraire | M. REME            |
| Professeur Honoraire         | M. GAUBERT            | Professeur Honoraire | M. FAUVEL          |
| Professeur Honoraire         | Mme LARENG M.B.       | Professeur Honoraire | M. FREXINOS        |
| Professeur Honoraire         | M. BES                | Professeur Honoraire | M. CARRIERE        |
| Professeur Honoraire         | M. BERNADET           | Professeur Honoraire | M. MANSAT M.       |
| Professeur Honoraire         | M. GARRIGUES          | Professeur Honoraire | M. BARRET          |
| Professeur Honoraire         | M. REGNIER            | Professeur Honoraire | M. ROLLAND         |
| Professeur Honoraire         | M. COMBELLES          | Professeur Honoraire | M. THOUVENOT       |
| Professeur Honoraire         | M. REGIS              | Professeur Honoraire | M. CAHUZAC         |
| Professeur Honoraire         | M. ARBUS              | Professeur Honoraire | M. DELSOL          |
| Professeur Honoraire         | M. PUJOL              | Professeur Honoraire | M. ABBAL           |
| Professeur Honoraire         | M. ROCHICCIOLI        | Professeur Honoraire | M. DURAND          |
| Professeur Honoraire         | M. RUMEAU             | Professeur Honoraire | M. DALY-SCHVEITZER |
| Professeur Honoraire         | M. BESOMBES           | Professeur Honoraire | M. RAILHAC         |
| Professeur Honoraire         | M. GUIRAUD            | Professeur Honoraire | M. POURRAT         |
| Professeur Honoraire         | M. SUC                | Professeur Honoraire | M. QUERLEU D.      |
| Professeur Honoraire         | M. VALDIGUIE          | Professeur Honoraire | M. ARNE JL         |
| Professeur Honoraire         | M. BOUNHOURE          | Professeur Honoraire | M. ESCOURROU J.    |
| Professeur Honoraire         | M. PONTONNIER         | Professeur Honoraire | M. FOURTANIER G.   |
| Professeur Honoraire         | M. CARTON             | Professeur Honoraire | M. LAGARRIGUE J.   |
| Professeur Honoraire         | Mme PUEL J.           | Professeur Honoraire | M. PESSEY JJ.      |
| Professeur Honoraire         | M. GOUZI              |                      |                    |
| Professeur Honoraire associé | M. DUTAU              |                      |                    |
| Professeur Honoraire         | M. PONTONNIER         |                      |                    |
| Professeur Honoraire         | M. PASCAL             |                      |                    |

**Professeurs Émérites**

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Professeur LARROUY          | Professeur JL. ADER      |
| Professeur ALBAREDE         | Professeur Y. LAZORTHES  |
| Professeur CONTÉ            | Professeur L. LARENG     |
| Professeur MURAT            | Professeur F. JOFFRE     |
| Professeur MANELFE          | Professeur J. CORBERAND  |
| Professeur LOUVET           | Professeur B. BONEU      |
| Professeur SARRAMON         | Professeur H. DABERNAT   |
| Professeur CARATERO         | Professeur M. BOCCALON   |
| Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL | Professeur B. MAZIERES   |
| Professeur COSTAGLIOLA      | Professeur E. ARLET-SUAU |
|                             | Professeur J. SIMON      |

**P.U. - P.H.**

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

|                          |  |
|--------------------------|--|
| M. ADOUE D.              | Médecine Interne, Gériatrie              |
| M. AMAR J.               | Thérapeutique                            |
| M. ATTAL M. (C.E)        | Hématologie                              |
| M. AVET-LOISEAU H        | Hématologie, transfusion                 |
| M. BLANCHER A.           | Immunologie (option Biologique)          |
| M. BONNEVIALLE P.        | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie. |
| M. BOSSAVY J.P.          | Chirurgie Vasculaire                     |
| M. BRASSAT D.            | Neurologie                               |
| M. BROUSSET P. (C.E)     | Anatomie pathologique                    |
| M. BUGAT R. (C.E)        | <i>Cancérologie</i>                      |
| M. CARRIE D.             | Cardiologie                              |
| M. CHAP H. (C.E)         | Biochimie                                |
| M. CHAUVEAU D.           | Néphrologie                              |
| M. CHOLLET F. (C.E)      | Neurologie                               |
| M. CLANET M. (C.E)       | Neurologie                               |
| M. DAHAN M. (C.E)        | Chirurgie Thoracique et Cardiaque        |
| M. DEGUINE O.            | O. R. L.                                 |
| M. DUCOMMUN B.           | Cancérologie                             |
| M. FERRIERES J.          | Epidémiologie, Santé Publique            |
| M. FOURCADE O.           | Anesthésiologie                          |
| M. FRAYSSE B. (C.E)      | O.R.L.                                   |
| M. IZOPET J. (C.E)       | Bactériologie-Virologie                  |
| Mme LAMANT L.            | Anatomie Pathologique                    |
| M. LANG T.               | Biostatistique Informatique Médicale     |
| M. LANGIN D.             | Nutrition                                |
| M. LAUQUE D. (C.E)       | Médecine Interne                         |
| M. LIBLAU R. (C.E)       | Immunologie                              |
| M. MAGNAVAL J.F.         | Parasitologie                            |
| M. MALVAUD B.            | Urologie                                 |
| M. MANSAT P.             | Chirurgie Orthopédique                   |
| M. MARCHOU B.            | Maladies Infectieuses                    |
| M. MONROZIES X.          | Gynécologie Obstétrique                  |
| M. MONTASTRUC J.L. (C.E) | Pharmacologie                            |
| M. MOSCOVICI J.          | Anatomie et Chirurgie Pédiatrique        |
| Mme MOYAL E.             | Cancérologie                             |
| Mme NOURHASHEMI F.       | Gériatrie                                |
| M. OLIVES J.P. (C.E)     | Pédiatrie                                |
| M. OSWALD E.             | Bactériologie-Virologie                  |
| M. PARINAUD J.           | Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.       |
| M. PERRET B (C.E)        | Biochimie                                |
| M. PRADERE B. (C.E)      | Chirurgie générale                       |
| M. RASCOL O.             | Pharmacologie                            |
| M. RECHER Ch.            | Hématologie                              |
| M. RISCHMANN P. (C.E)    | Urologie                                 |
| M. RIVIERE D. (C.E)      | Physiologie                              |
| M. SALES DE GAUZY J.     | Chirurgie Infantile                      |
| M. SALLES J.P.           | Pédiatrie                                |
| M. SERRE G. (C.E)        | Biologie Cellulaire                      |
| M. TELMON N.             | Médecine Légale                          |
| M. VINEL J.P. (C.E)      | Hépatogastro-entérologie                 |

**P.U. - P.H.**

2ème classe

|                    |                                       |
|--------------------|---------------------------------------|
| Mme BEYNE-RAUZY O. | Médecine Interne                      |
| M. BIRMES Ph.      | Psychiatrie                           |
| M. BROUCHET L.     | Chirurgie thoracique et cardio-vascul |
| M. BUREAU Ch       | Hépatogastro-entéro                   |
| M. CALVAS P.       | Génétique                             |
| M. CARRERE N.      | Chirurgie Générale                    |
| Mme CASPER Ch.     | Pédiatrie                             |
| M. CHAIX Y.        | Pédiatrie                             |
| Mme CHARPENTIER S. | Thérapeutique, méd. d'urgence, addict |
| M. COGNARD C.      | Neuroradiologie                       |
| M. DE BOISSEZON X. | Médecine Physique et Réadapt Fonct.   |
| M. FOURNIE B.      | Rhumatologie                          |
| M. FOURNIÉ P.      | Ophthalmologie                        |
| M. GAME X.         | Urologie                              |
| M. GEERAERTS T.    | Anesthésiologie et réanimation chir.  |
| Mme GENESTAL M.    | Réanimation Médicale                  |
| M. LAROCHE M.      | Rhumatologie                          |
| M. LAUWERS F.      | Anatomie                              |
| M. LEOBON B.       | Chirurgie Thoracique et Cardiaque     |
| M. MAZIERES J.     | Pneumologie                           |
| M. MOLINIER L.     | Epidémiologie, Santé Publique         |
| M. OLIVOT J-M      | Neurologie                            |
| M. PARANT O.       | Gynécologie Obstétrique               |
| M. PARIENTE J.     | Neurologie                            |
| M. PATHAK A.       | Pharmacologie                         |
| M. PAUL C.         | Dermatologie                          |
| M. PAYOUX P.       | Biophysique                           |
| M. PAYRASTRE B.    | Hématologie                           |
| M. PORTIER G.      | Chirurgie Digestive                   |
| M. PERON J.M.      | Hépatogastro-entérologie              |
| M. RONCALLI J.     | Cardiologie                           |
| M. SÂNS N.         | Radiologie                            |
| Mme SAVAGNER F.    | Biochimie et biologie moléculaire     |
| Mme SELVES J.      | Anatomie et cytologie pathologiques   |
| M. SOL J-Ch.       | Neurochirurgie                        |

**P.U.**

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| M. OUSTRIC S. | Médecine Générale |
|---------------|-------------------|

| <b>P.U. - P.H.</b><br>Classe Exceptionnelle et 1ère classe |   | <b>P.U. - P.H.</b><br>2ème classe |  |
|--|---|-----------------------------------|--|
| M. ACAR Ph.  | Pédiatrie                                 | M. ACCADBLE F.                    | Chirurgie Infantile                      |
| M. ALRIC L.  | Médecine Interne                          | Mme ANDRIEU S.                    | Epidémiologie                            |
| M. ARLET Ph. (C.E)   | Médecine Interne                          | M. ARBUS Ch.                      | Psychiatrie                              |
| M. ARNAL J.F.  | Physiologie                               | M. BERRY A.                       | Parasitologie                            |
| Mme BERRY I.   | Biophysique                               | M. BONNEVILLE F.                  | Radiologie                               |
| M. BOUTAULT F. (C.E)                                       | Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale | M. BUJAN L.                       | Uro-Andrologie                           |
| M. BUSCAIL L.  | Hépatogastro-Entérologie                  | Mme BURA-RIVIERE A.               | Médecine Vasculaire                      |
| M. CANTAGREL A.  | Rhumatologie                              | M. CHAYNES P.                     | Anatomie                                 |
| M. CARON Ph. (C.E)   | Endocrinologie                            | M. CHAUFOUR X.                    | Chirurgie Vasculaire                     |
| M. CHAMONTIN B. (C.E)                                      | Thérapeutique                             | M. CCONSTANTIN A.                 | Rhumatologie                             |
| M. CHAVOIN J.P. (C.E)                                      | Chirurgie Plastique et Reconstructive     | M. DELOBEL P.                     | Maladies Infectieuses                    |
| M. CHIRON Ph.  | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie   | Mme DULY-BOUHANICK B.             | Thérapeutique                            |
| Mme COURTADE SAIDI M.                                      | Histologie Embryologie                    | M. COURBON                        | Biophysique                              |
| M. DELABESSE E.  | Hématologie                               | M. DAMBRIN C.                     | Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire |
| Mme DELISLE M.B. (C.E)                                     | Anatomie Pathologie                       | M. DECRAMER S.                    | Pédiatrie                                |
| M. DIDIER A.   | Pneumologie                               | M. DELORD JP.                     | Cancérologie                             |
| M. ELBAZ M.  | Cardiologie                               | M. GALINIER Ph.                   | Chirurgie Infantile                      |
| M. GALINIER M.   | Cardiologie                               | M. GARRIDO-STÖWHAS I.             | Chirurgie Plastique                      |
| M. GERAUD G.   | Neurologie                                | Mme GOMEZ-BROUCHET A.             | Anatomie Pathologique                    |
| M. GLOCK Y.  | Chirurgie Cardio-Vasculaire               | M. GROLLEAU RAOUX J.L.            | Chirurgie plastique                      |
| M. GOURDY P.   | Endocrinologie                            | Mme GUIMBAUD R.                   | Cancérologie                             |
| M. GRAND A. (C.E)  | Epidémiol. Eco. de la Santé et Prévention | M. HUYGHE E.                      | Urologie                                 |
| Mme HANAIRE H. (C.E)                                       | Endocrinologie                            | M. LAFOSSE JM.                    | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie  |
| M. KAMAR N.  | Néphrologie                               | M. LEGUEVAQUE P.                  | Chirurgie Générale et Gynécologique      |
| M. LARRUE V.   | Neurologie                                | M. MARCHEIX B.                    | Chirurgie thoracique et cardiovasculaire |
| M. LAURENT G. (C.E)  | Hématologie                               | M. MARQUE Ph.                     | Médecine Physique et Réadaptation        |
| M. LEVADE T.   | Biochimie                                 | Mme MAZEREEUW J.                  | Dermatologie                             |
| M. MALECAZE F. (C.E)                                       | Ophthalmologie                            | M. MINVILLE V.                    | Anesthésiologie Réanimation              |
| Mme MARTY N.   | Bactériologie Virologie Hygiène           | M. MUSCARI F.                     | Chirurgie Digestive                      |
| M. MASSIP P.   | Maladies Infectieuses                     | M. OTAL Ph.                       | Radiologie                               |
| M. PLANTE P.   | Urologie                                  | M. ROLLAND Y.                     | Gériatrie                                |
| M. RAYNAUD J.Ph.   | Psychiatrie Infantile                     | M. ROUX F.E.                      | Neurochirurgie                           |
| M. RITZ P.   | Nutrition                                 | M. SAILLER L.                     | Médecine Interne                         |
| M. ROCHE H. (C.E)  | Cancérologie                              | M. SOULAT J.M.                    | Médecine du Travail                      |
| M. ROSTAING L. (C.E).                                      | Néphrologie                               | M. TACK I.                        | Physiologie                              |
| M. ROUGE D. (C.E)  | Médecine Légale                           | M. VAYSSIERE Ch.                  | Gynécologie Obstétrique                  |
| M. ROUSSEAU H.   | Radiologie                                | M. VERGEZ S.                      | O.R.L.                                   |
| M. SALVAYRE R. (C.E)                                       | Biochimie                                 | Mme URO-COSTE E.                  | Anatomie Pathologique                    |
| M. SCHMITT L. (C.E)  | Psychiatrie                               |                                   |  |
| M. SENARD J.M.   | Pharmacologie                             |                                   |  |
| M. SERRANO E. (C.E)  | O. R. L.                                  |                                   |  |
| M. SOULIE M.   | Urologie                                  |                                   |  |
| M. SUC B.  | Chirurgie Digestive                       |                                   |  |
| Mme TAUBER M T   | Pédiatrie                                 |                                   |  |
| M. VELLAS B. (C.E)   | Gériatrie                                 |                                   |  |

Professeur Associé de Médecine Générale  
Dr VIDAL M.  
Professeur Associé en O.R.L.  
WOISARD V.



**A notre Maître et Président du Jury,**

**Monsieur le Professeur Nicolas SANS**

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier Radiologie

*Je suis honoré de te voir présider ce jury.*

*Je te suis reconnaissant pour toute l'aide que tu m'as apporté dans ce travail, notamment pour les statistiques.*

*Je te remercie pour ta disponibilité, ton investissement dans notre formation et pour les cours brillants que tu nous dispenses.*

*Travailler à tes côtés est une chance.*

*Je suis ravi de pouvoir continuer à travailler dans ton équipe et pouvoir profiter de la qualité de ton enseignement.*

*Sois assuré de mon profond respect.*

**A notre Maître et Juge,**

**Monsieur le Professeur Fabrice BONNEVILLE**

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Neuroradiologie

*Merci pour ton investissement dans notre formation avec tes qualités de pédagogue et d'orateur, ta disponibilité et ton accessibilité si précieuses.*

*Je te remercie d'avoir accepté de juger ce travail.*

**A notre Maître et Juge,**

**Monsieur le Professeur Jean-Christophe SOL**

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Neurochirurgie

*C'est un honneur que vous me faites de juger ce travail.*

*Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.*

**A notre Juge,**

**Madame le Docteur Adeline RUYSEN-WITRAND**

Praticien Hospitalier

Rhumatologie

*Vous m'avez fait le plaisir d'accepter de siéger à mon jury.*

*Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de tout mon respect.*

**A notre Directeur de thèse,**

**Madame le Docteur Marie FARUCH-BILFELD**

Praticien Hospitalier

Radiologie

*Je te remercie de m'avoir proposée ce travail et pour toute l'aide que tu m'as apportée.*

*Je savais que je pouvais compter sur ta disponibilité, ta pertinence et ta gentillesse.*

*Je suis heureux de pouvoir continuer à profiter de ton dynamisme, ta bonne humeur et ta pédagogie après mon internat.*

*A mes Maîtres,*

**Monsieur le Professeur Jean-Jacques RAILHAC**

*Merci de m'avoir accompagné et de m'avoir enseigné l'imagerie ostéo-articulaire, notamment la rhumatologie, lors de nos vacances à Montauban.*

*C'est un vrai plaisir d'avoir travaillé à vos côtés.*

**Monsieur le Professeur Philippe OTAL**

*Ta passion et tes compétences en radiologie n'ont pas d'égal. Je te remercie pour ton enseignement en imagerie digestive.*

*Merci également pour ta gentillesse, ton humilité et surtout ton humanité.*

**Monsieur le Professeur Christophe COGNARD**

**Monsieur le Professeur Hervé ROUSSEAU**

***Je remercie toutes les personnes qui ont participé à l'étude :***

- *tout d'abord les secrétaires pour la prise de rendez-vous, l'accueil et l'information aux patients,*
- *les manipulateurs de l'IRM de l'Hôpital des Enfants, du PPR et de l'EOS (Marie-Claire, Maryse et Carlos...),*
- *le Docteur Franck Lapègue pour tes conseils, mais aussi pour tes compétences en imagerie ostéo-articulaire qui sont reconnues nationalement, notamment en échographie...,*
- *le Docteur Hélène Chiavassa-Gandois pour ton implication avec le recrutement de très beaux cas, mais aussi pour tes compétences en ostéo-articulaire et gynécologique,*
- *aux médecins de l'Hôpital des Enfants pour votre implication dans l'étude, notamment les Docteurs Christiane Baunin, Julie Vial et Sophie Combelle. Vos connaissances, votre pratique médicale, votre rigueur mais également votre bonne humeur continuelle font de ce stage de pédiatrie un stage très apprécié par les internes,*
- *les services de rhumatologie et de neurochirurgie, notamment les Docteurs David Brauge, Emmanuel Moyse, Sylvain Fowo-Ngadjou, Jacques Bernard, Yannick Degboe... Merci de m'avoir adressés vos patients.*

***Aux Docteurs,***

Docteur Elisabeth Galy, Docteur Jacques Giron, Docteur Valérie Chabbert, Docteur Julien Auriol, Docteur Christophe Lions, Docteur Bogdan Vierasu, Docteur Marie-Charlotte Delchier, Docteur Guillaume Moskovitch, Docteur Marie-Agnès Marachet, Docteur Stéphane Gellée, Docteur Téma Mokrane, Docteur Carole Domenech, Docteur David Labarre, Docteur Sylvie Martin, Docteur Annick Sevely, Docteur Anne-Christine Januel, Docteur Philippe Tall, Docteur Hervé Dumas, Docteur Isabelle Catalaa, Docteur Muriel Kany, Docteur Manuela Kamsu, Docteur Sofia Patsoura, Docteur Pierre Fajadet, Docteur Aymeric Denis, Docteur Francois De Maupéou.

