



HAL
open science

Vertébroplastie et envahissement tumoral du mur postérieur : faisabilité, résultats à propos de 63 cas

Amélie Michaud-Pellegrin

► To cite this version:

Amélie Michaud-Pellegrin. Vertébroplastie et envahissement tumoral du mur postérieur : faisabilité, résultats à propos de 63 cas. Médecine humaine et pathologie. 2014. dumas-01136481

HAL Id: dumas-01136481

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01136481>

Submitted on 27 Mar 2015

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

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

MICHAUD-PELLEGRIN Amélie

Interne des Hôpitaux

THESE

VERTEBROPLASTIE ET ENVAHISSEMENT TUMORAL DU
MUR POSTERIEUR : FAISABILITE, RESULTATS
A PROPOS DE 63 CAS

NICE 2014

UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS
UFR DES SCIENCES MEDICALES

**VERTEBROPLASTIE ET ENVAHISSEMENT
TUMORAL DU MUR POSTERIEUR : FAISABILITE,
RESULTATS
A PROPOS DE 63 CAS**

**THESE POUR OBTENIR LE GRADE
DE DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Le 04 avril 2014

Par

Amélie MICHAUD-PELLEGRIN

Née le 1 janvier 1986 à Nice (06)

Directeur de thèse : **Dr Nicolas AMORETTI**

MEMBRES DU JURY :

Pr Bernard PADOVANI
Pr Philippe PAQUIS
Pr Jean-Marc FERRERO
Dr Nicolas BRONSARD
Dr Laurence LEGROS

PRESIDENT
ASSESEUR
ASSESEUR
ASSESEUR
ASSESEUR

UNIVERSITÉ DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS

FACULTÉ DE MÉDECINE

Liste des professeurs au **1er septembre 2013** à la Faculté de Médecine de Nice

Doyen	M. BAQUÉ Patrick
Assesseurs	M. BOILEAU Pascal M. HÉBUTERNE Xavier M. LEVRAUT Jacques
Conservateur de la bibliothèque	M. SCALABRE Grégory
Chef des services administratifs	Mme CALLEA Isabelle
Doyens Honoraires	M. AYRAUD Noël M. RAMPAL Patrick M. BENCHIMOL Daniel

Professeurs Honoraires

M. BALAS Daniel	M. MASSEYEFF René
M. BLAIVE Bruno	M. MATTEI Mathieu
M. BOQUET Patrice	M. MOUIEL Jean
M. BOURGEON André	Mme MYQUEL Martine
M. BOUTTÉ Patrick	M. OLLIER Amédée
M. BRUNETON Jean-Noël	M. ORTONNE Jean-Paul
Mme BUSSIERE Françoise	M. SCHNEIDER Maurice
M. CHATEL Marcel	M. SERRES Jean-Jacques
M. COUSSEMENT Alain	M. TOUBOL Jacques
M. DAR COURT Guy	M. TRAN Dinh Khiem
M. DELMONT Jean	M. ZIEGLER Gérard
M. DEMARD François	
M. DOLISI Claude	
M. FREYCHET Pierre	
M. GÉRARD Jean-Pierre	
M. GILLET Jean-Yves	
M. GRELLIER Patrick	
M. HARTER Michel	
M. INGLES AKIS Jean-André	
M. LALANNE Claude-Michel	
M. LAMBERT Jean-Claude	
M. LAPALUS Philippe	
M. LAZDUNSKI Michel	
M. LEFEBVRE Jean-Claude	
M. LE BAS Pierre	
M. LE FICHOUX Yves	
M. LOUBIERE Robert	
M. MARIANI Roger	

M.C.A. Honoraire

Mlle ALLINE Madeleine

M.C.U. Honoraires

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

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BENCHIMOL Daniel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	CAMOUS Jean-Pierre	Thérapeutique (48.04)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	DELLAMONICA Pierre	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	DESNUELLE Claude	Biologie Cellulaire (44.03)
Mme	EULLER-ZIEGLER Liana	Rhumatologie (50.01)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction
	(54.05)	
M.	FRANCO Alain	Gériatrie et Biologie du vieillissement (53.01)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GASTAUD Pierre	Ophthalmologie (55.02)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	GRIMAUD Dominique	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
Mme	LEBRETON Élisabeth	Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique
	(50.04)	
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	PRINGUEY Dominique	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	VAN OBBERGHEN Emmanuel	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)

PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

M.	BATT Michel	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	CRENESSE Dominique	Physiologie (44.02)

M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	TRAN Albert	Hépatogastro-entérologie (52.01)

PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

M.	ALBERTINI Marc	Pédiatrie (54.01)
Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54.02)
Mlle	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CANIVET Bertrand	Médecine Interne (53.01)
M.	CARLES Michel	Anesthésiologie Réanimation (48.01)
M.	CASSUTO Jill-Patrice	Hématologie et Transfusion (47.01)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	DUMONTIER Christian	Chirurgie plastique
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
M.	FREDENRICH Alexandre	Endocrinologie, Diabète et Maladies métaboliques
	(54.04)	
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Gériatrie (48.04)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	JOURDAN Jacques	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
M.	LEVRAUT Jacques	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénérologie (50-03)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention
	(46.01)	

M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques
	(54.04)	
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	VENISSAC Nicolas	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M.	SAUTRON Jean-Baptiste	Médecine Générale
----	-----------------------	-------------------

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme	ALUNNI-PERRET Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
Mme	BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	DONZEAU Michèle	Biologie du Développement et de la Reproduction
	(54.05)	
M.	FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M.	FRANKEN Philippe	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
Mlle	LANDRAUD Luce	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	LEGROS Laurence	Hématologie et Transfusion (47.01)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
M.	PHILIP Patrick	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
Mlle	PULCINI Céline	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROUX Christian	Rhumatologie (50.01)
M.	TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention
	(46.01)	
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

PROFESSEURS ASSOCIÉS

M.	DIOMANDE Mohenou Isidore	Anatomie et Cytologie Pathologiques
M.	HOFLIGER Philippe	Médecine Générale
M.	MAKRIS Démosthènes	Pneumologie
M.	PITTET Jean-François	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale
Mme	POURRAT Isabelle	Médecine Générale

MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Mme	CHATTI Kaouthar	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	GARDON Gilles	Médecine Générale
Mme	MONNIER Brigitte	Médecine Générale
M.	PAPA Michel	Médecine Générale

PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

M.	BERTRAND François	Médecine Interne
M.	BROCKER Patrice	Médecine Interne Option Gériatrie
M.	CHEVALLIER Daniel	Urologie
Mme	FOURNIER-MEHOUAS Manuella	Médecine Physique et Réadaptation
M.	MAGNÉ Jacques	Biophysique
M.	QUARANTA Jean-François	Santé Publique

A mon mari, et à ma fille...

A Monsieur le Président du jury,

Le Professeur PADOVANI,

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

J'ai eu le plaisir de travailler dans votre service durant un an et la chance d'avoir pu profiter de vos connaissances durant ces deux semestres.

Je voudrais vous remercier pour votre gentillesse, votre disponibilité et vos qualités pédagogiques qui m'ont aidé à progresser tout au long de mon cursus.

Soyez assuré de ma profonde considération.

A mon directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Nicolas AMORETTI,

Je te remercie de m'avoir fait confiance pour réaliser ce travail, et d'avoir su me guider dans son élaboration.

Merci pour tes conseils, ton soutien même dans mes moments de stress (!!), ta bonne humeur, ton dynamisme, et la qualité de ton enseignement.

J'aurais la chance de pouvoir continuer à progresser dans le domaine ostéo-articulaire les 6 prochains mois à tes côtés.

Soit assuré de ma sincère reconnaissance et de mon amitié.

A mon jury de thèse,

Monsieur le Professeur PAQUIS,

Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.

L'étendue de vos connaissances médicales et scientifiques dans le domaine de la neurochirurgie, notamment dans la pathologie rachidienne, suscite mon admiration.

Soyez assuré de ma respectueuse gratitude et de ma profonde considération.

Monsieur le Professeur FERRERO,

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

Votre sens clinique et vos qualités en oncologie imposent le respect.

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

Monsieur le Docteur BRONSARD,

Vous acceptez de juger ce travail et votre présence est un honneur.

Vos connaissances en anatomie et vos compétences en orthopédie, notamment dans le domaine des pathologies du rachis, imposent le respect.

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance.

Madame le Docteur LEGROS,

Votre présence à ce jury de thèse est un honneur.

Je sollicite votre expérience dans le domaine de l'hématologie, notamment dans la pathologie du myélome, pour juger ce travail.

Soyez assurée de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A mes Maitres d'internat,

Merci pour tout ce que vous m'avez appris.

Au Docteur Marie-Eve AMORETTI, le rayon de soleil de la radiologie niçoise à mes yeux, mon modèle ! Tu m'as détourné sans scrupule de la neurologie (!!) Avoir travaillé à tes côtés ces quelques mois toujours dans la joie et la bonne humeur a été un véritable bonheur. Merci pour ton enseignement, tes cours éclairs entre deux scanners, ta faculté à répondre à nos interrogations sur les différents dossiers de la nuit de manière si simple et explicite, ta disponibilité, et ta joie de vivre.

Au Docteur Marie BAQUE, pour ta gentillesse et ta disponibilité, ton envie permanente d'approfondir les choses et d'apprendre, ta « zen-attitude », t'as intérêt à vite nous revenir !! Et on est prêt pour remettre une « mojito party » quand tu veux (!!) Encore merci pour tout !

Au Docteur Lydiane MONDOT, ma référence dans le domaine de la neuro-radiologie (du très haut niveau !) et aussi dans l'élaboration du programme du week-end en famille (!!). Je suis très admirative de ton expérience et de ton savoir. A très bientôt sur la colline Pasteurienne j'espère !

Au docteur Marco ALBERTARIO, qui a su jouer à merveille le rôle de co-interne en termes de « copinerie et bavardages » durant mes 6 mois à Lenval. Merci pour ton enseignement dans la bonne humeur, et nos cappucc' quotidiens qui me manquent ! Et fais une bise à ta femme et à tes filles !

Aux Docteurs Corine BOYER, Myriam GUESMI, Béatrice LELOUTRE, Carole LEROUX, Aurélie OCCELLI et Anne GEOFFRAY, merci pour ces 6 mois à Lenval où je me suis sentie chez moi, toutes les conditions idéales de travail y ont été réunies ! Mon intégration s'est faite très facilement et je vous en remercie. Cette expérience fut très enrichissante tant sur le plan professionnel que personnel, dans votre équipe toujours disponible et de bonne humeur, un véritable plaisir !

Aux Docteurs Virginie BEN AMOR et Oifa BEN ABDALLAH, vous avez contribué à mon changement de spécialité un an après le début de mon internat, vous savez allier le travail au plaisir notamment lors de ptits dèj et gouters hebdomadaires (au minimum !), merci pour tout ce que vous m'avez appris.

Au Docteur Caroline BASTIANI (grande classe, t'as quitté la catégorie « co-interne », quel montée en grade !!), très contente d'avoir pu travailler 6 mois (un an si on compte nos surnombres respectifs à saint roch et l'archet !) à tes côtés, toujours souriante et dispo, à l'affut de « l'info » (c'est pas péjoratif, t'inquiètes, j'connais une personne pareille que toi... !), et toujours prête à boire le thé ! Tu es ma reine du shopping, un véritable modèle dans ce domaine. On a pu voir grandir nos ptites poulettes en parallèle à quelques mois d'écart, va savoir, peut être qu'on remettra ça en même temps (!!)

Aux Docteurs Bruno BORENS, Chloé CHALAYER, merci pour ce semestre alliant l'apprentissage et la bonne humeur, vous êtes un peu comme « mes co-internes » dans mon cœur (!!), ne m'oubliez pas dès le prochain choix venu quand même !

Aux Docteurs Antoine IANNESSI, Julie SANGLIER et Claire CHAPPELLIER, merci pour votre apprentissage dans la bonne humeur. Julie, l'incarnation de la gentillesse. Antoine, avec une greffe de puce GPS localisatrice, je suis sûre qu'on ferait beaucoup d'heureux (!!)

Aux Docteurs Madleen CHASSANG, Guillaume BAUDIN, Christine TRAN, Lucia COCO et au Professeur Patrick CHEVALLIER, vous m'avez beaucoup appris lors de mon passage à l'Archet il y a déjà presque 2 ans, merci pour votre gentillesse et votre disponibilité. Je suis très heureuse de pouvoir à nouveau travailler à vos côtés le semestre à venir et vous remercie par avance de tout ce que vous allez bientôt m'apprendre.

Au Docteur Françoise DESNUELLE, l'âme bienveillante de l'Archet, toujours un petit mot gentil qui donne le sourire et vous encourage, je n'aurai pas le plaisir de vous revoir au mois de mai, profitez bien de la retraite !

Au Docteur Sandie STOLEAR, je n'ai pas encore eu l'occasion de travailler à tes côtés, mais j'ai hâte d'y être ! Ta réputation de « happy girl » te précède, j'ai pu déjà constater par moi-même lors de petit déj post-garde ton éternelle bonne humeur, ne change surtout pas !

Aux Docteurs Charles RAFFAELI, Dorothée DUCREUX, Stéphane CHANALET et Pascal GIORDANA, merci pour votre enseignement à l'hôpital Pasteur. Le semestre passe tellement vite que l'on a toujours l'impression de ne pas avoir pu assez en profiter, j'espère que je pourrais encore bénéficier de vos connaissances et de votre enseignement dans les années à venir. Soyez assurés de mon profond respect.

Aux Docteurs Jacques SEDAT, Yves CHAU, et Jean BAQUE, je n'ai pas eu beaucoup l'occasion de travailler avec vous, mais sachez que je suis très admirative de votre expérience et de votre savoir. Soyez assurés de mon profond respect.

Aux Docteurs Laurent SUISSA et Sylvain LACHAUD, toujours mes maîtres dans mon cœur. Même si j'ai quitté la spécialité, vous resterez toujours mes piliers dans le domaine de la neurologie. Merci pour tout ce que vous m'avez appris, et merci Laurent pour la rigueur que tu m'as forcée à acquérir (même si je suis déjà « légèrement » maniaque et obsessionnelle dans mon travail et mes observations cliniques !) « dans la joie et surtout les épreuves » (pas toujours facile, mais le bilan était positif !). Si je n'avais pas « bifurquée », je suis sûre que je me serais beaucoup plus en neurologie vasculaire !

Aux médecins des urgences avec qui j'ai eu la joie de travailler durant mes 4 années d'externat et mes 5 années et demi d'internat, spéciale dédicace pour Isabelle BURGOS, Bruno ADAMI, Thibault LEPLATOIS, Fabien LEMOEL.

A Pauline FOTI, merci pour ta rapidité de réaction devant toutes les données que je t'ai envoyées pour les stats de ma thèse ! Ce fut un plaisir de travailler avec toi !

A ceux que je n'ai pas cités...

A ma famille

A mon mari, ma moitié, mon âme sœur, j'ai beaucoup de chance d'avoir croisé ton chemin... Merci de me supporter depuis déjà 7 ans, et surtout merci mille fois pour ce merveilleux cadeau que tu m'as fait, notre beauté (« des îles » !!)

A mes parents : Merci pour ce que vous avez fait pour moi, pour m'avoir menée là où je suis. J'espère réussir à transmettre à mes enfants autant d'amour que vous m'en avez donné depuis que je suis venue au monde.

Maman, merci pour ta présence, ton soutien, pour m'avoir donné la volonté de réussir, la rigueur, et la force pour affronter les épreuves de la vie. Je sais que ton amour et ton épaule seront toujours là pour moi. Il paraît qu'on se ressemble ?!!

Papa, je ne connais pas de personne aussi gentille, généreuse, et protectrice que toi. Tu es le meilleur des papas !!

Je ne suis pas toujours très démonstrative, mais je profite de cette (grande) occasion pour vous dire combien je vous aime, et vous aimerai toujours.

Merci également à mon autre papa avec qui j'ai vécu plus de la moitié de ma vie, tu as contribué à mon éducation, et je sais que tu seras toujours là pour moi, comme tu sais que tu seras toujours mon papa.

Merci également à Mimi (ma mémère !), pour avoir su rendre mon père si heureux, et pour avoir agrandi notre famille ! Change rien, t'es au top !

A mes beaux parents, « poupou et moumou » : Personne ne pourrait rêver d'une meilleure belle famille... Vous m'avez intégré parmi les vôtres dès le 1^{er} jour, vous êtes toujours là, aux petits soins, disponibles, vous vous occupez de Mathilde comme si elle était votre fille, et je ne vous remercierais jamais assez.

A mes sœurs et frères : Même si on n'a pas toujours le temps profiter ensemble, de papoter et de partager des choses ensemble, vous savez que vous pouvez compter sur moi à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit ! Aucune de nous n'est spécialiste de l'effusion de sentiments, mais je profite de cette occasion pour vous dire que je vous aime et que je serai toujours là !

A mon beauf, et sa souris : Jvous kiffe les « di »! Changez rien ! Déjà de beaux souvenirs et belles rigolades derrière nous, beaucoup de choses encore à venir !

A mes grands-parents :

Papi et mamie Fougères, loin des yeux mais pas du cœur, même si on ne se voit hélas pas assez souvent, vous avez toujours une place dans nos vies et dans nos cœurs.

Papi et mamie Caput, vous auriez été fiers, j'en suis sûre ! « ma ptite fiilllee »

A mes amis

On va tenter de la faire bref... On est mal barré !

Pour commencer, à toutes mes amies de médecine, une seconde famille, avec qui j'ai déjà vécu une grande partie de ma vie... !

Ma cotelette, si jsuis en radio aujourd'hui, tu n'y es pas pour rien ! On a bossé notre concours ensemble, on n'a rien lâché, les révisions chez les « vieilles » qu'on gardait la nuit pour se faire 3 sous, les concours blancs « Raynaud au pied », le départ à Marseille le jour J chantonnant dans la caisse, ... Puis les résultats affichés dans le grand couloir, après une session shopping pour oublier ce qui allait nous arriver... Et la chiale devant le panneau « merde, vous avez raté ??? » ENORMMMMEEEE !!! Puis témoins de nos unions respectives, et des milliers d'heures de sport, danse, rigolade, bref, Merci !

Shoshana (boulboul), t'existerais pas, faudrait t'inventer..! Toujours motivée et à la fois posée, rigolote et cultivée (plus jamais de trivial avec Vir et toi, jamais...), un rayon de soleil ! Tu as été non seulement mon témoin, mais aussi une référence et un modèle pour MA shoshana (junior...), quand elle sera en âge de comprendre, elle te remerciera je pense... !

Marie, on s'est connue plus tard, mais on a rattrapé le temps perdu !! Toujours de bonne humeur et prête à sortir et faire la teuf (sauf s'il faut se lever tôt, GROS facteur limitant... !) J'adore nos quarts d'heure « débrief sur la vie » et « sessions on se cultive » malboro-menthol, toujours très productifs d'ailleurs !

Carine, bientôt le GRAND événement, trop hâte !!! Et si tu savais ce qui t'attend avant... La période où l'on devait user de tous nos atouts pour te faire sortir de ta piaule est résolue je crois, plus de « pré-garde, garde, post-garde » qui tienne (!!!) Trêve de plaisanterie, t'es toujours prête à faire la fête, picoler et danser, et ça, ça fait plaisir !!! Surtout, changes rien !

Vir, même si tu es (un peu) loin, saches qu'on a toujours une pensée pour toi !! Reviens nous vite, faire la con comme tu sais si bien le faire, boire des bières, et bronzer à la piscine de mamie avec moi !! (Mais pas de trivial, merde je radote...)

Hélo, une nouvelle femme depuis quelques semaines... (ça c'est un peu grâce aux « mercredi chez Amélie » !!) Tu tiens à merveille ton rôle de maman, tu peux être fière de ta ptite famille récemment (encore !) agrandie. D'ailleurs, jte laisse toujours expérimenter « la chose » avant de m'y coller, jtrouve ça moins risqué (!!). Vive l'été quand retrouve notre squat préféré (socca tram !!)

Enfin, il n'y a pas que la médecine, faut laisser un peu de place aux autres quand même !
Ma Manon, ma ptite chérie que j'adore à la folie !!! Un véritable coup de foudre la 1^{ère} semaine du lycée, on ne s'est jamais plus quitté. On connaît toutes nos vies dans tous les recoins, toujours de très bons conseils l'une pour l'autre, on se comprend sans même se parler, bref, une magnifique amitié pas prête de se terminer !! Ta filleule a beaucoup de chance de t'avoir pour marraine ... ;-)

Elody, jamais très facile de te voir, mais bon, j'ai toujours espoir ! Tes péripéties perpétuelles me font rêver, beaucoup de rigolades à tes côtés, et j'espère que ce n'est pas terminé. (que de rimes... !) Un ptit clin d'œil à notre voyage en Allemagne, début de la jeunesse décadente... !

Une dédicace aussi à tous mes amis, **Jess et Robin** (vivement la prochaine raclette !), mon **moineau cokin** et sa moitié **Nono** (côte de bœuf ?), **Muriel et Didier** (t'imagines, j'étais ton externe il y a qq années.. !), **Mèl et Seb** (ptite piscine samedi ?), **Lisa et Yann** (à ces heures de parc sans fin, et ces gouters le dimanche devant les clipounets ! J-15 avant les mojito-tapas à Biarritz, trop hâte !!!!)) et **Sandrine et Fabien** (vivement que vous débarquiez sur la côte !) Et à tous les autres pour qui j'ai une pensée aujourd'hui !

A mes co-internes

Eric, alias « kirikou » (ça te va bien je trouve !), premier « mâle » ayant intégré le club des « poundés », puis premier choix en radio avec toi, énorme ! Tu fais tout sage et tout sérieux au premier abord, on te donnerait le bon Dieu sans confession, mais t'inquiète, on n'est pas dupes! A priori, on va se côtoyer encore un moment, j'en suis ravie !!

Julien, mon protégé, mon ptit rayon de soleil de la radiologie, très heureuse de te retrouver pour encore un semestre dans moins d'un mois ! Toujours de bonne humeur, toujours une connerie à dire, changes rien ! Hâte d'être peut être ta chef un jour, on va bien rigoler (!!)

Minouuuuu, tu masteurises !! Vivement les prochains cours de DES à Paris qu'on rigole un peu, on se voit pas assez ! Et amènes ta femme un peu ! (apéro?)

Flo : comment je vais faire pour aller manger à l'internat et prendre le gouter en paix quand tu ne seras plus là..? L'angoisse ! J'aurais toujours une ptite pensée pour toi pendant mes pauses thé (et aussi, quand j'entendrais parler d'escalade.. !)

A Laura, toujours gentille et posée, **Elodie** mon binôme de rempla (!!), **Alex, Caro R, Manu, Bastien, Caro I, Shad, et les nouveaux** que je ne connais pas encore, mais bientôt j'espère !

A mes anciens co-internes de neuro **Jérôme et Sophie**, que je n'oublierai pas non plus..!

Et à tous les autres internes avec qui j'ai sympathisé pendant toutes ces années de « vie hospitalière » !!

Aux équipes soignantes

Aux manip' et à toutes les équipes paramédicales que j'ai eu le plaisir de rencontrer durant mon cursus, et qui l'ont rendu plus agréable !

Merci pour votre gentillesse, votre disponibilité, les « tea-time », les bavardages et rigolades !

A St Roch, que de jeunes en folie ! Asia, Dounia, Karine, Stéphanie, Hélène, Déborah, Sandrine, Olfa, Kawtar, Julie, Popo, sans oublier les mecs Luc, Andréa, vous mettez du piment aux scanners et écho qui s'enchainent, sans vous les urgences ne seraient pas pareilles !! Merci aussi à Seb, Jean Jacques, Sandra, et à tous les autres (vous êtes si nombreux !!) J'ai pu constater lors de mon 1^{er} semestre en radio avec vous que l'on pouvait allier le boulot et la rigolade, qu'une cohésion entre équipes médicales et paramédicales rendait le boulot bien plus simple, et je vous en remercie ! A quand le prochain resto de groupe ?!

Didier, Rachid, Guislaine, mon équipe nocturne de choc, surtout ne changez rien, vous êtes au top !! (Rara, quand tu veux on se redébrieffe sur les travaux !!)

Sans oublier les secrétaires, Christelle l'ordure (la chef...), Nat, Anne-Marie, Maeva, Elisabeth, ...

A Pasteur, Cicco, Cecile, Amandine, Lucile, Cyril, Shadia, Guy, Seb, Jocelyne, Nouredine, et tous les autres !

A l'Archet, j'ai pas eu forcément le temps de tous bien vous connaître (pas mal de boulot sur la colline.. !), mais j'en redemande et serais donc parmi vous dès le mois prochain ! Dédicace à Emilie et Isabelle avec qui on a projeté longuement sur les mois à venir (!!), à l'équipe de l'IRM et du scann, toujours très sympa et accueillante ! Aux manips de radio, Nono, Germain, Olivier, ... Aux aides d'écho, Cathy, Véro, et les autres ! Aux secrétaires, et à tous ceux que je n'ai pas cités !

A Lenval, équipe féminine par excellence, toutes géniales, un ptit clin d'œil à Cathy, Fred, Elodie, Julie, Sarah, Anne, Coralie(s), et à toutes les autres ! T'inquiètes Pascal, je ne t'ai pas oublié non plus..!

Au CAL, plus que quelques jours pour profiter de vous... Julien et Sandra, les 2 premières personnes de l'équipe que j'ai rencontré, toujours souriants, de bonne humeur, dispo et efficace, un vrai plaisir de bosser avec vous ! Pleins de bonheur à vous (et de mioches à venir !). Dédicace à la ptite Dalila, à Florian, Antho, Erica, Nat, Marianne, Laurence, les secrétaires, et tous les autres ! On se reverra j'espère !

Un grand merci aussi **aux labos** pour leur gentillesse et leur disponibilité : à Coralie Reynaud du laboratoire Cook, à Robert Caire de Thiebaud, Corinne Derzi des produits de contraste Visipaque (GE), Frederic Bouquet de Medtronic, Pascale Seguin de GE, et Martine Coupard de Philips.

SOMMAIRE

Introduction	2
Matériel et méthodes	32
Résultats	48
Discussion	78
Conclusion	99
Références bibliographiques	100
Table des matières	104
Liste des illustrations	106
Serment d’Hippocrate	108

1 Introduction

Les atteintes tumorales du rachis sont une pathologie fréquemment rencontrée en pratique courante.

L'efficacité de la vertébroplastie dans les lésions vertébrales tumorales à l'origine de douleurs rachidiennes mécaniques a déjà été prouvée à de multiples reprises dans la littérature.

Il s'agit d'un traitement par voie percutanée consistant en une injection intracorporelle de ciment acrylique. Le ciment permet une transmission et une répartition des contraintes et procure une stabilité immédiate autorisant une reprise précoce de l'appui. L'effet antalgique provient également de la consolidation de micro fractures de l'os sain avoisinant la tumeur et de la nécrose de contact des terminaisons nerveuses sensibles périostées induite par la toxicité chimique et le dégagement thermique obtenu lors de la polymérisation du ciment. Ce traitement doit être considéré comme l'un des traitements locaux de choix des métastases vertébrales.[1] Il permet de manière efficace le soulagement de la douleur et la stabilisation du rachis, de façon mini-invasive, rapide, bien tolérée, en toute sécurité. [2] La marche est permise, avec une autonomie retrouvée dans 70 % des cas. Enfin, il s'agit d'une méthode peu coûteuse. Ce traitement peut être réalisé en association aux autres traitements vertébraux locaux et permet la réalisation simultanée d'une biopsie vertébrale.

L'atteinte du mur vertébral postérieur est décrite dans la littérature comme une contre-indication relative à la vertébroplastie. Les données sont controversées, certains auteurs contre-indiquant formellement le geste par risque de compression nerveuse, notamment par fuite de ciment, d'autres témoignant d'un ratio bénéfice-risque en faveur de la vertébroplastie. Seules 3 études publiées ce jour démontrent la faisabilité de ce geste chez ces patients, motivant notre étude. La démonstration de la faisabilité et de la sécurité de cette procédure dans ces indications peut avoir un impact important dans la prise en charge globale des patients.

Le but de notre étude est de démontrer la faisabilité et le ratio bénéfice/risque intéressant de la vertébroplastie dans le cadre d'atteinte tumorale du mur postérieur.

1.1 ANATOMIE DE L'ESPACE EPIDURAL ET VASCULARISATION VERTEBRO-MEDULLAIRE

1.1.1 L'espace épidural: [3]

La fréquence des pathologies affectant cette région avec risque de compression de la moelle et des racines, rend indispensable sa connaissance anatomique.

Il s'agit de l'espace situé entre le sac dural et les parois rachidiennes sur toute la hauteur du canal vertébral. Cet espace (ou plutôt « cavité virtuelle ») étroit en avant et latéralement et très développé en arrière, est essentiellement rempli de graisse et de veines.

Il est possible en pratique médicale quotidienne, d'y injecter des solutions anesthésiques qui atteignent alors les racines sacrées, permettant une anesthésie loco-régionale.



Coupe anatomique lombaire parasagittale : au niveau pédiculo-lamaire, l'espace épidural antérieur (flèche blanche) est plus développé que l'espace épidural postérieur, pratiquement virtuel (flèche creuse). A l'étage interlamellaire, c'est le contraire (flèche noire).

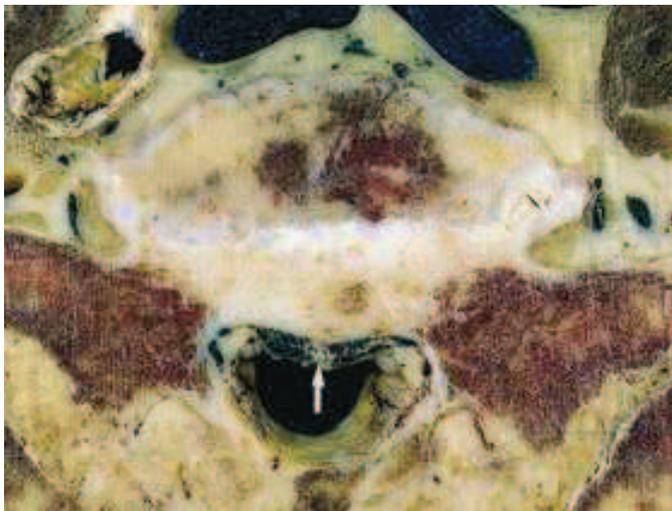
Figure 1: Espace épidural

A) Le compartiment épidural antérieur :

Le ligament longitudinal postérieur (LLP) y tient une place centrale.

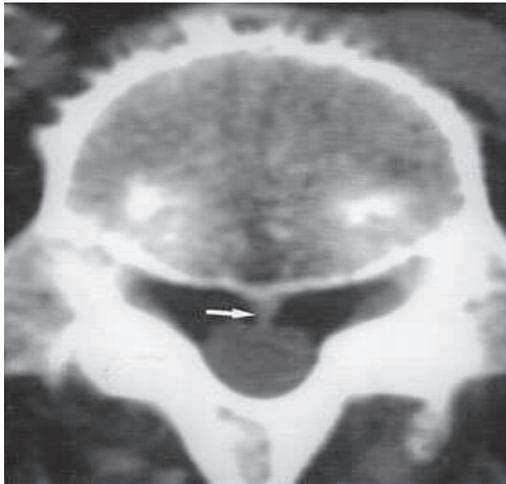
Il s'agit d'une longue bande fibreuse tendue de la face interne de la partie basilaire de l'occipital à la face postérieure de la 1^{ère} vertèbre coccygienne. Il est unit par sa face antérieure au disque intervertébral et passe « en pont » au-dessus de la concavité postérieure des corps vertébraux. Ses bords latéraux sont régulièrement festonnés et dessinent une série d'arcades concaves en dehors (en regard des corps vertébraux), séparées les unes des autres par des saillies (en regard des disques). Le LLP apparaît donc large au niveau des disques et étroit à la partie moyenne des corps vertébraux. Sous ce "pont" se trouvent des plexus veineux qu'il isole du sac dural.

Récemment [4] a été décrit un septum médium d'insertion entre la face antérieure du LLP et le périoste recouvrant la face postérieure des corps vertébraux. Ce septum n'est pas individualisé en arrière du disque où le LLP est très adhérent. Il est particulièrement visible au niveau du rachis lombaire bas.



Coupe anatomique axiale passant par la vertèbre S1. Division de l'espace épidural antérieur par une structure fibreuse sagittale médiane (septum médium) tendue entre la face postérieure du corps vertébral et la face antérieure du LLP

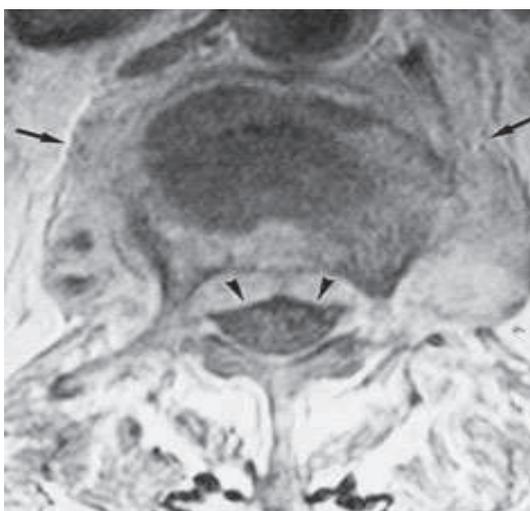
Figure 2: LLP et septum médium, coupe anatomique



Coupe scanographique axiale passant par la vertèbre S1. Le septum médium est bien individualisé (flèche), divisant l'espace épidual en 2 compartiments séparés.

Figure 3: LLP et septum médium, TDM

Latéralement, en arrière des corps vertébraux, le septum médium se prolonge par un complexe fibrovasculaire contenant de la graisse et des plexus avalvulaires, dénommés « membranes périurales ». Cette nouvelle conception anatomique permet une subdivision de l'espace épidual antérieur en espaces épiduals antérieurs droit et gauche. Ce septum va pouvoir constituer une barrière anatomique à l'extension de processus pathologique de nature infectieuse ou tumorale provenant de l'avant, mais également à la migration droite-gauche des processus pathologiques, en particulier des hernies discales exclues. Les coupes axiales en scanner ou en IRM permettent d'ailleurs lors d'épidurites antérieures d'observer cette segmentation en mettant en évidence le signe sémiologique de « l'embrace de rideau ». [5]



*IRM T1 gadolinium, coupe axiale :
Spondylodiscite avec épidurite.
Déformation en « embrace de rideaux ».
Abscess épidual en continuité avec l'infection des parties molles paravertébrales à travers les foramens.*

Figure 4: Spondylodiscite avec épidurite

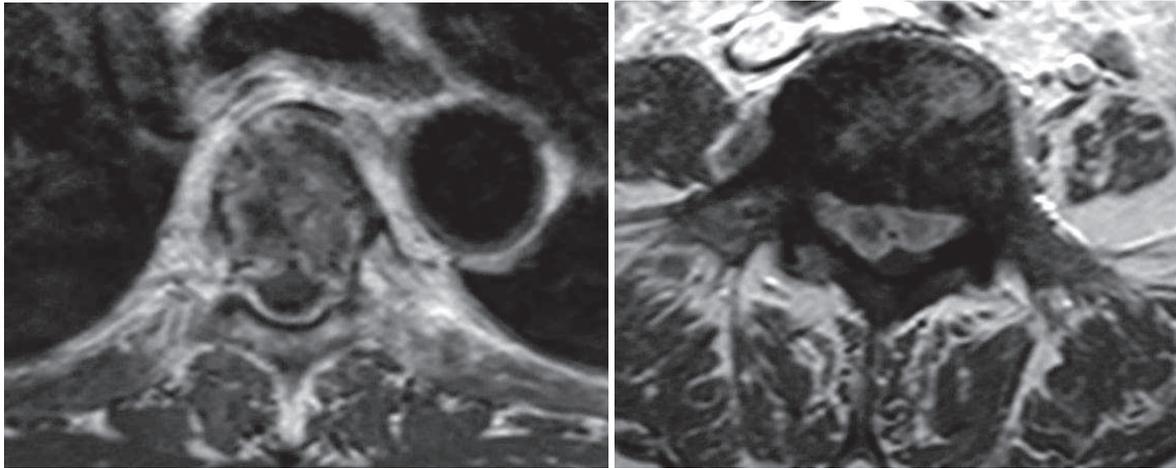


Figure 5: Métastases ostéocondensantes d'un cancer de prostate avec épidurite tumorale

Le LLP envoie de petites extensions vers l'arrière (attaches dure-mériennes), auxquelles s'attache le sac dural (connues sous le nom de ligaments de Hofmann).

B) Le compartiment épidural dorso-latéral :

Cet espace est limité latéralement et en arrière par les lames vertébrales et le ligament jaune. Il est également divisé en 2 sous-compartiments par la présence d'une structure ligamentaire tendue entre la face postérieure du sac dural et la partie interne médiane de l'arc postérieur : « plica mediana dorsalis » (barrière anatomique à la bonne diffusion des produits anesthésiques ?)

C) Le contenu :

L'espace épidural contient de la graisse de comblement qui communique avec la graisse des forams intervertébraux, essentiellement localisée à la partie postérieure du canal vertébral à la hauteur du disque inter-vertébral. Il s'agit d'une structure de glissement interposée entre la dure-mère et les parois rigides du rachis [6]

Au sein de cette graisse cheminent les veines épidurales : [7] [8] Il s'agit de volumineuses veines avalvulées constituant les plexus veineux intra-rachidiens et les veines de drainage de la moelle et des méninges.

L'anatomie des plexus veineux peut être décrite à un niveau segmentaire vertébral puisque c'est l'anastomose des différents segments veineux superposés qui formera une chaîne continue réalisant le réseau veineux longitudinal du rachis. Les plexus veineux épiduraux sont constitués des plexus longitudinaux antérieurs et postérieurs.

Les plexus longitudinaux antérieurs sont les plus développés et sont bien analysés en coupes axiales et coronales. Ils apparaissent constitués de chaque côté de deux réseaux veineux longitudinaux, l'un latéral, l'autre médial. Les plexus veineux épiduraux antérieurs sont situés au sein d'un tissu aréolaire conjonctivo-graisseux entre le LLP et la face postérieure du corps vertébral. Les deux voies longitudinales droite et gauche se rapprochent l'une de l'autre au niveau des pédicules et s'écartent au niveau du disque intervertébral. L'étude dans le plan axial montre que les plexus vertébraux internes sont reliés entre eux par des plexus transverses passant en avant et en arrière du fourreau dural, formant un anneau veineux épidual plus développé dans son segment antérieur.

Les plexus transverses les plus volumineux sont en arrière de la partie moyenne des corps vertébraux, au niveau où ils reçoivent l'anastomose des veines basi-vertébrales.

Les plexus veineux épiduraux vont communiquer avec les plexus lombaires externes (constitués des veines lombaires et des veines lombaires ascendantes) par les veines des foramens intervertébraux.

L'anatomie de ce système veineux rachidien doit donc être connue de tout radiologue pratiquant des gestes de vertébroplastie étant donné la possibilité de fuite de ciment dans l'espace épidual durant le remplissage du corps vertébral.

Le système veineux vertébral a été impliqué dans l'extension de processus infectieux ainsi que dans les disséminations métastatiques aux corps vertébraux en particulier pour des processus pelviens. Des thrombophlébites des plexus veineux épiduraux révélées par des radiculalgies ont été rapportées.



Coupe anatomique sagittale du rachis lombaire. Plexus vertébraux internes (flèches), plexus veineux transverses rétro-corporéaux (têtes de flèche).

Figure 6 : Coupe anatomique sagittale du rachis lombaire, plexus veineux

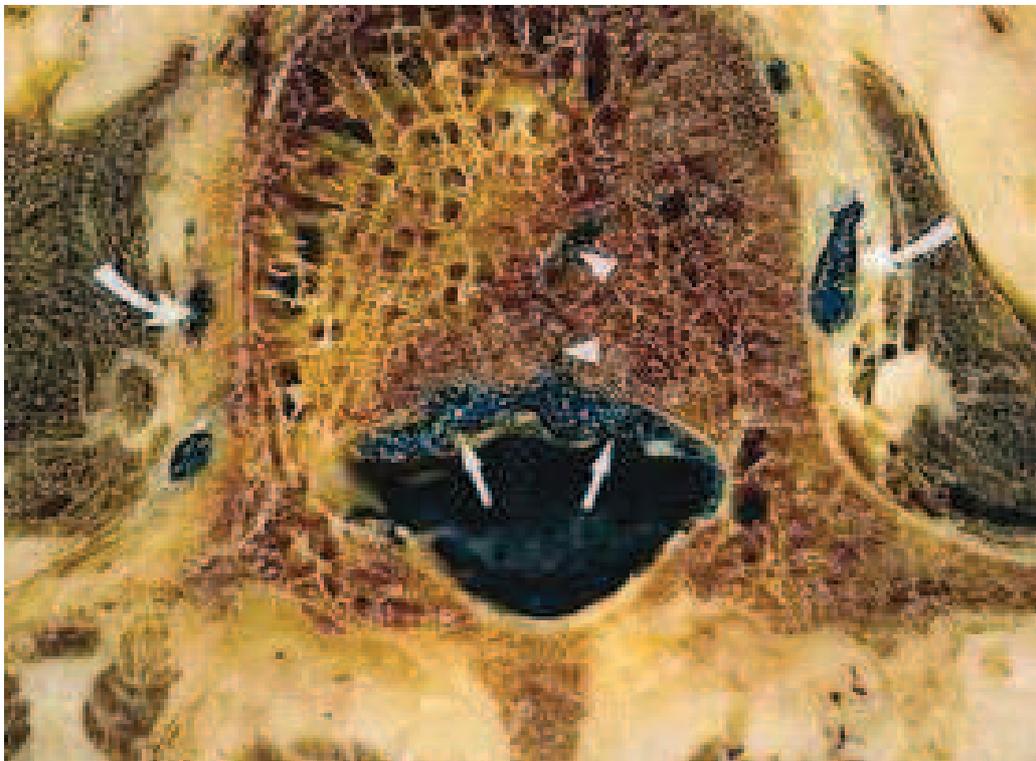


Figure 7 : Coupe anatomique axiale du rachis lombaire, plexus veineux

Coupe anatomique axiale d'une vertèbre lombaire. Plexus veineux transverse rétro-corporel (flèches) en connexion avec une veine basi-vertébrale (têtes de flèche et veines lombaires (flèches courbes)).

- L'espace épidural est également parcouru par des artérioles et par les fines branches de division du nerf sinu-vertébral auxquelles il sert de tissu de soutien (nerf sensitif essentiel du canal vertébral, innervant le LLP, les ligaments jaunes, la partie superficielle de l'annulus fibrosus, ainsi que les vaisseaux adjacents).

D) Pathologies :

L'espace épidural lombaire par la richesse de sa vascularisation veineuse peut être le point de départ ou la cible privilégiée de nombreux processus pathologiques parmi lesquels les tumeurs et les infections sont les plus fréquents.

- Tumeurs épidurales
- Infections épidurales
- Migration discale
- Lipomatose épidurale
- Hématome épidural spontané, ...

Les atteintes tumorales épidurales sont très fréquentes, principalement de nature métastatique (90 % cas).

Trois formes d'infiltration tumorale épidurale peuvent être distinguées :

- a. une infiltration tumorale primitivement osseuse, proche de la dure-mère, peut s'étendre vers la lumière canalaire ; les lésions les plus fréquentes sont les métastases ostéolytiques (sein, poumon, rein) ou ostéoblastiques (prostate ou sein). Les tumeurs osseuses primitives, moins fréquentes, peuvent présenter une extension épidurale identique : plasmocytome, myélome multiple, hémangiome, ostéoblastome, chordome, kyste anévrysmal osseux, tumeur à cellules géantes, maladie de Paget et ostéochondrome;
- b. une tumeur siégeant primitivement au niveau paravertébral peut secondairement s'étendre vers l'espace épidural : c'est le cas des tumeurs de la crête neurale (neuroblastome, ganglioneuroblastome), du sarcome ou du lymphome.

- c. enfin, plus rarement, l'espace épidual peut être envahi par dissémination hémotogène en raison de sa richesse en éléments veineux, en connexion directe avec les plexus périvertébraux.

1.1.2 Vascularisation de la moelle: [9]

La vascularisation de la moelle est assurée par un apport artériel et un drainage veineux. Il n'y a pas de drainage lymphatique.

A) Vascularisation artérielle :

Les artères superficielles de la moelle sont disposées en 3 systèmes verticaux, anastomosés entre eux par un réseau horizontal péri-médullaire.

- a) l'artère spinale antérieure, située au niveau de la fissure médiane ventrale.
- b) l'artère spinale postérieure droite qui longe le sillon collatéral postérieur droit.
- c) l'artère spinale postérieure gauche qui longe le sillon collatéral postérieur gauche.

Ces artères spinales dorsales sont grêles et présentent de nombreux rétrécissements.

d) le réseau horizontal péri-médullaire (ou réseau artériel pie-mérien) qui enserre la moelle de toutes parts, est un filet anastomotique contenu dans la méninge vasculaire, porte-vaisseaux, qui fournit les artères intra-médullaires. A partir de ce réseau naissent des artères pénétrantes de la moelle (artères sulcales et artères radiaires)

Ce réseau pie-mérien reçoit un apport sanguin par un système transversal constitué par les artères radiculaires (ou radiculo-médullaires). Celles-ci accompagnent les nerfs spinaux à travers le foramen inter-vertébral et se divisent en rameaux radiculaires ventral et dorsal.

Il existe, chez l'embryon, une artère radiculo-médullaire par nerf spinal, donc 31. En fait, la disposition métamérique des artères régresse progressivement à partir de la naissance (désegmentation artérielle). Elles n'ont pas toutes le même calibre ni la même valeur fonctionnelle. Le plus grand nombre n'atteint pas la moelle. Il subsiste, de ce fait, quelques artères principales qui assurent l'irrigation des trois segments de la moelle.

Les sources artérielles principales :

- Au niveau cervical : les artères vertébrales assurent la formation de la partie haute de l'artère spinale antérieure. Elles donnent, en plus, deux ou trois artères radiculo-médullaires (artères radiculaires du renflement cervical).
- Au niveau thoracique, il existe une ou deux artères radiculo-médullaires principales provenant des artères intercostales. C'est le segment de la moelle le plus pauvrement vascularisé.
- Au niveau lombaire : il existe une seule artère importante, c'est l'artère radiculo-médullaire du renflement lombaire ou artère d'ADAMKIEWICZ, dont l'origine est variable (dans 85% des cas directement de l'aorte entre T9 et L2 à gauche et dans 15% des cas d'une artère ilio-lombaire entre L1 et L2).

Les territoires artériels dans la moelle :

Les branches pénétrantes de l'artère spinale antérieure, ou artères sulcales, assurent la vascularisation de la corne antérieure de la substance grise (aire motrice), et d'une partie du cordon latéral et ventral de la substance blanche, qui contient le faisceau pyramidal.

Les branches pénétrantes périphériques du cercle péri-médullaire, ou artères radiaires, assurent la vascularisation des cordons de substance blanche périphériques et des cornes dorsales de la substance grise. Ces artères sont « terminales », c'est-à-dire non anastomosées.

B) Vascularisation veineuse:

Les veines sont plus nombreuses que les artères et plus volumineuses.

Le réseau veineux médullaire est formé de veines centrales qui présentent une disposition radiée et se jettent directement ou par l'intermédiaire de veines péri-médullaires horizontales dans 2 veines principales :

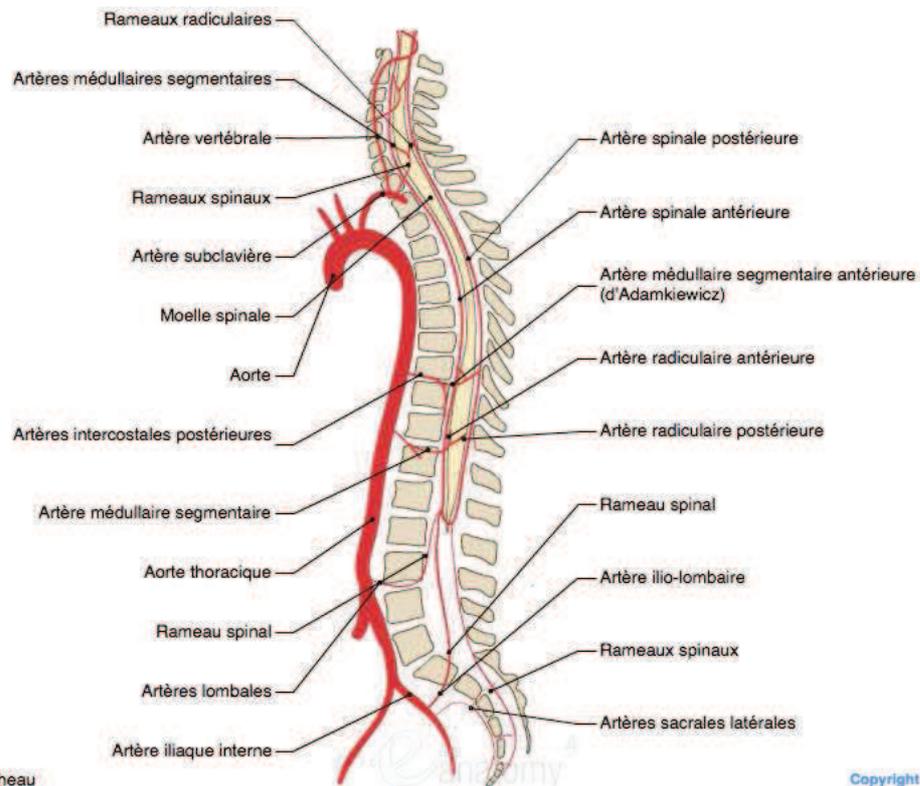
- la veine spinale antérieure, médiane et rectiligne, chemine dans le sillon médian antérieur et draine le quart antérieur de la moelle. Cette veine apparaît continue de l'extrémité céphalique à l'extrémité caudale de la moelle.
- la veine spinale postérieure est sinueuse et chemine de part et d'autre de la ligne médiane, son calibre

est plus important que la précédente et elle est souvent plus volumineuse au niveau du renflement lombaire ou cervical. Elle peut être dédoublée dans la région cervicale. Cette veine draine les 3/4 postérieurs et latéraux de la moelle.

Les veines efférentes sont formées des veines médullo-radiculaires antérieures et postérieures en nombre variable, qui suivent les artères médullo-radiculaires et qui drainent les plexus intrarachidiens en regard des trous de conjugaison.

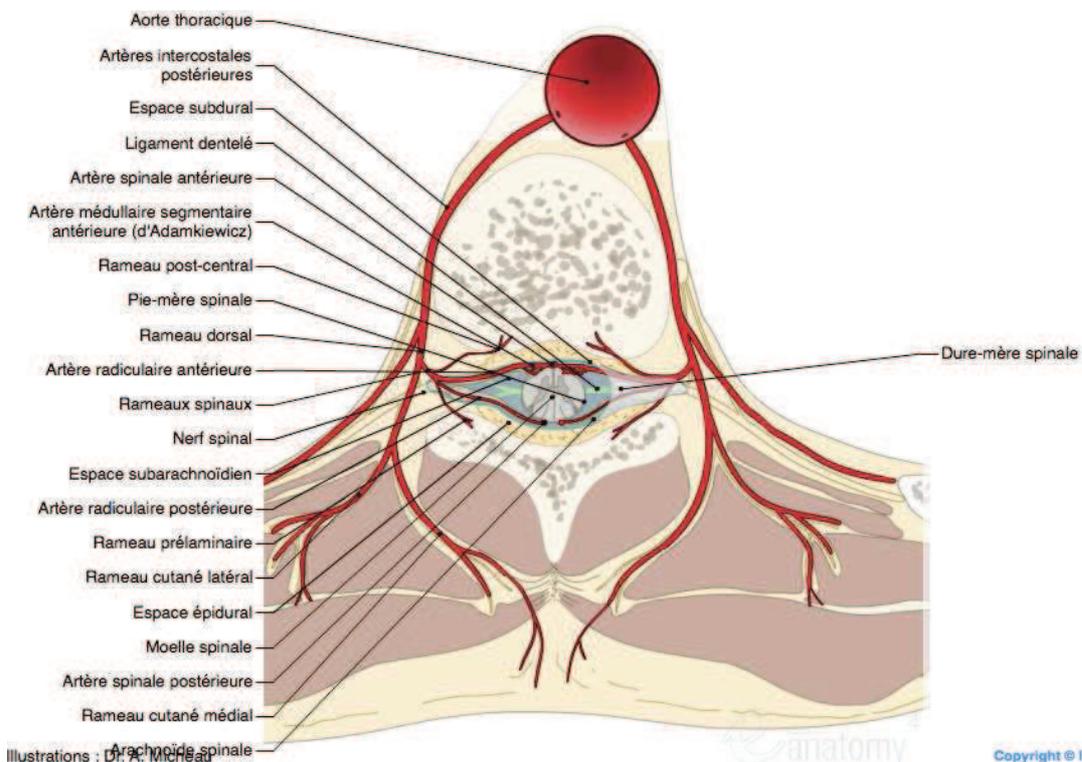
En plus des veines médullaires satellites des artères déjà décrites, il existe, dans le canal vertébral, un très important réseau veineux plexiforme, en position extra-durale et en rapport avec les veines des vertèbres : ce sont les veines épidurales.

Ces réseaux épiduraux peuvent être responsables d'hématomes intra-vertébraux comprimant la moelle et être le siège de fuite de ciment lors de vertébroplastie.



Illustrations : Dr. A. Micheau

Copyright © IMAIOS 2014



Illustrations : Dr. A. Micheau

Copyright © IMAIOS 2014

Figure 8 : Vascularisation artérielle du rachis dorso-lombaire et vertébrale dorsale

(d'après IMAIOS)

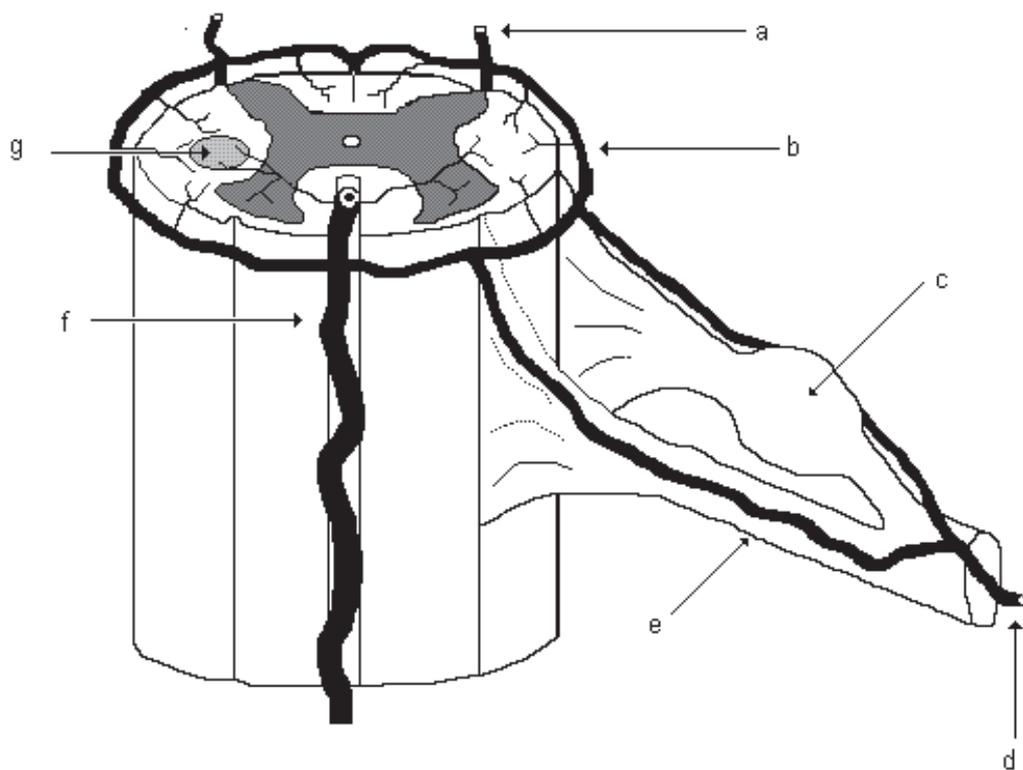


Figure 9 : Schéma descriptif montrant la vascularisation artérielle de la moelle

a. Artère spinale postérieure gauche.

b. Réseau horizontal péri-médullaire.

c. Ganglion spinal

d. Artère radiculo-médullaire

e. Racine ventrale du nerf spinal

f. Artère spinale antérieure

g. Faisceau pyramidal

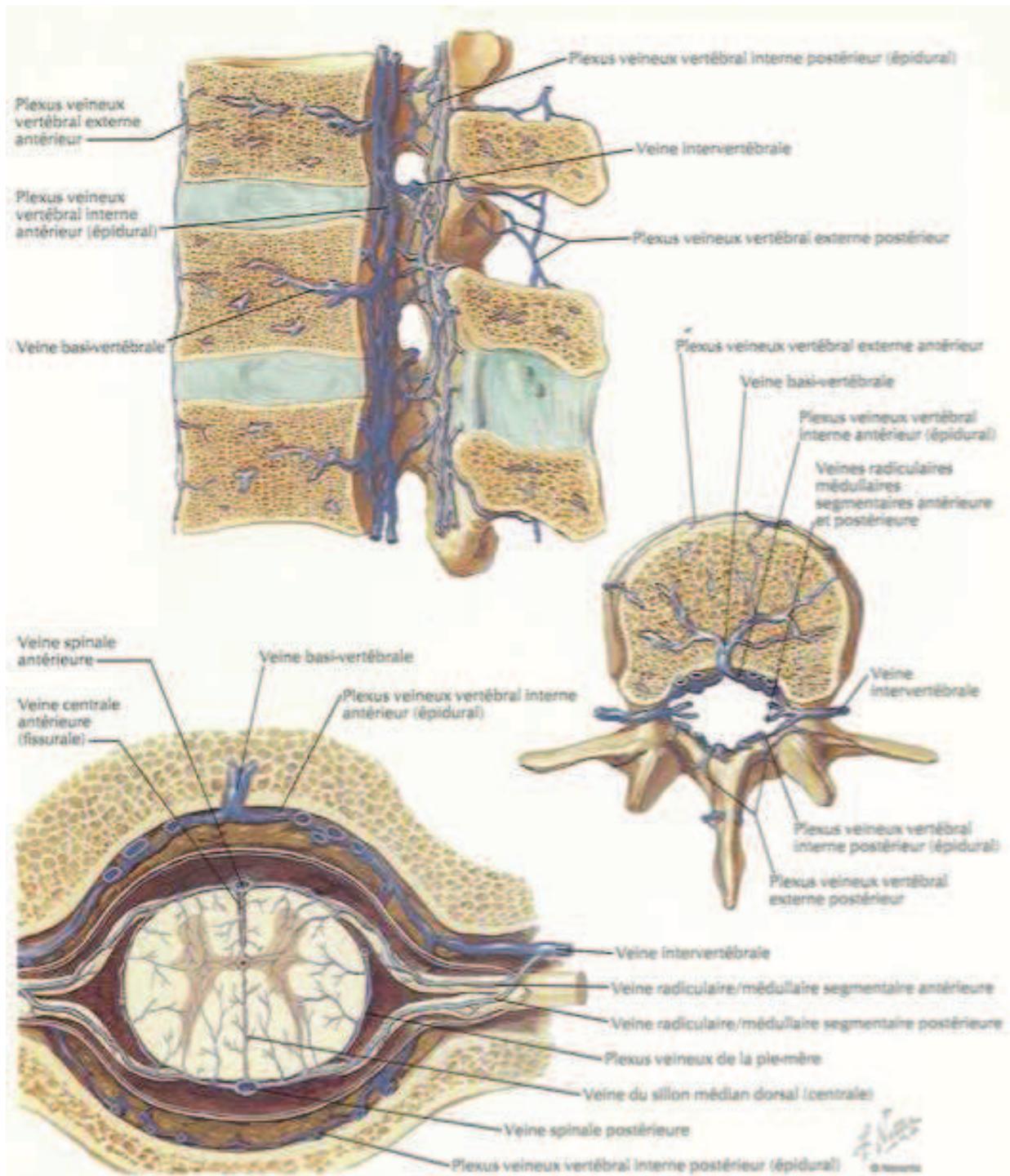


Figure 10 : Réseaux veineux péri-médullaires antérieur et postérieur
(d'après le Netter).

1.2 LESIONS OSTEOPHILES

1.2.1 Tumeurs primitives

A - Tumeurs bénignes : hémangiomes [10]

Les hémangiomes vertébraux sont des malformations vasculaires bénignes à croissance lente, souvent de découverte fortuite. Il s'agit de la plus fréquente des tumeurs du rachis, souvent multiple, avec un pic de fréquence à 40-60ans,

La plupart de ces angiomes sont asymptomatiques et ne nécessitent aucun traitement ; ils peuvent parfois être symptomatiques (0,9 à 1,2 %), douloureux, associés à des manifestations neurologiques (compression radiculaire ou médullaire) ou encore présenter des signes d'agressivité en imagerie. De tels hémangiomes agressifs peuvent justifier un traitement préventif d'éventuelles complications.

Le dépistage est souvent facile sur les radiographies standards mais leur diagnostic repose surtout sur la tomodensitométrie et l'IRM où l'on trouve une accentuation des travées verticales de l'os spongieux. En scanner : les coupes coronales ou sagittales montrent un aspect de striations verticales en « velours côtelé » ou vertèbres « peignées » et en coupes axiales, un aspect « grillagé » en « tête d'épingle ». En IRM, contenu graisseux en hypersignal T1 et T2 avec prise de contraste faible ou modérée.

Les critères de bénignité sont : la localisation lombaire, l'atteinte du corps vertébral (surtout quand elle est partielle), le respect de l'arc postérieur, la normalité des corticales osseuses, les striations régulières avec travées épaisses et serrées, le contenu graisseux, et la prise de contraste d'intensité variable.

Les critères d'agressivité sont : le siège de D3 à D10, l'atteinte de l'ensemble du corps vertébral avec élargissement de celui-ci, l'extension à l'arc postérieur, l'aspect soufflé, aminci, discontinu des corticales osseuses, la présence de plages lytiques étendues au sein de l'angiome (lacs veineux), le tassement ou l'extension dans les parties molles para vertébrales ou intra-canales, un

signal tissulaire et une prise de contraste intense à l'IRM. Ces signes ont été décrits par Laredo [11] [12].

Les diagnostics différentiels sont les métastases, le lymphome, le granulome éosinophile, le Paget, le plasmocytome et le chordome.

Il existe de nombreuses méthodes de traitement incluant la chirurgie, l'alcoolisation, la radiothérapie et la vertébroplastie par voie percutanée. La vertébroplastie percutanée est actuellement le traitement de référence des angiomes vertébraux agressifs ou symptomatiques [13] [14]. L'indication de consolider un angiome vertébral repose sur différents paramètres. La notion d'agressivité ou d'évolutivité d'un angiome vertébral constitue l'élément essentiel de la prise en charge par vertébroplastie percutanée.

En pratique les critères établis sont simples: volume d'atteinte vertébrale supérieur à 70% de la surface porteuse corporeale, douleurs, atteinte de l'arc postérieur, signes d'agressivité en IRM. L'atteinte des vertèbres sus jacentes à D6-D7 n'est pas un paramètre exclusif d'indication de vertébroplastie. Certaines équipes chirurgicales préconisent de consolider le corps vertébral pour une atteinte supérieure à 50% pour les vertèbres dorsales compte tenu du ratio bénéfice/risque excellent de cette intervention

B - Tumeurs malignes : myélomes [15]

Le myélome multiple ou maladie de Kahler est une hémopathie maligne caractérisée par une prolifération plasmocytaire monoclonale envahissant la moelle osseuse hématopoïétique. Il représente 1 à 2 % de l'ensemble des cancers et 10 % à 12 % des hémopathies malignes. C'est la deuxième hémopathie maligne en termes de prévalence après les lymphomes. La maladie touche un peu plus d'hommes (54 %) que de femmes (46 %). L'âge médian au moment du diagnostic est d'environ 70 ans chez les hommes et de 74 ans chez les femmes. Le myélome multiple peut également toucher les sujets jeunes puisque 2,8 % des cas sont diagnostiqués entre 15 et 49 ans. Il s'agit d'un cancer de mauvais pronostic puisqu'en 2005, la survie relative à 5 ans était de 35,3 %.

L'atteinte osseuse est responsable de douleurs chroniques, de fractures pathologiques, de compression médullaire et d'hypercalcémie.

Différentes techniques d'imagerie sont à disposition des cliniciens, chacune d'elles ayant un rôle précis :

- Radiographies standards :

Systématiquement lors du bilan initial (imagerie de référence): crâne, humérus, fémurs, gril costal, bassin et totalité du rachis. La lésion caractéristique est une lacune à l'emporte-pièce de taille variable sans liseré ostéocondensant périphérique (voute crânienne++). Dans d'autres cas, il peut s'agir d'une déminéralisation osseuse diffuse isolée sans ostéolyse liée à l'infiltration médullaire osseuse et à l'activité ostéoclastique simulant une ostéoporose post-ménopausique. On peut également observer des fractures souvent vertébrales, multiples et aspécifiques. Les clichés standards ont une bonne spécificité mais il faut une destruction d'au moins 50 % de la trame osseuse pour que l'ostéolyse soit visible sur les radiographies, ce qui leur confère une faible sensibilité. Le nombre de faux négatifs important (30 % à 70 %) est responsable d'une sous-

estimation des lésions osseuses des patients au diagnostic et lors du suivi. D'autres techniques d'exploration sont donc parfois nécessaires.

- Tomodensitométrie (TDM) :

Particulièrement utile pour examiner l'os cortical (os longs++). Contrairement à la radiographie standard, cet examen bénéficie d'une bonne sensibilité et d'une bonne spécificité. Il permet de détecter une ostéolyse à un stade précoce et d'apprécier l'instabilité et le risque fracturaire. En revanche, il est peu sensible pour évaluer l'infiltration médullaire osseuse qui ne s'accompagne pas forcément d'une ostéolyse.

- Imagerie par résonance magnétique (IRM) :

Examen le plus performant pour l'étude de l'infiltration médullaire, pour l'exploration du rachis et particulièrement des structures nerveuses. Permet de diagnostiquer les compressions médullaires ou radiculaires et les atteintes des tissus mous périrachidiens. Les lésions myélomateuses en IRM apparaissent en hyposignal T1, en hypersignal T2 et T2 STIR ; les lésions fixent le gadolinium ; l'aspect particulier de lésion en « cocarde » à centre hypo-intense en pondération T1 avant et après injection de gadolinium a été décrit et semble assez évocateur du myélome. L'IRM a par ailleurs une valeur pronostique : le nombre de lésions à l'IRM semble en effet corrélé avec la réponse sous traitement et la durée de survie des patients [16]. Son intérêt réside dans le suivi du myélome non ou paucisécrétant, indication dans laquelle la tomographie par émission de positons au 18-fluorodésoxyglucose couplée au scanner (18-FDG TEP-TDM) est moins performante compte tenu du peu d'avidité en FDG de ces cellules myélomateuses. Ses limites sont sa durée d'acquisition, son coût et sa disponibilité. Dans les plasmocytomes, l'IRM rachidienne doit être systématiquement réalisée ; elle montre dans un tiers des cas une autre localisation et permet de redresser le diagnostic avec un impact thérapeutique important puisque le traitement du plasmocytome repose sur une radiothérapie exclusive et le myélome sur une chimiothérapie.