***A mes Chefs de Clinique,***

Antoine Ponsot, Céline Barcelo, Séverine Lagarde, Pierre Barrier, Sophie Combelles, Raluca Gramada, Frédéric Tanchoux, Samia Collot, Marie-Aurélié Bayol, Céline Brun, Sophie Maurel, Vanessa Cazzola, Marine Ferrier.

*Je vous dois l'ensemble de ma formation. Je vous en remercie sincèrement.*

***A l'ensemble du personnel des services d'imagerie du CHU,***

Pierre Paul Riquet, Hôpital des Enfants, Paule de Viguier, Ranguel, Larrey.

Aux secrétaires (Michèle, Sandrine, Hélène, Claudie...), manipulateurs, cadres, infirmières, aides-soignants (trop nombreux pour vous citer), *sans qui nous ne pourrions travailler, avec qui je me suis lié d'amitié.*

*Merci pour votre gentillesse, votre patience et votre soutien au quotidien !*

***A ma vie hospitalière hors CHU,***

Merci à toute l'équipe de radiologie du CH de MONTAUBAN : Anne-Marie Bonneric et Jeanne Nicole.

Merci à toute l'équipe de rhumatologie du CH de MONTAUBAN : Eve David Vaudey, Elsa Poix Jover, Julie Hernandez et Michel Cassou.

Merci à toute l'équipe de radiologie du CH de Joseph-Ducoing : les Docteurs Cristian Livideanu, Virginie Mathe Bonnet, Samia Collot, Martine Roques, Jacqueline Dore, le super-cadre Paulo et mon petit Stéphou...

*Merci pour votre accueil, votre gentillesse.*

***A l'équipe du service de radiologie de Lapeyronie-Montpellier,***

Madame le Professeur Catherine Cyteval, Monsieur le Professeur Patrice Taourel, Dr Fernanda Curros, Dr Emmanuelle Pages, Dr Brice Fourneret, Dr Aurore Martino, Dr Marion Fontaine, Dr Claire Faget et une mention spéciale pour les Docteurs Ingrid Millet et Yann Thouvenin et mes co-internes Salim, Delphine, Pierre, Kim et Hélène.

*Merci pour votre accueil, votre gentillesse. Ce fut un plaisir de travailler avec vous et de terminer mon internat dans votre service.*

### ***A tous mes co-internes de promo***

*Cédric, l'homme qui voulait devenir Président mais surtout le mec sur lequel on peut compter, toujours là pour rendre service.*

*Louise, la plus secrète et filoute des ch'tis.*

*Oubada, et sa capacité en s'endormir en cours, même les cours de Philippe.*

*Antoine, le cascadeur, j'ai pu toujours compter sur toi.*

*Geoffroy, bravo pour le bouquin et je te souhaite beaucoup de bonheur à Arcachon avec ta petite famille.*

*Thomas, j'admire ton sérieux et bon courage pour ton post-internat à Bordeaux (retour aux sources).*

### ***A tous mes co-internes y compris les plus anciens***

Delphine Sanmartin, Montasser Fourati, Claire Besancenot, Laurie Correge, Nicolas Brucher, Zoé Cambon, Romain Barats, Isaure Gouesnard, Pierre Dupré, Marion Jaffro, Alexia Hennig, Christophe Borel, Hubert Basselerie (*le petit intello, un peu lourd en soirée*), Jean Darcourt, Léa Gauthier, Louis-David Rivière, Marine Brunet, Olivia Constans, Sophie Simon, Arcis Elise, Baptiste Molinier, Charline Zadro, Claire Ricard, Florence Nougapolis, François Asius, Marc Denève, Margaux Roques, Nicolas Jubert, Noé Roussel, Noëlle Cartayrade, Adrien Vavasseur, Alexandre Nguyen, Anne-Laure Monod, Camille Minet, Charlotte Ponsolle, Clémentine Calazel, Etienne Pasquier-Bernachot, Gilles Adam, Paul Revel-Mouroz, Rafy Bachour ainsi que tous les plus jeunes qui prennent la relève et que j'aurai le plaisir de rencontrer...

*Merci pour tous ces bons moments passés ensemble...*

***A ma famille,***

**A mes parents,** *sans vous et votre amour rien ne serait possible. Aucun mot ne pourrait qualifier mon profond respect pour vous. Merci pour tous les sacrifices que vous avez fait pour nous, je vous en suis éternellement reconnaissant. Je suis fier d'être votre fils. Je vous aime.*

**A mes grands-parents partis,** *j'aurai aimé partager ce moment avec vous, soyez en paix.*

**A mes frères et sœurs,** *je vous aime et je suis fier de vous. Merci pour vos encouragements et votre soutien.*

***A mes amis,***

A mes amis montalbanais : Marie, Olivier, Fatima, Aymeric...

A mes anciens co-externes : Nathalie, Safaa, Nawel, Giovanni, Vanessa, Chris, Cédric, Arnaud, Julien, Manishyam...

A mes amis internes de Médecine et de Chirurgie : Loïc, Romain, Julie, Cécile, Emilie, Sarah...

A mes amis de l'internat de Saint Eloi : Baris, Guillaume, Nina, Marion, Sophie, Stanislas...

A mes amis toulousains et d'ailleurs : Amir, Philippe, Pierre, Antoine, Manon, Adeline, Elodie, et une mention spéciale à Anne Laure.

*A tout ce qu'on a vécu ensemble... à toutes ces soirées passées ensemble, à tous nos fous rires et à ceux que l'on partagera encore !!!*

# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PRÉAMBULE .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>CHAPITRE 1 : PRISE EN CHARGE ACTUELLE DE LA LOMBALGIE EN FRANCE.....</b>  | <b>19</b> |
| I.    GÉNÉRALITÉS.....   | 19        |
| II.   CLINIQUE.....  | 21        |
| II.1.  LOMBO-RADICULAGIE .....   | 21        |
| II.1.1.  LOMBO-RADICULALGIE D'ORIGINE DISCALE.....   | 21        |
| II.1.1.A.  PATHOGÉNIE .....  | 21        |
| II.1.1.B.  TOPOGRAPHIE .....   | 22        |
| II.1.1.C.  TERMINOLOGIE.....   | 23        |
| II.1.2.  LOMBO-RADICULALGIE D'ORIGINE ARTHROSIQUE.....   | 24        |
| II.2.  CLAUDICATION NEUROGÈNE .....  | 25        |
| II.2.1.  DÉFINITION .....  | 25        |
| II.2.2.  CLINIQUE.....   | 25        |
| II.2.3.  DÉFINITION RADIOLOGIQUE .....   | 26        |
| III.  MOYENS D'IMAGERIE.....   | 28        |
| III.1.  RADIOGRAPHIES STANDARDS.....   | 28        |
| III.2.  TOMODENSITOMÉTRIE (TDM).....   | 28        |
| III.3.  IRM.....   | 29        |
| III.4.  MYÉLO-IRM.....   | 30        |
| III.5.  SACCORADICULOGRAPHIE ET MYÉLO-TDM .....  | 31        |
| IV.  RECOMMANDATIONS.....  | 32        |
| IV.1.  EN FRANCE .....   | 32        |
| IV.2.  AUX ÉTATS-UNIS .....  | 34        |
| <b>CHAPITRE 2 : APPORT DE L'IRM EN COMPRESSION AXIALE PAR SYSTEME DYNAWELL® CHEZ LES PATIENTS LOMBALGIQUES. ....</b> | <b>35</b> |
| I.    INTRODUCTION.....  | 35        |
| II.   MATÉRIEL ET MÉTHODES.....  | 37        |
| II.1.  POPULATION .....  | 37        |
| II.2.  MATÉRIÉLS.....  | 38        |
| II.3.  MÉTHODES .....  | 40        |
| II.4.  ANALYSE .....   | 41        |
| II.4.A.  ANALYSE STATIQUE.....   | 42        |
| II.4.B.  ANALYSE MORPHOLOGIQUE .....   | 44        |
| II.4.C.  ANALYSE QUANTITATIVE .....  | 45        |
| III.  RÉSULTATS.....   | 47        |
| III.1.  POPULATION .....   | 47        |
| III.2.  ANALYSE STATIQUE.....  | 47        |
| III.2.A.  LORDOSE LOMBAIRE .....   | 47        |
| III.2.B.  PENTE SACRÉE .....   | 50        |
| III.3.  ANALYSE MORPHOLOGIQUE .....  | 52        |
| III.4.  ANALYSE QUANTITATIVE .....   | 54        |
| III.4.A.  SAC DURAL .....  | 54        |
| III.4.B.  FORAMENS.....  | 57        |
| IV.  DISCUSSIONS.....  | 59        |
| IV.1.  ANALYSE STATIQUE.....   | 59        |
| IV.2.  ANALYSE MORPHOLOGIQUE .....   | 62        |
| IV.3.  ANALYSE QUANTITATIVE .....  | 63        |
| IV.4.  INCONVENIENTS DU SYSTEME.....   | 65        |
| <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>   | <b>67</b> |

# Table des illustrations

## Figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Système de compression axiale Dynawell® L-Spine .....  | 38 |
| Figure 2 : Balance et gilet du système de compression axiale Dynawell® L-Spine .....  | 39 |
| Figure 3 : Système EOS™ .....   | 39 |
| Figure 4 : Principe du système EOS™ avec deux tubes et deux détecteurs orthogonaux .....  | 40 |
| Figure 5 : Mesure de la lordose lombaire.....   | 43 |
| Figure 6 : Mesure de la pente sacrée.....   | 43 |
| Figure 7 : Mesure de la surface du sac dural .....  | 45 |
| Figure 8 : Mesure de la surface des foramens .....  | 45 |
| Figure 9 : Comparaison de la lordose lombaire entre l'IRM en pré-charge, l'IRM en post-charge et l'EOS™ .....   | 48 |
| Figure 10 : Exemple de mesures de la lordose lombaire.....  | 49 |
| Figure 11 : Comparaison de la pente sacrée entre l'IRM en Pré-Charge, l'IRM en Post-Charge et l'EOS™ .....  | 50 |
| Figure 12 : Exemple de mesures de la pente sacrée.....  | 51 |
| Figure 13 : Exemple d'une hernie sessile sur l'IRM en Pré-charge (A) et en Post-charge (B) .....  | 52 |
| Figure 14 : Exemple d'un kyste articulaire postérieur sur l'IRM en Pré-charge (A) et en Post-charge (B).....  | 53 |
| Figure 15 : Surface du sac dural sur l'IRM en Post-charge en fonction de la symptomatologie .....   | 54 |
| Figure 16 : Nombre de patients présentant un rétrécissement relatif du sac dural .....  | 56 |
| Figure 17 : Nombre de patients présentant un rétrécissement absolu du sac dural.....  | 57 |
| Figure 18 : Exemple de mesure de la surface du foramen L4-L5 droit sur l'IRM en Pré-charge (A, S=130 mm <sup>2</sup> ) et en Post-charge (B, S=90 mm <sup>2</sup> ) ..... | 58 |

## Tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Terminologie des hernies discales .....   | 24 |
| Tableau 2 : Paramètres IRM.....   | 41 |
| Tableau 3 : Comparaison de la lordose lombaire entre l'IRM en Pré-charge, l'IRM en Post-charge et l'EOS™ .....            | 49 |
| Tableau 4 : Comparaison de la pente sacrée entre l'IRM en Pré-Charge, l'IRM en Post-Charge et l'EOS™ .....                | 51 |
| Tableau 5 : Comparaison de la surface du sac dural entre l'IRM en Pré- et Post-Charge en fonction des étages discaux..... | 55 |
| Tableau 6 : Réduction de la surface des foramens entre l'IRM en Pré- et Post-Charge.....                                  | 58 |

# Liste des abréviations

Les abréviations utilisées dans cette thèse sont les suivantes :

- ACP : American College of Physicians,
- APS : American Pain Society,
- CHU : Centre Hospitalier Universitaire,
- CLE : Canal Lombarre Etroit,
- CRP : C Reactive Protein,
- DES : Diplôme d'Études Spécialisées,
- FDA : « Food and Drug Administration » (Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux),
- FOV : « Field Of View » (champ de vision),
- HAS : Haute Autorité de Santé,
- HS : Hernie Discale,
- ICC : Coefficient de Corrélation Intra-classe,
- IRM : Imagerie par Résonance Magnétique,
- L : vertèbre Lombarre,
- LCR : Liquide Céphalorachidien,
- LS : Lombo-Sciatalgie,
- MRC : Medical Research Council,
- S : vertèbre Sacré,
- SFR : Société Française de Rhumatologie,
- TDM : Tomodensitométrie,
- TE : Temps d'Excitation,
- TR : Temps de Relaxation.

# PRÉAMBULE

La première partie de mon travail de thèse a consisté à faire un état des lieux sur la prise en charge actuelle de la lombalgie en France. Dans ce premier chapitre, nous allons vous présenter quelques mots de généralités et de clinique sur la lombalgie avant de développer les principaux moyens d'imagerie disponible en pratique courante ainsi que les recommandations d'imagerie en France et aux Etats-Unis.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons notre étude réalisé sous la direction du Pr Nicolas SANS et du Dr Marie FARUCH-BILFELD, pour évaluer l'apport de la compression axiale par système Dynawell® en IRM, chez les patients lombalgiques.

# **CHAPITRE 1 : PRISE EN CHARGE ACTUELLE DE LA LOMBALGIE EN FRANCE**

## ***I. GÉNÉRALITÉS***

La Société Française de Rhumatologie définit la lombalgie comme une « douleur lombo-sacrée située à hauteur des crêtes iliaques ou plus bas (pli fessier), médiane ou latéralisée avec possibilité d'irradiation ne dépassant pas les genoux, mais avec prédominance de la douleur lombo-sacrée ».

Les lombalgies correspondent essentiellement à des "lombalgies communes", d'origine micro-traumatique ou dégénérative et dites "non spécifiques". Elles s'opposent aux lombalgies secondaires ou "spécifiques" qui sont des causes variables, rachidienne ou extra rachidienne (infectieuse, inflammatoire, tumorale, traumatique).

La lombalgie n'est qu'un symptôme et non une maladie ; à ce titre elle peut recouvrir de nombreuses étiologies. En dehors des nombreuses étiologies anatomiques, il convient d'ajouter que la colonne lombaire est un «lieu» d'investissement psychique important et donc une région de somatisation (dépression, conversion hystérique). On suppose que les douleurs lombaires sont alors un dérivatif qui aide à oublier ou à supporter la détresse psychique.

La lombalgie est un problème de santé publique dans les pays industrialisés. En effet, il s'agit d'un symptôme fréquent, pouvant aboutir à l'invalidité et à d'importantes répercussions socio-économiques. Plus de la moitié de la population française de 30 à 64 ans a souffert de lombalgies au moins un jour dans les 12 derniers mois [1]. L'atteinte douloureuse chronique du rachis lombaire est en revanche moins fréquente. En effet, en

France, la prévalence de la lombalgie de plus de 30 jours dans les 12 derniers mois est de 17% [1]. Seuls 7% des lombalgiques auront un réel handicap dans leur vie professionnelle et privée [1].