Actuellement, on peut décrire 3 types de lésions radiologiques, ostéolytiques, condensantes et mixtes

*Le type ostéolytique :

C'est le plus fréquent et le plus responsable de fractures pathologiques. L'ostéolyse de l'os cortical est lente, mais elle est dépistée plus précocement à cause de la très forte différence de densité entre l'os sain et l'os pathologique. L'ostéolyse de l'os spongieux est plus rapide, mais il faut une perte de 50% de la masse osseuse pour que la lésion devienne détectable.

Lodwick [17] et d'autres auteurs ont décrits trois types d'ostéolyse tumorale :

· Type I : est une ostéolyse géographique, ronde ou ovale, à contours nets.

Ia : limitée par un liseré de condensation marginale.

Ib : sans condensation marginale (crâne et os longs ++)

Ic : ostéolyse à limites floues, avec zone transitionnelle étroite.

· Type II : ostéolyse mitée ou vermoulue, faite de la juxtaposition de nombreuses petites lacunes et de micro géodes, donnant une plage très irrégulière aux contours flous.

· Type III : ostéolyse perméative, faite de multiples fentes conférant un aspect feuilleté à la corticale.

*Le type ostéocondensant :

Ce type ostéoblastique, en «taches de bougies», est peu fréquent et moins responsable de fractures pathologiques, évocateur surtout des cancers prostatiques. Se caractérise par des zones de condensation osseuse, à contours flous, homogène, ou discrètement hétérogène, avec disparition de la structure normale de l'os [18].

*Le type mixte :

Il est assez fréquent, mais rare d'emblée, se caractérise par la juxtaposition de foyers ostéolytiques et de foyers ostéocondensants donnant un aspect tacheté et inhomogène. Le passage du type lytique au type condensant, traduit une ostéogenèse réparatrice donc un signe d'efficacité du traitement.

1.2.2 Tumeurs secondaires [19] [20]

Les tumeurs osseuses secondaires, ou métastases osseuses, correspondent à la localisation et au développement dans le tissu osseux de lésions tumorales à partir de cellules ayant migré par voie hématogène ou lymphatique, à partir d'une tumeur primitive. Ce sont les plus fréquentes des tumeurs osseuses (60 %).

30 à 70% des patients cancéreux ont des métastases osseuses, l'os étant le 3^{ème} site métastatique après le poumon et le foie. Chaque année, 5% des patients atteints d'un cancer développent des métastases.

Le pourcentage de patients qui présentent une métastase osseuse au cours de leur évolution varie très largement en fonction du cancer primitif. Les cancers les plus ostéophiles restent le sein, la prostate, le poumon, la thyroïde et le rein. Leur localisation est le plus souvent centrale, vertébrale, iliaque ou proximale au niveau des membres (os porteurs). [21]

Dans 11% des cas, la lésion primitive reste inconnue après enquête étiologique.[22]

L'incidence de ces lésions osseuses secondaires augmente du fait de l'augmentation de l'incidence des cancers, et de l'allongement de l'espérance de vie de ces patients.[23] Les douleurs représentent dans 79% des cas le symptôme majeur de ces lésions osseuses, souvent liées à l'apparition de fracture.

Elles entraînent une diminution de la mobilité, source d'anxiété et de dépression.

La dissémination métastatique est un événement clé dans l'histoire de la maladie cancéreuse, parce qu'elle transforme une maladie locorégionale curable par un traitement local en une maladie généralisée dont le traitement est systémique et le pronostic définitivement compromis (survie médiane de 7 à 10 mois).

Ces lésions peuvent être ostéolytiques (le plus souvent), ostéocondensantes, ou mixtes selon que prédominent les processus d'ostéoclasie ou de reconstruction ostéoblastique.

La gravité de ces lésions rachidiennes est liée au risque de compression médullo-radulaire.

L'espérance de vie de ces patients porteurs de métastases osseuses dépend principalement du cancer primitif. Dans une étude randomisée de 1157 patients traités par radiothérapie pour douleurs vertébrale, les patients avec cancer du sein avaient une médiane de survie de 16 mois (IC95% [14.2-

18.5]), ceux avec cancer de la prostate de 9.5 mois (IC95% [7.8-11]), et ceux avec cancer bronchopulmonaire de 3.2 mois (IC95% [2.8-3.5]). [24]

Bartels et al ont développé un modèle prédictif de survie de ces patients avec métastases vertébrales épidurales, simple, nécessitant l'évaluation de 5 paramètres : sexe, localisation de la tumeur primitive, projet de traitement curatif de celle-ci, localisation métastatique cervicale et indice de Karnofsky [25]

Différentes techniques d'imageries sont appropriées au diagnostic et au suivi de ces lésions : [26]
La distribution des métastases osseuses étant associée à la répartition du tissu hématopoïétique, la multiplicité des images rend le diagnostic plus en faveur de leur origine métastatique.

- L'IRM, plus spécifique que la scintigraphie, est l'examen de référence pour l'exploration du rachis, permettant un diagnostic précoce des atteintes vertébrales et des épидуритес néoplasiques avec évaluation du risque de compression médullaire. L'IRM n'est toutefois pas encore adaptée à l'exploration du squelette entier, mais de récents progrès technologiques permettent d'envisager son utilité future dans le dépistage des localisations secondaires.

- La TDM n'est pas une méthode de dépistage mais peut permettre l'analyse du squelette à la recherche de métastases au cours d'un examen thoracique ou abdominopelvien.

- La sensibilité des radiographies standards est faible car retardée, 30 à 50 % de la trame osseuse doit être détruite pour que des signes radiologiques apparaissent. Une radiographie normale n'élimine donc pas une métastase osseuse. Cependant, elles restent un moyen d'exploration simple du squelette périphérique, pouvant être guidées par la scintigraphie, afin de diagnostiquer les lésions symptomatiques, nécessitant un traitement chirurgical, ou de surveiller l'évolution sous traitement médical.

Chez les patients de plus de 40 ans qui présentent une lésion osseuse destructrice, le diagnostic de métastases doit être évoqué en premier lieu. Un interrogatoire poussé, un examen clinique complet et des examens biologiques simples peuvent donner des éléments d'orientation sur l'origine de la lésion tumorale primitive. En cas d'absence de primitif retrouvé, on pourra réaliser une biopsie tumorale dans un centre de référence (mais faible spécificité pour les grades histologiques peu ou pas différenciés).

La biopsie osseuse percutanée sous contrôle radiologique est une technique fiable, simple et bien supportée sous anesthésie locale. Elle est parfaitement adaptée dans le cas de métastases rachidiennes ou du cotyle dont l'accès chirurgical peut être difficile.

Le choix du traitement dépend de différents critères, les principaux étant la situation anatomique de la métastase et son extension locale/régionale, leur nombre, la symptomatologie présentée (notamment la douleur, les signes neurologiques, l'atteinte épidurale et de l'effet compressif sur la moelle), mais également l'état général du patient, son espérance de vie (3mois requis pour un traitement chirurgical ; 1mois pour une radiothérapie) et la localisation de la lésion primitive.

1.3 CIMENTOPLASTIES DES LESIONS TUMORALES VERTEBRALES

1.3.1 Cimentoplastie : [21] [27] [28] [29] [30] [31]

- Généralités :

La vertébroplastie a été développée à Amiens en 1984 par Deramond et Galibert, la première indication était un angiome vertébral agressif. Cette technique de radiologie interventionnelle consiste à injecter par voie percutanée du ciment acrylique (polyméthylméthacrylate ou PMMA) dans un corps vertébral dans un but antalgique et de consolidation. [32] Depuis les indications se sont étendues aux fractures vertébrales ostéoporotiques, traumatiques stables et aux lésions tumorales.

Le contrôle de la douleur résulte d'un effet antalgique (mécanique par restauration de hauteur et stabilisation des micro-fractures mais aussi chimique, thermique, et vasculaire par destruction des fibres nociceptives dues à la polymérisation du PMMA au contact, avec nécrose tumorale). Il s'y associe un effet stabilisateur par consolidation vertébrale. [33]

La technique et l'instrumentation se sont progressivement affinées pour respecter les règles de base : éviter les fuites périvertébrales de ciment, limiter l'irradiation (de l'opérateur et du patient) et travailler dans des conditions de stérilité optimale. Elles dépendent de la localisation de la lésion au niveau des corps vertébraux cervicaux, thoraciques et lombaires et de l'indication du geste. [34]

La rupture du mur postérieur, la destruction du corps vertébral, l'épidurite et la compression médullaire sont des contre-indications relatives, discutées. Dans ces cas de figure une majoration du risque de fuite de ciment avec risque de compression a été décrite, indiquant une grande précaution dans la technique d'injection (indication posée au cas par cas, lors de réunion de concertation pluridisciplinaire). [35]

Notre étude prospective observationnelle a pour but d'analyser l'intérêt de la vertébroplastie dans ces cas difficiles et d'évaluer le rapport bénéfice/risque.

- Bilan pré vertébroplastie :

L'indication du geste de vertébroplastie aura été posée sur la base d'une consultation préalable et de la réalisation d'examens d'imagerie adaptés.

→ clinique : examens (orthopédique, neurologique, ...), information des risques de complications (radiologue), consultation anesthésique avec bilan sanguin pré-opératoire (coagulation++)

→ imagerie : radio standards, IRM sur l'ensemble du rachis (nombre, étendue, âge et caractère « actif » des fractures, épidurite), TDM pré-vertébroplastie (destruction de la corticale osseuse et du mur postérieur).

Ce bilan permet d'obtenir un diagnostic précis, de connaître le nombre de vertèbre à consolider et de planifier les voies d'abord.

1.3.2 Ciments :[36]

La préparation du ciment est un des moments clef du geste thérapeutique. Il s'agit d'un ciment acrylique qui se présente sous la forme d'une poudre contenant un polymère (copolymère de méthacrylate de méthyle, ou polyméthylméthacrylate PMMA) et d'un liquide constitué d'un monomère (méthacrylate de méthyle, ou méthylméthacrylate MMA). Lors du mélange des deux composants, le monomère polymérise et lie les particules de polymère. Les étapes de polymérisation peuvent être divisées en 4 phases : la phase de mélange, la phase de repos, la phase d'injection (ou de travail) et la phase de durcissement. La durée de la polymérisation est déterminée par la composition du ciment, notamment par la proportion de monomère par rapport à celle du polymère, par la température ambiante, ainsi que par le degré d'humidité. Ces ciments sont rendus radio-opaques par l'adjonction d'un radio-opacifiant intégré à la poudre de PMMA : poudre de tungstène.

Composant	Fonction	Composant	Fonction
PMMA	Réaction de polymérisation	MMA et copolymères	Réaction de polymérisation
PBO	Initiateur de polymérisation	N,N-DMPT	Contôle la vitesse de polymérisation
Sulfate de barium Dioxyde de zirconium	Radio-opacifiant	Hydroquinone	Stabilise MMA
Chlorophyle	Colorant	Chlorophyle	Colorant

MMA = Méthacrylate de Méthyle
N, N-DMPT = N,N Diméthyl-paratoluidine
PBO = Peroxyde de benzoyle
PMMA = Polyméthacrylate de méthyle

Tableau 1: Composition des ciments acryliques

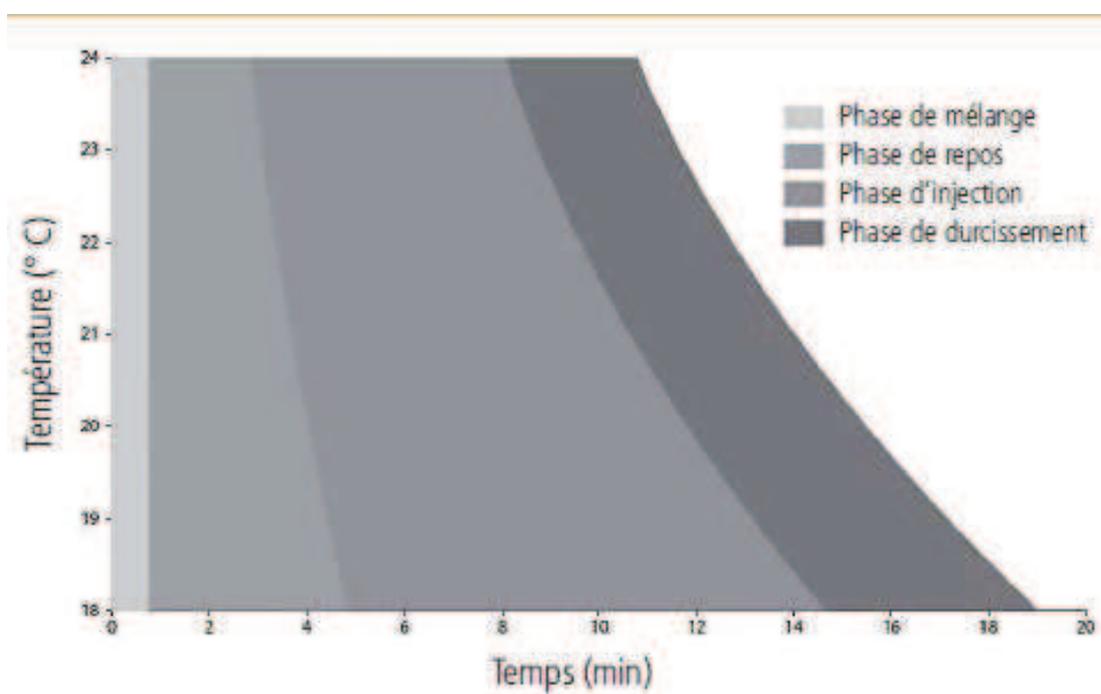


Figure 11 : Etapes de polymérisation

Les matériaux entrant dans la composition des ciments sont semblables pour tous les ciments présents sur le marché. Les innovations actuelles concernent la viscosité, l'opacité, la toxicité (liée au relargage de monomères et à l'exothermicité) et les propriétés mécaniques du ciment.

La durée pendant laquelle le ciment peut être injecté de manière adéquate est un point essentiel. Ce temps de travail varie énormément d'un ciment à l'autre et dépend de sa composition (3 à 10 minutes).

Un temps de travail long est un critère de sécurité pour l'injection, laissant au radiologue le temps nécessaire pour la réalisation de son geste.

La réaction de polymérisation est exothermique et auto-entretenue, la chaleur accélérant la polymérisation. Il n'y a pas de réaction chimique entre os et ciment.

Le volume injecté dépend du niveau traité, de l'apparition rapide de fuites. En général, de 2 à 4 ml sont injectés en région cervicale et dorsale haute, et de 5 à 8 ml pour les autres niveaux. Contrairement aux vertèbres porotiques ou angiomateuses, l'injection de ciment dans les vertèbres métastatiques est plus ou moins harmonieuse en fonction du volume, de la nature et de la consistance de la composante tissulaire néoplasique.

Libellé Distributeur (Fabricant) Volume	Composition		Temps de mélange	Délai d'attente	Temps d'inject°	Temps de prise	Température de la réaction	Indication
<i>Avatex BCPM003</i> Carefusion 10 mL	Poudre 13,5 g SMMA 69,4% BaSO ₄ 30% PBO 0,6%	Liquide 6,5 mL MMA 94,5% EDMA 5% N,N-DMPT 0,5% HQ 60 ppm	1 min (23°)	1 min (23°)	14 min (23°)	17 à 27 min (23°)	NR	Fractures pathologiques des corps vertébraux
<i>Ostéo-firm</i> Cook (Teknimed) 16 mL	Poudre 20 g PMMA 64,4% BaSO ₄ 35% PBO 0,6%	Liquide 9,2 g MMA 97,6% N,N-DMPT 2,4% HQ 20 ppm	1 à 2 min	1 min	10 min	15 à 16 min	70 °C 45 à 50° C pour 3 mL)	Fractures pathologiques où la perte de substance osseuse ou la résistance de la fracture rendent inefficaces les procé- dures plus conventionnelles
<i>Osteopal V</i> Heraeus (Heraeus)	Poudre 26 g PMMA 54,6% ZrO ₂ 45% PBO 0,4% chlorophylle VII	Liquide 10 mL MMA 97,9% N,N-DMPT 2,1% HQ	30 sec	2 min (20°C)	5 min 30 sec (20°C)	6 min (20°C)	+/- 55°C	Stabilisation des corps vertébraux
<i>KyphX HV-R</i> Medtronic (Medtronic) 16 à 18mL	Poudre 20 g PMMA 68% BaSO ₄ 30% PBO 2% [C ₆ H ₅ C(O)] ₂ O ₂	Liquide 9 mL MMA 99,1% N,N-DMPT 0,9% HQ 0,0075% C ₆ H ₅ (OH) ₂	2 min	6 min	8 min	4 min	< 90°C	FTV dans le cadre d'un traitement par cyphoplastie
<i>CementoFixx</i> Optimed (Synimed) 25 mL	Poudre 12,5 g PMMA 59,36% PBO 0,64% BaSO ₄ 40%	Liquide 5 mL MMA PBO HQ	30 sec (20°C)	2 min 30 (20°C)	9 min 30 (20°C)	18 à 20 min (20°C)	< 60°C	FTV, métastases osseuses, malformations
<i>OsseoFix +</i> Scient'x -Alphatec Spine (Teknimed) 10mL	Poudre PMMA 49,5% ZrO ₂ 45%	Liquide MMA 99%	1 min (19 - 20°)	8 min (19 - 20°)	8 min (19 - 20°)	7 min	jusqu'à 95°C	Fractures de compression vertébrales aiguës douloureuses Niveaux T6 à L5
<i>Synecem VTP</i> Synimed (Synimed) 20 mL	Poudre 25 g PMMA 59,4% BaSO ₄ 40% PBO 0,6%	Liquide 10 mL MMA 99,3% N,N-DMPT 0,7% HQ 18-20 ppm	30 sec (23°C)	1 min 30 (23°C)	5 min (23°C)	6 min (23°C)	70 - 80°C	Remplissage des corps vertébraux ayant des altérations structurelles secondaires à l'ostéoporose,
<i>Synecem KYP</i> Synimed (Synimed) 20 mL	Poudre 20 g PMMA 68% BaSO ₄ 30% PBO 2%	Liquide 9 mL MMA 89,2% N,N-DMPT 0,8% HQ 60 ppm	30 sec à 1 min (23°C)	3 à 4 min (20°C)	6 min (23°C)	2 à 5 min (23°C)	70 - 80°C	à une infiltration tumorale (bénigne ou maligne), à des malformations vasculaires et à des cas sélectifs de traumatisme
<i>VertaPlex</i> Stryker (Stryker) 14 mL	Poudre 20 g PMMA 68,2% PBO 1,8% BaSO ₄ 30%	Liquide 9,5 mL MMA 99% N,N-DMPT 1% HQ 0,75mg	60 sec		18 min	10,2 min	jusqu'à 95°C	Fixation des fractures du corps vertébral lors de procédures de vertébroplastie et cyphoplastie (ostéoporose, hémangiome, cancer métastatique, myélome)
<i>SpinePlex</i> Stryker (Stryker) 10 mL	Poudre 20 g PMMA 11,8% SMMA 57,2% BaSO ₄ 30% PBO 1%	Liquide 10 mL MMA 97,5% N,N-DMPT 2,5% HQ 1,5 mg		NR	10 à 12 min	8,2 min	jusqu'à 95°C	
<i>Bone Cement V</i> Thiebaud (Biomet) 10 mL	Poudre 26 g PMMA 39,2% ZrO ₂ 60% PBO 0,8%	Liquide 10 mL MMA 92% N,N-DMPT 2% HQ chlorophylle	30 sec (19°)	2 min (19°)	7 min 45 (19°)	10 à 17 min 30 (19°)	NR	Ciment chirurgical radio-opaque pour vertébroplastie

NC = Non concerné - NR = Non renseigné

Tableau 2 : les ciments acryliques basse viscosité

Libellé Distributeur (Fabriquant) Volume	Composition		Temps de mélange	Délai d'attente	Temps d'inject°	Temps de prise	Température de la réaction	Indication
Ciments acryliques haute viscosité								
<i>Vertebroplastic</i> Depuy Spine (NR) 24 mL	Poudre 22,5 g PMMA /SMMA 71 % BaSO ₄ 28,6 % PBO 0,4 %	Liquide 10 mL MMA 95 % EDMA 4,3 % N,N-DMPT 0,7 % HQ 20 ppm 4MP 12ppm	30 sec (23°C)	2 min (23°C)	10 min (23°C)	14 à 23 min (23°C)	Jusqu'à 62,5°C	FTV ostéoporotiques Angiomes vertébraux et tumeurs des corps vertébraux
<i>VertaPlex HV</i> Stryker (Stryker) NR	NR	NR	60 sec	Immédiat	18 min	10,2 min	NR	NR
<i>F20</i> Teknimed (Teknimed) 12 à 15 mL	Poudre 25,8 g PMMA 19,2 % SMMA 35,3 % ZrO ₂ 45 % PBO 0,5 %	Liquide 9,2 g MMA 99,3 % N,N-DMPT 0,7 % HQ 20 ppm	45 sec (20°C)	5 min 25 (20°C)	15 min 30 (20°C)	12 min 40 (20°C)	45°C	FTV ostéoporotique Cyphoplastie Cimentoplastie extra rachidienne. Lésion bénigne symptomatique (hémangiome). Lésion maligne douloureuses
<i>Cohesion</i> Vexim (Teknimed) 20 mL	Poudre 25,8 g SMMA 27,1 % PMMA 27 % PBO 0,5 % ZrO ₂ 45,4 %	Liquide 9,2 g MMA 99 % N,N-DMPT 1% HQ 20 ppm	45 sec	1 min pour transférer + 4 min	15 à 20 min	10 min	90°C	Vertébroplastie ou cyphoplastie des fractures vertébrales
Ciments acryliques ultra-haute viscosité								
<i>Confidence</i> Depuy Spine (Teknimed) 11 mL	Poudre 20 g PMMA 69,4% BaSO ₄ 30,1% PBO 0,5%	Liquide 9,2 g MMA 98,5 % N,N-DMPT 1,5 % HQ 20 ppm	45 sec (+ 30 sec pour le transfert)	immédiat	8 à 10 min (20°)	4 à 5 min	70°- 80°C	FTV dorsales et lombaires d'origine ostéoporotique et néoplasique après échec du traitement médical conventionnel
Ciments acryliques ultra-haute viscosité								
<i>Confidence</i> Depuy Spine (Teknimed) 11 mL	Poudre 20 g PMMA 69,4% BaSO ₄ 30,1% PBO 0,5%	Liquide 9,2 g MMA 98,5 % N,N-DMPT 1,5 % HQ 20 ppm	45 sec (+ 30 sec pour le transfert)	immédiat	8 à 10 min (20°)	4 à 5 min	70°- 80°C	FTV dorsales et lombaires d'origine ostéoporotique et néoplasique après échec du traitement médical conventionnel
Ciments acryliques avec hydroxyapatite								
<i>Activos</i> Medtronic (Medtronic) 16 à 18 mL	Poudre 22,5 g PMMA 38,2 % BaSO ₄ 10 % PBO 2,2 % HA 49,6 %	Liquide 9 mL MMA 99,7 % N,N-DMPT 0,3 % HQ 0,005%	0,5 sec.	3 min 30	14 min	2 min	< 90°C	FTV dans le cadre d'une procédure de cyphoplastie par ballonnet
<i>Vertecem V+</i> Synthes (NR) 20 mL	Poudre 21 g PMMA 45 % ZrO ₂ 40 % HA 15 %	Liquide 9,2 g MMA 97,6 % N,N-DMPT 2,4 % HQ 20 ppm	20 sec	immédiat	27 min (à 21°C)	6 min (à 37°C)	61 °C	Ostéoporose, tumeur
<i>Opacity+</i> Teknimed / Item (Teknimed) 12 à 15 mL	Poudre 27,2 g PMMA 49,5 % PBO 0,5 % ZrO ₂ 45 % HA 5 %	Liquide 9,2 g MMA 99 % N,N-DMPT 1 % HQ 20 ppm	1 min	5 min	9 min 30	12 min	70°C (45 à 50° pour 3 mL)	FTV ostéoporotique Lésions tumorales vertébrales (métastase, myélome) Angiomes vertébraux symptomatiques Cimentoplastie extra-rachidienne
<i>Spine-fix</i> Teknimed (Teknimed) 12 à 15 mL	Poudre 21 g PMMA 64,4 % HA 10 % BaSO ₄ 25 % PBO 0,6 %	Liquide 9,2 g MMA 97,6 % N,N-DMPT 2,4 % HQ 20 ppm	45 sec (à 20°C)	3 min 25 (à 20°C)	8 min (à 20°C)	8 min (à 20°C)		Tassements ostéoporotiques Angiomes vertébraux symptomatiques Tumeurs vertébrales symptomatiques
Basse viscosité	4MP = 4-méthoxyphénol BaSO ₄ = Sulfate de baryum		MgHPO ₄ = Magnesium Hydrogène Phosphate MMA = Méthacrylate de Méthyle		Pdre = Poudre PMMA = Polyméthacrylate de méthyle		NR = Non renseigné	
Haute viscosité	DCPD = Phosphate dicalcique dihydraté		(NH ₄) ₂ HPO ₄ = Diammonium Hydrogène Phosphate		SMMA = Copolymère de méthacrylate de méthyle / styrène			
Ultra haute viscosité	EDMA = Diméthacrylate d'éthylène HA = Hydroxyapatite HQ = Hydroquinone Liq = Liquide Mg ₃ (PO ₄) ₂ = Magnesium Phosphate		N,N-DMPT = N,N-Diméthyl-para-toluidine NaGP = Glycérophosphate de sodium NR = Non renseigné OE = Oxyde d'éthylène PBO = Peroxyde de benzoyle		SrCO ₃ = Strontium Carbonate TCP = Phosphate tricalcique TTCP = Phosphate tétracalcique ZrO ₂ = Dioxide de zirconium γ = Rayon gamma			

Tableau 3: les ciments acryliques haute viscosité et ciments acryliques avec hydroxyapatite

1.3.3 Dans les lésions tumorales vertébrales :

L'indication principale de la vertébroplastie est le traitement de la douleur de manière rapide et prolongée. Un traitement local est fondamental pour améliorer le pronostic fonctionnel de patients dont l'espérance de vie s'allonge, permettant une amélioration de la qualité de survie, sur le plan de la douleur, de l'autonomie, et un contrôle local des lésions. Les indications doivent être posées par une équipe multidisciplinaire associant des oncologues, des algologues, des chirurgiens du rachis et des radiologues interventionnels.[37] [21] [38] [30] [32] [39]

La limite de cette intervention est la présence d'un recul ou d'une lyse du mur vertébral postérieur. Les données de la littérature sont controversées, certains auteurs contre-indiquant formellement le geste par risque de compression nerveuse, notamment par fuite de ciment, d'autres témoignant d'un ratio bénéfice-risque en faveur de la vertébroplastie. Seules 3 études ont été publiées sur ce sujet, ce paramètre a motivé notre étude. La démonstration de la faisabilité et de la sécurité de cette procédure dans ces indications peut avoir un impact important dans la prise en charge globale de ces patients.

2 Matériel et méthodes

2.1 OBJECTIF DE L'ETUDE :

Evaluer la faisabilité et la sécurité de la vertébroplastie percutanée sous anesthésie locale dans le traitement des lésions vertébrales bénigne (angiome agressif) ou maligne (myélome ou métastase) chez des patients ayant une rupture du mur postérieur ou une atteinte de l'espace épidual avec ou sans signe de compression.

2.2 PATIENTS :

2.2.1 Etude :

- * monocentrique au CHU de Nice à l'hôpital l'Archet
- * rétrospective du 23 décembre 2010 au 26 novembre 2013
- * incluant 52 patients ayant bénéficié de 63 vertébroplasties dans le cadre de lésions tumorales avec atteinte du mur postérieur et/ou épidualite, sélectionnés à partir de 661 patients consécutifs qui ont bénéficié d'une vertébroplastie (d'un ou plusieurs étages).

2.2.2 Sélection des patients :

Le recrutement et le recueil des données a été fait en corrélant les données des cahiers d'archives du scanner interventionnel du service d'Imagerie Médicale de l'Archet 2, les données cliniques, biologiques et radiologiques des dossiers informatiques CLINICOM, les données provenant des dossiers médicaux issus des archives du CHU de Nice, ainsi que les images radiologiques importées du système PACS. Certaines données manquantes ont été recueillies par téléphone auprès des hôpitaux périphériques (pour les patients adressés par ces hôpitaux) ou auprès des médecins traitants en ville (oncologue, généraliste, ...)

* Critères d'inclusion :

Les patients devaient répondre aux critères d'inclusion suivants :

- Lésion vertébrale hyperalgique ou à haut risque fracturaire
- Avec rupture du mur postérieur et/ou atteinte de l'espace épidural (avec ou sans signe neurologique)

* Critères d'exclusion :

Ont été exclus les patients sans lésions vertébrales tumorales (fracture-tassement ostéoporotique, sur hernie intra-spongieuse ou purement traumatique), d'après la biopsie vertébrale et l'aspect en imagerie (Voir tableau 4 ci-dessous « tassement bénin versus tassement secondaire »), ainsi que les cimentoplasties hors rachis mobile.

Les patients présentant des symptômes de compression médullaires étaient orientés en urgence en chirurgie.

2.3 PARAMETRES ETUDIES :

2.3.1 PRE ET PER-VERTEBROPLASTIE

→ cliniques : l'âge, le sexe, le type de tumeur à l'origine du traitement et la tumeur primitive s'il s'agit d'une métastase, le type de douleur (rachidienne d'horaires mécaniques ou inflammatoires ? EVA ?), la présence de signe neurologique, le délai avant la vertébroplastie et la réalisation d'une IRM et/ou d'un scanner.

→ radio-anatomiques : type et nombre d'étage traité, type de lésion TDM (lytique, condensante ou mixte), importance du tassement, présence d'une atteinte de l'espace épidual (vertèbre traitée ou autre vertèbre), score de Kostuik pré-traitement. (voir figures 12, 14 et 15 ci-dessous)

→ techniques : voie d'abord, nombre d'abord par vertébroplastie, volume de ciment injecté, qualité de remplissage, score de Kostuik per-traitement.

Au niveau du rachis, la stabilité est évaluée par le score de Kostuik [40], qui divise la vertèbre en six segments. Lorsque la lésion concerne trois segments ou plus, la vertèbre est considérée comme instable nécessitant une prise en charge dans les plus brefs délais.

Après vertébroplastie, un nombre de segments atteints inférieur à 3 qualifiera le remplissage vertébral comme satisfaisant.

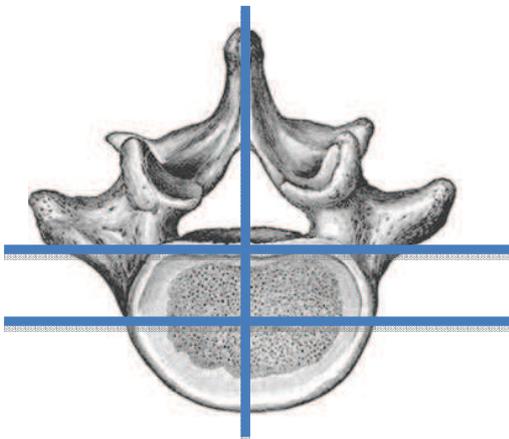


Figure 12 : Division vertébrale en 6 segments, d'après Kostuik

2.3.2 POST-VERTEBROPLASTIE

→ EVA

→ Complications locales et générales

Pour les fuites de ciment, ont été différenciées :

- les fuites vasculaires : épidurales, para-vertébrales, foraminales
- les fuites extra-vasculaires : discales, canalaire, paravertébrales, sur le trajet de ponction

→ Echec du traitement, décès (lié à la pathologie en cours)

2.4 TECHNIQUE DE VERTEBROPLASTIE :

Il s'agit d'une technique mini-invasive, sous anesthésie locale, en salle d'imagerie interventionnelle (aux normes en termes de réanimation et d'anesthésie).

Le patient est positionné en procubitus (sauf lors de traitement à l'étage cervical haut, moins fréquent, alors en décubitus).

Prémédication du patient avec administration de paracétamol (1g sur 15minutes), de tramadol (1 ampoule de 100mg) et d'antiémétique (anzamet, 1 ampoule de 12.5mg) en intraveineux (dans 100mL de sérum physiologique) 30 minutes avant l'installation du patient en salle de radiologie interventionnelle.

Le geste est réalisé dans des conditions strictes d'asepsie. La région à traiter est désinfectée de manière chirurgicale, et recouverte d'un champ stérile.

Repérage sous contrôle scopique et scanner des points d'entrée.

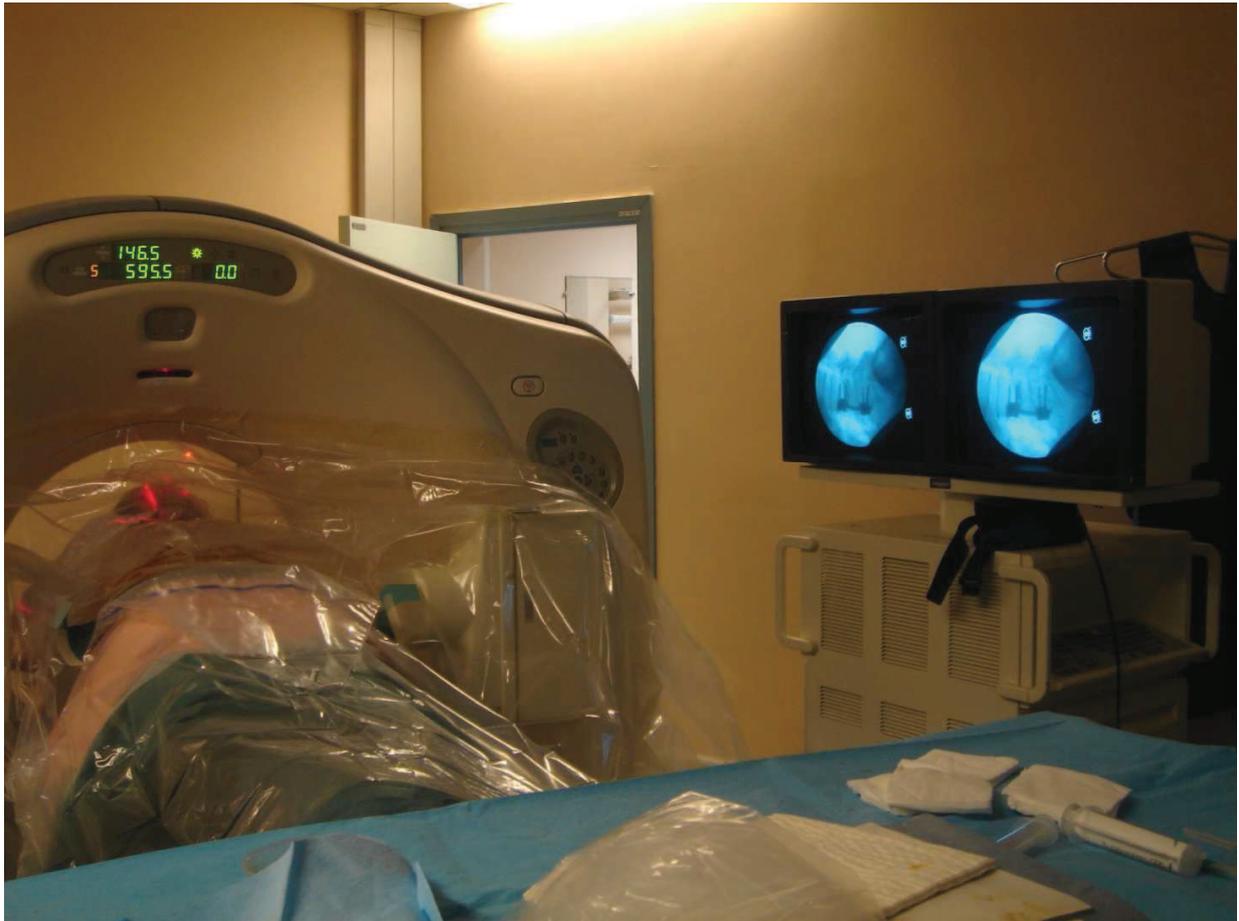


Photo 1: Installation du patient en procubitus sur la table de scanner.

Guidage scanographique et fluoroscopique durant la procédure, permettant de faciliter le positionnement du trocart et de contrôler le remplissage vertébral en temps réel pour limiter les fuites de ciment.

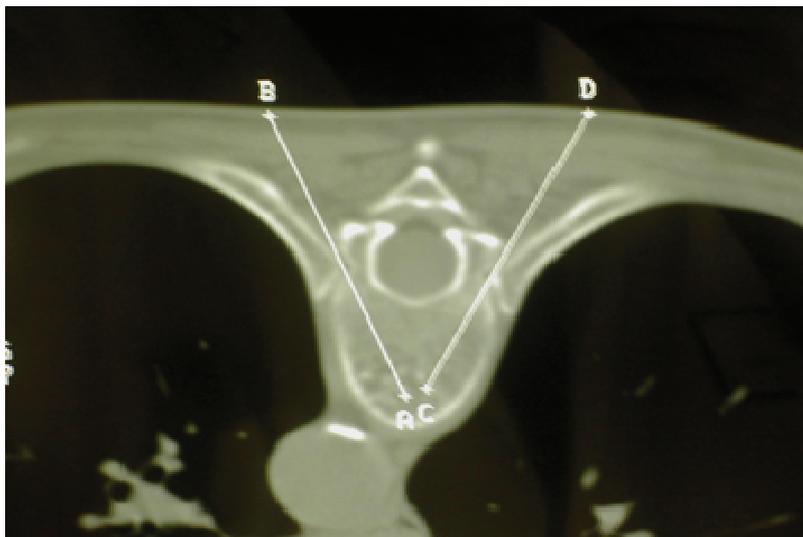


Photo 2 : Repérage du trajet de ponction (voie transpédiculaire)

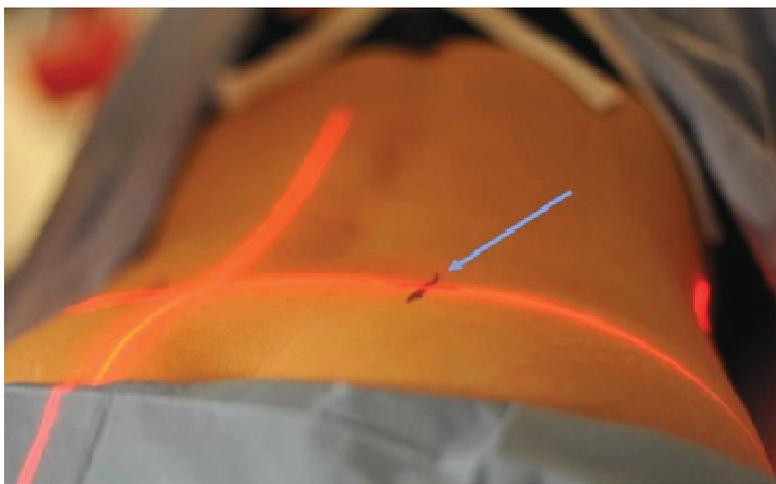


Photo 3 : Mise en place de repères cutanés

Anesthésie locale en 3 plans à l'aide d'une aiguille 22 G à la seringue luer lock, osseuse, musculaire et sous cutanée. L'anesthésiant le plus souvent utilisé est la lidocaïne 2% (xylocaïne®) possédant une puissance anesthésique intermédiaire avec une latence courte (d'environ 5min) et une durée d'action intermédiaire (90-120 min).

Différentes voies d'abord sont possibles : ponction par voie transpédiculaire (en particulier sous T10 où la taille des pédicules est suffisante) ou intercostovertébrale à l'étage thoracique, moins fréquemment latérale (latéro-pédiculaire), unilatérale le plus souvent.

Pas plus de 3 vertèbres sont traités au cours du geste.

Mise en place d'une aiguille chiba guide de 20G 20cm (trajet jusqu'au corps vertébral sous guidage TDM) puis section de l'extrémité supérieure pour devenir un guide. Incision cutanée au bistouri pour faciliter la pénétration du trocart, puis introduction à travers l'aiguille guide du trocart perforé de 13G (10 cm) permettant un trajet sécurisé (T'AM®, Thiebaud, France). Cette technique évite les ponctions itératives directement avec le trocart, améliorant la tolérance et la facilité du geste. Pénétration vertébrale par mouvements de rotation du trocart (et non mouvements d'enfoncement direct ou percussion). Un trocart de diamètre inférieur peut être utilisé à l'étage cervical. En cas de douleur, injection de quelques millilitres de xylocaïne® au niveau de l'orifice au fur et à mesure de la progression du trocart.



Photo 4 : Trocart de biopsie et vertébroplastie guidée (Thiebaud T'AM ® 13G 12 cm)



Figure 13 : Progression du trocart perforé à travers l'aiguille guide (aiguille chiba avec section de son extrémité supérieure) par mouvements de rotation, et non de percussion



Après section de l'extrémité proximale de l'aiguille chiba 20G en place, elle sert de guide pour la progression du trocart

Photo 5 et 5' : Progression du trocart sur aiguille chiba



Photo 6 : Progression du trocart par mouvements de rotation

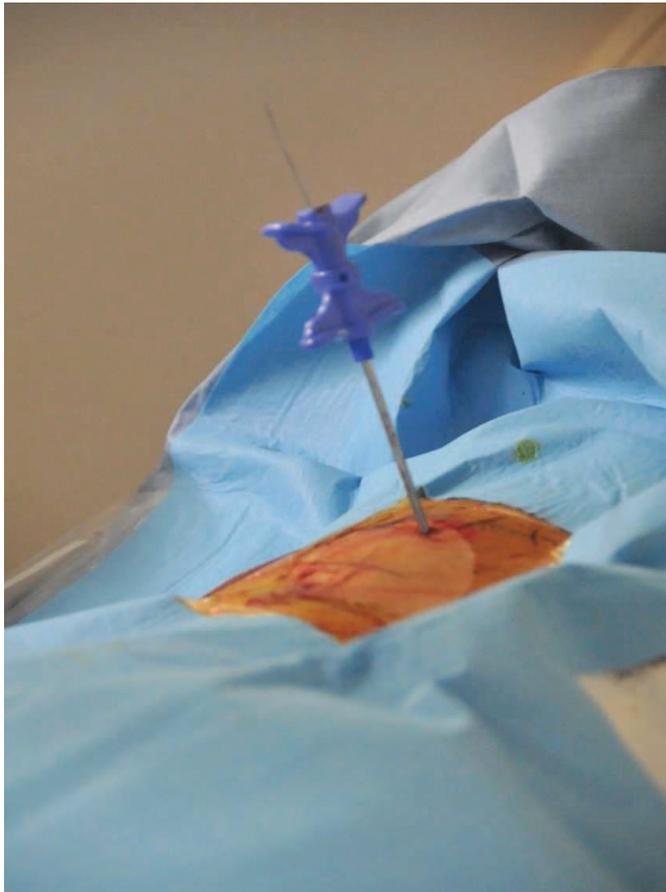


Photo 7 : Trocart en place au niveau de la vertèbre à traiter



Photo 8 : Une seconde aiguille de 20G dans le kit permet d'injecter de l'anesthésiant local au travers du trocart

Positionnement au niveau du corps vertébral médian au tiers antérieur et moyen, avec contrôle scanner du positionnement des trocars, afin de ne pas dépasser le mur antérieur. Réalisation systématique de biopsie par technique coaxiale. Une fois le trocart positionné, le mandrin est retiré et la canule externe maintenue en place. L'aiguille à biopsie, (tige creuse permettant d'obtenir les carottes osseuses), est introduite dans la canule afin de réaliser le prélèvement, qui est alors transmis au laboratoire d'anatomopathologie.

Préparation du ciment de viscosité normale avec adjonction de tungstène (PMMA, Cook) qui, d'abord liquide, polymérise en durcissant après une phase « pâteuse » de plusieurs minutes pendant lesquelles il est injecté. Sous contrôle fluoroscopique permanent, remplissage vertébral par injection de quelques gouttes de ciment acrylique que l'on dépose au niveau centro-corporéal en évitant les fuites périvertébrales (environ 4cc dans chaque vertèbre). Le trocart est purgé entre chaque seringue à l'aide du mandrin, permettant un contrôle optimal de la pression exercée ainsi que de la répartition du ciment. Le biseau du trocart est orienté vers la zone à remplir.

Lors de l'injection de ciment, si une fuite veineuse est identifiée, l'injection est stoppée puis reprise au bout de quelques secondes à minutes après modification de la position de l'aiguille. Elle est définitivement interrompue en cas de migration intracanalair de ciment, afin d'éviter toute complication neurologique.

Si des symptômes de toxicité liée à l'anesthésiant apparaissent (passage intravasculaire accidentel ou surdosage), l'injection devra être stoppée immédiatement.

Le geste est réalisé après présentation en toute clarté du geste et des ses risques, et signature par le patient d'un consentement éclairé.

La durée moyenne du geste est d'environ 35-40 minutes en incluant l'installation patient.

Un scanner de contrôle est effectué dans les suites immédiates du geste, centré sur le segment rachidien traité pour juger de la répartition du ciment et documenter les éventuelles fuites périvertébrales de ciment.

Le patient ne sera pas autorisé à se mettre en charge avant environ une heure et sera surveillé en milieu hospitalier jusqu'au lendemain de la procédure (traitement possible en ambulatoire chez les patients sans atteinte du mur vertébral postérieur).

En cas de douleurs postopératoires, un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien par voie intraveineuse peut être indiqué pendant 24 à 48 heures.

Un contrôle clinique et IRM ou scanographique est préconisé à 1 mois (l'IRM étant supérieure sur le plan de l'atteinte inflammatoire).

Le suivi à distance doit être adapté à chaque patient et à sa pathologie.

Un syndrome fébrile, inflammatoire, dans les jours suivant l'injection de ciment acrylique a été décrit. Celui-ci est totalement maîtrisé par des anti-inflammatoires. La recrudescence des douleurs osseuses au décours immédiat de l'injection de ciment se rencontre dans 1% des cas et est soulagé par l'utilisation d'opiacés et/ou de kétoprofène injecté par voie IV. Elle est due à une réaction inflammatoire locale du corps vertébral au contact du ciment qui dégage de la chaleur en polymérisant.

[32]

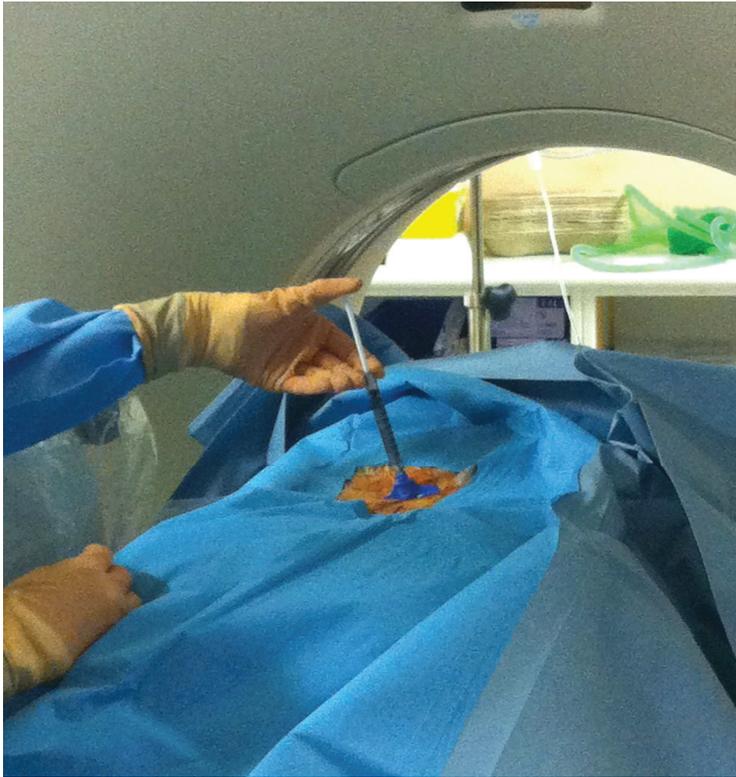


Photo 9 : On dépose le ciment à travers le trocart sous contrôle fluoroscopique continu

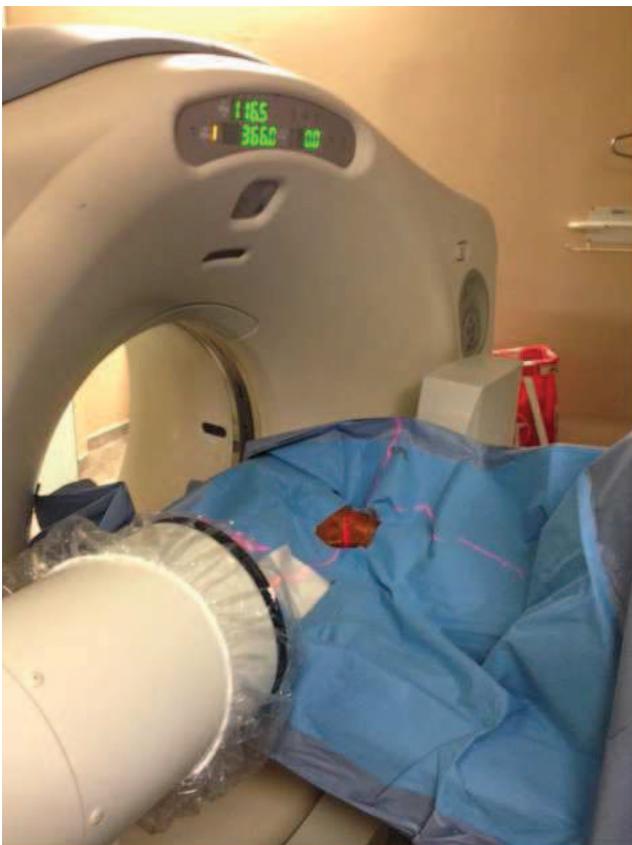


Photo 10 : Photographie du scanner interventionnel et de la fluoroscopie latérale

2.5 ANALYSE STATISTIQUE :

Les caractéristiques des patients et les informations cliniques ont été obtenues à partir des dossiers médicaux et rentrés dans un document Excel (Excel 05; Microsoft Corp., Redmond, WA).

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

Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquences absolue et relatives (pourcentages) et les proportions ont été comparées à partir du test du Chi 2.

Pour les variables quantitatives, basée sur le fait qu'elles ne suivent pas une loi de distribution normale, nous avons utilisé le test de Wilcoxon pour données appariées.

Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

L'ensemble de l'analyse statistique et de la méthodologie a été réalisée par le docteur Pauline Foti, médecin biostatisticien au département de Recherche Scientifique du CHU de Nice.

2.6 RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :

La recherche bibliographique a été effectuée en utilisant la base de données *Pubmed*.

Les mots-clés utilisés étaient : vertébroplastie percutanée, tumeur osseuse, métastase osseuse, myélome, angiome, mur postérieur, épidurite, compression médullaire.

La quasi-totalité des articles pris en compte étaient en langue anglaise ou française.

2.7 ETHIQUE :

Dans notre centre, il n'était pas nécessaire d'obtenir l'aval d'un comité d'éthique pour la réalisation d'étude rétrospective.

L'accord de tous les chefs de service où ont été hospitalisés les patients a préalablement été obtenu de façon systématique, avant consultation des dossiers cliniques des patients (dossiers papiers).

Tableau 4 : Fracture-tassement "bénigne" versus fracture-tassement "pathologique"

*Critères radiologiques

Bénin	Malin
Tassement multiples	Tassement plus souvent unique
Charnière dorso-lombaire ou rachis lombaire	Au dessus de T7
Tassement <25% de la hauteur du corps vertébral	Tassement >50% de la hauteur du corps vertébral
Atteinte centrale et symétrique	Atteinte latéralisée (cliché de face)
Respect de la corticale osseuse	Effacement des corticales osseuses
Conservation du mur postérieur	Rupture du mur postérieur
Respect de l'arc postérieur	Lyse de l'arc postérieur
Spongieux d'aspect normal en dehors de la fracture	Anomalie de l'os spongieux à distance du foyer fracturaire (lyse ou condensation)
Aspect souvent concave des plateaux vertébraux (clichés de profil)	Déformation angulaire des plateaux vertébraux (clichés de profil)
Absence d'atteinte paravertébrale ou épidurale	Masse para vertébrale, épidurite
Clarté gazeuse au sein de la fracture	Absence de déminéralisation osseuse diffuse

*Critères TDM :

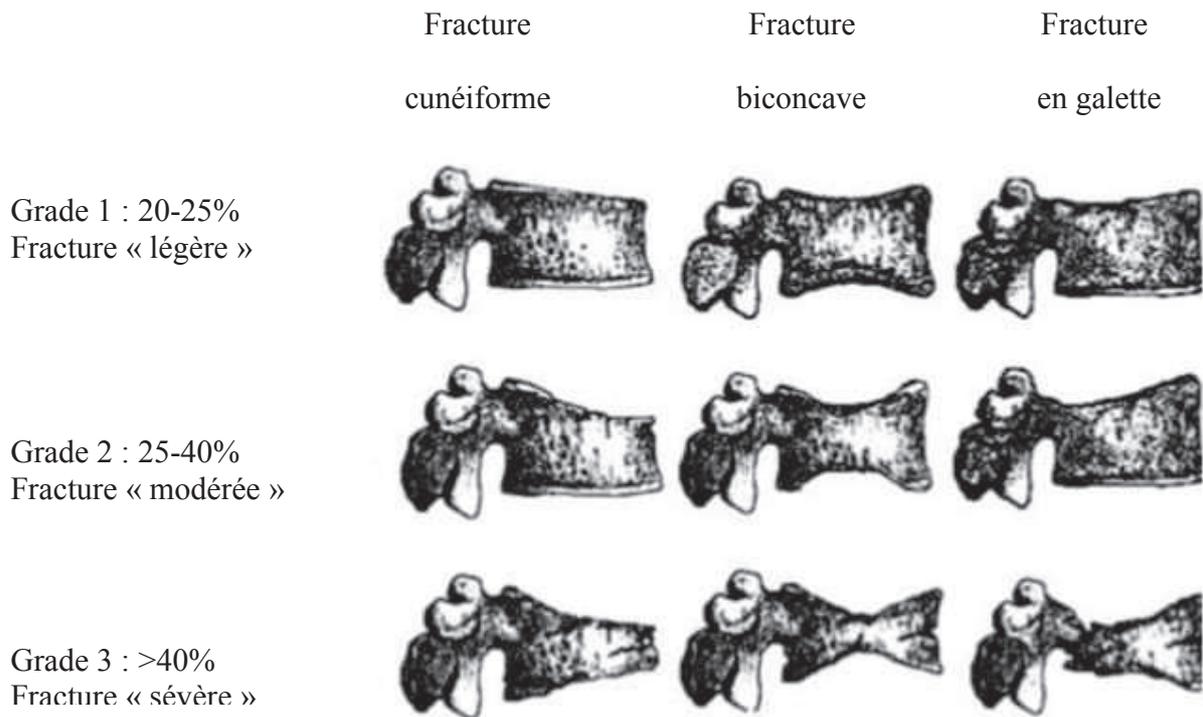
Identiques aux critères radiologiques, mais examen plus performant.

*En cas de doute diagnostic, une IRM peut être réalisée en 2^{ème} intention :

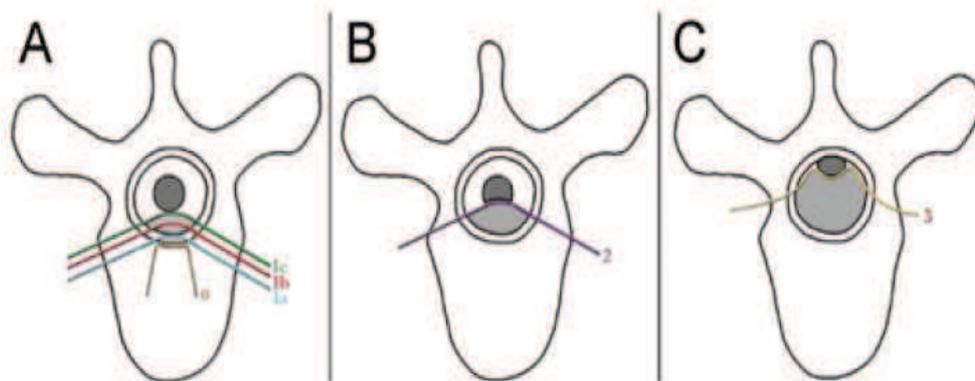
Critères IRM morphologiques, identiques aux critères radiologiques

Critères IRM de signal :

Bénin	Malin
T1 : Hyposignal en bande respectant une partie du corps vertébral	T1 : Hyposignal diffus de tout le corps vertébral
T1 gadolinium : PDC diffuse et homogène avec normalisation du signal par rapport aux autres vertèbres. Parfois persistance d'une bande en hyposignal sous le plateau fracturé ou centrale (os spongieux impacté)	T1 gadolinium : PDC intense, hétérogène, en motte
T2 TSE et STIR : Hypersignal en bande sous le plateau fracturé	T2 TSE et STIR : hypersignal diffus ou hétérogène en motte, pouvant atteindre l'arc postérieur, +/- atteinte d'autres vertèbres non fracturées
T1 in/out phase : chute du signal par persistance de graisse dans le corps vertébral	T1 in/out phase : pas de modification du signal, graisse remplacé par du tissu tumoral



**Figure 14 : Classement des fractures-tassements vertébrales
Méthode visuelle semi quantitative de Genant**



Epidural Spinal Cord Compression grading scale. Grade 0: Limité à l'os. Grade 1a: Atteinte épidurale sans déformation du sac dural. Grade 1b : Déformation du sac dural, sans atteinte du cordon médullaire. Grade 1c : atteignant le cordon médullaire. Grade 2 : Compression médullaire, LCR visible autour du cordon. Grade 3 : Le LCR n'est plus visualisé autour du cordon

Figure 15 : Définition épidurite [41]

3 Résultats

Tous les patients inclus dans notre étude présentaient une atteinte vertébrale tumorale documentée par IRM et/ou scanner, avec preuve histologique issue d'une biopsie osseuse réalisée simultanément à la cimentoplastie. Ils présentaient également tous une atteinte du mur postérieur diagnostiquée à l'imagerie (TDM ou IRM) plus ou moins compliquée d'une atteinte de l'espace épidual.

3.1 PATIENTS (voir diagramme 1) :

Du 23 décembre 2010 au 26 novembre 2013, 661 cimentoplasties ont été réalisées dans notre service : 614 vertébroplasties et 47 cimentoplasties hors rachis mobile.

Parmi ces 661 cimentoplasties consécutives, 464 ont été réalisées dans le cadre de fractures non tumorales (post-traumatique, sur hernie intra-spongieuse, ostéoporotiques, ...) et ont donc été exclues. Sur les 197 cimentoplasties restantes réalisées chez des patients avec atteinte vertébrale tumorale, 63 intéressaient le mur vertébral postérieur, avec ou sans atteinte de l'espace épidual associé.

Au total, notre étude a porté sur 63 procédures de vertébroplastie percutannée chez 52 patients traités (pour un total de 110 vertébroplasties réalisées chez ces patients).

Nous avons choisi de travailler en termes d'acte plutôt qu'en termes de patient, ainsi un même patient pouvait avoir plusieurs actes. Ceci nous a permis de recueillir les informations concernant les 63 interventions.

Le suivi des patients s'est fait sur une durée de 3 mois à 3 ans.

- * 661 cimentoplasties réalisées
- * 614 vertébroplasties
- * 47 cimentoplasties en dehors du rachis mobile (sternum, épaule, sacrum, sacro-iliaque, ischion, pubis, cotyle, tête fémorale, tibia, calcanéum et talus)

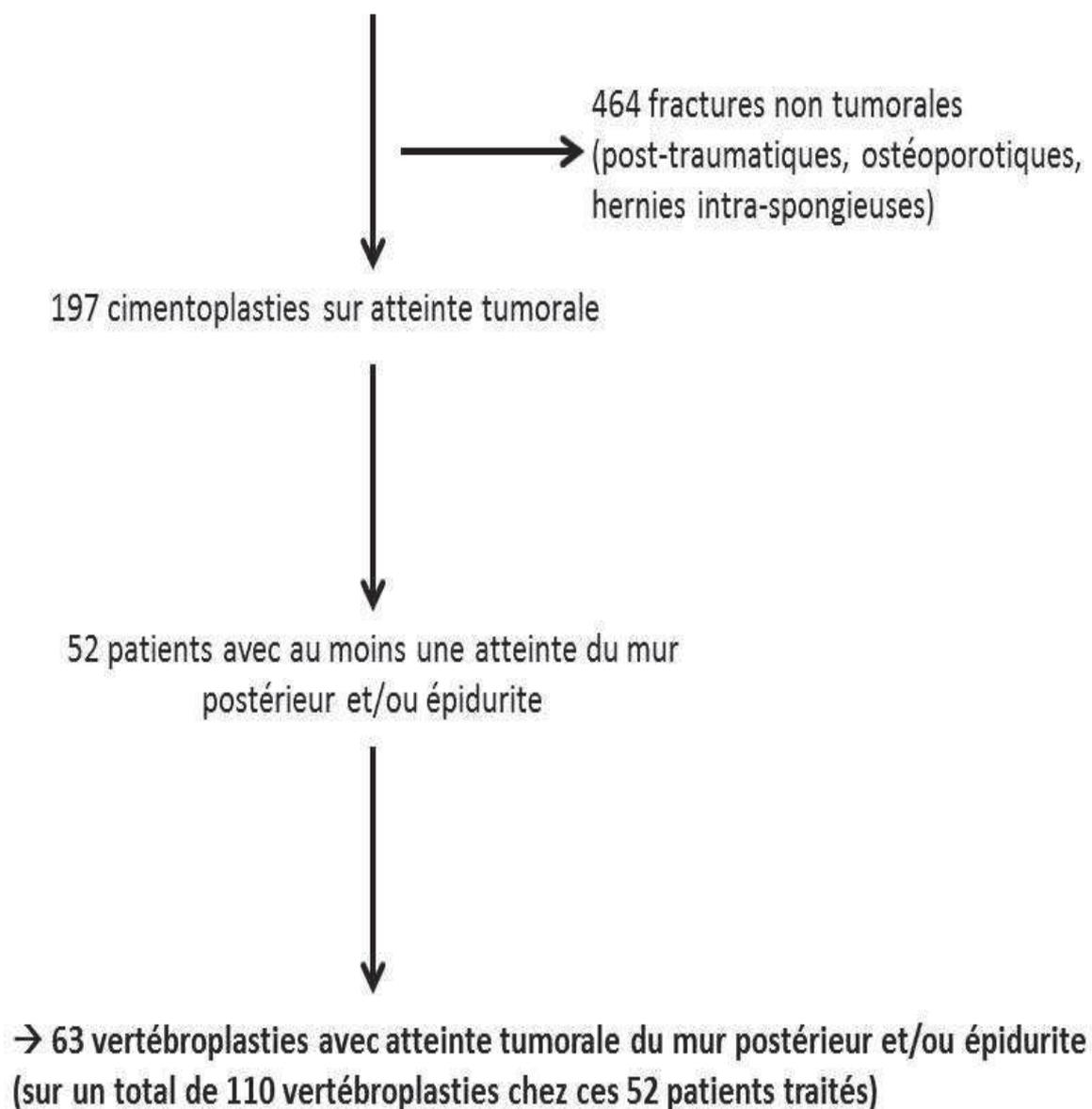


Diagramme 1 : Sélection de la population cible de l'étude

3.1.1 Sexe ratio:

La population cible était composée de 35 femmes (56%) et 28 hommes (44%), soit un sexe ratio de 1,3/1 (en terme de procédures et non de patients)

3.1.2 Age :

L'âge moyen des patients au moment de la prise en charge était de 69 ans +/- 14 ans, (extrêmes = 27-91 ans)

3.1.3 Atteinte tumorale vertébrale :

- L'étiologie de la lésion vertébrale était métastatique pour 28 cas (44%), puis myélomateuse pour 25 cas (40%), et angiomeuse pour 10 cas (16%).

- Lésions primitives :

Pour les 28 lésions osseuses secondaires, les cancers primitifs les plus fréquemment retrouvés étaient le poumon (8 cas) et sein (7 cas), puis le colon (4 cas) et le mélanome (3 cas), et enfin le foie, la prostate, le rein, la thyroïde, l'ovaire et un paragangliome cardiaque (1 cas pour chacun de ces primitifs).

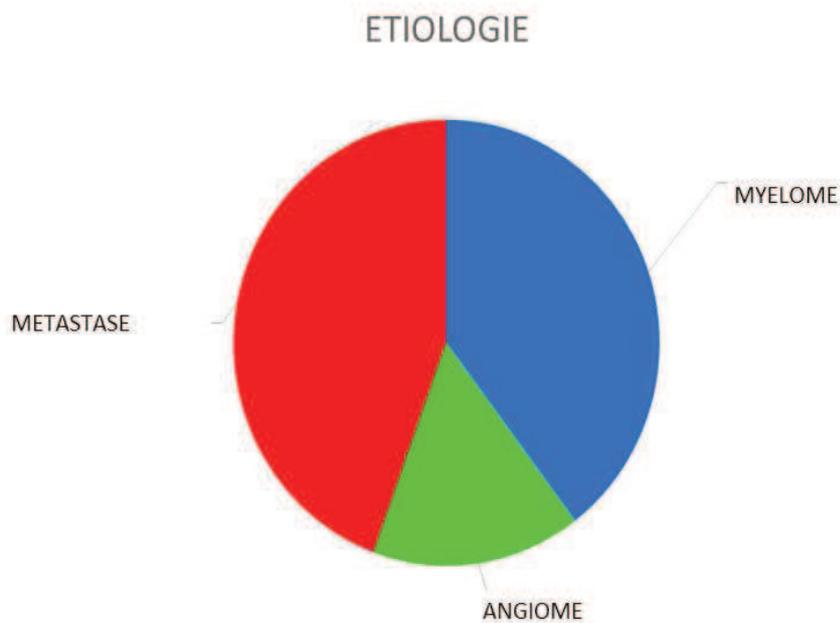


Diagramme 2 : Etiologie de l'atteinte vertébrale tumorale

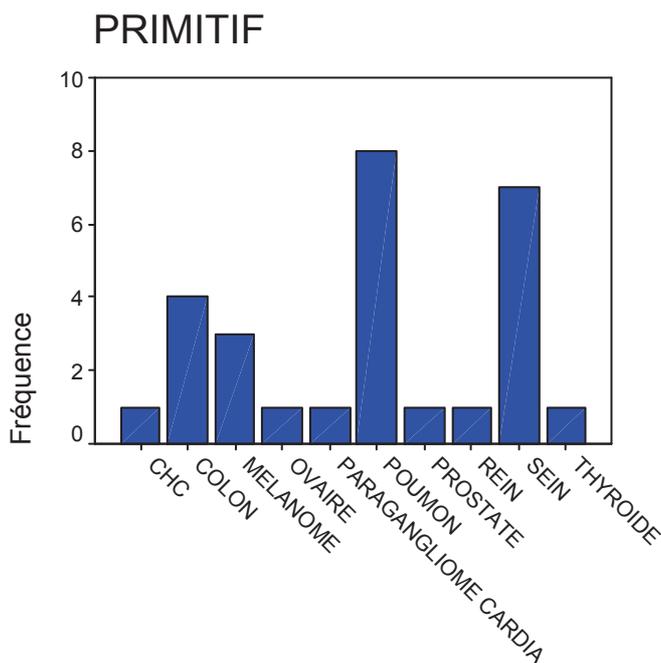


Diagramme 3 : Etiologie des primitifs dans les cas de lésions secondaires

3.2 DONNEES CLINIQUES

3.2.1 Type de douleur et signes neurologiques :

93,4% des patients présentaient des douleurs du rachis (uniquement d'horaires mécaniques pour la plupart).