Lorsque son évolution est inférieure à 1 mois, elle est dite aiguë, entre 1 à 3 mois, subaiguë, et au-delà, chronique. Plus de 90 % des épisodes de lombalgies aiguës évoluent naturellement vers la guérison en moins de 3 mois [2,3]. Dans le cas contraire, le pronostic est plus réservé, la demande de soins est importante et plus coûteuse, l'absentéisme au travail est élevé et le taux d'invalidité lourd.

Les lombalgies représentent 9 % des motifs de consultation du médecin généraliste (2<sup>ème</sup> rang des consultations), 7 % des arrêts de travail, 8 % des actes de radiodiagnostic, 3 % des prescriptions médicamenteuses, 30 % des prescriptions de rééducation et 13 % des invalidités (3<sup>ème</sup> cause d'invalidité) [4].

Les coûts médicaux directs sont de 1,37 milliards d'euros par an seulement pour le secteur libéral, auxquels viennent s'ajouter environ 534 millions d'euros annuels d'incapacités temporaires ou définitives. Dans le seul cadre des accidents du travail, 13 % des arrêts (environ 110 000) sont dus, chaque année, à des lombalgies, ce qui correspond à la perte de 3,6 millions de journées de travail [4].

## ***II. CLINIQUE***

### ***II.1. LOMBO-RADICULAGIE***

Le diagnostic de lombo-radiculagie est clinique, définie par une lombalgie associée à une douleur du membre inférieur, de territoire sciatique ou crural, due à une hernie discale ou à une autre anomalie dégénérative soit du disque intervertébral, ou des articulations postérieures ou des autres structures du rachis lombaire.

#### ***II.1.1. LOMBO-RADICULALGIE D'ORIGINE DISCALE***

La hernie discale est une saillie focale du disque intervertébral. On considère qu'une fissure radiaire complète du disque qui transfixie la totalité de l'anneau fibreux, est à l'origine de la formation d'une hernie discale par migration du nucleus pulposus de sa position centrale vers la périphérie. Cependant, cette vision est simpliste puisque la hernie peut être constituée presque exclusivement d'anneau fibreux, de cartilage provenant des plateaux ou du listel marginal, notamment chez l'adulte d'âge mûr [5].

##### ***II.1.1.a. PATHOGÉNIE***

Le conflit disco-radiculaire joue un rôle essentiel dans la genèse d'une lombosciatique discale. Cependant, même dans la lombosciatique discale, la compression mécanique de la racine nerveuse par la hernie discale n'est pas le mécanisme unique de la radiculagie :

- de nombreuses hernies discales sont asymptomatiques (3 à 30% des sujets) [6,7] et plusieurs études montrent que l'image de la hernie discale reste inchangée après guérison dans environ un tiers des cas [8],

- chez le rat, une compression d'une racine nerveuse ne déclenche de sciatique que si la racine est préalablement enflammée,
- de nombreux travaux montrent que le nucleus pulposus peut sécréter des facteurs pro-inflammatoires tels que l'IL1, des métalloprotéases et de la prostaglandine PGE2 [9],
- la transplantation dans l'espace épidual d'un fragment de nucleus autologue déclenche, chez le rat, une réaction inflammatoire,
- la fissure radiaire de l'anneau fibreux à l'origine de la hernie, permet aussi la décharge, dans l'espace épidual, de ces substances pro-inflammatoires [3],

### ***II.1.1.b. TOPOGRAPHIE***

Cruralgie L3 ou L4 :

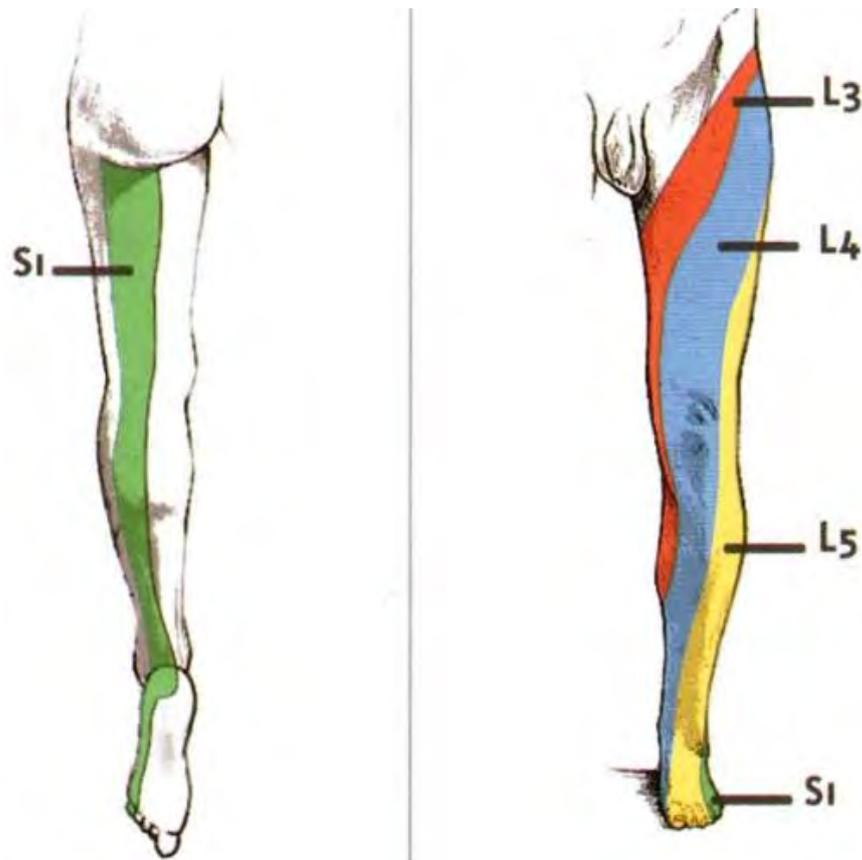
- territoire de la douleur : face antérieure de cuisse et du genou,
- déficit moteur : psoas (racine L3) ou quadriceps (racine L4),
- réflexe rotulien diminué ou aboli (racine L4).

Sciatique L5 :

- territoire de la douleur : face postéro-latérale de cuisse et du mollet, en avant de la malléole latérale, dos du pied vers le gros orteil,
- déficit moteur : muscle extenseur du gros orteil et à un moindre degré du releveur des autres orteils, des long et court fibulaires et du moyen glutéal (abduction de hanche),
- les réflexes ostéo-tendineux du membre inférieur sont conservés.

Sciaticque S1 :

- territoire de la douleur : face postérieure de cuisse et de jambe (creux poplité), talon, plante et bord latéral du pied vers les derniers orteils,
- déficit moteur : extension du pied par atteinte du triceps sural,
- reflexe achilléen diminué ou aboli.



**Schéma 1 : Territoires cutanés des racines lombaires**

### ***II.1.1.c. TERMINOLOGIE***

Une grande variété de termes est utilisée pour décrire les hernies discales. Des efforts de standardisation ont été faits par des sociétés savantes et sont publiés dans la littérature francophone et anglo-saxonne [10,11].

La classification de Fardon et Milette fait actuellement autorité [10]. Elle est traduite et résumée dans le tableau 1, avec des synonymes et la correspondance des termes utilisés dans la terminologie nord-américaine.

**Tableau 1 : Terminologie des hernies discales**

| <b>Définition</b>        | <b>Synonymes</b>  | <b>Terminologie nord-américaine</b>  |
|--------------------------|---|--|
| Discopathie dégénérative | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bombement ou saillie discale globale (diffuse ou circonférentielle) (&gt;180° de la circonférence du disque)</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disc Bulge</li> </ul>   |
| Hernie Discale (HD)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Saillie discale focale (&lt;180° de la circonférence du disque)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Herniated, prolapsed disc</li> <li>▪ DEBIT : disc material beyond the interspace</li> </ul> |
| HD sessile               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HD à large base d'implantation sur le disque (largeur de la base d'implantation &gt; au plus grand diamètre de la HD)</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protruded disc</li> <li>▪ Contained (herniated) disc (terme plus équivoque)</li> </ul>      |
| HD pédiculée             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HD à raccordement aigu avec le disque (base d'implantation plus étroite que le diamètre du débord dans le plan sagittal ou transversal)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Extruded disc</li> <li>▪ Non-contained (herniated) disc (terme plus équivoque)</li> </ul>   |
| Hernie exclue            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hernie séquestrée (fragment discal séparé du disque intervertébral)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sequestered (herniated) disc, disc sequestration</li> </ul>                                 |
| HD sous-ligamentaire     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hernie contenue ou protruse (par le complexe anneau fibreux-ligament longitudinal postérieur)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Subligamentous herniation</li> </ul>  |
| HD extra-ligamentaire    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hernie rompue (ayant rompu le ligament longitudinal postérieur) ou trans-ligamentaire (termes plus équivoques)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Extra- (or trans-) ligamentous herniation</li> </ul>  |

### ***II.1.2. LOMBO-RADICULALGIE D'ORIGINE ARTHROSIQUE***

On réunit sous la dénomination de lombosciatique arthrosique, les lombosciatiques dues à des lésions dégénératives du rachis lombaire. Elle se rencontre, en règle générale, chez les sujets de plus de 50 ans.

Les lombosciatiques arthrosiques sont dues à un rétrécissement dégénératif dans les trois segments du canal latéral : le défilé disco-articulaire, le récessus latéral et le foramen intervertébral.

Parmi les radiculalgies arthrosiques, on distingue trois causes principales : le kyste synovial articulaire postérieur, la sténose du récessus latéral et le rétrécissement du foramen intervertébral.

## ***II.2. CLAUDICATION NEUROGÈNE***

### ***II.2.1. DÉFINITION***

Le canal lombaire étroit est défini par une étroitesse constitutionnelle d'une des dimensions du canal osseux par comparaison aux normes dans la population asymptomatique.

Le concept de canal lombaire rétréci est double, anatomique et clinique. Anatomiquement, il est défini par la diminution de la surface utile qui peut être occupée par le sac dural. La notion de rétrécissement du canal lombaire doit céder sa place à celle du rétrécissement du sac dural.

### ***II.2.2. CLINIQUE***

Le canal lombaire rétréci peut se manifester par des radiculalgies ou par le syndrome caractéristique de claudication radiculaire.

### **Les radiculalgies :**

- Elles peuvent être uni- ou bilatérales, mono- ou pluri-radiculaires. Les douleurs fémorales antérieures et postérieures sont souvent associées. Elles s'installent progressivement sans facteur déclenchant. Leur trajet est généralement tronqué et imprécis. Leur intensité est modérée et le patient est souvent plus gêné par des paresthésies à type de fourmillements ou de brûlures.
- Typiquement, la radiculalgie est claudicante. Elle n'est pas impulsive à la toux. Elle est majorée par la position debout immobile prolongée. Elle est plutôt soulagée par la position assise, la flexion du tronc ou l'accroupissement.

### **La claudication radiculaire :**

- Elle associe trois symptômes qui surviennent à la marche : des douleurs lombaires et radiculaires fémorales ou sciatiques typiquement bilatérales, souvent tronquées, des paresthésies à point de départ lombaire qui s'étendent progressivement dans les membres inférieurs et une faiblesse des membres inférieurs.
- Ces symptômes apparaissent après un certain périmètre de marche, relativement constant chez un même patient. Ils obligent le patient à se pencher en avant (signe du caddy de supermarché) puis à s'arrêter pour s'asseoir. Après quelques minutes de repos, le patient peut repartir.

### ***II.2.3. DÉFINITION RADIOLOGIQUE***

#### **Canal lombaire étroit ou étroitesse constitutionnelle :**

- Le diagnostic du canal lombaire étroit repose sur des mesures, réalisées à l'endroit où le canal osseux paraît le plus étroit.
- On retient 12 mm comme seuil statistique d'étroitesse antéro-postérieure.

### **Sac dural rétréci :**

- Dans une cohorte de sujets asymptomatiques [12] :
  - La valeur moyenne du diamètre antéro-postérieur du sac dural en L4-L5 est de 12 mm (7,4 - 18 mm) ; un rétrécissement du sac inférieur à 7 mm correspond à un canal rétréci "statistique".
  - Le rétrécissement de la surface dural est considéré comme absolu à moins de 75 mm<sup>2</sup> et relatif à moins de 100 mm<sup>2</sup>.
- Le pourcentage de sténose du sac dural est un calcul indépendant de la taille individuelle du sac dural. On calcule le rapport entre la surface (ou du diamètre antéro-postérieur) du sac au niveau disco-articulaire postérieur (lieu du rétrécissement maximal) et au niveau des pédicules sus-jacents (là où le sac est le plus large). Quand le rapport est de plus de 70 %, il a de grandes chances d'être symptomatique.
- Plus récemment, une graduation du rétrécissement du sac dural a été proposée en fonction de la quantité de liquide céphalorachidien (LCR) encore visible entre les racines de la queue de cheval sur les coupes axiales d'IRM [13]. La non visibilité du LCR ou, a fortiori, de la graisse épidurale postérieure étant la marque d'une sténose symptomatique.

### ***III. MOYENS D'IMAGERIE***

#### ***III.1. RADIOGRAPHIES STANDARDS***

Elles restent la première étape indispensable. Les incidences nécessaires comprennent un grand cliché de face en incidence postéro-antérieure dorso-lombo-pelvien de De Sèze et un cliché de profil d'ensemble du rachis lombaire et du sacrum comprenant la charnière thoraco-lombaire, tangent aux plateaux vertébraux du disque L4-L5.

Elles précisent s'il existe des conditions mécaniques particulières (trouble statique, spondylo-listhesis, anomalie transitionnelle) ou une anomalie mécanique préexistante (lyse isthmique, dystrophie vertébrale de croissance).

Elles permettent de vérifier l'absence de signes d'une affection tumorale, infectieuse ou inflammatoire et à évaluer l'importance des lésions dégénératives. Des radiographies normales peuvent être faussement rassurantes.

#### ***III.2. TOMODENSITOMÉTRIE (TDM)***

En l'absence d'antécédent chirurgical rachidien local, il est souvent préféré à l'IRM, en raison notamment des difficultés d'accès plus importantes à cette dernière.

L'acquisition volumique se fait en coupes millimétriques avec des reconstructions faites en fenêtre osseuse et en fenêtre "parties molles" dans le plan de chaque disque et dans le

plan sagittal. L'injection intraveineuse de produit de contraste iodé est inutile en l'absence d'antécédent chirurgical local.

Le but principal est de rechercher un conflit disco-radiculaire, notamment par la recherche d'une hernie discale, et d'en préciser le type (hernie sessile ou pédiculée, hernie sous-ligamentaire, hernie extra-ligamentaire ou hernie exclue), sa topographie transversale et sa migration éventuelle.

L'existence d'un conflit disco-radiculaire est suspectée lorsqu'il existe un retentissement de la hernie sur le sac dural et sur la racine se traduisant par de la graisse épidurale effacée du côté de la hernie au contact de la face antérieure du sac dural ou de la racine avec un refoulement de la racine qui signe le conflit ; voir une déviation ou un effacement de la racine. La racine comprimée peut être augmentée de calibre en dessous de la compression.

Le scanner va permettre de rechercher les autres causes de lombo-radiculalgies, notamment les sténoses canalaires centrales, les sténoses du canal latéral ou du foramen, les kystes arthro-synoviaux des articulaires postérieures.

### ***III.3. IRM***

L'IRM, non irradiante, avec un champ de visualisation plus large visualisant l'espace sous-arachnoïdien, est préférable au TDM.

Le protocole d'exploration doit comporter des séquences sagittales et axiales pondérées en T1 et T2. L'injection intraveineuse de gadolinium n'est pas nécessaire en

l'absence d'antécédent chirurgical, sauf en cas de doute diagnostique ou de suspicion de hernie exclue, lorsqu'un traitement percutané est envisagé.

Le plan sagittal apprécie la migration cranio-caudale de la hernie et permet une évaluation globale du segment rachidien et démontre bien la continuité ou non de la hernie avec son disque d'origine, notamment dans les foramens.

Le plan axial permet de préciser la latéralisation de la hernie et son retentissement sur le sac dural et les racines nerveuses. C'est également dans ce plan que le récessus latéral est le mieux analysé.

#### ***III.4. MYÉLO-IRM***

Elle est réalisée selon la technique en "single shot" avec saturation des graisses, dans le plan frontal. Elle fournit des informations de type "radiculographique" par l'hypersignal des espaces liquidiens autour des racines. Elle permet d'étudier les racines au-delà des accollements des espaces sous-arachnoïdiens. Elle n'a aucun caractère dynamique car réalisée en position couchée, à la différence de la sacco-radiculographie.

Sa sensibilité, spécificité et fiabilité ne paraissent pas supérieures à celles de l'IRM conventionnelle [14,15]. Elle pourrait avoir un intérêt en cas de scoliose et dans le bilan des sténoses canalaires [16].

### ***III.5. SACCORADICULOGRAPHIE ET MYÉLO-TDM***

Elle est indiquée quand TDM ou IRM ne montrent pas de conflit disco-radicaire franc et qu'une décision de traitement percutané ou chirurgical doit être prise.

Elle ne montre pas directement la hernie discale mais son empreinte sur le sac dural et le segment initial des racines nerveuses ("conflit disco-radicaire") tant qu'elles sont enveloppées de leur gaine méningée.

C'est la seule technique d'imagerie de la hernie discale faite en orthostatisme, susceptible de démasquer un conflit intermittent dit "dynamique". A l'inverse, elle peut être faussement négative, notamment en L5-S1, surtout en cas de cul-de-sac court, situé à distance du bord postérieur du disque L5-S1.

Elle permet d'étudier la moelle dorsale, le cône terminal et la queue de cheval. Elle n'est pas systématiquement couplée au scanner (myélo-TDM).

## ***IV. RECOMMANDATIONS***

### ***IV.1. EN FRANCE***

Les dernières recommandations établies en France par la HAS, pour la prise en charge diagnostique et thérapeutique des lombalgies et lombosciatiques communes aiguës datent de février 2000.

L'évaluation initiale par l'interrogatoire et l'examen clinique du patient vise à identifier :

1) les lombalgies et lombosciatiques dites symptomatiques avec :

- en faveur d'une fracture : une notion de traumatisme, une prise de corticoïdes, un âge supérieur à 70 ans ;

- en faveur d'une néoplasie : un âge supérieur à 50 ans, une perte de poids inexpliquée, un antécédent tumoral ou un échec du traitement symptomatique.

La numération formule sanguine et la vitesse de sédimentation sont des examens qui doivent être réalisés dans ce cadre pathologique ;

- en faveur d'une infection : une fièvre, une douleur à recrudescence nocturne, un contexte d'immunosuppression, de prise prolongée de corticoïdes. La numération formule sanguine, la vitesse de sédimentation, le dosage de C Reactive Protein (CRP) sont des examens qui doivent être réalisés dans ce cadre pathologique.

2) les urgences diagnostiques et thérapeutiques :

- sciatique hyperalgique définie par une douleur ressentie comme insupportable et résistante aux antalgiques majeurs (opiacés) ;
- sciatique paralysante définie comme un déficit moteur d'emblée inférieur à 3 de l'échelle MRC (Medical Research Council of Great Britain) et/ou comme la progression d'un déficit moteur ;
- sciatique avec syndrome de la queue de cheval définie par l'apparition de signes sphinctériens et surtout d'une incontinence ou d'une rétention; d'une hypoesthésie périnéale ou des organes génitaux externes.

En dehors de ces cadres de recherche d'une lombalgie dite symptomatique ou du cadre de l'urgence, il n'y a pas lieu de demander d'examens d'imagerie dans les 7 premières semaines d'évolution sauf quand les modalités du traitement choisi comme manipulation et infiltration exigent d'éliminer formellement toute lombalgie spécifique. L'absence d'évolution favorable conduira à raccourcir ce délai (accord professionnel).

Les examens d'imagerie permettant la mise en évidence d'un conflit disco-radiculaire ne doivent être prescrits que dans le bilan précédant la réalisation d'un traitement chirurgical ou par nucléolyse de la hernie discale (accord professionnel). Ce traitement n'est envisagé qu'après un délai d'évolution d'au moins 4 à 8 semaines. Cet examen peut être au mieux une IRM, à défaut un scanner en fonction de l'accessibilité à ces techniques.

## ***IV.2. AUX ÉTATS-UNIS***

Les recommandations sont établies par l'American College of Physicians (ACP) et l'American Pain Society (APS), qui privilégient également un examen clinique approfondi, le réconfort et l'utilisation d'antalgiques si nécessaire ainsi que les thérapies physiques sans imagerie de routine en première intention chez les patients souffrant de lombalgie commune.

L'imagerie est réservée en cas de non amélioration clinique après 6 semaines du début des symptômes ou en cas de suspicion clinique de lombalgie symptomatique (ou secondaire), ou en cas d'urgences diagnostiques et thérapeutiques (sciatique hyperalgique ou paralysante ou syndrome de la queue de cheval).

## **CHAPITRE 2 : APPORT DE L'IRM EN COMPRESSION AXIALE PAR SYSTÈME DYNAWELL<sup>®</sup> CHEZ LES PATIENTS LOMBALGIQUES.**

### ***I. INTRODUCTION***

L'IRM est l'examen diagnostique de référence pour l'étude des lombalgies [17]. Néanmoins, malgré les nombreux progrès techniques de l'imagerie, la cause précise de la douleur ne peut être affirmée que dans moins de 50% des cas [17]. D'ailleurs, plusieurs études ont montré une discordance entre la clinique et l'IRM conventionnelle [18-22]. Des auteurs ont supposé qu'une partie de la discordance radio-clinique est due au fait que l'IRM soit réalisée en décubitus dorsal (examen non fonctionnel) avec les hanches et les genoux en flexion pour améliorer le confort du patient [22, 23]. En effet, cliniquement, la lombalgie ainsi que la radiculalgie et le canal lombaire étroit sont au moins en partie améliorés par la position allongée. Le caractère positionnel de la symptomatologie dans le canal lombaire étroit a été démontré en myélographie [24].

Pendant de nombreuses années, les seuls examens d'imagerie du rachis lombaire réalisés en position debout étaient la radiographie standard et la sacco-radiculographie.

Tout d'abord, il a été développé l'IRM "Debout" pour reproduire l'orthostatisme, qui a été mise sur le marché par FOMAR, en 1996 ("Stand-Up IRM"). Elle permet de réaliser des examens en position debout, assise, couchée ou en flexion-extension voir en bendings. Les études ont montré une majoration des conflits disco-radiculaires et une réduction des mensurations du sac dural et des foramens [25-28]. La comparaison entre l'IRM en position debout et couchée met en évidence des modifications statiques avec notamment une augmentation de la lordose lombaire en position debout [10, 29, 30]. Néanmoins, l'IRM

"Debout" présente des inconvénients : un prix d'achat élevé, une faible résolution spatiale (IRM de faible champ magnétique, entre 0,2 et 0,6 Tesla) et un risque accru d'artéfacts de mouvements du patient (du fait de la difficulté à rester immobile en position debout).

Puis, il a été développé un système de compression axiale, compatible aux IRM et TDM conventionnelles afin de simuler la position debout avec un examen réalisé en décubitus dorsal. Le système de compression axiale Dynawell<sup>®</sup> L-Spine a reçu l'approbation de la FDA en 1999 et la certification CE en mars 2000. Les premières études ont montré que la compression axiale entraîne des modifications statiques (notamment une augmentation de la lordose lombaire), une réduction du sac dural et des foramens ainsi qu'une sensibilisation des anomalies discales (protrusion, hernie) [22, 31-35].

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'apport de l'IRM avec compression axiale par système Dynawell<sup>®</sup> chez les patients lombalgiques.

L'objectif secondaire est de vérifier si le système de compression axiale Dynawell<sup>®</sup> permet de simuler la station debout.

## ***II. MATÉRIEL ET MÉTHODES***

### ***II.1. POPULATION***

Nous avons inclus 61 patients, de 18 à 75 ans, de manière prospective et aléatoire, entre mai 2013 et avril 2015. Les patients nous ont été adressés soit par leur médecin traitant, ou soit par les rhumatologues ou neurochirurgiens du CHU de Toulouse.

Les critères d'inclusion étaient des patients adultes, souffrant d'une lombalgie avec radiculalgie ou claudication neurogène, depuis au moins 7 semaines afin de respecter les recommandations de la Haute Autorité de Santé (HAS).

Ils avaient pu bénéficier d'imagerie conventionnelle antérieure (IRM ou TDM) sans conflit disco-radiculaire retrouvé.

Les critères d'exclusion étaient :

- les contre-indications habituelles à l'IRM : stimulateurs cardiaques, implants ou corps étrangers métalliques, grossesse, claustrophobie, etc...
- les contre-indications au système de compression axiale Dynawell<sup>®</sup> : patients opérés du rachis, tassements vertébraux récents, processus infectieux, tumoraux ou inflammatoires.

## **II.2. MATÉRIELS**

Tous les patients ont bénéficié le même jour, d'une IRM sans et avec système de compression axiale de type Dynawell® L-Spine. Les 30 premiers patients ont également bénéficié de radiographies du rachis lombaire de profil par système EOS™.

Nous avons utilisé une IRM Toshiba Vantage Titan de 1,5 Tesla qui associe un tunnel ultra court de seulement 149 cm à un grand diamètre d'ouverture de 71 cm, permettant une meilleure accessibilité aux patients obèses ou stressés. Elle permet de réduire considérablement la sensation de claustrophobie à l'intérieur du tunnel et d'améliorer notablement le confort des patients, notamment dans notre étude en raison de l'utilisation d'un système de compression et d'une durée d'examen allongée.



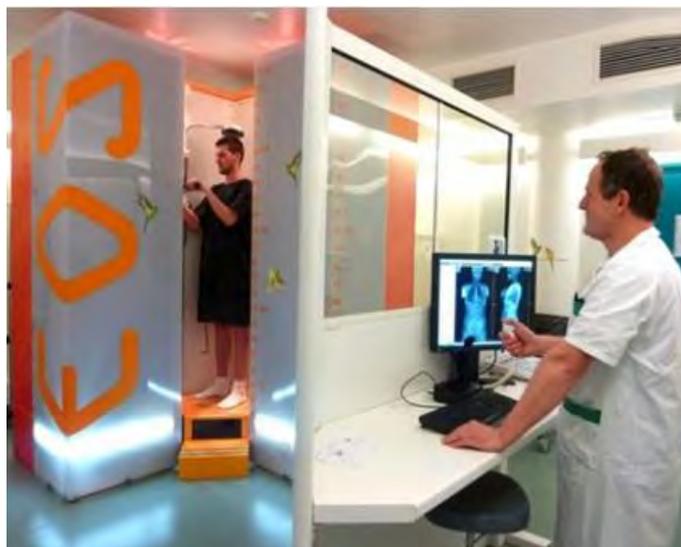
**Figure 1 : Système de compression axiale Dynawell® L-Spine**

Dynawell® L-Spine est un système de compression axiale, non invasif, permettant de simuler la position debout chez un patient en position allongée (Figures 1 et 2). Il peut être utilisé en TDM ou IRM. Le patient est en décubitus dorsal, avec les hanches et genoux en extension. Le dispositif est composé d'un gilet relié à une balance par des sangles. Il y a quatre tailles de gilets : S, M, L et XL. La balance reste sous les pieds du patient. Le patient est soumis à 25% de son poids sur chaque membre inférieur.



**Figure 2 : Balance et gilet du système de compression axiale Dynawell® L-Spine**

Les radiographies du rachis lombaire ont été réalisées de profil par système EOS™ (Biospace, Paris, France), en position debout pour permettre une analyse statique. EOS™ ne peut être réalisé qu'en charge (en position debout, assise ou en bendings) (Figure 3).



**Figure 3 : Système EOS™**

Il s'agit d'un système biplan composé de deux tubes à balayage linéaire avec deux détecteurs au xénon (développé par G. Charpak, Prix Nobel de Physique en 1992), dans deux plans orthogonaux (Figure 4). Ce système permet une importante réduction de l'irradiation, de l'ordre de 80 à 90% par rapport aux radiographies conventionnelles ou numérisées mais avec une bonne résolution spatiale (pixel de l'ordre de 254  $\mu\text{m}$ ) [36]. On peut réaliser une acquisition simultanée de la face et du profil du patient, de la tête aux pieds en environ 20 secondes ou une acquisition localisée (collimation). Des reconstructions 3D sont possibles.

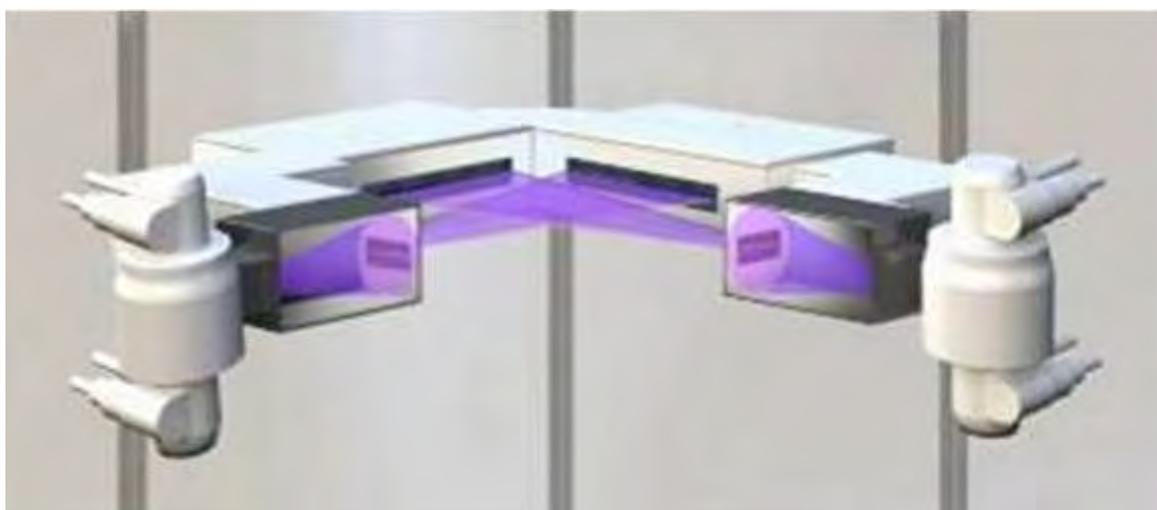


Figure 4 : Principe du système EOS™ avec deux tubes et deux détecteurs orthogonaux

### ***II.3. MÉTHODES***

L'examen IRM comporte une première phase en pré-charge (sans la compression axiale, équivalente à l'IRM conventionnelle), et une deuxième phase en post-charge avec un protocole de lecture transposable à la pratique quotidienne.

Les patients sont informés que le système de compression axiale peut de manière transitoire occasionner des douleurs ou reproduire la symptomatologie.

Les deux phases comportent une séquence sagittale T2 FSE (TE=160ms, TR=4258ms, FOV=30x18cm<sup>2</sup>, Matrice=256x192), une séquence axiale T2 sur les trois derniers disques lombaires SE (TE=120ms, TR=7802ms, FOV=16,2x14,3cm<sup>2</sup>, Matrice=160x144). Entre les deux phases, un délai entre 5 et 10 minutes est nécessaire pour la mise en place de la compression axiale. Nous profitons de ce délai pour réaliser une séquence sagittale T1 SE (TE=10ms, TR=700ms, FOV=30x18cm<sup>2</sup>, Matrice=256x192) (Tableau 2).

**Tableau 2 : Paramètres IRM**

| Séquence                | TE  | TR   | Nombres d'excitations | FOV         | Matrice   |
|-------------------------|-----|------|-----------------------|-------------|-----------|
| <b>Sagittale T2 FSE</b> | 160 | 4258 | 2                     | 30 * 18     | 256 * 192 |
| <b>Sagittale T1 FSE</b> | 10  | 700  | 2                     | 30 * 18     | 256 * 192 |
| <b>Axiale T2 FSE</b>    | 120 | 7802 | 2                     | 16,2 * 14,3 | 160 * 144 |

#### ***II.4. ANALYSE***

Notre travail a consisté à une triple analyse : une analyse statique, morphologique et quantitative.

Nous avons d'abord effectué, dans un sous-groupe, correspondant aux 30 premiers patients, une analyse statique, en comparaison avec EOS<sup>TM</sup> pour vérifier que le système de compression axiale Dynawell<sup>®</sup> permettait de simuler la station debout.

Puis, nous avons effectué chez tous les patients une analyse morphologique et quantitative comparative entre l'IRM en pré- et post-charge.

Toutes les analyses ont été effectuées par deux observateurs en aveugle : un interne de radiologie (5 ans d'expérience) et une radiologue expérimentée (9 ans d'expérience). Les

mesures ont été faites de manière aléatoire et indépendante, à trois semaines d'intervalle, en omettant la clinique et l'information sur la charge.

Toutes les images ont été analysées sur des consoles d'interprétation (McKesson Radiology™, Maincare Solutions) avec des écrans de 3 Millions de Pixels.

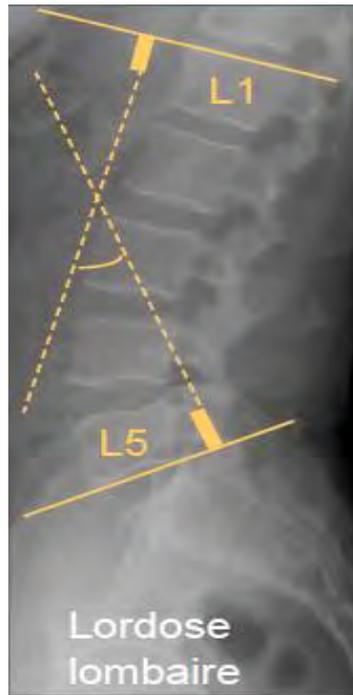
Les mesures de surface ont été effectuées, par méthode semi-automatique à l'aide du logiciel Terarecon™ (AquariusNET).