Seuls 8,3% des patients décrivaient des signes neurologiques à type de douleur neuropathique : une douleur cervico-brachiale, trois sciatalgies et une cruralgie associée à un déficit moteur de la loge latérale de la jambe.

3.2.2 Intensité douloureuse pré et post vertébroplastie

L'intensité de la douleur était évaluée par les patients par un score compris entre 1 et 10 (échelle visuelle analogique = EVA) : la moyenne de ce score était à 6 +/- 3, avec des extrêmes compris entre 0 et 10.

Les EVA post-procédures n'ont pu être retrouvées de manière exhaustive dans les différents dossiers cliniques, pénalisant l'étude statistique de ce paramètre.

3.3 DONNEES PER-VERTEBROPLASTIE

3.3.1 DONNEES RADIOANATOMIQUES

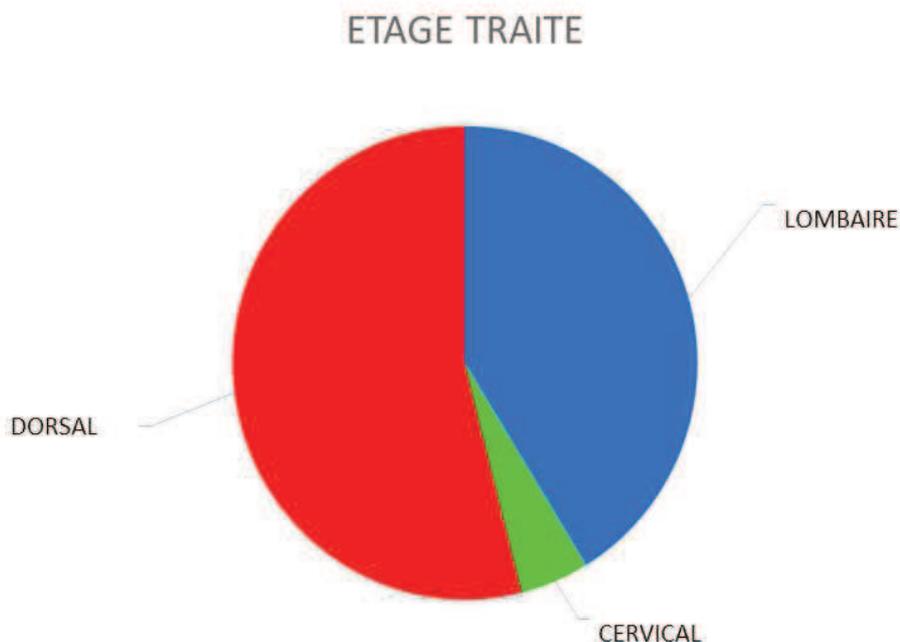
3.3.1.1 Etages vertébraux traités :

Les lésions traitées concernaient principalement à l'étage dorsal (pour 34 procédures, soit 54%), puis lombaire (pour 26 procédures, soit 41%) et enfin cervical (3 procédures, soit 5%)

L'étage le plus souvent cimenté était la 12^{ème} vertèbre dorsale (14%), puis la 1^{ère} vertèbre lombaire (11%), et également les 8^{ème} et 10^{èmes} vertèbres dorsales et 4^{ème} vertèbre lombaire (9,5% chacune).

26 patients n'ont eu qu'un étage vertébral traité. Les 26 autres patients (50 % des patients) ont eu au moins 2 étages vertébraux traités, avec une moyenne de 2 vertèbres (+/- 1 vertèbre) traitées par patient (104 étages pour 52 patients).

6 patients ont également bénéficié dans le cadre de leur pathologie d'une cimentoplastie périphérique (1 sternum, 2 cotyles, 1 pubis, 1 os iliaque et 1 fémur).



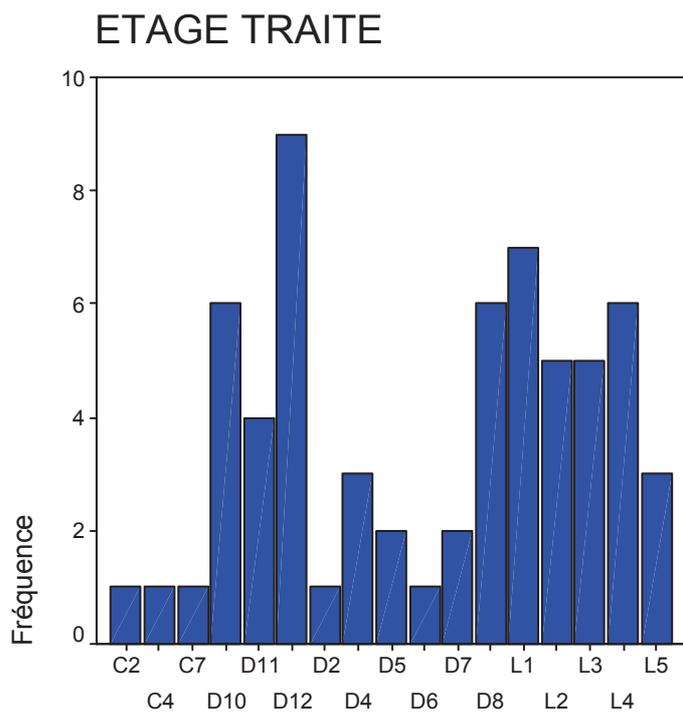


Diagramme 4 et 4': Etages rachidiens traités

3.3.1.2 Type de lésion osseuse:

44 de ces lésions traitées étaient ostéolytiques (70%), 17 mixtes (27%) et 2 condensantes (3%).

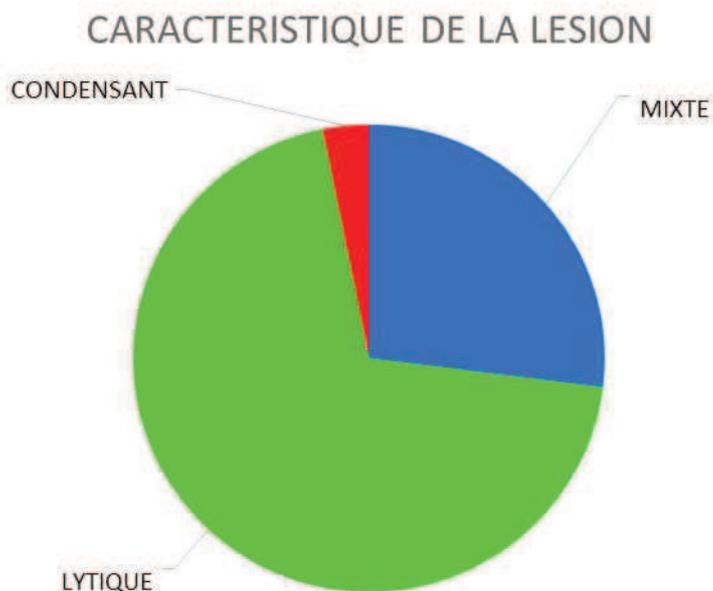


Diagramme 5 : Caractéristiques scanographiques des lésions traitées

3.3.1.3 Sévérité des fracture-tassements :

40% des fractures avaient une perte de hauteur du corps vertébral de plus de 40% (Grade 3).

22% des fractures une perte de hauteur du corps vertébral de 25 à 40% (Grade 2).

22% des fractures une perte de hauteur du corps vertébral de moins de 25% (Grade 1)

16% des lésions n'avaient pas de perte de hauteur du corps vertébral (Grade 0)

(classement par méthode visuelle semi quantitative de Genant, dans le plan sagittal)

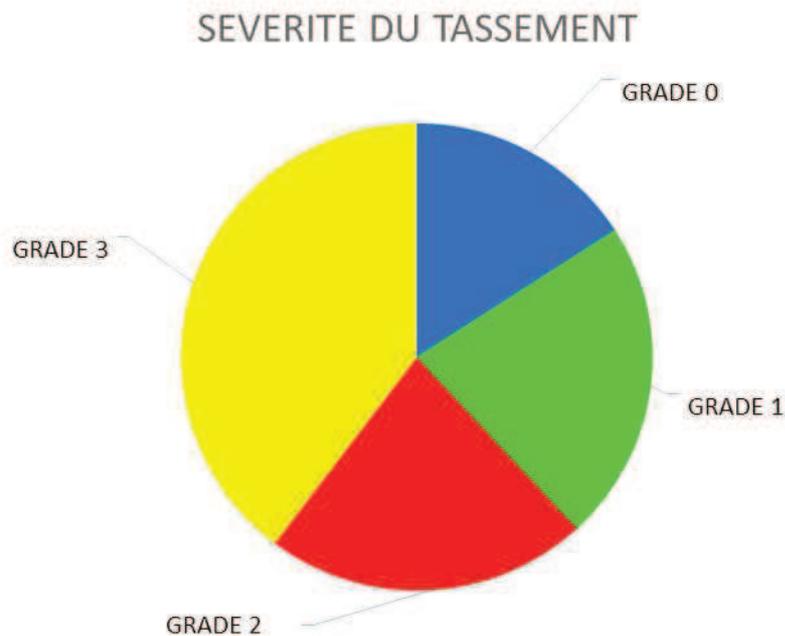


Diagramme 6: Sévérité des fractures-tassements

Évaluée par rapport au pourcentage de perte de hauteur du corps vertébral

3.3.2 DONNEES TECHNIQUES

3.3.2.1 Anesthésie :

Sur 63 procédures, seules 2 ont dues être conduites sous anesthésie générale (1 pour angiome hyperalgique, 1 pour un nombre trop important d'étages à traiter simultanément dans le cadre d'un myélome multiple).

Les autres étaient toutes conduites sous anesthésie locale.

3.3.2.2 Voies d'abord :

La répartition des voies d'abords étaient en rapport (et similaire) avec les étages vertébraux traités : latérale à l'étage cervical, intercostovertébrale à l'étage dorsal et transpédiculaire à l'étage lombaire.

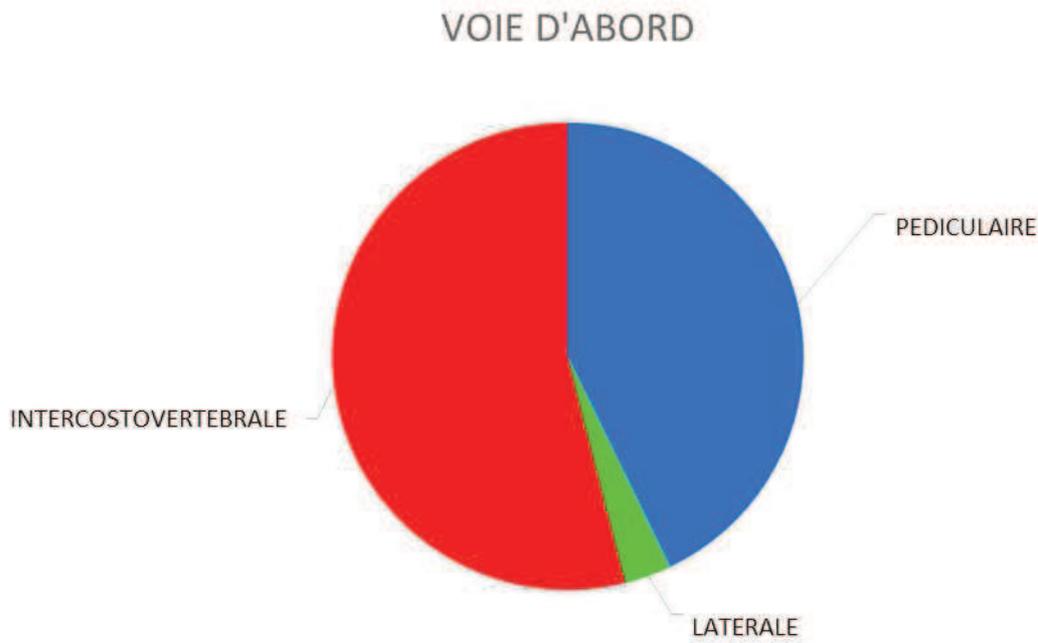


Diagramme 7 : Voies d'abords utilisées lors des procédures de vertébroplasties

Seules 2 procédures ont nécessités un abord vertébral bilatéral, une transpédiculaire et l'autre intercosto-vertébrale.

3.3.2.3 Qualité du remplissage et volume de ciment injecté :

Il a été jugé dans 82% des procédures comme « bon », dans 16% des procédures comme « moyen » et dans 2% comme « mauvais » (très excentré par rapport à la lésion, sous la vertèbre atteinte pour un patient)

Le volume de ciment était d'environ 4cc injecté par vertèbre.

Nous avons mesurés sur les consoles d'interprétation de scanner (GE Healthcare) après rapatriement des images depuis le PACS, les 3 axes du remplissage par le ciment :

La moyenne des axes crano-caudal, transverse et antéro-postérieur étaient respectivement de 16,3mm, 25,4mm et 27,1mm (extrêmes allant de 7 à 26mm pour l'axe crano-caudal, 10 à 42mm pour l'axe transverse et 14 à 45mm pour l'axe antéro-postérieur)

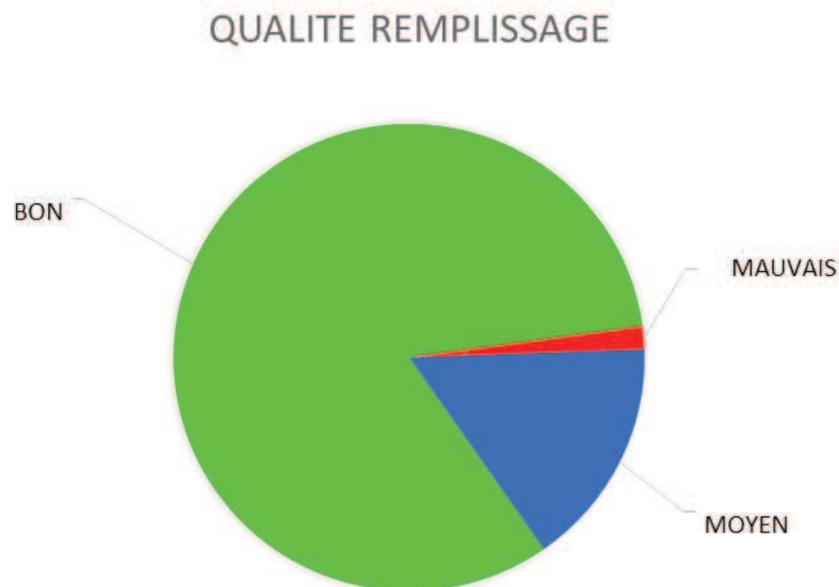


Diagramme 8 : Qualité du remplissage vertébral par le ciment

3.3.2.4 Score de Kostuik pré-traitement :

Les patients étaient considérés avoir un rachis instable lorsqu'ils avaient un score $>$ ou $=$ à 3 (voir figure 12 score de Kostuik ci-dessus, dans la partie « matériel et méthodes »).

La médiane était à 4 +/- 1, avec des extrêmes allant de 1 à 6.

73% des patients étaient considérés comme instables avant la vertébroplastie.

Tableau 5 : caractéristiques démographiques de notre population de 52 patients, soit 63 étages traités

Caractéristiques	Nombre de procédures (%)
Sexe	
F	35 (56%)
M	28 (44%)
Age	
< 30	1
30-39	2
40-49	2
50-59	8
60-69	18
70-79	13
80-89	12
>90	3
Age moyen (+/- DS)	69 (+/- 14)
Etiologie	
Myelome	25 (40)
Métastase	28 (44)
Poumon	8 (13)
Sein	7 (11)
Colon	4 (6)
Mélanome	3 (5)
Foie	1 (2)
Prostate	1 (2)
Rein	1 (2)
Thyroïde	1 (2)
Ovaire	1 (2)
Parangliome cardiaque	1 (2)
Angiome	10 (16)
Etage traité	
Cervical	3 (5)
Dorsal	34 (54)
Lombaire	26 (41)
Nombre total d'étage traités	63
Nombre d'étages traités (par patient)	
1	26 (50)
2	12 (23)
3	6 (12)
4	5 (10)
5	2 (4)
6	1 (2)
Moyenne (+/- DS)	2 (+/-1)
Type de lésion osseuse	
Lytique	44 (70)
Mixte	17 (27)
Condensante	2 (3)

(En termes de procédures, et non de patients)

3.4 DONNEES POST VERTEBROPLASTIE

3.4.1 Score de Kostuik post-traitement et consolidation rachidienne :

Après traitement, la médiane du score de Kostuik était à 1 +/-1, avec des extrêmes allant de 0 à 4.

Dans 93,6% des procédures, le rachis été considéré comme stable après vertébroplastie (seuls 6% de rachis instable après le geste).

Le score de Kostuik diminuait de 2 points en moyenne après chaque procédure (+/- 1 point).

3 patients n'ont pas vu leur score de Kostuik modifié après la vertébroplastie.

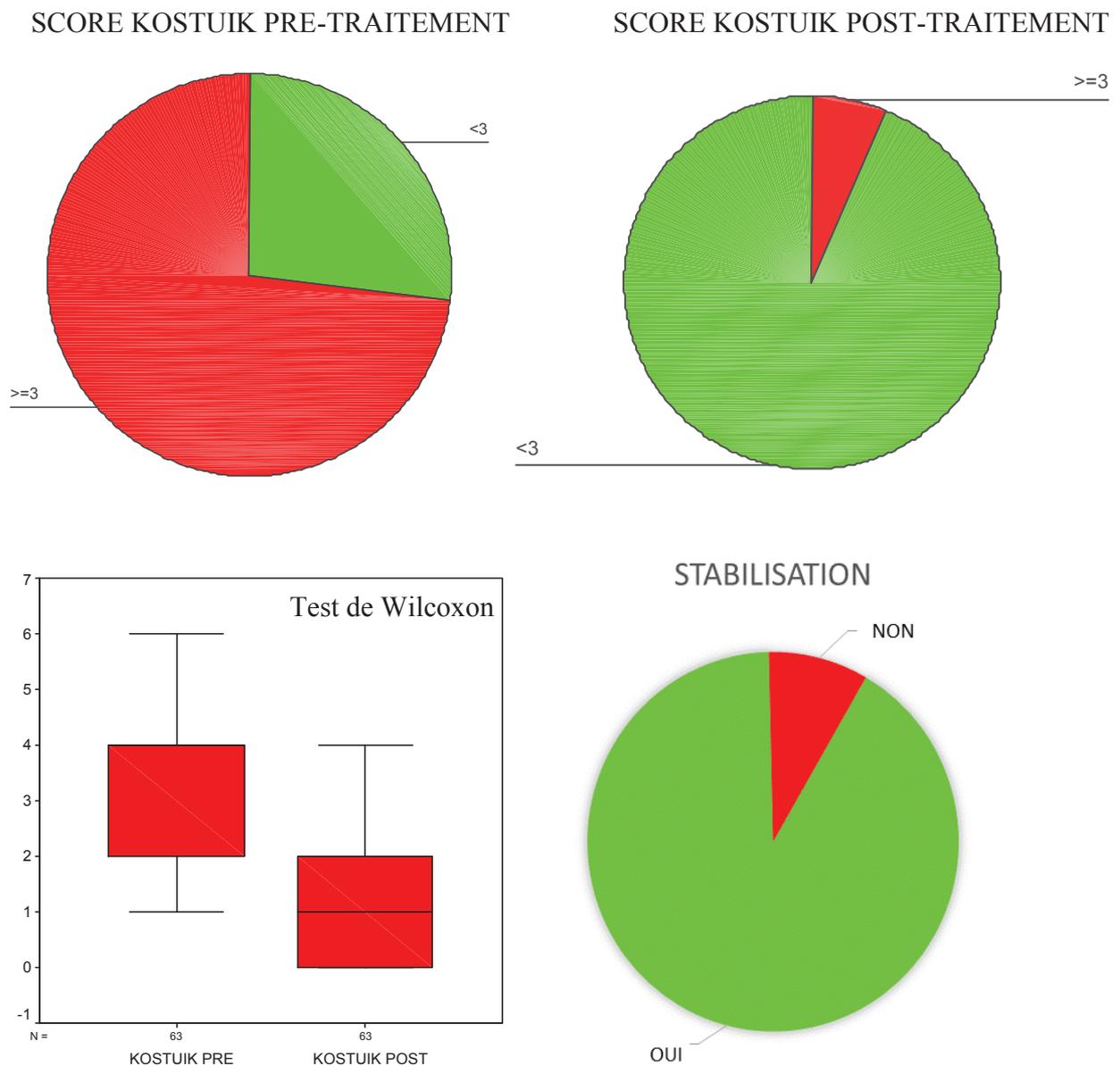


Diagramme 9 : Scores de Kostuik pré et post-traitement et stabilisation vertébrale

91,3% des patients qui n'étaient pas stable au moment de la vertébroplastie (score de kostuik > ou = à 3) ont été considérés comme consolidés après la procédure (42/46 patients), p<0,0001

Il existait une corrélation entre la qualité du remplissage et la stabilisation du patient : la stabilisation était supérieure chez les patients avec bon remplissage versus les remplissages « moyens et mauvais ». Les patients avec myélome avaient plus tendance à être instables que les autres patients avec métastase ou angiome (20/25 patients).

Ces patients avec atteinte myélomateuse semblaient être davantage consolidés après traitement que les autres patients : 100% des patients instables (5/5) ont été consolidés, versus 62,5% des patients instables (5/8) dans le groupe métastase et 83,3% des patients instables (5/6) du groupe angiome.

Mais les statistiques analytiques ont été limitées par un effectif de procédures insuffisant, ne permettant pas de montrer de différence significative entre les différents groupes de patients en ce qui concerne la stabilisation vertébrale.

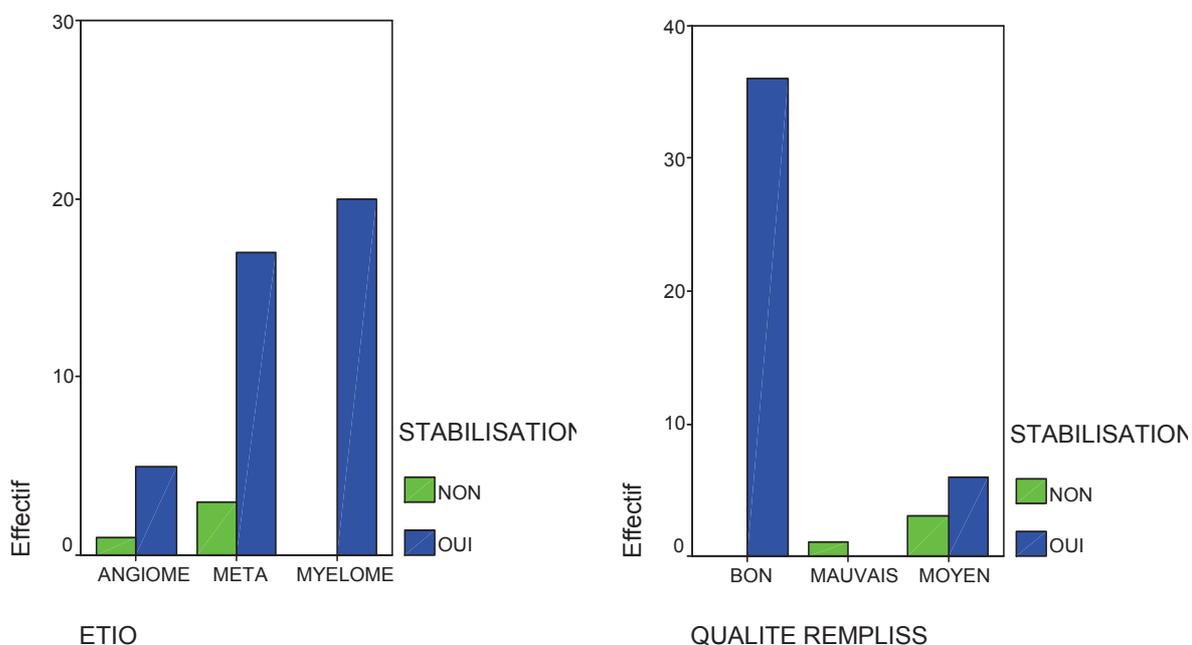


Diagramme 10 : Stabilisation vertébrale en fonction de l'étiologie de l'atteinte vertébrale et de la qualité de remplissage

3.4.2 Complications

3.4.2.1 Complications loco-régionales

A : FUITES DE CIMENT (voir tableau 6))

Une fuite a été mise en évidence dans 65,1% des vertébroplasties (41/63), indiquant alors l'arrêt de la procédure. Toutes les fuites de ciment étaient minimales, asymptomatiques et non compliquées.

***VASCULAIRES :**

Une fuite veineuse de ciment a été objectivée dans 25,4 % des procédures (16 cas), au niveau des veines pré-vertébrales et paravertébrales latérales. Pas de fuite vasculaire objectivée dans les veines épidurales ou foraminales.

Il a semblé en pratique clinique que les fuites de ciment vasculaires étaient surreprésentées chez les patients métastatiques : 39,3% des patients métastatiques présentaient une fuite vasculaire, versus 10% des angiomes et 16% des myélomes.

Le taux de fuite de ciment vasculaire était surreprésenté chez les patients qui avaient un score de Kostuik pré-vertébroplastie plus faible.

Ce taux était également plus important lors de « bon » remplissage par le ciment, moins important lors de remplissage « moyen » et quasi inexistant lors de « mauvais » remplissage.

Les statistiques analytiques ont été limitées par un effectif de procédures insuffisant, ne permettant pas de montrer une différence significative entre les différents groupes de patients en ce qui concerne les fuites de ciments vasculaires.

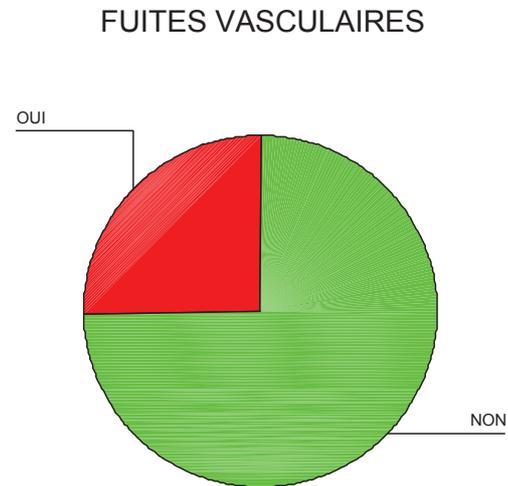
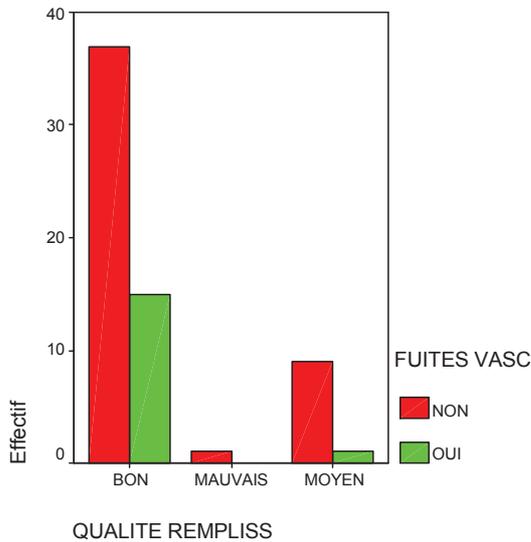
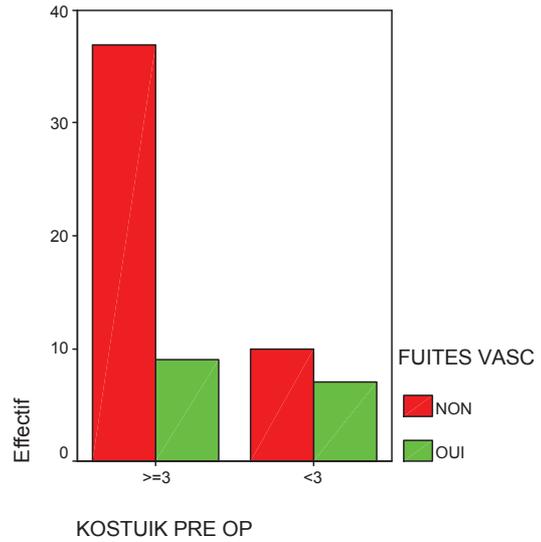
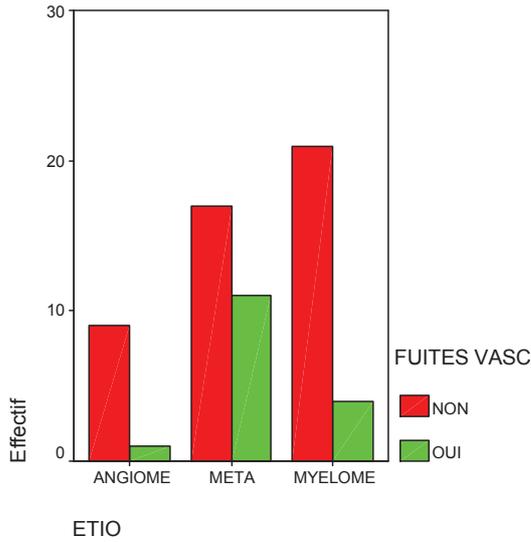


Diagramme 11 : Fuites vasculaires de ciment en fonction de l'étiologie de l'atteinte vertébrale, du score de Kostuik avant le traitement et de la qualité de remplissage

***EXTRA-VASCULAIRES :**

Une fuite de ciment extra-vasculaire a été objectivée dans 55,6% des procédures (35 cas). Les fuites étaient intra-canalaires dans 7,9% des cas (5 procédures), discales dans 23,8% des cas (soit 15 procédures), et sur le trajet de ponction dans 19,1% des cas (soit 12 procédures). Il existait une fuite extra vasculaire para vertébrale pour 6,3% des procédures (4 cas) et foraminale pour 3,2% des procédures (2cas).

Pour 9% des fuites extra-vasculaires (soit 5% des procédures, 3patients), la fuite intéressait différents compartiments simultanément (disque et foramen ou disque et trajet de ponction).

Aucun cas de complication neurologique n'a été rapporté dans notre série de 63 vertébroplasties.

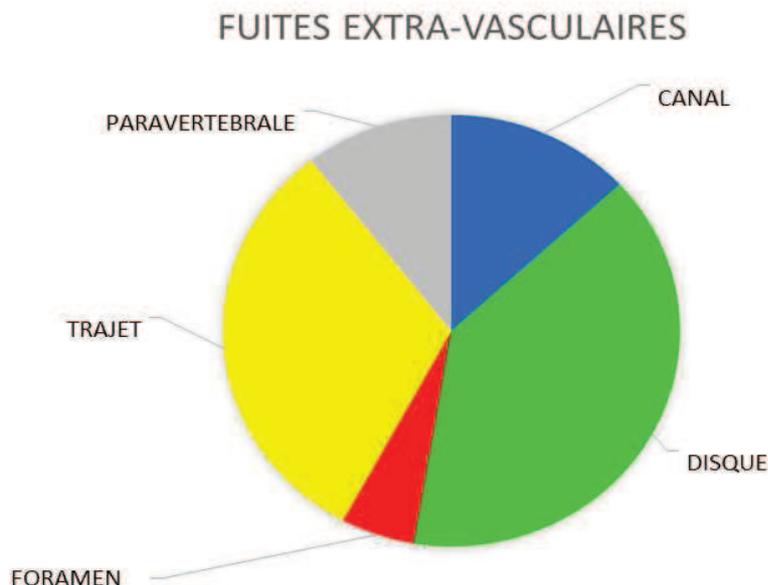


Diagramme 12 : Localisations des fuites de ciment extra-vasculaires

Type de fuite	Nombre de procédure (%)
Vasculaire	16 (25,4)
Paravertébrale	16 (25,4)
Epidurale ou foraminale	0
Extra vasculaire	35 (55,6)
Intra-canaulaire	5 (7,9)
Discale	15 (23,8)
Trajet de ponction	12 (19,1)
Paravertébrale	4 (6,3)
Foraminale	2 (3,2)
TOTAL DE 41 PROCEDURES (65,1%) AVEC UNE FUITE DE CIMENT (vasculaire, extra vasculaire ou les 2)	

Tableau 6 : fuite de ciment

B : HEMATOME PARA-VERTEBRAL

1 seul cas d'hématome para-vertébral gauche a été rapporté, sans signe de gravité (soit 1,6% des procédures). Cet hématome mesurait 28 mm de grand axe, et a été diagnostiqué à J3 de la

vertébroplastie dans un contexte de persistance de saignement au point de ponction. Pas de fuite active de produit de contraste sur le TDM de contrôle qui a été réalisé en urgence.