Nous avons utilisé le logiciel de statistiques Medcalc avec le test t de Student (valeurs appariés). La différence était considérée comme significative pour une valeur de  $p < 0,05$ .

Pour la variabilité inter-observateur, les deux observateurs ont réalisé toutes les mesures indépendamment. Pour la variabilité intra-observateur, chaque observateur a répété 2 fois toutes les mesures à un mois d'intervalle, de manière aléatoire. Les reproductibilités intra- et inter-observateurs ont été évaluées par la méthode de Bland Altman avec le coefficient de corrélation intra-classe (ICC).

#### ***II.4.a. ANALYSE STATIQUE***

Parmi les différents paramètres de la statique du rachis lombaire, nous avons choisi de comparer les valeurs de la lordose lombaire et de la pente sacrée mesurées sur l'IRM en pré- et post-charge (réalisées en décubitus dorsal) par rapport à celles mesurées sur l'EOS™ (réalisé en position debout).



**Figure 5 : Mesure de la lordose lombaire**

Dans la littérature, il existe plusieurs méthodes pour mesurer la lordose lombaire. Nous avons choisi de mesurer l'angle de Cobb formé entre la tangente au plateau supérieur de L1 et la tangente au plateau inférieur de L5 (Normale :  $43^{\circ} \pm 11$ ) [37] (Figure 5).



**Figure 6 : Mesure de la pente sacrée**

La pente sacrée se mesure par l'angle formé entre la tangente au plateau supérieur de S1 et l'horizontale (normale :  $42^{\circ} \pm 8$ ) (Figure 6) [37].

En IRM, les mesures de lordose lombaire et de pente sacrée sont effectuées sur la coupe médiane de la séquence sagittale T2, là où les processus épineux et le cône médullaire sont les mieux visibles.

Les angles de lordose lombaire et de pente sacrée sont mesurés pour chaque patient, sur l'EOS<sup>TM</sup>, l'IRM en pré- et post-charge, de manière aléatoire, à trois semaines d'intervalle, en omettant l'information sur la charge.

#### ***II.4.b. ANALYSE MORPHOLOGIQUE***

Nous avons comparé de manière qualitative les anomalies discales, à type de hernie discale, en distinguant les hernies discales sessiles (ou "protrusion"), des hernies discales pédiculées (ou "hernie"), ainsi que celles occasionnant un conflit disco-radiculaire entre l'IRM en pré- et post-charge. Dans les cas où les hernies étaient vues en pré- et post-charge, nous avons comparé leur taille de manière qualitative.

Nous avons comparé les kystes articulaires postérieurs de manière qualitative entre l'IRM en pré- et post-charge. Si les kystes articulaires postérieurs étaient vus en pré- et post-charge, nous avons comparé leur taille de manière qualitative.

### II.4.c. ANALYSE QUANTITATIVE

Nous avons mesuré la surface du sac dural, aux étages L3-L4, L4-L5 et L5-S1, sur la séquence axiale T2. La mesure a été faite sur la coupe axiale passant par le milieu du disque (Figure 7).

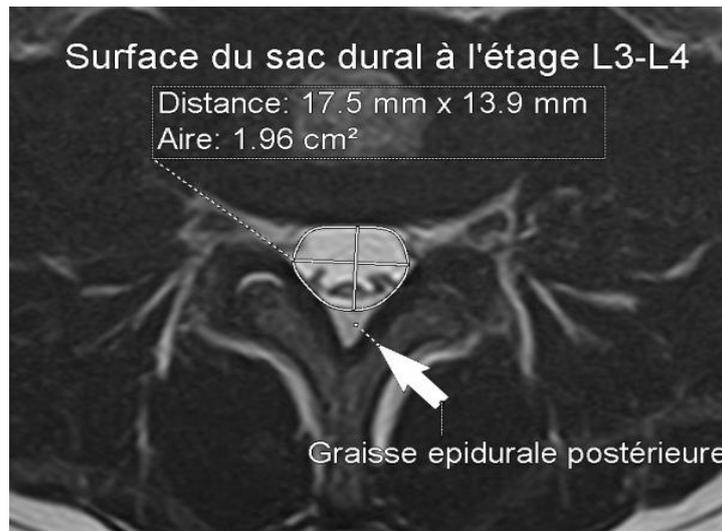


Figure 7 : Mesure de la surface du sac dural

Nous avons mesuré la surface des foramens droits et gauches, aux étages L3-L4, L4-L5 et L5-S1, sur la séquence sagittale T2. La mesure a été faite sur la coupe passant par le milieu du foramen intervertébral (Figure 8).

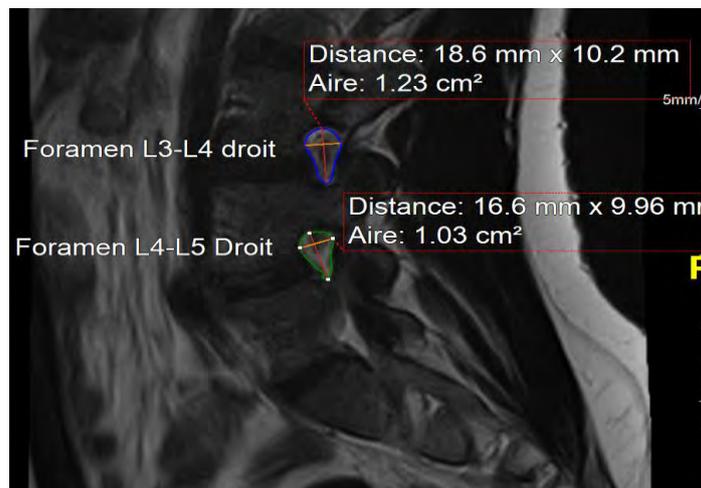


Figure 8 : Mesure de la surface des foramens

Nous avons calculé le pourcentage de réduction des différentes surfaces (sac dural, foramen droit et gauche), entre l'IRM en pré- et post-charge, à chaque étage L3-L4, L4-L5, L5-S1.

Plusieurs études ont considéré qu'il fallait une différence supérieure à 15 mm<sup>2</sup> entre l'IRM en pré- et post-charge pour que la réduction de surface du sac dural soit statistiquement significative [31, 33, 35]. Nous avons donc calculé le nombre de patients et le pourcentage ayant une réduction de surface du sac dural supérieure à 15 mm<sup>2</sup> entre l'IRM en pré- et post-charge.

Nous avons également calculé le nombre de patients et le pourcentage ayant un sac dural inférieur à 100 mm<sup>2</sup> (définition d'un rétrécissement relatif du sac dural) et inférieur à 75 mm<sup>2</sup> (définition d'un rétrécissement absolu du sac dural) sur l'IRM en pré- et post-charge.

### ***III. RÉSULTATS***

#### ***III.1. POPULATION***

Sur les 61 patients recrutés, 59 ont été inclus dans l'analyse morphologique et quantitative dont 31 hommes et 28 femmes. Sur les 30 patients recrutés pour l'analyse statique, 28 ont été inclus dans l'analyse statistique dont 15 hommes et 13 femmes.

Deux patients ont été exclus de l'étude : le premier n'a pas supporté la charge, et le second pour des raisons de claustrophobie.

Les patients étaient âgés de 18 à 78 ans avec un âge médian de 48 ans.

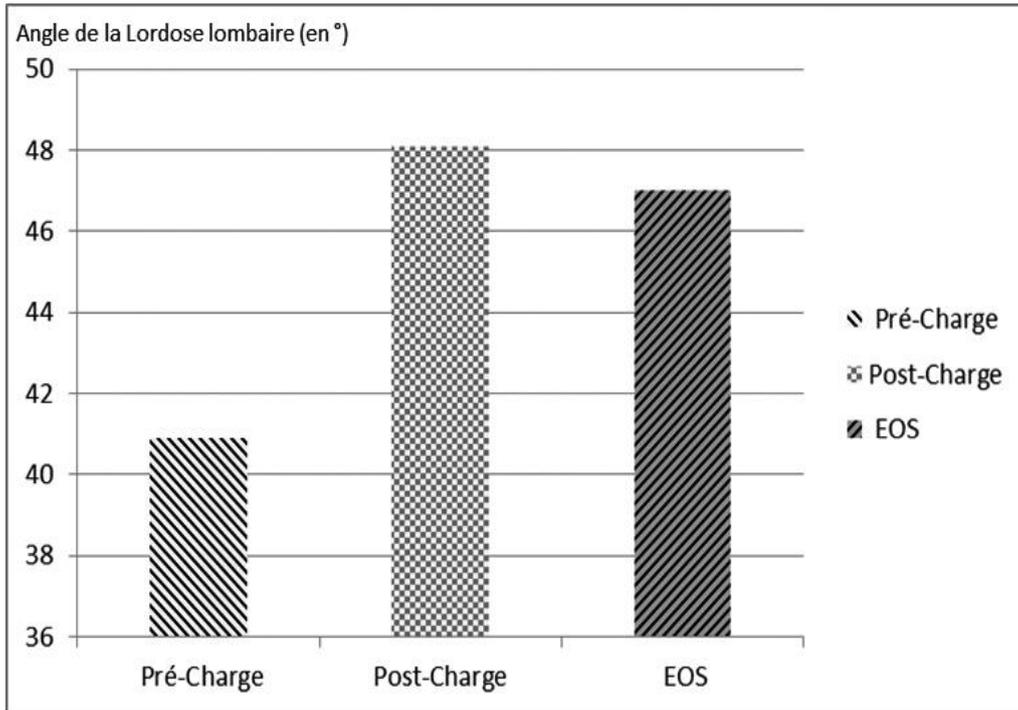
Sur le plan clinique, 5 patients (8,5%) présentent un tableau de claudication neurogène (ou Canal Lombarre Etroit : CLE) et 54 patients (91,5%) présentent une lombo-sciatique (LS).

#### ***III.2. ANALYSE STATIQUE***

##### ***III.2.a. LORDOSE LOMBAIRE***

La lordose lombaire moyenne est de 40,9° sur l'IRM en pré-charge, de 48,1° sur l'IRM en post-charge et de 47° sur l'EOS<sup>TM</sup> (Figures 9 et 10).

Le coefficient de corrélation intra-classe est de 0,96 pour la variabilité intra-observateur et de 0,93 pour la variabilité inter-observateur.



**Figure 9 : Comparaison de la lordose lombaire entre l'IRM en pré-charge, l'IRM en post-charge et l'EOS<sup>TM</sup>**

La comparaison entre les valeurs de la lordose lombaire mesurées sur l'IRM en pré- et post-charge montre une différence statistiquement significative ( $p < 0,0001$ ). Cette différence est évaluée à  $7,2^\circ$  soit 16% (Tableau 3).

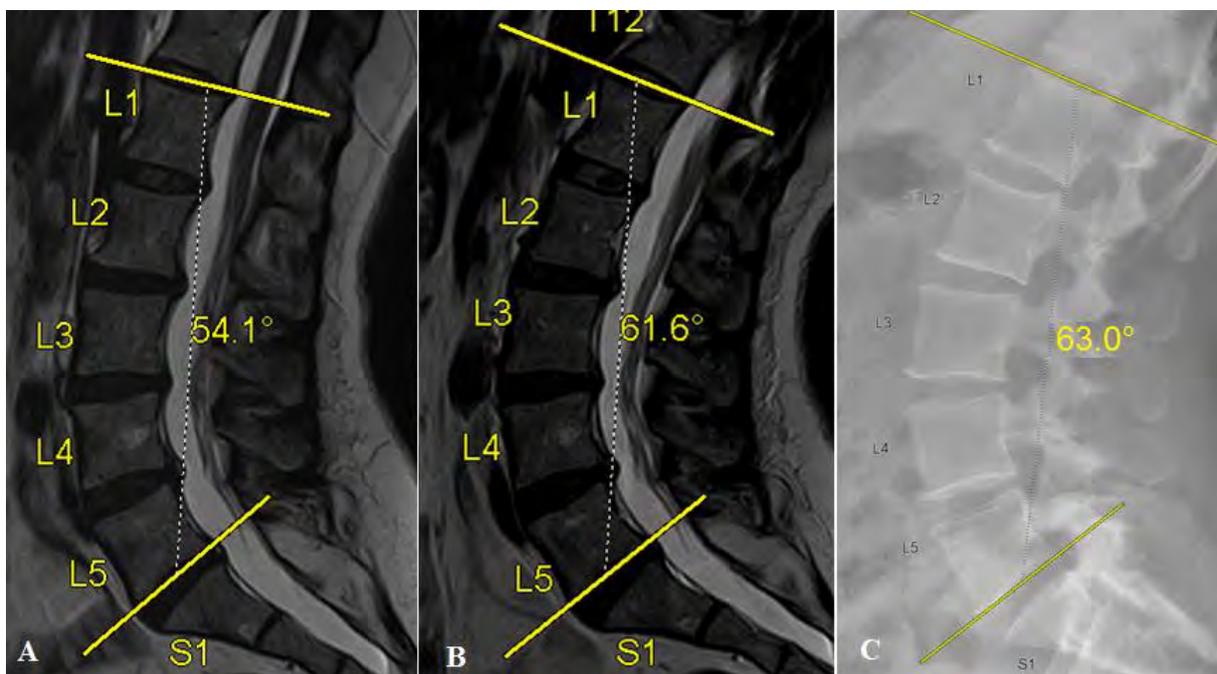
La comparaison entre les valeurs de la lordose lombaire mesurées sur l'IRM en pré-charge et sur l'EOS<sup>TM</sup> montre une différence statistiquement significative ( $p < 0,0001$ ). Cette différence est évaluée à  $6,1^\circ$  soit 13,9% (Tableau 3).

La comparaison entre les valeurs de la lordose lombaire mesurées sur l'IRM en post-charge et sur l'EOS<sup>TM</sup> ne montre pas de différence statistiquement significative ( $p = 0,07$ ). Cette différence est évaluée à  $1,1^\circ$  soit 2,3% (Tableau 3).

**Tableau 3 : Comparaison de la lordose lombaire entre l'IRM en Pré-charge, l'IRM en Post-charge et l'EOS™**

|                            | Différence en ° | Différence en % | p        |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| <b>Pré- et Post-Charge</b> | 7,2             | 16              | < 0,0001 |
| <b>Pré-Charge et EOS™</b>  | 6,1             | 13,9            | < 0,0001 |
| <b>Post-Charge et EOS™</b> | 1,1             | 2,3             | = 0,07   |

La figure ci-dessous illustre les mesures de la lordose lombaire sur l'IRM en pré-charge (Figure 10-A), l'IRM en post-charge (Figure 10-B) et l'EOS™ (Figure 10-C).



**Figure 10 : Exemple de mesures de la lordose lombaire**

### III.2.b. PENTE SACRÉE

La pente sacrée moyenne est de 45,8° sur l'IRM en pré-charge, de 46,8° sur l'IRM en post-charge et de 44,6° sur l'EOS<sup>TM</sup> (Figure 11 et 12).

Le coefficient de corrélation intra-classe est de 0,96 pour la variabilité intra-observateur et de 0,94 pour la variabilité inter-observateur.

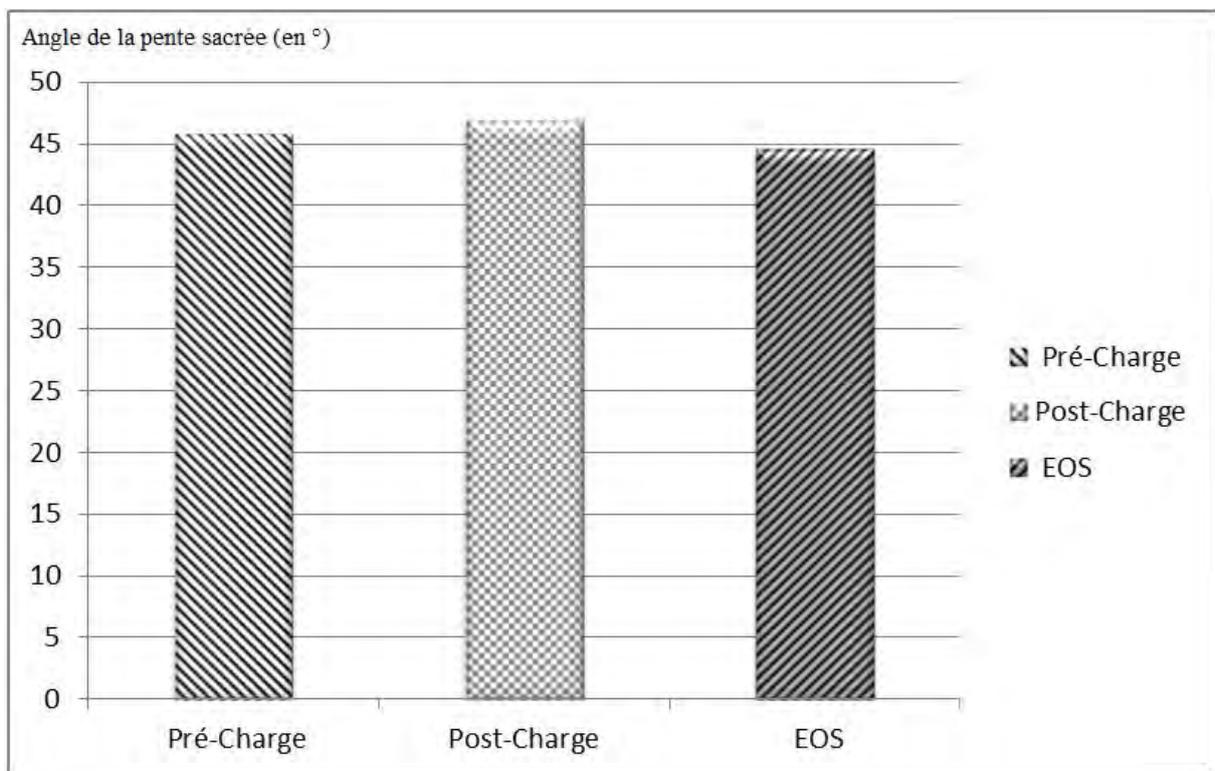


Figure 11 : Comparaison de la pente sacrée entre l'IRM en Pré-Charge, l'IRM en Post-Charge et l'EOS<sup>TM</sup>

La comparaison entre les valeurs de la pente sacrée mesurées sur l'IRM en pré- et post-charge ne montre pas de différence statistiquement significative ( $p=0,19$ ). Cette différence est évaluée à 1,04° soit 2,2% (Tableau 4).

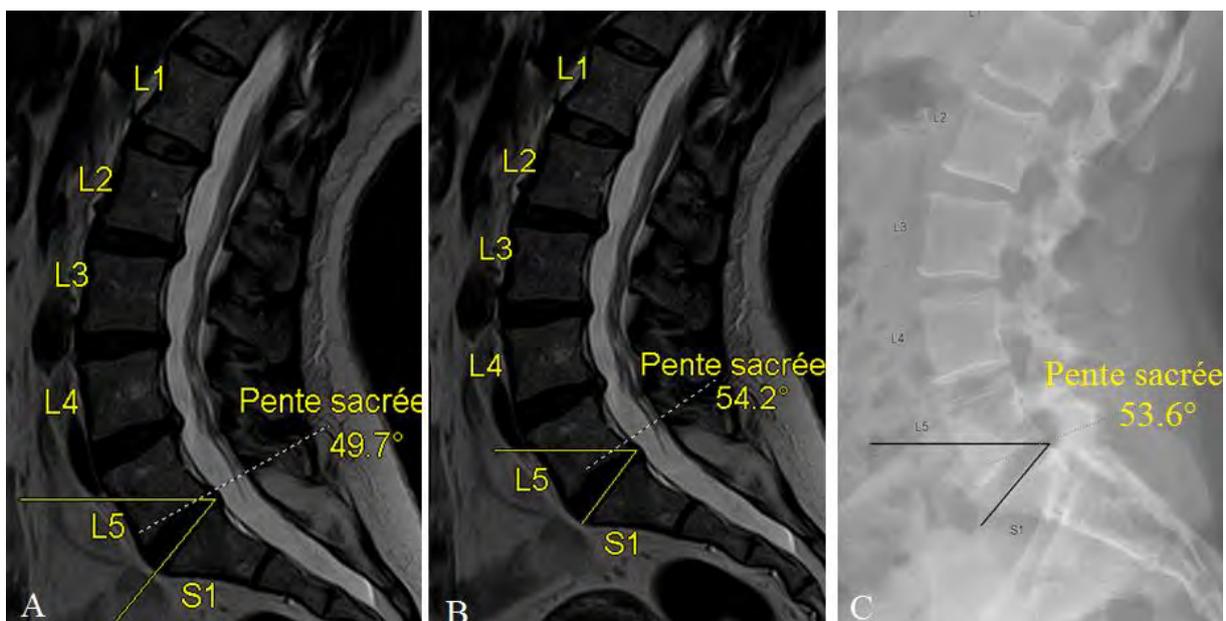
La comparaison entre les valeurs de la pente sacrée mesurées sur l'IRM en pré-charge et sur l'EOS™ ne montre pas de différence statistiquement significative ( $p=0,27$ ). Cette différence est évaluée à  $1,2^\circ$  soit 2,6% (Tableau 4).

La comparaison entre les valeurs de la pente sacrée mesurées sur l'IRM en post-charge et sur l'EOS™ ne montre pas de différence statistiquement significative ( $p=0,06$ ). Cette différence est évaluée à  $2,25^\circ$  soit 4,9% (Tableau 4).

**Tableau 4 : Comparaison de la pente sacrée entre l'IRM en Pré-Charge, l'IRM en Post-Charge et l'EOS™**

|                     | Différence en ° | Différence en % | p      |
|---------------------|-----------------|-----------------|--------|
| Pré- et Post-Charge | 1,04            | 2,2             | = 0,19 |
| Pré-Charge et EOS™  | 1,2             | 2,6             | = 0,27 |
| Post-Charge et EOS™ | 2,25            | 4.9             | = 0,06 |

La figure ci-dessous illustre les mesures de la pente sacrée sur l'IRM en pré-charge (Figure 12-A), l'IRM en post-charge (Figure 12-B) et l'EOS™ (Figure 12-C).



**Figure 12 : Exemple de mesures de la pente sacrée**

### **III.3. ANALYSE MORPHOLOGIQUE**

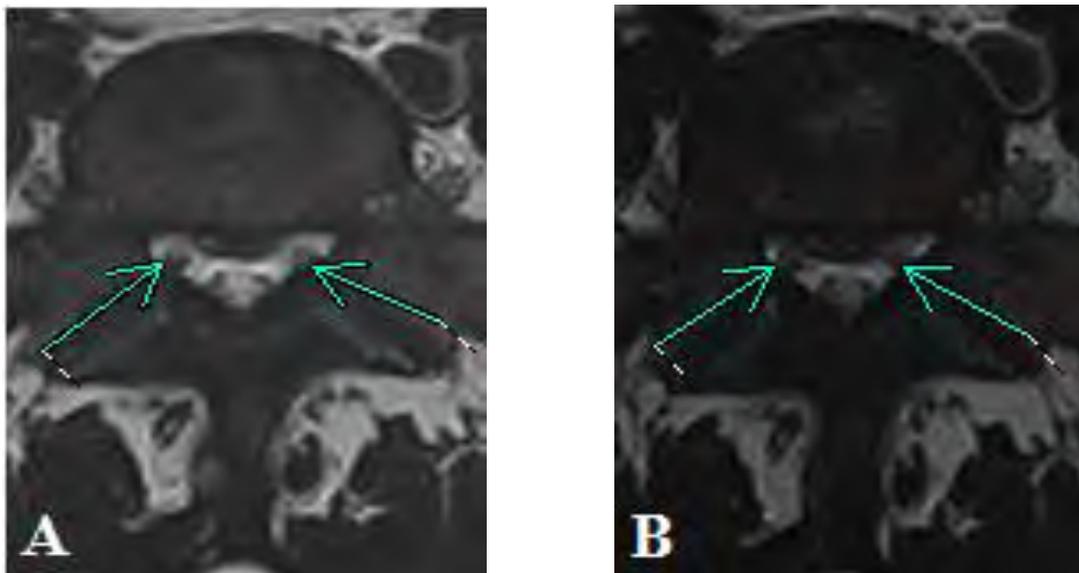
Sur l'IRM en pré-charge, nous avons visualisé au total 22 hernies discales (soit 12,4%) chez 16 patients (soit 27,1%) dont 14 hernies sessiles et 8 hernies pédiculées.

Sur l'IRM en post-charge, nous avons visualisé au total 25 hernies discales (soit 14,1%) chez 18 patients (soit 30,5%) dont 16 hernies sessiles et 9 hernies pédiculées.

Chez 3 patients, nous avons mis en évidence une augmentation de la taille de 4 hernies discales (soit 2,3%) sur l'IRM en post-charge par rapport à l'IRM en pré-charge.

Sur l'IRM en post-charge, nous avons également mis en évidence un conflit disco-radriculaire, non vu en pré-charge, chez 2 patients (soit 3,4%).

La figure ci-dessous illustre un exemple d'un patient avec une majoration de la taille de la hernie sessile postéro-médiane à l'étage L4-L5 sur l'IRM en post-charge (Figure 13-B) par rapport à l'IRM pré-charge (Figure 13-A) avec un contact avec l'émergence des racines L5 (flèche bleue).



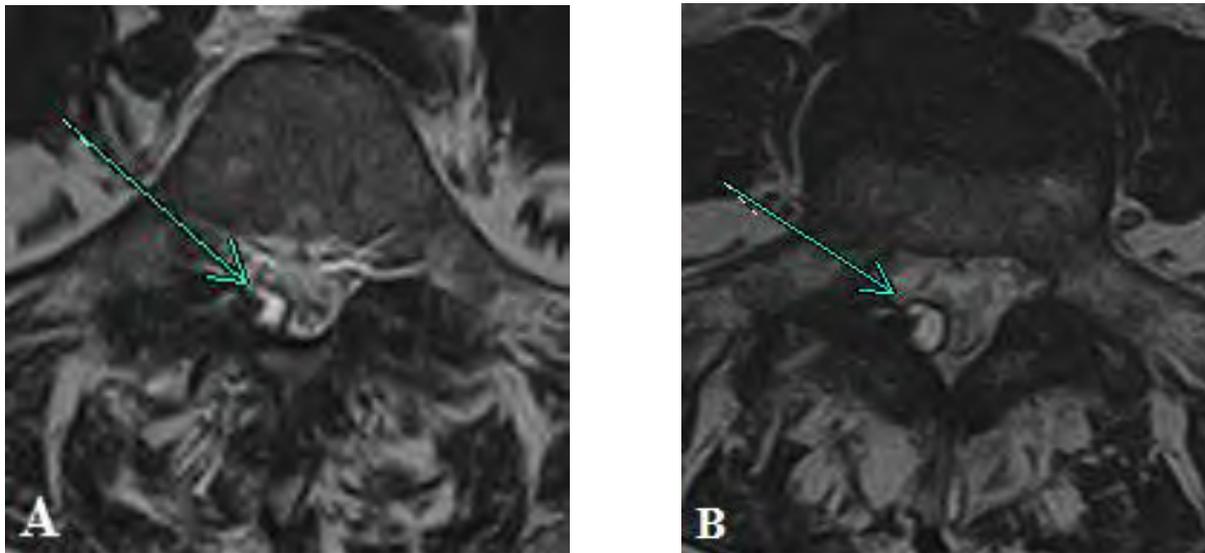
**Figure 13 : Exemple d'une hernie sessile sur l'IRM en Pré-charge (A) et en Post-charge (B)**

Sur l'IRM en pré-charge, nous avons visualisé au total 4 kystes articulaires postérieurs chez 3 patients (soit 5,1%).

Sur l'IRM en post-charge, nous avons visualisé 1 kyste articulaire postérieur chez 1 patient (soit 1,7%), non vu sur l'IRM en pré-charge.

Nous avons mis en évidence une augmentation de la taille de 2 kystes articulaires postérieurs sur l'IRM en post-charge par rapport à l'IRM en pré-charge chez 2 patients (soit 3,4%) (Figure 14).

La figure ci-dessous illustre un exemple d'un patient avec une majoration de la taille d'un kyste articulaire postérieur droit (flèche bleue) à l'étage L4-L5 sur l'IRM en post-charge (Figure 14-B) par rapport à l'IRM en pré-charge (Figure 14-A).



**Figure 14 : Exemple d'un kyste articulaire postérieur sur l'IRM en Pré-charge (A) et en Post-charge (B)**

### III.4. ANALYSE QUANTITATIVE

#### III.4.a. SAC DURAL

La surface du sac dural mesurée sur l'IRM en post-charge, aux étages L3-L4, L4-L5 et L5-S1, est statistiquement différente ( $p=0,004$ ) en fonction de la symptomatologie du patient :

- CLE : Moyenne : 78,5 mm<sup>2</sup>,
- LS : Moyenne : 127,5 mm<sup>2</sup> (Figure 15).

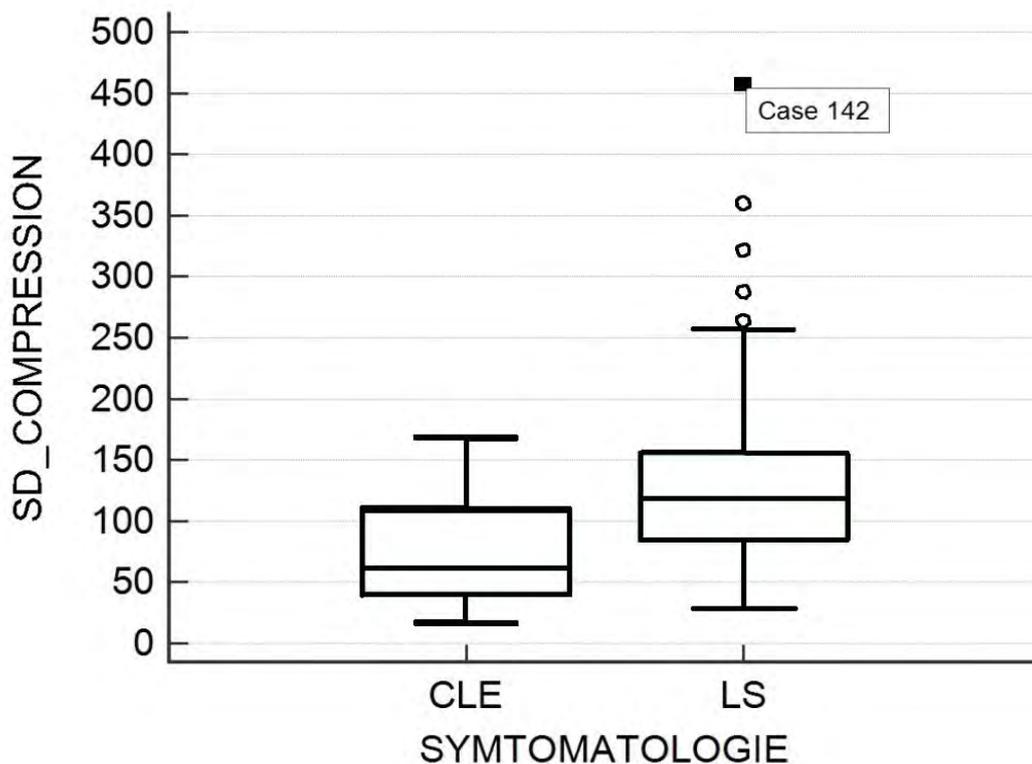


Figure 15 : Surface du sac dural sur l'IRM en Post-charge en fonction de la symptomatologie

Sur l'IRM en post-charge, nous avons observé une réduction de la surface du sac dural par rapport à l'IRM en pré-charge, statistiquement significative aux étages (Tableau 5) :

- L3-L4 : réduction de 10 %,
- L4-L5 : réduction de 8,4 %,
- L5-S1 : réduction de 6 %.

**Tableau 5 : Comparaison de la surface du sac dural entre l'IRM en Pré- et Post-Charge en fonction des étages discaux**

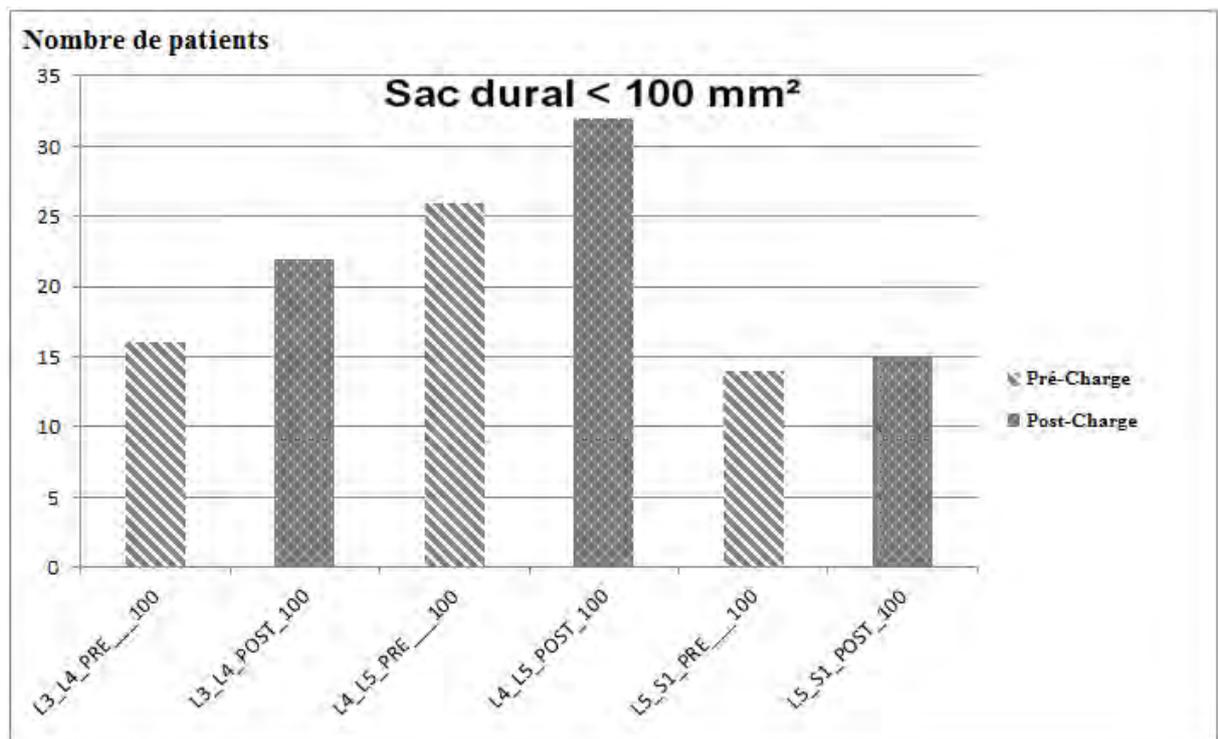
| Étage discal                          | L3-L4    | L4-L5    | L5-S1    |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Pré-Charge = Pré (mm <sup>2</sup> )   | 125,8    | 113,9    | 160,4    |
| Post-Charge = Post (mm <sup>2</sup> ) | 113,4    | 104,7    | 151,1    |
| Pré - Post (mm <sup>2</sup> )         | 12,1     | 9,2      | 9,3      |
| Pré - Post (%)                        | 10       | 8,4      | 6        |
| P                                     | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |

On a observé une réduction de la surface du sac dural supérieure à 15 mm<sup>2</sup> entre l'IRM en pré- et post-charge au niveau de 41 étages discaux (23%), chez 23 patients (39%).