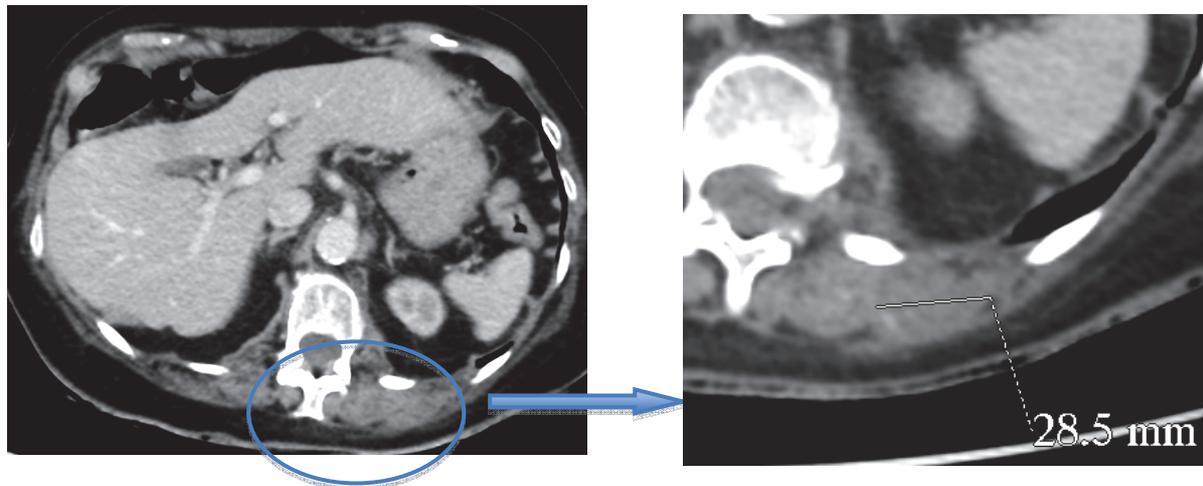


Figure 16 : Scanner injecté, coupes axiales. Hématome paravertébral gauche, au point de ponction

3.4.2.2 Complications générales

Deux sepsis ont été rapporté dans les 48H qui ont suivis la vertébroplastie : une infection sur DVI (non liée au geste) et une infection sans étiologie retrouvée (en rapport avec le geste ?)

3.4.2.3 Echec

Une procédure n'a pas pu être réalisée dans son intégralité (geste interrompu car patient trop algique au niveau du point de ponction)

3.4.3 Décès

Les décès étaient liés à la pathologie en cours, et non à la procédure.

21, 2% des patients sont décédés, soit 11 patients sur 52 : 26,3% des patients avec myélome (5/19), 25% des patients avec métastases osseuses vertébrales (6/24) et aucun décès dans le groupe des angiomes vertébraux (sur 9 patients).

Le délai moyen entre la procédure et le décès du patient était de 37,7 mois (+/- 28 mois, extrêmes de 1 à 81 mois)

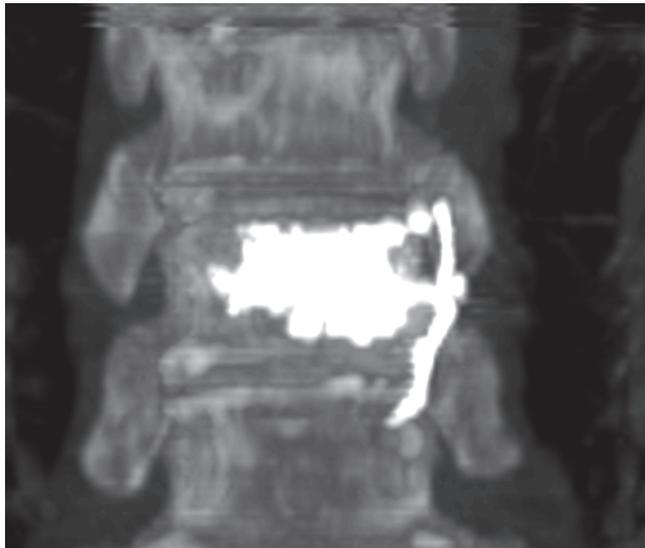
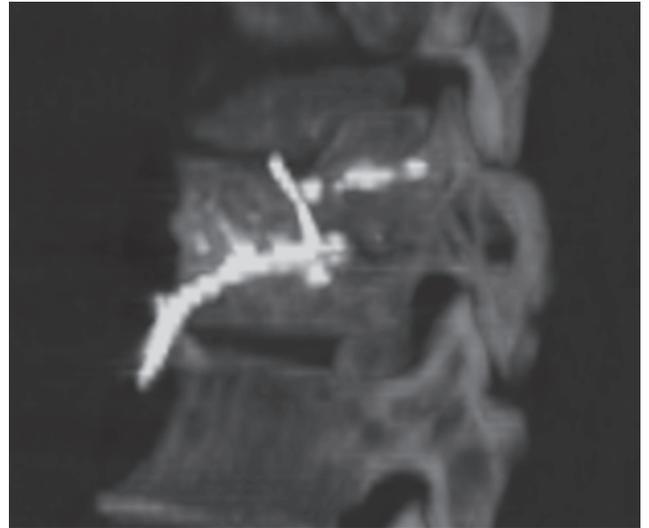
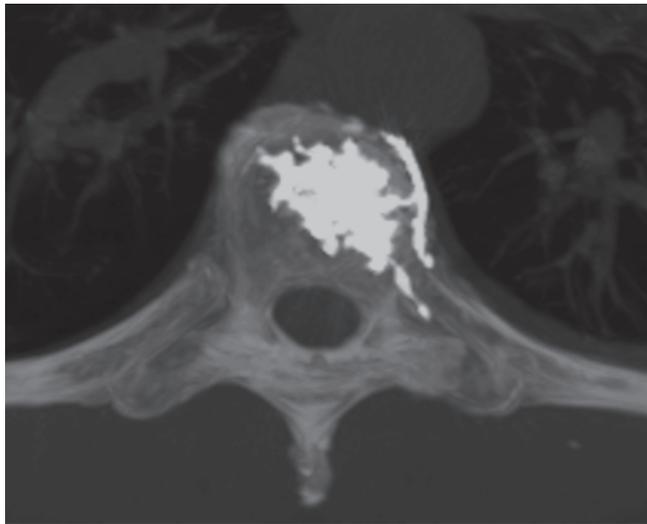


Figure 17 : Fuite de ciment intra-vasculaire au niveau de veines pré et latéro vertébrales, sans complication
(reconstructions en MIP, coupes axiales, sagittales et coronales)

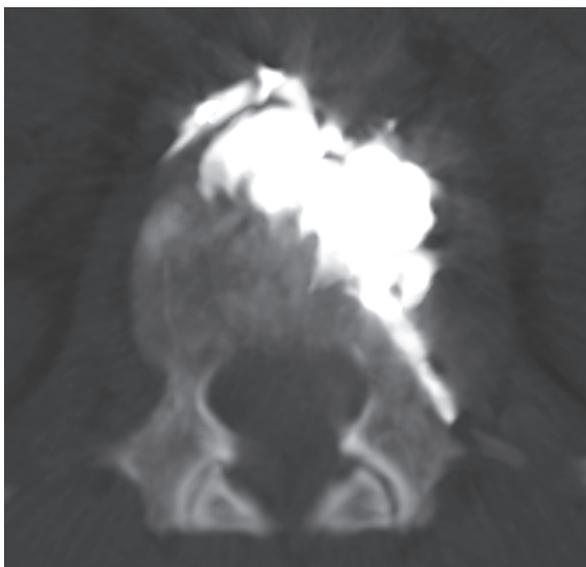


Figure 18 : Fuite de ciment sur le trajet de ponction transpédiculaire (vertèbre L1)

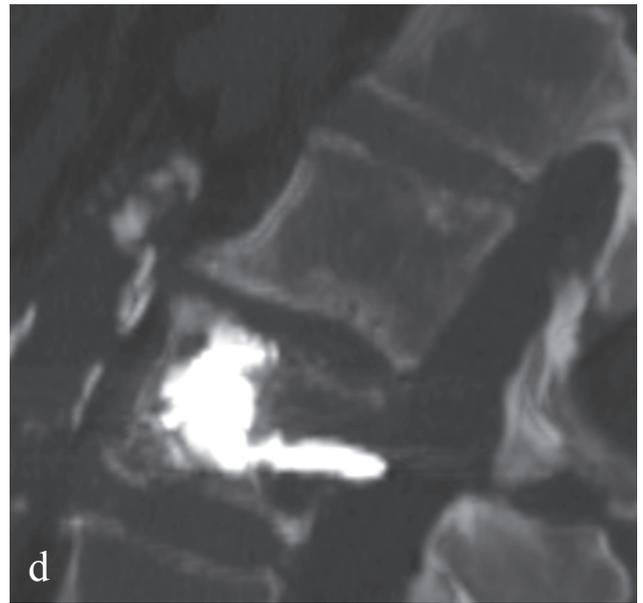
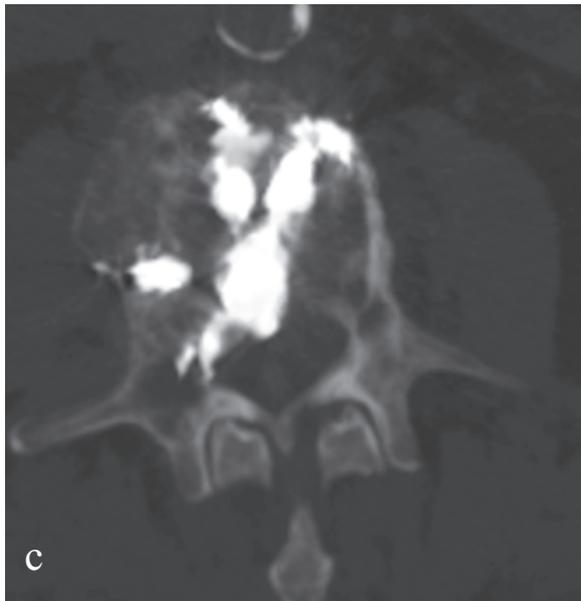
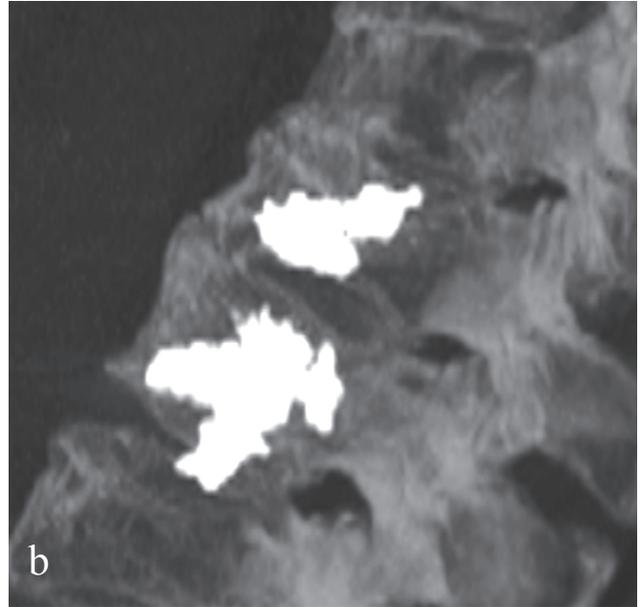
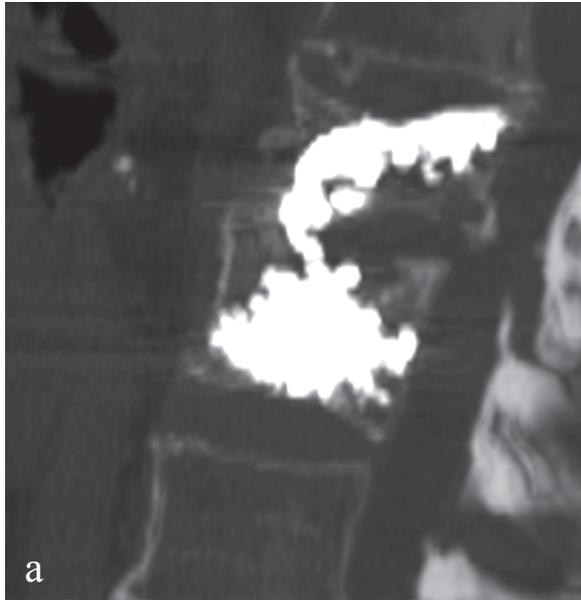


Figure 19 : Fuite de ciment extra-vasculaire

a et b : au sein du disque adjacent aux vertèbres traitées

c et d : au sein du canal rachidien lombaire

Aucune complication secondaire à la fuite n'a été rapportée

3.5 QUELQUES CAS DE NOTRE SERIE

PATIENT N°1

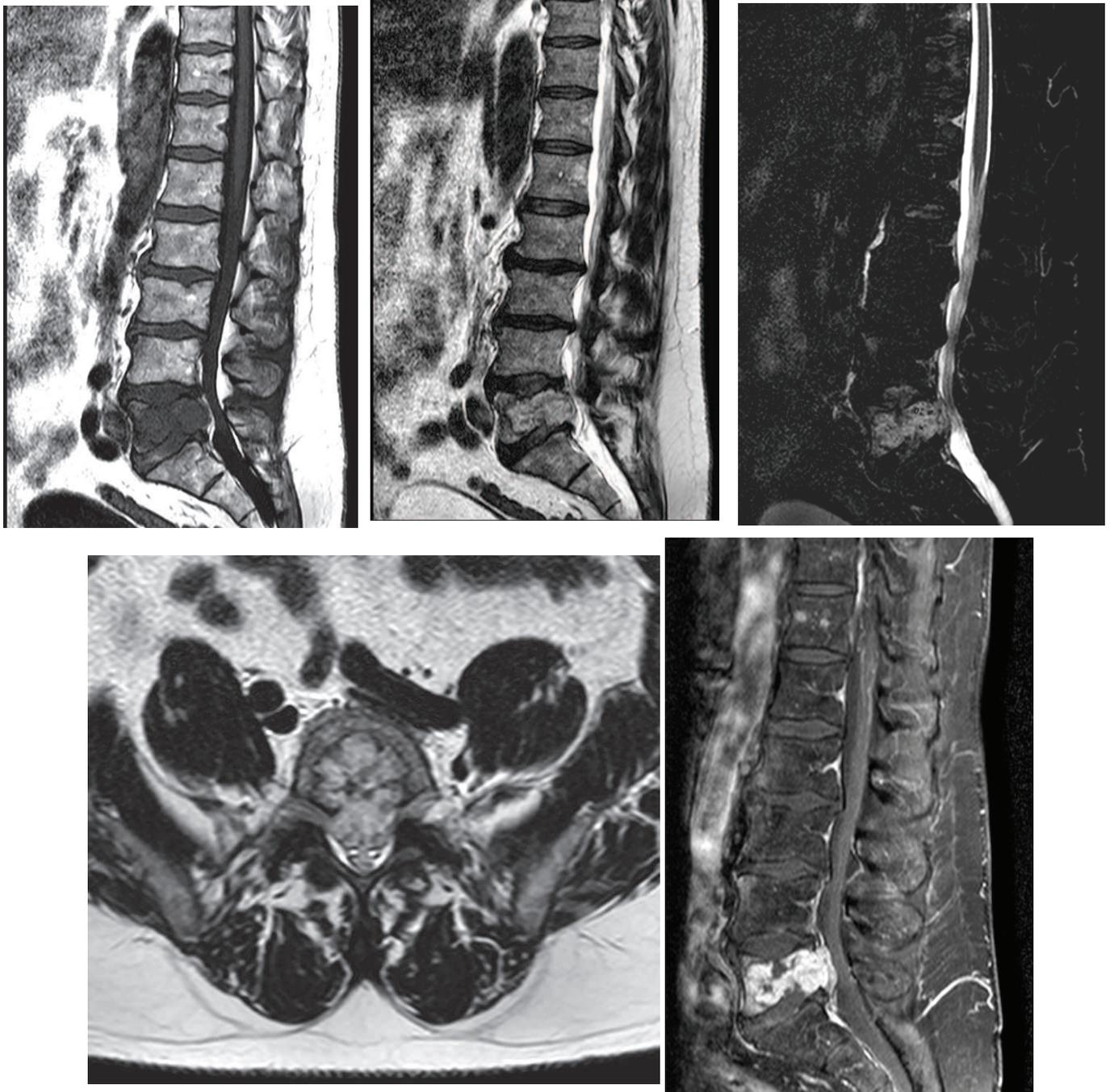


Figure 20 : Patient 1, IRM pré-vertébroplastie

Patient de 62 ans, sciatique S1 bilatérale, réalisation d'une IRM :

Séquences sagittale T1, T2 TSE, T2 STIR, T1 gadolinium, et axiale T2.

Lésion vertébrale lytique de L5 avec rupture du mur postérieur et épидурite de grade 2.

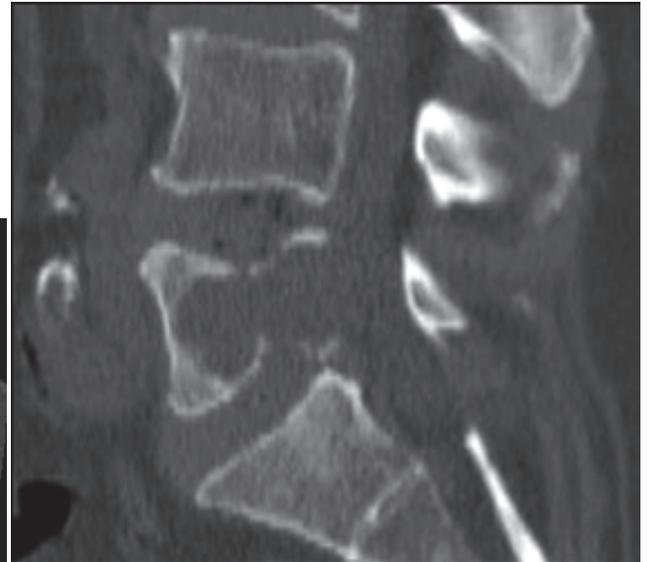
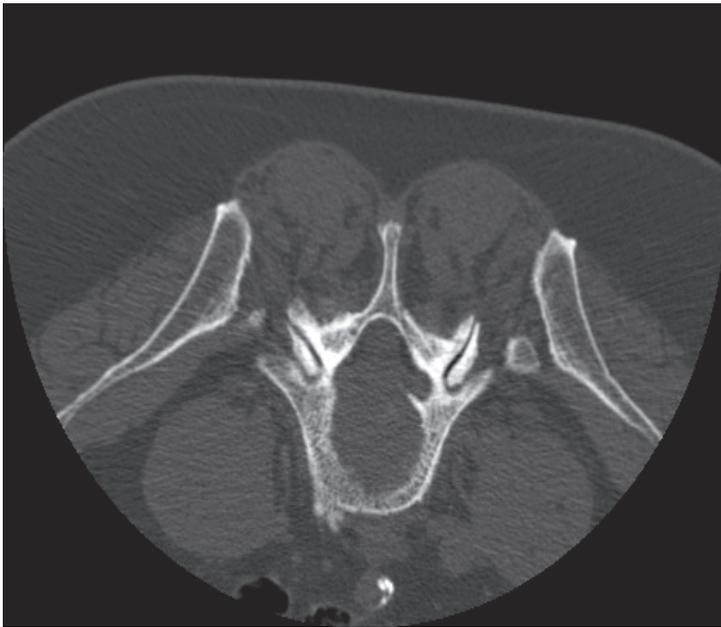


Figure 21 : Patient 1, scanner pré-vertébroplastie

Même patient, réalisation d'un scanner avec reconstructions multiplanaires :

On retrouve l'atteinte lytique majeure du corps vertébral de L5 avec fracture-tassement de grade 3.

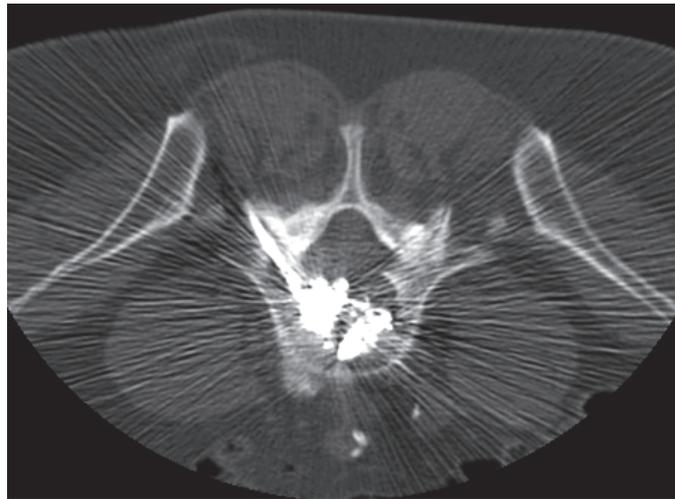
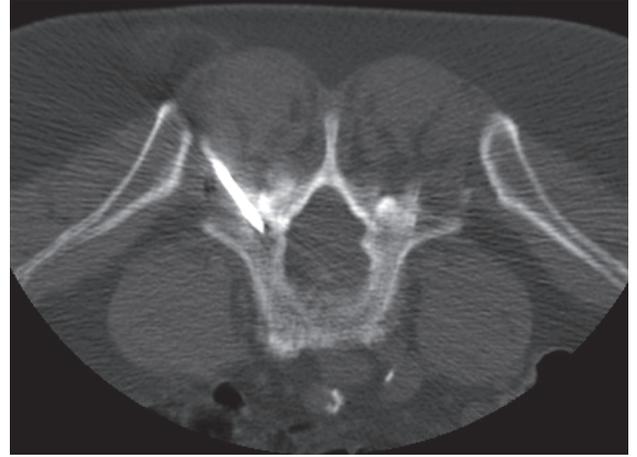
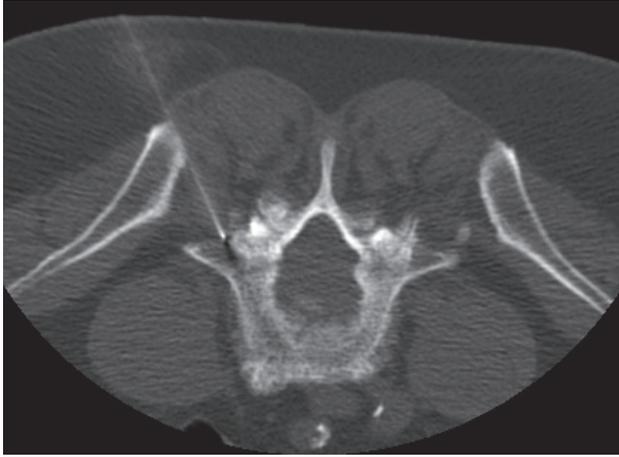


Figure 22 : Patient 1, scanner per-procédure de vertébroplastie

Sous guidage scanographique (et fluoroscopique), introduction de l'aiguille et du trocart par voie transpédiculaire, puis remplissage de la lésion par le ciment, permettant une stabilisation du rachis, ainsi qu'une diminution des douleurs.

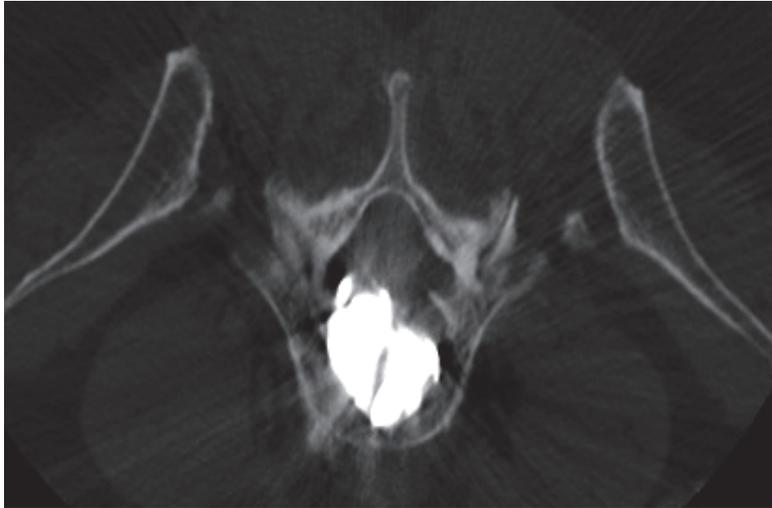


Figure 23 : Patient 1, scanner de contrôle post-procédure
Contrôle scanner après vertébroplastie, objectivant un remplissage vertébral et lésionnel satisfaisant (score de Kostuik à 4 → score de Kostuik à 0), sans complication notable.

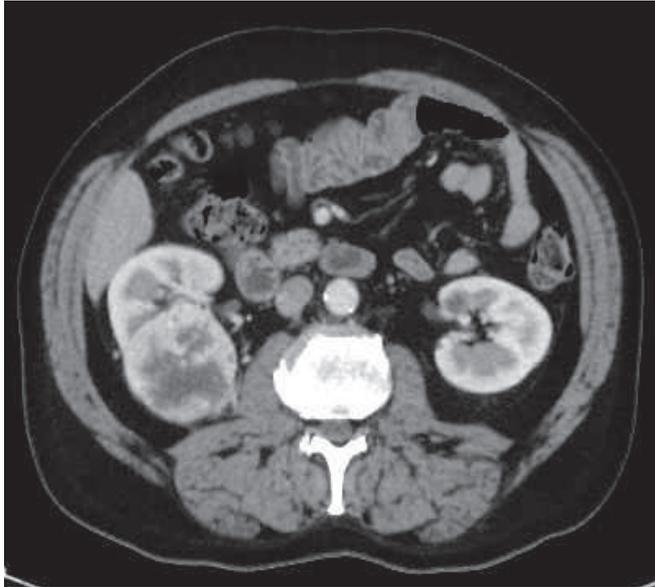


Figure 24 : Patient 1, bilan étiologique par scanner TAP

Réalisation d'un bilan d'extension par scanner thoraco-abdomino-pelvien, mettant en évidence une lésion rénale droite hétérogène à centre nécrotique de 6,5 cm de diamètre.

En parallèle, l'étude anatomo-pathologique du matériel tissulaire issu de la biopsie osseuse réalisée durant la cimentoplastie a posé le diagnostic de métastase osseuse d'un carcinome à cellules claires, compatible avec une origine rénale.

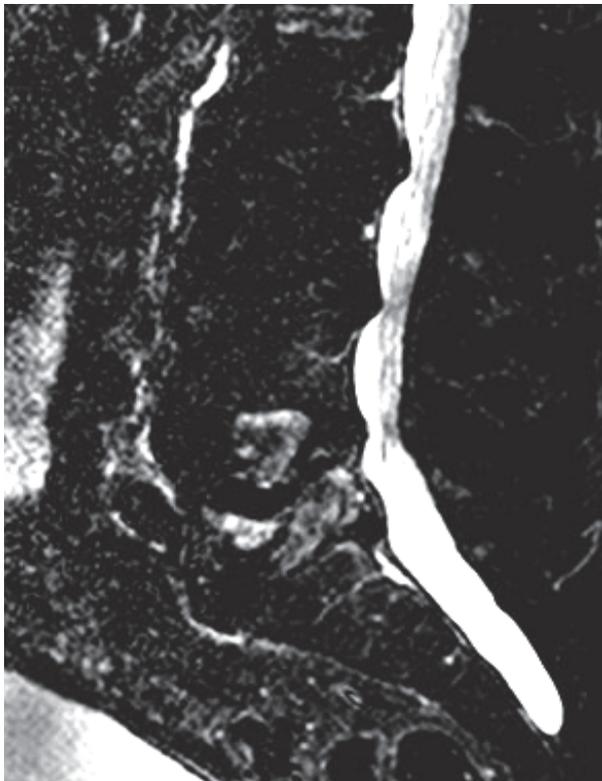


Figure 25 : Patient 1, contrôle IRM à 1 mois

Séquences sagittales T1 et T2 STIR. Pas de complication, remplissage vertébral satisfaisant, persistance d'un discret œdème de la vertèbre atteinte, classique dans le contexte.

PATIENT N°2

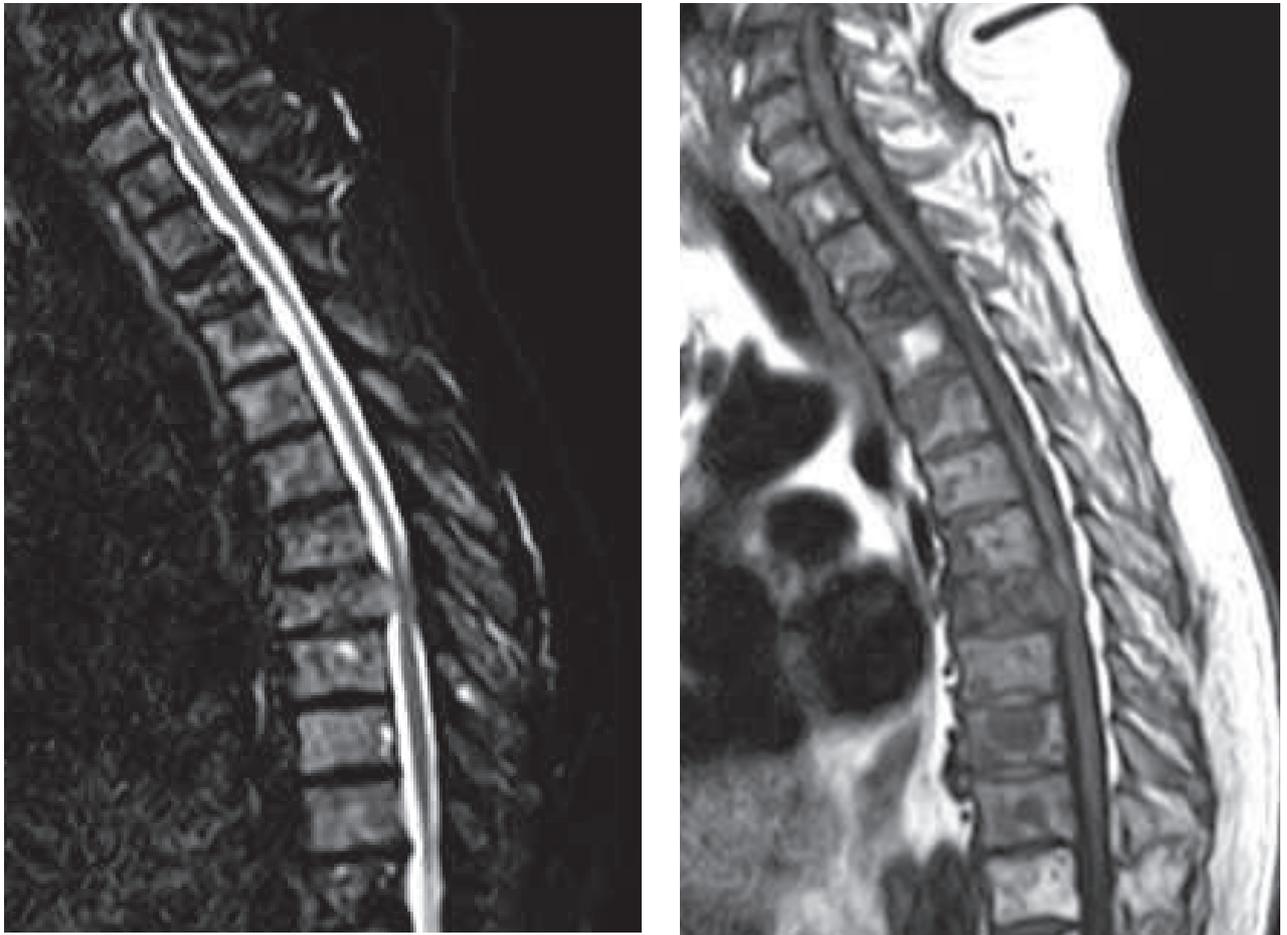


Figure 26 : Patient 2, IRM pré-vertébroplastie

Patient de 74 ans, myélome multiple stade IIIA, ATCD de cimentoplasties suivies de radiothérapie.

Récidive algique dorso-lombaire, avec douleurs radiculaires.

Réalisation d'une IRM (séquences sagittales T2 STIR et T1) : fracture-tassements vertébrales étagées dorsales, avec rupture du mur postérieur de D7 et épidurite de grade 2.