Sur l'IRM en post-charge, on a mis en évidence un rétrécissement relatif du sac dural (surface du sac dural < 100 mm<sup>2</sup>), aux étages (Figure 16) :

- L3-L4 : 22 patients contre 16 sur l'IRM en pré-charge,
- L4-L5 : 32 patients contre 26 sur l'IRM en pré-charge,
- L5-S1 : 15 patients contre 14 sur l'IRM en pré-charge.

Au total, le système Dynawell<sup>®</sup> a permis de déceler un rétrécissement relatif du sac dural chez 8 patients (soit 13,5%), non décelé sur l'IRM en pré-charge.



**Figure 16 : Nombre de patients présentant un rétrécissement relatif du sac dural**

Sur l'IRM en post-charge, on a mis en évidence un rétrécissement absolu du sac dural (surface du sac dural  $< 75 \text{ mm}^2$ ), aux étages (Figure 17) :

- L3-L4 : 10 patients contre 6 sur l'IRM en pré-charge,
- L4-L5 : 21 patients contre 17 sur l'IRM en pré-charge,
- L5-S1 : 9 patients contre 8 sur l'IRM en pré-charge.

Au total, le système Dynawell® a permis de déceler un rétrécissement absolu du sac dural chez 5 patients (soit 8,5%) non décelé sur l'IRM en pré-charge.

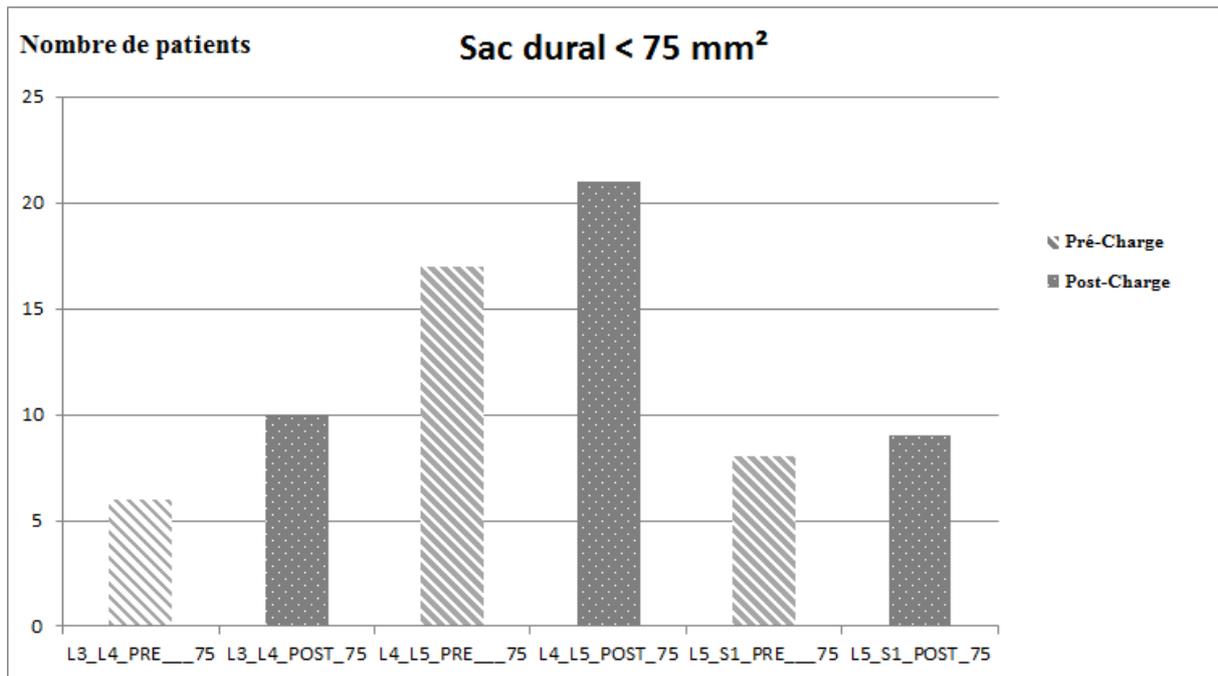


Figure 17 : Nombre de patients présentant un rétrécissement absolu du sac dural

Le coefficient de corrélation intra-classe pour les mesures de surface du sac dural est de 0,91 pour la variabilité intra-observateur et de 0,87 pour la variabilité inter-observateur.

### **III.4.b. FORAMENS**

Nous avons observé une réduction de la surface des foramens sur l'IRM en post-charge par rapport à l'IRM en pré-charge, de manière statistiquement significative ( $p < 0,05$ ), sauf à l'étage L5-S1 gauche ( $p > 0,05$ ) (Tableau 6) :

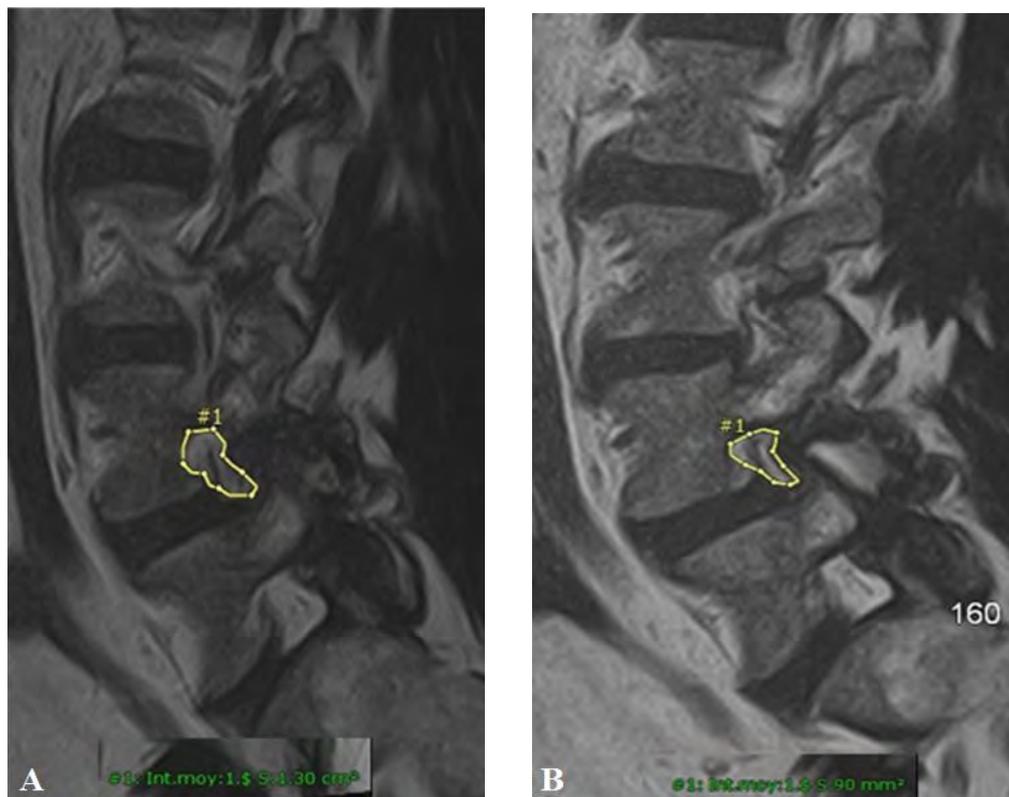
- à l'étage L3-L4 : réduction de 8,4% à droite et 7,7% à gauche,
- à l'étage L4-L5 : réduction de 7,9% à droite et 7,8% à gauche,
- à l'étage L3-L4 : réduction de 5,9% à droite.

**Tableau 6 : Réduction de la surface des foramens entre l'IRM en Pré- et Post-Charge**

| Étage discal                          | L3-L4    |          | L4-L5    |        | L5-S1 |        |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|--------|-------|--------|
|                                       | Droit    | Gauche   | Droit    | Gauche | Droit | Gauche |
| Pré-Charge = Pré (mm <sup>2</sup> )   | 128,1    | 120,8    | 103,1    | 98,9   | 97,3  | 96,4   |
| Post-Charge = Post (mm <sup>2</sup> ) | 117,8    | 111,9    | 95,2     | 91,4   | 91,7  | 93,4   |
| Pré - Post (mm <sup>2</sup> )         | 10,3     | 8,9      | 7,8      | 7,5    | 5,6   | 3      |
| P                                     | < 0.0001 | < 0.0001 | < 0.0001 | 0.0001 | 0.002 | 0.06   |

Le coefficient de corrélation intra-classe pour les mesures de surface des foramens est de 0,88 pour la variabilité intra-observateur et de 0,85 pour la variabilité inter-observateur.

La figure ci-dessous illustre un exemple d'une réduction de la surface du foramen L4-L5 droit sur l'IRM en post-charge (Figure 18-B) par rapport à l'IRM pré-charge (Figure 18-A).



**Figure 18 : Exemple de mesure de la surface du foramen L4-L5 droit sur l'IRM en Pré-charge (A, S=130 mm<sup>2</sup>) et en Post-charge (B, S=90 mm<sup>2</sup>)**

## **IV. DISCUSSIONS**

### **IV.1. ANALYSE STATIQUE**

Dans cette étude, nous avons comparé la lordose lombaire et la pente sacrée entre l'IRM en pré-charge, l'IRM en post-charge et l'EOS<sup>TM</sup> chez les 28 premiers patients lombalgiques.

A notre connaissance, il s'agit de la seule étude qui compare la lordose lombaire et la pente sacrée entre l'IRM sans et avec compression axiale (en décubitus dorsal) et l'EOS<sup>TM</sup> (en position debout), pour vérifier que le système Dynawell<sup>®</sup> permet de simuler la station verticale.

Notre étude montre que le système Dynawell<sup>®</sup>, avec 50% du poids du patient sur les deux membres inférieurs, augmente la lordose lombaire en moyenne de 7,2° soit 16% par rapport à la pré-charge. Ces résultats sont concordants aux précédentes études, qui ont montré que le système de compression axiale entraîne une diminution de la hauteur de la partie postérieure du disque, une augmentation de la hauteur de la partie antérieure du disque à l'origine d'une augmentation de l'angle discal (angle formé par la tangente aux plateaux sus- et sous-jacents), à l'origine d'une diminution de la hauteur lombaire (hauteur mesuré entre la tangente aux coins antérieurs de L1 et S1) et une augmentation de la lordose lombaire [34, 38]. *Kimura et al* ont montré chez 8 jeunes patients asymptomatiques (âgés de 22 à 36 ans), que le système Dynawell<sup>®</sup> (également avec 50% du poids du patient sur les deux membres inférieurs) augmente la lordose lombaire de 3,9° [38]. Dans notre étude, nous avons obtenu une augmentation de la lordose lombaire plus importante. Une des explications serait que nous avons mesuré la lordose lombaire L1-L5 alors que *Kimura et al* ont mesuré la lordose

lombaire L1-S1 [38]. Or, *Kimura et al* ont également montré que la compression axiale diminue la lordose L5-S1 de 5° par rapport à la pré-charge [38]. Par conséquent, nous supposons que si *Kimura et al* avaient mesuré la lordose lombaire L1-L5, et non L1-S1, ils auraient obtenus une augmentation de la lordose lombaire plus importante que 3,9° [38]. De plus, la population d'étude est très différente entre l'étude de *Kimura et al*, qui ont inclus des patients jeunes, volontaires et surtout asymptomatiques, et notre étude, où nous avons inclus des patients plus âgés et symptomatiques. En effet, les patients âgés présentent une dégénérescence discale liée au vieillissement avec une déshydratation discale ainsi qu'une amyotrophie et dégénérescence graisseuse des muscles de soutiens, notamment des muscles spinaux. Ceci pourrait contribuer à une majoration de l'effet du système de compression axiale sur la lordose lombaire par une majoration du pincement discal postérieur et bâillement discal antérieur.

Nous avons également montré que les valeurs de la lordose lombaire sont statistiquement différentes entre l'IRM en pré- et en post-charge ainsi qu'entre l'IRM en pré-charge et l'EOS<sup>TM</sup> ( $p < 0,05$ ). Par contre, il n'y a pas de différence statistiquement significative ( $p = 0,07$ ) des valeurs de la lordose lombaire entre l'IRM en post-charge et l'EOS<sup>TM</sup>. Ces résultats sont concordants avec les études réalisées sur l'IRM « debout », qui constatent une augmentation des valeurs de la lordose lombaire entre l'IRM en décubitus dorsal et l'IRM en position debout [39, 40]. L'IRM « debout » avec une position verticale est certainement plus physiologique pour l'étude des lombalgies, mais l'avantage de cette position pourrait être compensé par une résolution spatiale moins bonne (IRM de faible champ magnétique, entre 0,2 et 0,6 Tesla) et un risque accru d'artéfacts de mouvement du patient (du fait de la difficulté à rester immobile en position debout). En effet, le système de compression axiale entraîne une force unidirectionnelle dans le sens crânio-caudale. Néanmoins, en position debout, le corps

humain est soumis à la pesanteur, qui peut être représentée d'une manière simpliste par une force de vecteur crânio-caudal. Il serait très intéressant de réaliser des études comparatives entre le système de compression axiale Dynawell® et l'IRM "Debout".

Notre étude montre que le système de compression axiale Dynawell® n'entraîne pas de modification statistiquement significative de la pente sacrée. A notre connaissance, aucune étude n'a étudié l'effet du système Dynawell® sur la pente sacrée, notamment en le comparant avec un examen fonctionnel (réalisé en position debout). D'une manière biomécanique, la pente sacrée semble être moins modifiable par la position du patient que la lordose lombaire. Nous rappelons que la pente sacrée se mesure par l'angle formé entre la tangente au plateau supérieur de S1 et l'horizontale. Anatomiquement le sacrum est composé de 5 vertèbres soudées dont les premières pièces peuvent être unies par des disques non mobiles. Le sacrum s'articule aux deux os iliaques, par l'intermédiaire des sacro-iliaques. Les deux os iliaques sont unis en avant par la symphyse pubienne et s'articulent aux membres inférieurs par les articulations coxo-fémorales. L'ensemble sacrum, sacro-iliaques, os iliaques et symphyse pubienne constitue un puissant anneau pelvien, stabilisé par de puissants ligaments et muscles (ligaments sacro-iliaques, muscles pelvi-trochantériens etc...). L'anatomie complexe explique que la pente sacrée soit peu modifiable par l'orthostatisme.

Nous avons utilisé le système EOS™ comme examen fonctionnel de comparaison car c'est un système faiblement irradiant, avec une bonne résolution spatiale, et la possibilité d'une acquisition simultanée et rapide de face et de profil du rachis entier et des membres inférieurs. Toutes ces caractéristiques représentent à notre avis, un des réels progrès de l'imagerie de la colonne vertébrale, en particulier pour l'étude statique [36].

## ***IV.2. ANALYSE MORPHOLOGIQUE***

Notre étude a montré que la compression axiale a permis :

- de majorer des hernies discales chez 5 patients (8,5%) dont deux hernies non vues sur l'IRM en pré-charge (chez 2 patients),
- et de mettre en évidence un conflit disco-radicaire, non vu en pré-charge, chez 2 patients (3,4%),
- ainsi que de déceler un kyste articulaire postérieur non vu sur l'IRM en pré-charge chez 1 patient,
- et d'augmenter le volume du kyste chez 2 patients.

Ces résultats sont concordants aux précédentes études, notamment celle de *Andre Kinder et al*, qui ont évalué l'apport de l'IRM en compression axiale sur les anomalies discales chez 120 patients lombalgiques [33]. Ils ont montré une augmentation de 9% des anomalies discales sur l'IRM en post-charge par rapport à l'IRM en pré-charge ainsi que 7 hernies discales ("protrusion et hernie") vues uniquement en post-charge [33]. Ils ont également observé 4 kystes articulaires sur l'IRM en pré-charge et 9 kystes articulaires sur l'IRM en post-charge [33]. Ils n'ont pas réalisé de comparaison de la taille des hernies discales, ni des kystes articulaires postérieurs.

### ***IV.3. ANALYSE QUANTITATIVE***

La compression axiale a permis une réduction de la surface du sac dural :

- L3-L4 : réduction de 10%,
- L4-L5 : réduction de 8,4%,
- L5-S1 : réduction de 6%.

On a observé une réduction de la surface du sac dural  $> 15 \text{ mm}^2$  entre l'IRM en pré- et en post-charge au niveau de 41 étages discaux (23%), chez 23 patients (39%).

Ces résultats sont concordants aux précédentes études. *Andre Kinder et al* ont montré une réduction de la surface du sac dural sur l'IRM en post-charge par rapport à l'IRM en pré-charge entre 3,7% et 10,2 [33]. Ils ont montré une réduction de la surface du sac dural  $> 15 \text{ mm}^2$  entre la pré- et la post-charge au niveau de 138 étages discaux (38,3%), chez 81 patients (67,5%) [33]. Cette réduction est plus importante que dans notre étude. L'installation différente des patients sur l'IRM en pré-charge pourrait expliquer en partie la différence des résultats. En effet, dans l'étude de *Andre Kinder et al*, les patients ont les hanches et les genoux en flexion sur l'IRM en pré-charge, on note donc une diminution de la lordose lombaire (par rapport à notre étude où les patients ont les hanches et les genoux en extension) avec une majoration des mensurations du sac dural en pré-charge et donc une réduction du sac dural plus marquée entre l'IRM en pré- et en post-charge.

Le système Dynawell® a permis de déceler un rétrécissement du sac dural, non décelé sur l'IRM en pré-charge :

- relatif chez 8 patients (soit 13,5%),
- absolu chez 5 patients (soit 8,5%).

Ces résultats sont concordants aux précédentes études, notamment celle de *Kim et al*, qui ont montré chez 54 patients souffrant de claudication neurogène, que le système Dynawell® permettait de diagnostiquer un rétrécissement absolu du sac dural (surface <75 mm<sup>2</sup>) chez 13 patients (soit 25%), non vus sur l'IRM en pré-charge [41]. Nous avons obtenu des résultats moins importants car nous avons inclus beaucoup plus de patients souffrant de lombo-radiculalgies (avec une surface moyenne du sac dural de 127,5 mm<sup>2</sup> dans notre étude) que de patients souffrant de claudication neurogène (avec une surface moyenne de 78,5 mm<sup>2</sup> dans notre étude) alors que Kim et al ont inclus uniquement des patients souffrant de claudication neurogène.

La compression axiale a permis une réduction de la surface des foramens entre 6 et 8%, statistiquement significative, sauf à l'étage L5-S1 gauche (p=0,06).

Les précédentes études n'ont pas mis en évidence de différence statistiquement significative des sténoses foraminales mais ils n'ont réalisé qu'une analyse qualitative des foramens alors que nous avons réalisé une analyse quantitative avec des mesures de surface [33].

#### ***IV.4. INCONVENIENTS DU SYSTEME***

Un des inconvénients de la compression axiale serait de majorer la symptomatologie, notamment la douleur. Nous avons observé une majoration de la douleur chez trois patients dont un patient qui n'a pas supporté la compression et a dû arrêter l'examen. Chez les deux autres patients, nous n'avons pas noté de dégradation significative de la qualité des images notamment pour l'interprétation, liés aux mouvements induits par la douleur. L'utilisation de la compression axiale a reproduit chez deux patients le trajet de la radiculalgie. Aucun patient ne s'est plaint d'aggravation de la symptomatologie dans les suites de l'examen.

Un autre inconvénient de l'utilisation de la compression axiale est l'allongement de la durée de l'examen de 5 à 10 min. Pour raccourcir le temps de l'examen, nous profitons du délai, d'au moins 5 min afin que la charge se mette en place, pour réaliser les coupes localisatrices dans les trois plans de l'espace, et la séquence sagittale T1 dont l'ensemble dure environ 3 minutes. Puis, nous réalisons la séquence sagittale T2 d'une durée d'environ 2min20 et la séquence axiale T2 d'une durée de 3min20. En pratique, la durée totale de l'examen avec la compression axiale est allongée de 2 à 3 minutes.

## CONCLUSION

Notre travail a montré que le système de compression axiale Dynawell® entraîne des modifications statiques proches de celles obtenues en position debout.

En réduisant les mensurations du sac dural et des foramens et en majorant dans certains cas les hernies discales, le système Dynawell® sensibilise la recherche des conflits disco-radiculaires et des rétrécissements du sac dural.

Il apparaît donc être un moyen utile pour l'étude des lombalgies, notamment dans le cadre de discordance radio-clinique.

En perspective, il serait très intéressant de réaliser des études comparatives entre le système Dynawell® et l'IRM "debout".

*Vu le Président*

*Nicolas Sang*  
Professeur Nicolas SANG  
Chef de Service d'Ingénierie Médicale  
PPR - Hill D - 1<sup>er</sup> étage - CHU Purpan  
TSA 40031  
31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu permis d'imprimer  
Le Doyen de la Faculté  
de Médecine Purpan

J.P. VINEL

*J.P. Vinel*

## BIBLIOGRAPHIE

1. Gourmelen J, Chastang J-F, Ozguler A, Lanoë J-L, Ravaud J-F, Leclerc A. Frequency of low back pain among men and women aged 30 to 64 years in France. Results of two national surveys. *Ann Réadapt Médecine Phys Rev Sci Société Fr Rééduc Fonct Réadapt Médecine Phys.* nov 2007;50(8):640-4, 633-9.
2. Bozzao A, Gallucci M, Masciocchi C, Aprile I, Barile A, Passariello R. Lumbar disk herniation: MR imaging assessment of natural history in patients treated without surgery. *Radiology.* oct 1992;185(1):135-41.
3. Saal JA. Natural history and nonoperative treatment of lumbar disc herniation. *Spine.* 15 déc 1996;21(24 Suppl):2S - 9S.
4. Depont F, Hunsche E, Abouelfath A, Diatta T, Addra I, Grelaud A, et al. Medical and non-medical direct costs of chronic low back pain in patients consulting primary care physicians in France. *Fundam Clin Pharmacol.* févr 2010;24(1):101-8.
5. Schmid G, Witteler A, Willburger R, Kuhnen C, Jergas M, Koester O. Lumbar disk herniation: correlation of histologic findings with marrow signal intensity changes in vertebral endplates at MR imaging. *Radiology.* mai 2004;231(2):352-8.
6. Boos N, Rieder R, Schade V, Spratt KF, Semmer N, Aebi M. 1995 Volvo Award in clinical sciences. The diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging, work perception, and psychosocial factors in identifying symptomatic disc herniations. *Spine.* 15 déc 1995;20(24):2613-25.
7. Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, Modic MT, Malkasian D, Ross JS. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med.* 14 juill 1994;331(2):69-73.
8. Delauche-Cavallier MC, Budet C, Laredo JD, Debie B, Wybier M, Dorfmann H, et al. Lumbar disc herniation. Computed tomography scan changes after conservative treatment of nerve root compression. *Spine.* août 1992;17(8):927-33.
9. Kato T, Haro H, Komori H, Shinomiya K. Sequential dynamics of inflammatory cytokine, angiogenesis inducing factor and matrix degrading enzymes during spontaneous resorption of the herniated disc. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* juill 2004;22(4):895-900.
10. Fardon DF, Williams AL, Dohring EJ, Murtagh FR, Gabriel Rothman SL, Sze GK. Lumbar disc nomenclature: version 2.0: Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. *Spine J Off J North Am Spine Soc.* 1 nov 2014;14(11):2525-45.
11. Wiltse LL, Berger PE, McCulloch JA. A system for reporting the size and location of lesions in the spine. *Spine.* 1 juill 1997;22(13):1534-7.

12. Wackenheim A. Constitutional narrowness of the lumbar spinal canal and cheiro-lumbar dysostosis. *Acta Neurochir (Wien)*. 1982;61(1-3):43-53.
13. Schizas C, Theumann N, Burn A, Tansey R, Wardlaw D, Smith FW, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine*. 1 oct 2010;35(21):1919-24.
14. Pui MH, Husen YA. Value of magnetic resonance myelography in the diagnosis of disc herniation and spinal stenosis. *Australas Radiol*. août 2000;44(3):281-4.
15. Thornton MJ, Lee MJ, Pender S, McGrath FP, Brennan RP, Varghese JC. Evaluation of the role of magnetic resonance myelography in lumbar spine imaging. *Eur Radiol*. 1999;9(5):924-9.
16. O'Connell MJ, Ryan M, Powell T, Eustace S. The value of routine MR myelography at MRI of the lumbar spine. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. nov 2003;44(6):665-72.
17. Finch P. Technology Insight: imaging of low back pain. *Nat Clin Pract Rheumatol*. oct 2006;2(10):554-61.
18. Borenstein DG, O'Mara JW, Boden SD, Lauerman WC, Jacobson A, Platenberg C, et al. The value of magnetic resonance imaging of the lumbar spine to predict low-back pain in asymptomatic subjects: a seven-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. sept 2001;83-A(9):1306-11.
19. Borenstein DG. Epidemiology, etiology, diagnostic evaluation, and treatment of low back pain. *Curr Opin Rheumatol*. mars 2001;13(2):128-34.
20. Elfering A, Semmer N, Birkhofer D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Risk factors for lumbar disc degeneration: a 5-year prospective MRI study in asymptomatic individuals. *Spine*. 15 janv 2002;27(2):125-34.
21. Hiwatashi A, Danielson B, Moritani T, Bakos RS, Rodenhause TG, Pilcher WH, et al. Axial loading during MR imaging can influence treatment decision for symptomatic spinal stenosis. *AJNR Am J Neuroradiol*. févr 2004;25(2):170-4.
22. Kanno H, Endo T, Ozawa H, Koizumi Y, Morozumi N, Itoi E, et al. Axial loading during magnetic resonance imaging in patients with lumbar spinal canal stenosis: does it reproduce the positional change of the dural sac detected by upright myelography? *Spine*. 15 juill 2012;37(16):E985-92.
23. Danielson BI, Willén J, Gaultitz A, Niklason T, Hansson TH. Axial loading of the spine during CT and MR in patients with suspected lumbar spinal stenosis. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987. nov 1998;39(6):604-11.
24. Zander DR, Lander PH. Positionally dependent spinal stenosis: correlation of upright flexion-extension myelography and computed tomographic myelography. *Can Assoc Radiol J J Assoc Can Radiol*. août 1998;49(4):256-61.

25. Zamani AA, Moriarty T, Hsu L, Winalski CS, Schaffer JL, Isbister H, et al. Functional MRI of the lumbar spine in erect position in a superconducting open-configuration MR system: preliminary results. *J Magn Reson Imaging JMRI*. déc 1998;8(6):1329-33.
26. Jinkins JR, Dworkin J. Proceedings of the State-of-the-Art Symposium on Diagnostic and Interventional Radiology of the Spine, Antwerp, September 7, 2002 (Part two). Upright, weight-bearing, dynamic-kinetic MRI of the spine: pMRI/kMRI. *JBR-BTR Organe Société R Belge Radiol SRBR Orgaan Van K Belg Ver Voor Radiol KBVR*. oct 2003;86(5):286-93.
27. Tarantino U, Fanucci E, Iundusi R, Celi M, Altobelli S, Gasbarra E, et al. Lumbar spine MRI in upright position for diagnosing acute and chronic low back pain: statistical analysis of morphological changes. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol*. mars 2013;14(1):15-22.
28. Jinkins JR, Dworkin JS, Damadian RV. Upright, weight-bearing, dynamic-kinetic MRI of the spine: initial results. *Eur Radiol*. sept 2005;15(9):1815-25.
29. Alyas F, Connell D, Saifuddin A. Upright positional MRI of the lumbar spine. *Clin Radiol*. sept 2008;63(9):1035-48.
30. Zemp R, Taylor WR, Lorenzetti S. In vivo spinal posture during upright and reclined sitting in an office chair. *BioMed Res Int*. 2013;2013:916045.
31. Willén J, Danielson B. The diagnostic effect from axial loading of the lumbar spine during computed tomography and magnetic resonance imaging in patients with degenerative disorders. *Spine*. 1 déc 2001;26(23):2607-14.
32. Kanno H, Ozawa H, Koizumi Y, Morozumi N, Aizawa T, Ishii Y, et al. Changes in lumbar spondylolisthesis on axial-loaded MRI: do they reproduce the positional changes in the degree of olisthesis observed on X-ray images in the standing position? *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 1 juin 2015;15(6):1255-62.
33. Kinder A, Filho FP, Ribeiro E, Domingues RC, Domingues RC, Marchiori E, et al. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine with axial loading: a review of 120 cases. *Eur J Radiol*. avr 2012;81(4):e561-4.
34. Saifuddin A, Blease S, MacSweeney E. Axial loaded MRI of the lumbar spine. *Clin Radiol*. sept 2003;58(9):661-71.
35. Wang Y-C, Jeng C-M, Wu C-Y, Chang H-Y, Huang Y-C, Wang Y-J, et al. Dynamic effects of axial loading on the lumbar spine during magnetic resonance imaging in patients with suspected spinal stenosis. *J Formos Med Assoc Taiwan Yi Zhi*. avr 2008;107(4):334-9.
36. Deschênes S, Charron G, Beaudoin G, Labelle H, Dubois J, Miron M-C, et al. Diagnostic imaging of spinal deformities: reducing patients radiation dose with a new slot-scanning X-ray imager. *Spine*. 20 avr 2010;35(9):989-94.

37. Guigui P, Morvan G. [Evaluation of spinal alignment disorders in adults]. *J Radiol.* sept 2002;83(9 Pt 2):1143-7.
38. Kimura S, Steinbach GC, Watenpaugh DE, Hargens AR. Lumbar spine disc height and curvature responses to an axial load generated by a compression device compatible with magnetic resonance imaging. *Spine.* 1 déc 2001;26(23):2596-600.
39. Meakin JR, Smith FW, Gilbert FJ, Aspden RM. The effect of axial load on the sagittal plane curvature of the upright human spine in vivo. *J Biomech.* 18 sept 2008;41(13):2850-4.
40. Shymon S, Hargens AR, Minkoff LA, Chang DG. Body posture and backpack loading: an upright magnetic resonance imaging study of the adult lumbar spine. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc.* juill 2014;23(7):1407-13.
41. Kim YK, Lee JW, Kim H-J, Yeom JS, Kang HS. Diagnostic advancement of axial loaded lumbar spine MRI in patients with clinically suspected central spinal canal stenosis. *Spine.* 1 oct 2013;38(21):E1342-7.

---

## **APPORT DE L'IRM DU RACHIS LOMBAIRE EN COMPRESSION AXIALE PAR SYSTÈME DYNAWELL<sup>®</sup> CHEZ LE PATIENT LOMBALGIQUE.**

---

### **Introduction :**

L'IRM, examen de référence dans l'exploration de la lombalgie, est réalisée en décubitus dorsal, expliquant certaines discordances radio-cliniques. L'objectif est d'évaluer l'apport de l'IRM en compression axiale par système Dynawell<sup>®</sup>.

### **Matériel et méthode :**

61 patients lombalgiques avec radiculalgie ou claudication neurogène ont été inclus de manière prospective, pour lesquels a été réalisé une IRM 1,5 Tesla sans et avec compression axiale ainsi que des radiographies du rachis lombaire de profil par système EOS. Nous avons effectué une analyse morphologique et quantitative par la mesure des surfaces du sac dural et des foramens.

### **Résultats :**

La compression axiale par système Dynawell<sup>®</sup> augmente la lordose lombaire de 7,2° avec des angles proches de ceux mesurés avec EOS, permet de majorer des hernies discales chez 5 patients (8,5%), et réduit la surface du sac dural entre 6 et 10% ( $p < 0,05$ ) et des foramens entre 6 et 8%.

### **Conclusion :**

Le système de compression axiale Dynawell<sup>®</sup> entraîne des modifications statiques proches de celles obtenues en position debout.

En réduisant les mensurations du sac dural et des foramens, le système Dynawell<sup>®</sup> permet de mieux détecter les conflits disco-radiculaires et les rétrécissements du sac dural.

---

EFFECTS OF AXIAL LOADING ON THE LUMBAR SPINE DURING MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PATIENTS WITH LOWER BACK PAIN.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

MOTS-CLÉS : IRM en compression axiale, système Dynawell<sup>®</sup>, lombalgie, lordose lombaire, pente sacrée, sac dural, foramen, hernie discale, rétrécissement du sac dural.

---

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de médecine Toulouse-Purpan, 35 Allées Jules Guesde BP 7202 31073  
Toulouse Cedex 7

---

Directeur de thèse : Dr Marie FARUCH-BILFELD