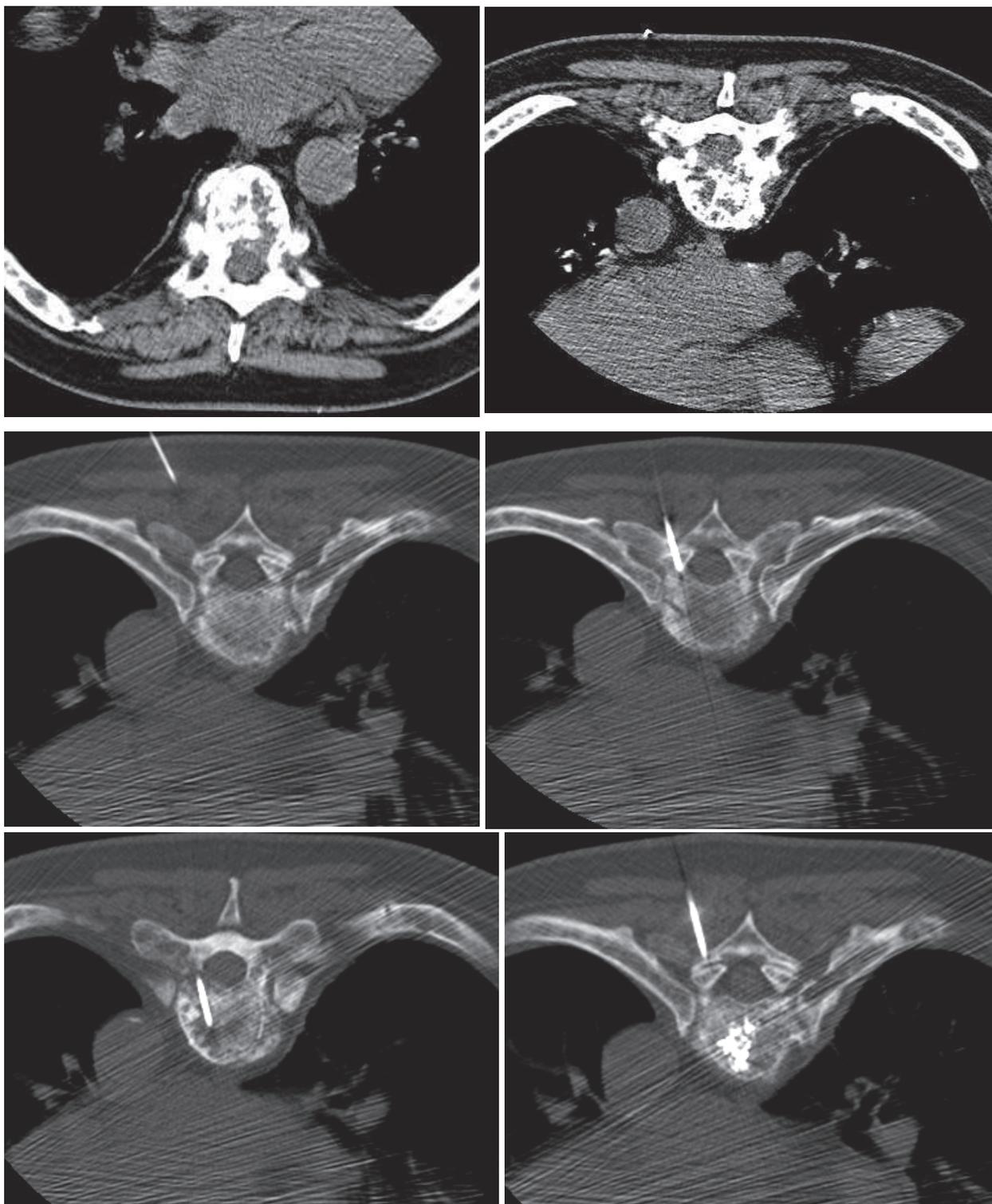
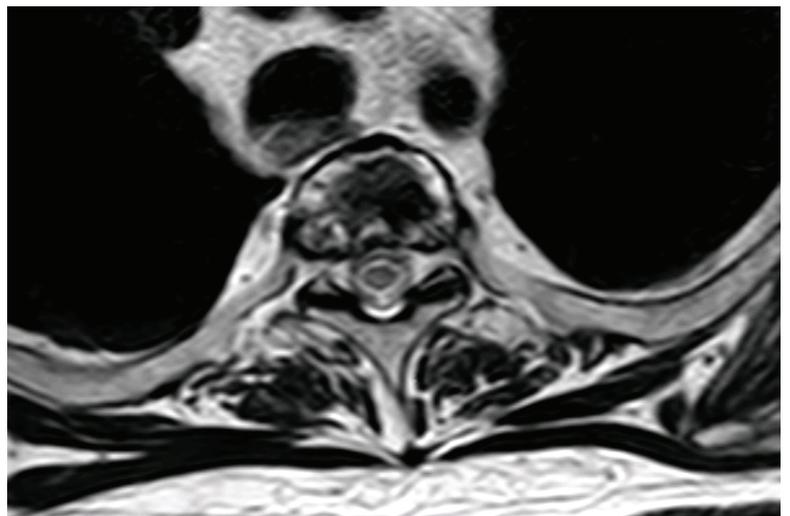


Figure 27 : Patient 2, scanner pré et per-procédure

Devant le caractère invalidant des douleurs, la menace sur le cordon médullaire, et l'absence d'indication neurochirurgicale retenue, décision de réalisation de vertébroplastie pluriétagée en RCP.

Après cimentoplastie par abord transpédiculaire, Score de Kostuik 4 → 2



Séquences sagittales T1, T2 TSE, T2 STIR et axiales T2 TSE.

Pas de complication, remplissage vertébral satisfaisant. Discret œdème résiduel.

Régression des douleurs, sans recours aux antalgiques habituels.

Figure 28 : Patient 2, contrôle IRM à 1 mois

PATIENT N°3

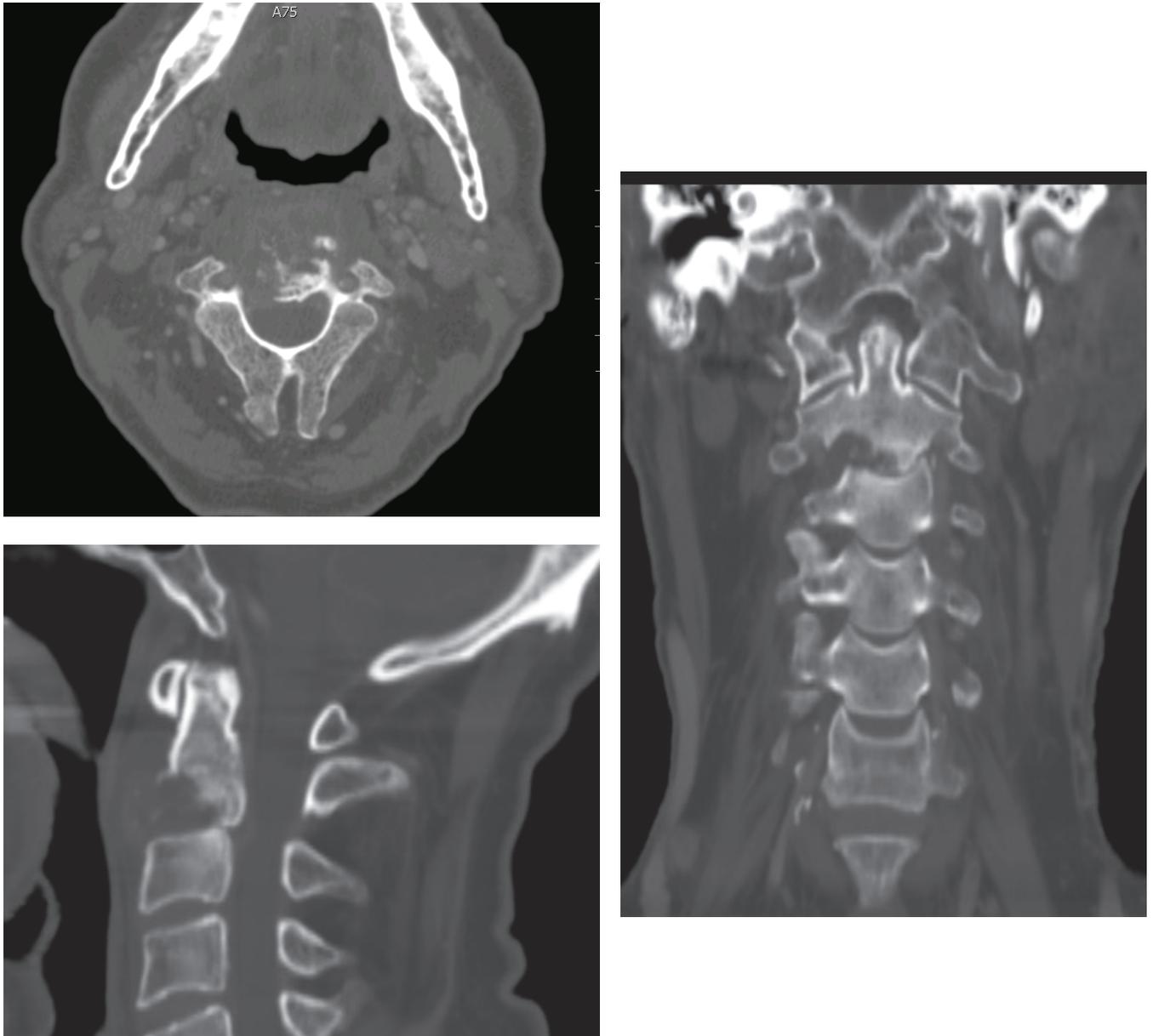


Figure 29 : Patient 3, scanner pré-vertébroplastie

*Patient de 66 ans, néoplasie pulmonaire avec douleurs résistantes aux antalgiques.
Réalisation d'un scanner avec reconstructions multiplanaires.
Lésion lytique du corps vertébral de C2, lyse du mur postérieur avec important risque
fracturaire et menace sur le cordon médullaire.*

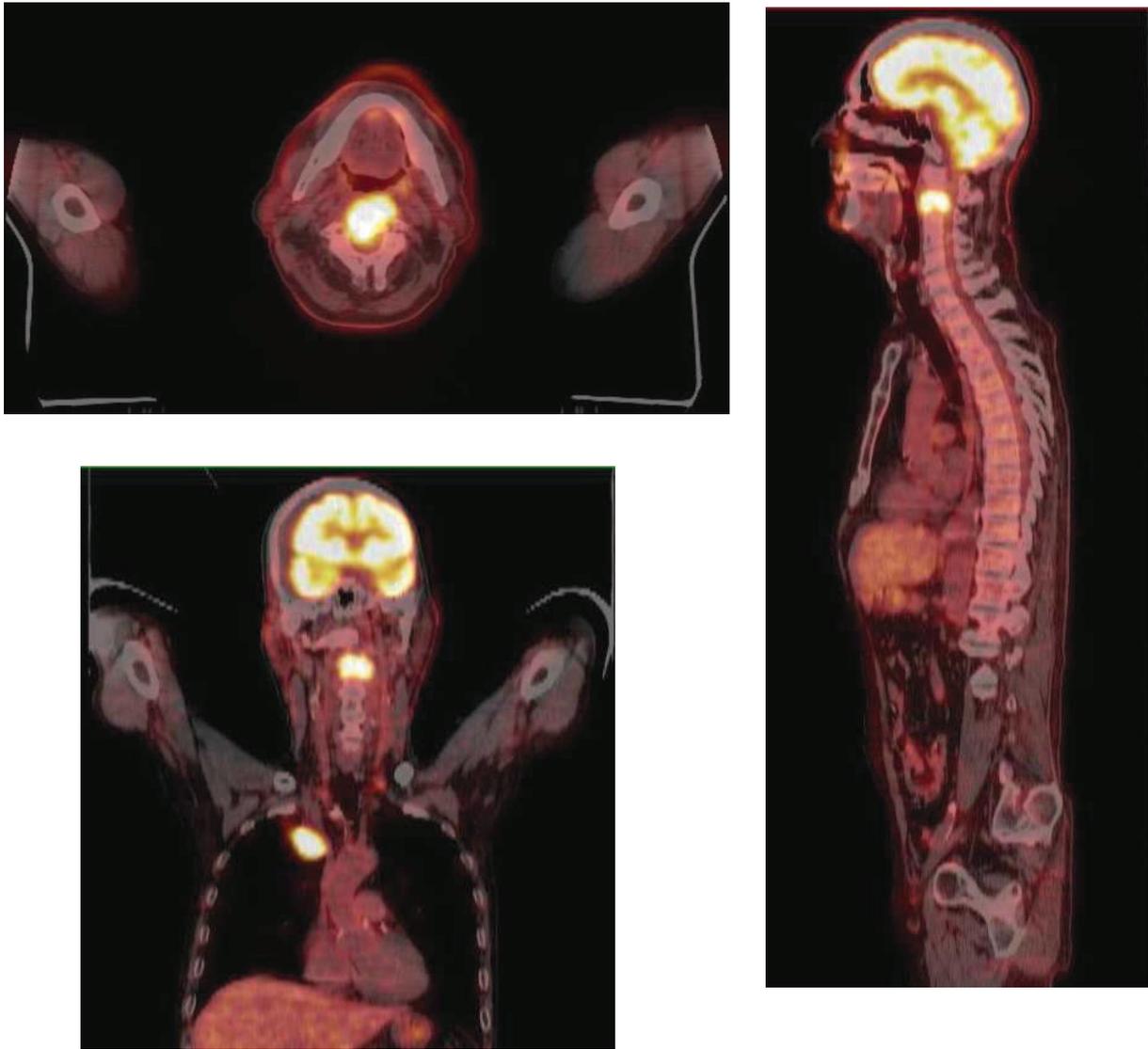


Figure 30 : Patient 3, PET-TDM au 18 FDG pré-vertébroplastie

Hyperfixation de la lésion du corps vertébral de C2, suspecte de lésion osseuse secondaire. Devant le caractère invalidant des douleurs, la menace sur le cordon médullaire, une vertébroplastie percutanée est programmée.

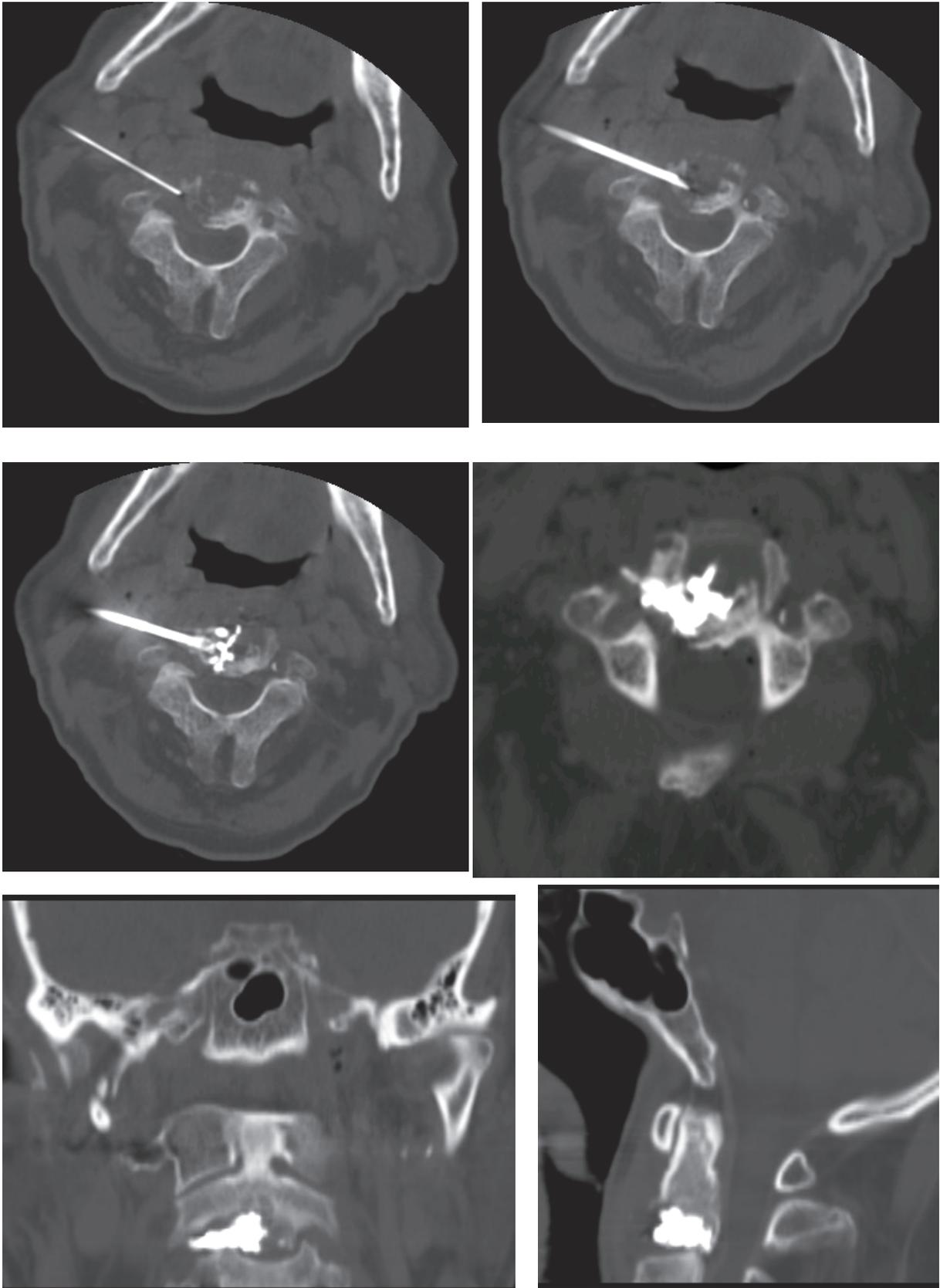


Figure 31 : Patient 3, scanner per et post-procédure
Vertébroplastie du corps vertébral de C2, voie d'abord latérale droite. Après vertébroplastie, score de kostuik 2 → 1

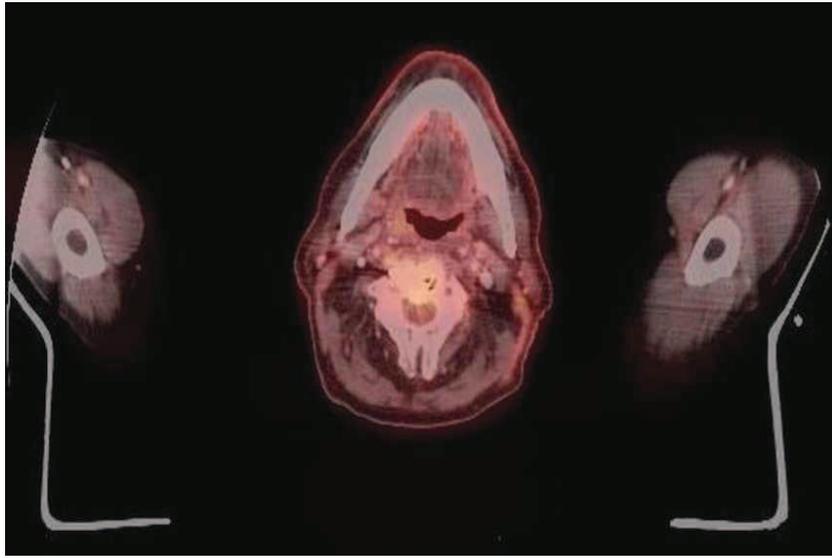


Figure 32 : PET-TDM post procédure

Régression de l'hyperfixation de la lésion du corps vertébral de C2, en rapport avec une lésion secondaire dans le cadre de la néoplasie pulmonaire (biopsie vertébrale positive)

Nette diminution des douleurs, complément de traitement par radiothérapie adjuvante.

4 Discussion

La vertébroplastie percutanée dans les lésions vertébrales tumorales avec atteinte du mur postérieur et/ou épidurite s'avère sans « sur-risque » par rapport au traitement des vertèbres sans atteinte du mur postérieur. Nos taux de complications ne sont pas supérieurs à ceux de la littérature dans le cadre de vertébroplastie de lésions épargnant le mur postérieur. De plus, ce traitement présente de nombreux avantages, et peu d'inconvénients, énumérés ci dessous.

4.1 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA VERTEBROPLASTIE

4.1.1 AVANTAGES :

- **Stabilisation vertébrale, efficacité antalgique rapide et majeure, reprise d'autonomie**
[42]

Dans notre étude, 93,6% des procédures le rachis a été considéré comme stable après la vertébroplastie ; 91,3% des patients instables ont été consolidés par le geste de vertébroplastie, de manière significative ($p < 0,0001$). Ce paramètre de stabilisation vertébrale a été mesuré à l'aide du score de Kostuik[40], où le score correspond au nombre de segments atteints (vertèbre divisée en 6 segments), un score inférieur à 3 correspondant à une vertèbre stable ou consolidée.. La stabilisation vertébrale des patients était corrélée à la qualité du remplissage vertébral par le ciment. Ainsi la stabilisation était jugée supérieure chez les patients avec « bon » remplissage.

Les patients avec myélome avaient plus tendance à être instables que les autres patients avec métastase ou angiome. Ceci pourrait s'expliquer par une atteinte osseuse plus diffuse dans la maladie myélomateuse, avec ostéolyse plus étendue, d'où un score de Kostuik plus élevé.

Un autre score est souvent utilisé par les radiologues et cliniciens afin de juger la stabilité d'une vertèbre métastatique : le score SINS Spinal Instability Neoplastic Score (tableau 7), qui en fonction

de différents paramètres (localisation de l'atteinte, douleur, type de lésion osseuse, statique vertébrale, degré de fracture et atteinte de l'arc postérieur) peut aboutir à l'indication d'une consultation chirurgicale en vue d'une stabilisation du rachis. [43] Dans notre étude, nous avons pris en considération uniquement le score de Kostuik, plus simple et plus reproductible.

Facteurs d'instabilité rachidienne	Score
<i>Localisation</i>	
Jonctionnelle (occiput-C2, C7-T2, T11-L1, L5-S1)	3
Rachis mobile (C3-C6, L2-L4)	2
Rachis semi-rigide (T3-T10)	1
Rachis rigide (S2-S5)	0
<i>Douleur</i>	
Présente	3
Occasionnelle, mais non mécanique	1
Absente	0
<i>Nature lésionnelle</i>	
Lytique	2
Mixte	1
Condensante	0
<i>Alignement rachidien</i>	
Subluxation/translation	4
Déformité acquise (kyphose/scoliose)	2
Alignement conservé	0
<i>Tassement vertébral</i>	
> 50 % de la vertèbre tassée	3
< 50 % de la vertèbre tassée	2
Absence de tassement, mais envahissement	1
> 50 % du corps vertébral	0
Aucun des critères ci-dessus	0
<i>Envahissement postérolatéral des structures rachidiennes</i>	
Bilatéral	3
Unilatéral	1
Aucun des critères ci-dessus	0

Tableau 7 : Facteurs utilisés pour le score SINS (spinal Instability Neoplastic Score)

L'efficacité de la vertébroplastie dans le traitement de la douleur, l'amélioration de la qualité de vie et la reprise d'autonomie a déjà été démontrée de multiples fois dans de nombreux articles (voir tableau 8), et n'est donc pas l'objet principal de notre étude, même si nous avons pu le constater dans notre série de 52 patients.

L'effet antalgique est considérable, de manière précoce mais également à moyen terme, durant au minimum 6 mois. [44] De plus, une fois sur deux, il est possible de sevrer les patients de leurs antalgiques morphiniques.

Les patients suivis pour tassements secondaires sur myélome multiple peuvent reprendre leurs activités quotidiennes pour 50 à 60 % d'entre eux, à compter de 6 semaines après la procédure de vertébroplastie percutanée.

- **Facilité (reproductibilité), rapidité et sécurité du geste [2] [44]**

Plusieurs cimentoplasties sont réalisées chaque semaine dans notre service de radiologie (en moyenne une dizaine), depuis plus de 14 ans. Il s'agit d'un geste assez simple et rapide qui dure environ 40 minutes en comptant l'installation du patient.

Dans notre série, en dehors des fuites de ciment vasculaires et extra-vasculaires qui ont toujours été minimales et non compliquées (plus à considérer comme un incident technique que comme une complication), les seules complications rencontrées étaient un hématome au point de ponction, rapidement résolutif, et 2 sepsis sans rapport direct avec le geste prouvé (un sur DVI, un sans origine retrouvée). Aucune complication grave à court et moyen terme, notamment d'ordre neurologique (compression médullaire ou radiculaire) n'a été rapportée chez nos patients.

Le taux de complications de cette procédure est donc très faible, cohérent avec les données de la littérature (voir tableau 8).

- **Geste mini-invasif, sous anesthésie locale [2] [44]**

Les interventions mini invasives du rachis ont connu un immense essor cette dernière décennie avec un nombre croissant de procédures élaborées en alternative à la chirurgie conventionnelle ou au traitement conservateur classique. Le terme de mini-invasivité prend sa véritable signification quand l'intervention est réalisée sous anesthésie locale efficace et bien tolérée, évitant alors une anesthésie générale avec les complications et limites inhérentes à cette procédure. Ainsi une population de patients fragiles jusqu'alors contre-indiqués à l'anesthésie générale ont eu accès aux procédures micro-invasives : patients âgés, patients dont le pronostic vital à court ou moyen terme est mauvais, patients

dont le ratio bénéfice-risque d'une intervention invasive à but antalgique ou fonctionnel restait peu élevé. La radiologie interventionnelle rachidienne associée aux avantages de l'anesthésie locale a permis d'élargir son champ d'action aux patients jusqu'alors inaccessibles à la chirurgie conventionnelle sous anesthésie générale. [45] [46]

Dans notre série, seuls 2 patients ont nécessité le recours à une anesthésie générale, 1 patient présentait un angiome hyperalgique, une première tentative sous anesthésie locale n'avait pu aboutir. Le deuxième avait un nombre de vertèbres trop important à traiter simultanément. Pour tous les autres patients, l'anesthésie locale était suffisante et bien vécue.

- **Très bonne tolérance.**

La vertébroplastie percutanée est très bien tolérée, en comparaison des traitements chirurgicaux qui sont lourds, surtout chez des patients ayant des comorbidités. [47] Une étude réalisée dans notre service en 2011 a montré le bon vécu des patients sous anesthésie locale (79% bon ou très bon), permettant une hospitalisation courte et une déambulation à J1. Il a été rapporté que ce traitement était plus douloureux dans le cadre de traitement d'angiomes (question d'une anesthésie générale chez ces patients ?) [48]

- **Traitement peu coûteux.**

Il s'agit d'une technique mini-invasive, ne nécessitant pas d'anesthésie générale la plupart du temps, ni hospitalisation prolongée, d'où un coût relativement bas par rapport à une chirurgie à ciel ouvert. Une évaluation économique a évalué le coût de la vertébroplastie à 274,23€ en termes de dispositif médical (versus 3930€ pour la kyphoplastie)

- **Ne contre-indique pas un traitement complémentaire ; possibilité de traiter des zones déjà irradiées.**

Il s'agit d'une technique utilisée très souvent de manière synergique avec d'autres méthodes thérapeutiques, en association. De plus, le ciment n'est pas affecté par l'irradiation, et le traitement

par radiothérapie n'est pas affecté non plus par la présence de ciment dans la vertèbre prise pour cible.
[49]

Dans notre série, de nombreux patients bénéficiaient de différents traitements simultanés, mais le recueil non exhaustif de ces données (dossiers incomplets) n'a pu permettre une analyse statistique de ces traitements complémentaires : un PHRC national dans lequel le CHU de Nice est promoteur est en cours.

- **Biopsie simultanée :**

Cette technique percutanée permet la réalisation simultanée de biopsie osseuse par technique coaxiale. Ces biopsies ont un intérêt principalement dans le cadre de métastases prévalentes (en particulier lors de la négativité des marqueurs biologiques), de coexistence de différents cancers (identifie le cancer métastatique), de long intervalle entre la tumeur primitive et la métastase osseuse, mais également pour éliminer les diagnostics différentiels comme les lésions infectieuses, métaboliques, ainsi que les tumeurs bénignes. Elle permet d'orienter la prise en charge thérapeutique.

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'une biopsie osseuse lors du geste de vertébroplastie, permettant dans de nombreux cas d'établir le diagnostic de la pathologie sous jacente (lésion primitive ou secondaires), et le primitif en cause dans les cas de métastases prévalentes.

AUTEUR	NOMBRE DE PATIENTS/ VTB	EFFICACITE	COMPLICATIONS
Alvarez et al [50] Eur Spine J 2003	21 patients avec métastases vertébrales	- 81% satisfaits ou très satisfaits avec régression des douleurs (EVA 9,1 à 3,2 en post procédure et 2,8 à distance) et du recours aux antalgiques - 77% ont récupéré la capacité de marcher - Supérieur à la chirurgie/radiothérapie vis-à-vis des complications et de la durée d'hospitalisation	1 radiculalgie transitoire (5% des patients)
Mendel et al [51] Spine 2009	877 patients avec métastases vertébrales, soit 1599 vertébroplasties	Sûr et efficace sur le soulagement de la douleur et la reprise d'autonomie	0 à 7,1% de complications médicales 0 à 8,1% de complications neurologiques
Cortet et al [44] Rev Rhum Engl Ed 1997	37 patients avec métastases osseuses et myélome, soit 40 vertébroplasties : 8 myélomes et 29 métastases	diminution de la douleur chez 97% des patients à J2, idem à 1 mois, 89% à 3mois et 75% à 6mois	8% de complications 29 cas de fuite de ciment (72% des patients), soit 27 asymptomatiques, et 2 avec radiculalgies intenses (fuites foraminales) résolutive par chirurgie
Cotten et al [52] Radiology 1996	40 vertébroplasties chez 37 patients : 10 myélomes et 30 métastases (dont 26 cas de rupture du mur postérieur et 13 atteintes de l'espace épidual)	régression partielle ou complète de la douleur chez 36 des 37 patients à J3 de la vertébroplastie	Fuite de ciment chez 29 patients : la majorité des fuites de ciments étaient asymptomatiques 2 des 8 fuites foraminales → compressions nerveuses indiquant un geste chirurgical 1 des 21 fuites paravertébrales → cruralgie transitoire
Weil, Chiras et al [53] Radiology 1996	37 patients avec métastases vertébrales, soit 52 vertébroplasties	franche diminution de la douleur chez 73% des patients à 6mois, et 65% à 1 an, avec une diminution modérée des douleurs pour 21% des patients	14% de complications : 3 patients → radiculalgie transitoire par fuite de ciment 2 patients → troubles de déglutition transitoire
Shimony et al [2] Radiology 2004	50 patients avec métastases vertébrales ou myelomes (dont 36 patients avec atteinte épidual)	réduction des douleurs chez 82% des patients (dès 3mois jusqu'à 2ans de suivi). Amélioration de la marche chez 52% des patients	14% → recrudescence des douleurs où nouvelle localisation douloureuse.
Saliou, Kocheida et al [35] Radiology 2010	51 patients avec métastases ou myelomes et atteinte épidual, soit 74 vertébroplasties	diminution de la douleur chez 94% des patients à J1, 86% à 1 mois, 82% à 6 mois et se rapprochant de 100% au-delà.	Le taux de fuite de ciment était de 62% par vertèbre (intra canalaires et périrachidiennes++) 1 syndrome de la queue de cheval à 48H 1 échec du traitement
Wenger [39] Med Oncol 2003	Patients avec métastases vertébrales	décroissance des douleurs chez 82% des patients, amélioration de leur capacités/mobilité	10% de complications

Tableau 8 : Revue de la littérature, efficacité/complications de la vertébroplastie dans les atteintes vertébrales tumorales

4.1.2 INCONVENIENTS :

4.1.2.1 Complications locales et générales [54]

A) LOCALES :

A1- fuite de ciment :

Il s'agit de la complication la plus commune, quasi exclusivement veineuse (très rares cas de fuites artérielles [55]).

- vasculaire (au niveau des plexus veineux épiduraux, paravertébraux et foraminaux) avec un risque d'embolie pulmonaire.

- extravasculaire (fuites sur le trajet de la ponction pédiculaire, discale et intracanales). Ce type de fuite peut entraîner différentes manifestations comme des irritations, des compressions radiculaires ou médullaires pouvant engendrer un déficit neurologique. Les irritations radiculaires répondent bien aux infiltrations locales d'anti-inflammatoires stéroïdiens. [56] Les fuites discales ou paravertébrales sont sans gravité. Les compressions médullaires sont très rares.

Dans notre étude, le taux de fuite de ciment était de 65,1% : 25,4% de fuite vasculaires (pré et latéro vertébrales) et 55,6% de fuites extra-vasculaires (7,9% canales, 23,8% discales, 19,1% sur le trajet de ponction, 6,3% paravertébrales et 3,2% foraminales). Ces taux étaient en concordance avec les résultats de la littérature. Aucune complication n'a été rapportée au décours de ces fuites.

Ce taux était également plus important lors de « bon » remplissage par le ciment, que lors de remplissage « moyen » et de « mauvais » remplissage. Ceci pouvait s'expliquer par un volume de ciment utilisé supérieur dans les « bons » remplissages, d'où un risque de fuite supérieur (ciment se répartissant davantage dans la vertèbre traitée, d'où un risque majoré de fuite).

Trois éléments jouent un rôle fondamental dans les fuites de ciment observées durant l'injection: la radio opacité, la viscosité et la pression d'injection. Une radio-opacité insuffisante peut être responsable d'une sous-estimation des fuites de ciment liquide, ceci expliquant l'adjonction d'un produit de contraste radio-opaque au ciment. Une fluidité trop importante du ciment entraîne un risque de fuite veineuse. A l'inverse, un ciment trop pâteux entraîne une augmentation de la pression d'injection, et donc un risque de fuite intra-canalair ou paravertébrale. [57]

Ces fuites seraient plus considérées comme un incident technique qu'une véritable complication. Elles sont fréquentes, sous-estimées, inévitables et bien tolérées la plupart du temps. Le risque majeur, faible mais potentiellement grave, étant représenté par la survenue ou l'aggravation de radiculalgie et/ou d'une compression médullaire. [58]

Ce risque de fuite est plus important dans les lésions vertébrales malignes que dans les fractures ostéoporotiques, en particulier dans les cas de lésions hypervascularisées, et de fractures-tassements sévères (>2/3 de la hauteur du corps vertébral). Il est également supérieur dans les atteintes vertébrales cervicales. [54]

Une étude de Barragan-Campos [47] rapportait 423 fuites de ciment sur les 304 vertèbres traitées (117 patients) avec 78.5% de fuites vasculaires (35% épidurales, 24.3% plexus veineux paravertébraux, 9.2% paravertébraux antéro-latéraux, 4.3% latéraux, 4.5% veines foraminales et 1.2% veine cave) et 21.5% extravasculaires (5.2% trajet de ponction, 8% tissus mous paravertébraux, 6.9% discal et 1.2% intracanalair extra-durale). Les autres complications locales sont les rachialgies transitoires, radiculalgies (3.4%, disparaissant en général sous traitement adéquat type anti-inflammatoire voire infiltration), compressions médullaires, fractures adjacentes (par modification des contraintes vertébrales), hématomes au point de ponction (1.7% dans l'étude de Barragan-Campos) et troubles de déglutitions dans les VTB à l'étage cervical. Seulement 8 patients (6.8%) étaient symptomatiques (2 hématomes au point de ponction, 4 radiculalgies et 2 embolies pulmonaires entraînant 1 décès). Une association significative a été montrée entre fuite veineuse dans la veine cave et embolie pulmonaire. Pas d'association significative entre fuite de ciment dans le foramen et radiculalgie.

Cotten et al [52] ont réalisé chez une population de 37 patients avec métastases ou myélome, un scanner dans les 1 à 8H post-vertébroplastie pour évaluer le remplissage des lésions vertébrales et les fuites de ciment (épidurales, foraminales, discales, dans les plexus veineux et les tissus paravertébraux). L'effet antalgique était significatif même en cas de remplissage jugé « insuffisant » de la lésion par le ciment (permettant alors un moindre remplissage des lésions, et donc une diminution du risque de fuite). Pour la majorité des patients, les fuites de ciments objectivées n'avaient pas d'importance clinique (15 épidurales, 8 intradiscales et 2 veineuses sans importance, 2/8 fuites foraminales ont entraîné des compressions nerveuses nécessitant des chirurgies décompressives et 1/21 fuites paravertébrales a été à l'origine d'une cruralgie transitoire).

Pour Chiras et Deramond [32] [59], la survenue ou l'aggravation de radiculalgie (9% des cas) est souvent due à une compression radiculaire par un passage intempestif de ciment acrylique dans le récessus latéral ou dans le foramen intervertébral. Un traitement chirurgical décompressif doit être proposé dans moins d'un tiers des cas, les autres patients réagissant bien au traitement médical anti-inflammatoire ou aux infiltrations à la bupivacaine. Le risque de compression d'une racine nerveuse dans le foramen est supérieur au risque de compression canalaire, apparaissant dans 2% [60] à 8% [53] [52] des cas, une fuite de ciment au sein d'un foramen semblant moins bien tolérée que dans le canal vertébral. L'aggravation d'une compression médullaire est rare (<1 %) et survient chez des patients présentant déjà une compression médullaire épidurale et chez lesquels la laminectomie programmée est précédée d'une vertébroplastie à visé de consolidation. Il n'a pas été décrit de compression médullaire en dehors de cette circonstance dans leur expérience.

Les complications sont particulièrement fréquentes en cas de sélection inappropriée des patients, de mauvaise qualité des appareils de radioscopie, d'injection de ciment trop liquide, de ciment peu radio-opaque, d'erreur technique avec injection trop rapide du ciment et de mauvaise position de l'aiguille. Pour une sécurité optimale du patient, l'opérateur doit être expérimenté et réaliser la vertébroplastie sous guidage fluoroscopique (biplan, face et profil) permettant le contrôle de l'injection de ciment en

temps réel [61]; dans le cas optimal, deux opérateurs doivent travailler ensemble, en particulier pendant l'injection du ciment. [54]

Laredo et al ont rapporté les mesures de sécurité afin d'éviter les fuites de ciment et leurs complications, comme un guidage en temps réel permanent et optimal (fluoroscopique et TDM) permettant la détection des fuites de manière précoce, le recours à une « sédation consciente » (anesthésie locale) afin de détecter rapidement toute modification de l'état clinique du patient, l'abord bilatéral transpédiculaire aux étages dorso-lombaires pour un meilleur remplissage, le choix précautionneux du point d'entrée de l'aiguille de ponction (évite les ponctions itératives), et de son positionnement (évite les ruptures de la corticale osseuse), et l'utilisation d'un ciment assez radio-opaque, de bonne viscosité et réfrigéré. Ils détaillent dans leur étude sur les complications de la vertébroplastie les méthodes de prévention en particulier des fuites de ciment, notamment concernant le positionnement des aiguilles et le remplissage par le ciment des vertèbres lésées. [54]

Une étude de Schmidt et al a montré que le taux de fuites de ciments détectées était supérieur lors de l'association de radiographie et TDM : 34% sous radiographie de profil, 48% sous radiographie face et profil et de 66 à 74% en associant radiographie et TDM. La détection par radio seule était inférieure en termes de localisation précise des fuites de ciment, de détection de plusieurs fuites simultanées, et de concordance de détection inter-observateurs. De plus la détection par fluoroscopie (per-procédure) était inférieure à la détection par radiographie (résolution des images de moins bonne qualité, temps d'interprétation per-procédure plus court) [58]

A2 – Infection locale

Dans la littérature, peu de cas d'infection locale secondaire au geste ont été rapporté chez les patients. Ces cas d'infections concernaient la plupart du temps des patients immunodéprimés, et nécessitaient alors un complément de traitement par antibiothérapie voire chirurgie.[62]

Aucun cas d'infection locale dans notre série.

A3 - Rupture d'aiguille

Un cas rapporté dans la littérature, aucun cas dans notre série. [63]

B) GENERALES :

B1) L'embolie pulmonaire était encore considérée comme exceptionnelle en 1999 avec un cas symptomatique survenu juste après la vertébroplastie, décrit par Padovani et al.[64]. Depuis, de nombreuses publications ont rapporté des cas d'embolie pulmonaire. Trois cas (dont deux asymptomatiques) ont été rapportés en 2002 sur une série de 27 patients traités pour des tassements malins.[65] Cette complication pouvant être gravissime résulte d'une fuite de ciment intraveineuse jusqu'à la veine cave inférieure, passée inaperçue, souvent massive et non contrôlée.

Aucun cas dans notre série.

B2) D'autres complications générales telles que les **réactions allergiques** transitoires, les complications **anesthésiques** (hypotension artérielle, défaillance cardio-respiratoire, ...), les **infections**, jusqu'au **décès** doivent être mentionnées.

Dans notre série, 2 cas de sepsis sont apparus dans les suites de la vertébroplastie, mais n'étaient pas lié au traitement (une infection sur DVI et un épisode infectieux d'origine indéterminée). Aucun décès directement lié au geste de vertébroplastie.

L'**irradiation** du patient et du médecin qui réalise le geste est également un problème a ne pas méconnaître.

B3) Des complications liées à l'exposition aux vapeurs de méthylméthacrylate ont également été décrites, pouvant entraîner des nausées, une perte d'appétit, de la toux, un bronchospasme, des crises d'asthme notamment chez le personnel soignant exposé de manière chronique. Ont été signalés pour de très fortes doses une nécrose hépatique, un œdème pulmonaire ou des lésions d'emphysème pulmonaire (pas dans le cadre d'exposition professionnelle classiques). [54]

4.1.2.2 Ces patients aux atteintes vertébrales tumorales ont souvent de multiples localisations osseuses, le traitement est alors limité... En général, on fixe une limite à 3 lésions vertébrales, avec possibilité de traitement lors d'une même séance thérapeutique. [66] Dans notre étude, les patients avaient en moyenne 2 (+/- 1) vertèbres traitées (extrêmes de 1 à 6), 50% des patients ayant plus de 2 étages traités simultanément.

4.1.2.3 Dans le cadre des lésions osseuses myélomateuses et secondaires, il s'agit d'un traitement « palliatif » et non « curatif ». Le traitement local n'empêche pas la progression générale de la pathologie sous jacente.

Dans le cadre des angiomes, le traitement par vertébroplastie percutanée est dans la majorité des cas curatif.

4.1.2.4 Les lésions vertébrales lytiques ou mixtes sont techniquement mieux accessibles à la vertébroplastie que les lésions purement condensantes. Les lésions lytiques se laissent plus facilement modeler par le ciment permettant la stabilisation de la vertèbre traitée. Le caractère purement ostéocondensant empêcherait la diffusion correcte du ciment, l'injection étant soumise à une pression importante, contrariant le contrôle de la répartition du ciment de manière homogène, limitant le volume injectable et augmentant le risque de fuites. [67] [68]

Seuls 2 de nos patients avaient des lésions ostéocondensantes.

4.2 ATTEINTE TUMORALE DU MUR POSTERIEUR : CONTRE INDICATION AU GESTE ?

La plupart des auteurs excluent des études les patients ayant des symptômes de compression médullaire, en raison du risque accru d'aggravation des symptômes.[69] En l'absence de signe direct de compression médullaire, la destruction du mur vertébral postérieur ou l'atteinte de l'espace épidual sont des contre-indications relatives de vertébroplastie. [70] [71] Est incriminée l'augmentation du risque de fuite du ciment dans les espaces épидuraux et paravertébraux, avec pour conséquence une compression médullaire et/ou radiculaire ou aggravation de cette compression si elle préexiste.

Dans notre étude, aucune complication majeure n'est survenue, notamment aucune complication neurologique, aucune fuite canalaire compliquée. Le geste de vertébroplastie dans le cadre d'atteinte tumorale vertébrale du mur postérieur s'est avéré sans sur-risque par rapport au geste réalisé sur des vertèbres sans lyse du mur postérieur (efficacité et taux de complications comparables).

Seules 3 études (Shimony et al, Saliou, Kocheida et al, Sun et al) montrant la faisabilité de ce geste dans le cadre d'atteinte tumorale vertébrales ont été publiées à ce jour.

L'étude rétrospective de Shimony réalisée entre juin 1998 et avril 2002 sur 50 patients, avec suivi à 2ans de lésions vertébrales métastatiques ou myélomateuses, associée à une atteinte épидurales pour certains, avec ou sans compression nerveuse, a démontré l'efficacité et la sécurité de la vertébroplastie sur ce type de patients. Le groupe avec atteinte épидurale avait un taux discrètement plus élevé mais non significatif de complications, d'autant plus que le bénéfice du traitement était indiscutable. Une sédation consciente permettait de stopper la procédure si le moindre signe clinique de compression était détecté. [2]

La seconde étude de Saliou, prospective, réalisée entre 1990 et 2006 sur 51 patients avec suivi à plus de 2ans de lésions vertébrales métastatiques, myélomateuses ou plasmocytaires, associées à une atteinte épидurale systématique (avec ou sans recul ou lyse du mur postérieur), a également montré la faisabilité, l'efficacité et la sécurité du geste chez ces patients.[35]

La troisième étude de Sun et al, rétrospective, portait sur 32 patients avec métastases vertébrales présentant au moins à un étage une destruction du mur postérieur ou un envahissement épidural (9 patients présentaient des symptômes de compression médullaire ou de la queue de cheval). 53 vertèbres ont bénéficié d'un traitement par vertébroplastie, traitement qui s'est montré efficace de manière significative sur la douleur (jusqu'à 6 mois de suivi), sans complication systémique [72]

L'expérience de l'équipe de Deramond avec les vertébroplastie percutanées dans les atteintes vertébrales métastatiques ne rapporte pas de contre-indication au traitement dans les cas d'atteinte du mur postérieur : 50% de leurs patients étaient dans ce cas de figure, et après concertation pluridisciplinaire, l'indication de traitement a pu être posée. [32]

Chiras et al ne rapportent pas de modification significative du taux de complication après vertébroplastie qu'il y ait ou non une atteinte du mur postérieur.[29]

Weil et al ont également montré que les complications des vertébroplasties dans le cadre de lésions osseuses tumorales n'étaient pas plus fréquentes en cas de destruction du mur vertébral postérieur ou d'atteinte épidurale par la tumeur. [53]

Notre étude n'a pas montré de taux de complications supérieur à ceux de la littérature chez les patients sans atteinte du mur postérieur. Une fuite de ciment a été constaté dans 65% des procédures, toujours faible à modérée, et n'a jamais entraîné de complication secondaire, le ratio bénéfice-risque inhérent à la procédure étant largement en faveur du geste de vertébroplastie. Le risque lié à une fracture-tassement vertébrale (risque direct par compression médullaire compliquant la fracture, ou indirect par l'alitement qu'elle entraîne) est en effet réel et bien supérieur au risque lié à la procédure.

Les autres complications (sans gravité) n'étaient pas liées à l'atteinte du mur postérieur.

Notre série de vertébroplasties dans le cadre d'atteinte du mur vertébral postérieur est la 2ème plus grande série de la littérature (après l'étude de Saliou)

Afin de ne pas rencontrer ce type de complication, le geste devra être parfaitement maîtrisé et effectué sous couvert d'une observation attentive en temps réel de la répartition du ciment sous contrôle

scopique continue (notamment radioscopie de profil). Une excellente radio-opacité du ciment est fondamentale pour parfaitement bien délimiter son positionnement et sa diffusion. Un remplissage lent de la partie antérieure du corps vertébral (au niveau de la partie saine de la vertèbre) puis en reculant au fur et à mesure que le ciment se densifie, limitera les fuites de ciment en intracanalaires et donc les signes compressifs qui peuvent s'en suivre. La lésion doit être remplie le plus possible (améliore la stabilité mécanique, +/- effet antitumoral). Une voie d'abord bilatérale peut être très utile pour un remplissage optimal. En cas d'atteinte pédiculaire, le retrait du trocart se fait lentement en injectant le reste de ciment très épais de proche en proche pour créer un pont osseux.

L'indication de la vertébroplastie devra être posée après décision multidisciplinaire avec l'équipe chirurgicale et oncologique.

Un schéma thérapeutique associant vertébroplastie, chirurgie et/ou radiothérapie peut aussi être proposé.

4.3 EFFET CARCINOLYTIQUE ?

Le ciment renforce et stabilise les fractures vertébrales. Sa présence peut jouer un rôle de « barrière mécanique » sur l'envahissement osseux, notamment au niveau du spongieux. Il possède également très probablement une activité antitumorale résultant de son effet cytotoxique (du MMA en particulier) et thermique (exothermicité durant la polymérisation). Ceci associé à l'effet ischémique entraîné par la masse de ciment injecté, sont autant de facteurs à l'origine d'un effet oncolytique ou oncostatique vraisemblable. [34]

En effet, Dahl et al décrivent un effet cytotoxique du monomère de méthylméthacrylate sur les monocytes, granulocytes and cellules endothéliales in vitro, à la faible concentration sanguine de 5-10µg/mL, jusqu'à désintégration des cellules à la concentration de 10µg/mL durant 30 minutes. [73] Deramond rapporte l'effet lésionnel sur le système nerveux (notamment les terminaisons nerveuses) entraîné par la chaleur libérée lors de la polymérisation du ciment, en étudiant in vitro le dégagement de chaleur à différentes localisations du système nerveux, avec différent type de ciments. [74] [75]

Chiras et al suggèrent un effet carcinolytique du ciment, probablement lié au dégagement de chaleur durant la phase de polymérisation : dans leur étude sur 982 séances de vertébroplastie chez 803 patients, la métastase devenait non évolutive dans 95 % des cas. [1]

D'autres auteurs sont plus « modérés » sur l'effet carcinologique du ciment :

Radin et al montrent que le ciment est responsable d'une nécrose à la périphérie de la métastase, liée à l'hyperthermie dégagée lors de la polymérisation du ciment (si la nécrose ne dépasse pas 5 mm), mais que cette hyperthermie reste limitée à la vertèbre (à l'interface avec le ciment) et n'a que peu d'efficacité sur l'envahissement périvertébral. Pour ces auteurs, l'effet carcinologique ne serait donc que très localisé. [76]

D'après Deschamps et al, à la différence des techniques d'ablations thermiques (radiofréquence, micro-ondes, cryothérapie. . .), la cimentoplastie n'est pas un traitement anti-tumoral et ne doit donc pas être proposé si le but du traitement est curatif chez un patient oligométastatique. L'effet de lyse cellulaire lié à l'hyperthermie au moment de la polymérisation n'est pas constant et reste limité à l'interface avec le ciment. Par ailleurs, cette hyperthermie est brève in vivo (0 à 5 minutes) et extrêmement variable selon les ciments utilisés. [67]

Pour Ianessi et al, l'effet relatif de thermo-ablation ne peut pas avoir à lui seul une action oncologique et l'indication de la cimentoplastie doit se limiter à l'antalgie ou à la stabilisation. Aucune récurrence n'a été observée dans leurs séries, mais certains patients avaient été traités par radiothérapie et tous avaient suivi une chimiothérapie. Selon eux, si l'objectif thérapeutique est le traitement oncologique, l'association avec une technique de thermo-ablation comme la cryothérapie ou la radiofréquence doit être envisagée. [68]

De nombreuses publications sont en faveur d'un effet carcinolytique au minimum local de la cimentoplastie, en rapport avec le rôle de barrière mécanique, de l'effet cytotoxique, thermique et ischémique du ciment. Un effet anti-tumoral plus général avec allongement de l'espérance de vie de ces patients métastatiques serait à prouver dans les études à venir, étude comparative qui semble difficile à réaliser d'un point de vue éthique.

Une étude en cours de réalisation (CHU de Nice et CNRS) propose l'utilisation d'un ciment phosphocalcique couplé à des molécules d'intérêts (biomatériaux « chargés »), afin de traiter les lésions tumorales osseuses, les consolider et empêcher les récurrences locales (étude sur le rat). Ce ciment bioactif aurait un effet tumoricide de contact, local, ralentissant l'évolution tumorale, mais également un effet plus général sur la pathologie osseuse avec développement d'anticorps ciblés.

4.4 ASSOCIATION DE TRAITEMENT :

La cimentoplastie percutanée est une technique de radiologie interventionnelle pouvant être réalisée seule, ou en association à la radiothérapie, à la chirurgie, ou aux techniques d'ablations thermiques percutanées telles que la radiofréquence, la cryothérapie ou les micro-ondes.

Ce traitement est indiqué en cas de douleurs rachidiennes mécaniques à visée antalgique (ne cible pas la composante radiculaire et les symptômes engendrés par une éventuelle épидурite ou compression médullaire), et de manière préventive en cas de lésions avec important risque fracturaire ou à haut risque neurologique (en cas d'atteinte du mur postérieur) à visée de consolidation vertébrale.

C'est un traitement symptomatique palliatif, qu'on ne peut dissocier des autres thérapeutiques, radiothérapie, chirurgie et thermo-ablation. Il s'agit de méthodes thérapeutiques différentes et complémentaires, sur le plan du soulagement de la douleur, de la consolidation osseuse, et de l'ablation tumorale. [23] [77]

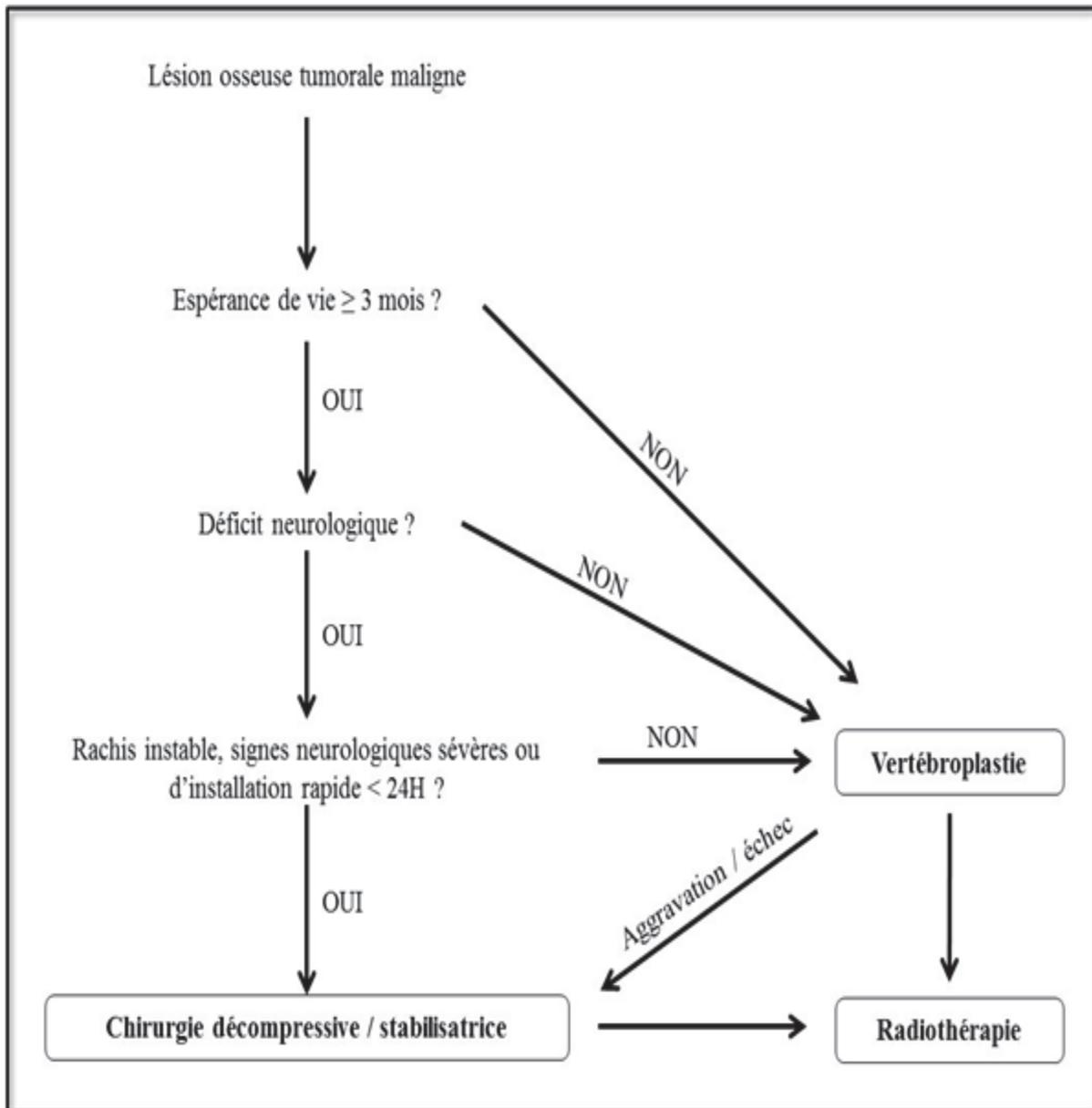


Figure 33 : Algorithme de prise en charge des patients avec lésion vertébrale tumorale symptomatique

Dans le cadre d'association de douleur et de déficit neurologique, c'est le déficit qui détermine le traitement. [23]

4.4.1 EN ASSOCIATION A LA RADIOTHERAPIE : [78]

La radiothérapie (uni ou pluri-fractionnée) agit surtout sur la composante algique (effet antalgique progressif apparaissant après 10-15j) et de manière plus modérée sur la consolidation (reminéralisation osseuse débutant à 1 mois) et les signes neurologiques (composante compressive), avec action antitumorale locale.

4.4.2 EN ASSOCIATION A LA CHIRURGIE [79]

La chirurgie (à ciel ouvert ou par voie percutanée), est un traitement local à visée décompressive et stabilisatrice du rachis, indiqué dans le cas de rachis instable ou de lésions avec déficit neurologique. Ce traitement n'est pas toujours réalisable chez ces patients ayant une espérance de vie limitée (une espérance de vie d'au moins 3 mois est requise pour poser l'indication d'un traitement chirurgical), et de multiples co-morbidités, le traitement chirurgical lui-même ayant une morbi-mortalité non négligeable.

La chirurgie est particulièrement intéressante en cas de lésion secondaire isolée, chez des patients peu âgés, ambulatoires, avec une survie estimée supérieure à 3mois, avec évolution lente des signes neurologiques et mauvais résultats de la radiothérapie. [78]

Une étude de Patchell et al a montré qu'un traitement par chirurgie décompressive associé à de la radiothérapie était significativement supérieur à la radiothérapie seule. Cette étude randomisée multicentrique incluant 101 patients avec métastases vertébrales comprimant la moelle, a du être stoppée prématurément en raison de la supériorité d'un traitement par rapport à l'autre démontrée en cours d'étude (en terme de capacité à reprendre la marche 84% vs 57% ; de manière précoce et capacité maintenue dans le temps 122 jours vs 13 jours avec $p=0.03$; moins de recours aux antalgiques ; continence urinaire). [80]

4.4.3 EN ASSOCIATION AUX TRAITEMENTS DE THERMO-ABLATION [29]

Différentes techniques d'ablations thermiques percutanées peuvent être proposées, la radiofréquence percutanée [81] [82], la cryothérapie [83] et les micro-ondes [84]. Il s'agit de techniques à visée anti-tumorale qui entraînent une destruction osseuse, et peuvent être associées à une vertébroplastie permettant une meilleure consolidation osseuse.

4.4.4 AUTRES :

Thérapies systémiques d'indications limitées (adjuvantes): antitumorales de type chimiothérapie, hormonothérapie, traitement antiangiogénique, anticorps monoclonaux et thérapies symptomatiques dans le cadre d'un traitement palliatif (corticoides, biphosphonates,...)

4.5 CIMENTOPLASTIE PERCUTANEE EXTRA-RACHIDIENNE :

Des études sur l'utilisation de la cimentoplastie percutanée dans le traitement des lésions osseuses extra-rachidiennes douloureuses ont également été conduites. Ianessi et al décrit cette technique comme un traitement palliatif sûr et efficace des lésions lytiques douloureuses localisées. Le remplissage adéquat de l'os et la sélection rigoureuse des patients conditionnent l'efficacité du geste. Les lésions douloureuses diffuses et les diaphyses des os longs ne sont pas de bonnes indications. Un contrôle par scanner et radioscopie semble l'option la plus sûre en raison de la localisation extravertébrale. [68]

4.6 LIMITES DE NOTRE ETUDE

Il s'agit d'une étude rétrospective, avec pour conséquence des difficultés à récupérer certaines données, rendant difficile l'appréciation de plusieurs paramètres (EVA pré et post-procédure, traitement local associé à la vertébroplastie, ...).

La reproductibilité de ce travail peut être limitée par son caractère unicentrique, seulement 2 opérateurs ayant participé à l'étude.

Le nombre de patients inclus n'est pas très élevé, limitant les analyses statistiques, même si le collectif analysé est numériquement supérieur à la plupart des études publiées (2^{ème} série en termes de nombre de patients sur ce sujet).

Une étude de niveau 1a (randomisée, double aveugle) est difficile dans le contexte de métastases rachidiennes, d'un point de vue éthique.

La courte durée du suivi des patients (3 mois à 3 ans) pourrait être considérée comme une limite, mais la faisabilité du geste a été jugée sur l'absence de complication à court terme.

5 Conclusion

La vertébroplastie percutanée est actuellement le premier geste de stabilisation vertébrale à proposer en cas de lésion rachidienne de type métastase ou myélome.

Notre série montre un excellent rapport bénéfice/risque dans le cadre d'atteinte du mur vertébral postérieur avec ou sans atteinte de l'espace épidual.

L'évolution du matériel et du mode de guidage permet de réaliser cette intervention dans des conditions optimales de sécurité et de facilité, sous anesthésie locale et est actuellement effectuée dans tous les centres experts en Europe et aux Etats-Unis. Ce traitement permet de manière efficace le soulagement précoce de la douleur avec diminution de prise d'antalgiques. Le levé précoce des patients permet une reprise immédiate de l'activité physique, une amélioration de la qualité de vie et réduit la durée d'hospitalisation.

Notre étude montre que la vertébroplastie permet la consolidation de la vertèbre en diminuant le score de Kostuik de 2 points par procédure (en moyenne), de 4 à 1 (en médianes).

L'atteinte tumorale du mur postérieur était considérée comme une contre-indication relative à la réalisation d'une vertébroplastie. Notre étude démontre l'efficacité et la sécurité de cette procédure dans ces cas considérés comme extrêmes. Peu d'articles font état de cette technique dans ces cas de figure, notre série est la seconde en termes de nombre de patients et conforte les résultats précédemment publiés.

La vertébroplastie percutanée sous guidage scanner et fluoroscopique est une intervention supplémentaire dans l'arsenal thérapeutique des lésions tumorales vertébrales avec atteinte du mur postérieur.

6 Références bibliographiques

1. Chiras J, B.-C.H., Cormier E, Jean B, Rose M, *Vertebroplastie percutanee dans les metastases rachidiennes. Indications actuelles et resultats*. Journal de Radiologie, 2005. **86**(10): p. 1372.
2. Shimony, J.S., et al., *Percutaneous vertebroplasty for malignant compression fractures with epidural involvement*. Radiology, 2004. **232**(3): p. 846-53.
3. Manelfe, C., et al., *The lumbar epidural space. Radio-anatomical study*. J Radiol, 2000. **81**(6 Suppl): p. 748-58.
4. Schellinger, D., et al., *Disk fragment migration*. Radiology, 1990. **175**(3): p. 831-6.
5. Schellinger, D., *Patterns of anterior spinal canal involvement by neoplasms and infections*. AJNR Am J Neuroradiol, 1996. **17**(5): p. 953-9.
6. Wolfram-Gabel, R., et al., *Histologic characteristics of posterior lumbar epidural fatty tissue*. J Neuroradiol, 1996. **23**(1): p. 19-25.
7. Batson, O.V., *The function of the vertebral veins and their role in the spread of metastases*. 1940. Clin Orthop Relat Res, 1995(312): p. 4-9.
8. Renard M, Larde D, Masson JP, Roland J, *Etude anatomique et radio-anatomique des plexus veineux intra-rachidiens lombo-sacrés*. Anatomia Clinica, 1979. **2**: p. 21-28.
9. Baque P, M.B., *Manuel pratique d'anatomie*. Paris, Ellipses: 2008. p. 50-73.
10. Cross, J.J., et al., *Imaging of compressive vertebral haemangiomas*. Eur Radiol, 2000. **10**(6): p. 997-1002.
11. Laredo, J.D., et al., *Vertebral hemangiomas: radiologic evaluation*. Radiology, 1986. **161**(1): p. 183-9.
12. Laredo, J.D., et al., *Vertebral hemangiomas: fat content as a sign of aggressiveness*. Radiology, 1990. **177**(2): p. 467-72.
13. Brunot, S., et al., *Long term clinical follow up of vertebral hemangiomas treated by percutaneous vertebroplasty*. J Radiol, 2005. **86**(1): p. 41-7.
14. Galibert, P., et al., *Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty*. Neurochirurgie, 1987. **33**(2): p. 166-8.
15. Charlot-Lambrecht I, S.J.-H., Gagneux-Lemoussu L, Brochet P, Eschard J-P, *Myélome multiple*. EMC - Appareil locomoteur, 2011: p. 1-12.
16. Walker, R., et al., *Magnetic resonance imaging in multiple myeloma: diagnostic and clinical implications*. J Clin Oncol, 2007. **25**(9): p. 1121-8.
17. Lodwick, G.S., et al., *Estimating rate of growth in bone lesions: observer performance and error*. Radiology, 1980. **134**(3): p. 585-90.
18. Diard F, M.M., Chateil F., *Approche diagnostique des tumeurs sur les radiographies standards. Imagerie des tumeurs osseuses*. Montpellier, Sauramps Médical: 2000. p. 23-39.
19. Pointillart V, F.T., Pallusiere J, *Metastases osseuses*, in *Encycl Mèd-Chir*, E.S.e.M.E. SAS, Editor 2003: Appareil locomoteur. p. 14-798.
20. Roodman, G.D., *Mechanisms of bone metastasis*. N Engl J Med, 2004. **350**(16): p. 1655-64.
21. Deramond, H., et al., *Percutaneous Vertebroplasty*. Semin Musculoskelet Radiol, 1997. **1**(2): p. 285-296.
22. Conroy, T., et al., *Natural history and development of bone metastasis. A propos of 429 cases*. Bull Cancer, 1988. **75**(9): p. 845-57.

23. Bartels, R.H., Y.M. van der Linden, and W.T. van der Graaf, *Spinal extradural metastasis: review of current treatment options*. CA Cancer J Clin, 2008. **58**(4): p. 245-59.
24. van der Linden, Y.M., et al., *Patients with a favourable prognosis are equally palliated with single and multiple fraction radiotherapy: results on survival in the Dutch Bone Metastasis Study*. Radiother Oncol, 2006. **78**(3): p. 245-53.
25. Bartels, R.H., et al., *Development of a model with which to predict the life expectancy of patients with spinal epidural metastasis*. Cancer, 2007. **110**(9): p. 2042-9.
26. Amoretti, N., et al., *Imaging of bone metastases*. Bull Cancer, 2013. **100**(11): p. 1109-14.
27. Gangi, A., et al., *Percutaneous vertebroplasty: indications, technique, and results*. Radiographics, 2003. **23**(2): p. e10.
28. Jensen, M.E. and D.E. Kallmes, *Percutaneous vertebroplasty in the treatment of malignant spine disease*. Cancer J, 2002. **8**(2): p. 194-206.
29. Chiras, J., et al., *Interventional radiology in bone metastases*. Bull Cancer, 2007. **94**(2): p. 161-9.
30. Pilitsis, J.G. and S.S. Rengachary, *The role of vertebroplasty in metastatic spinal disease*. Neurosurg Focus, 2001. **11**(6): p. e9.
31. Cotten, A., et al., *Percutaneous vertebroplasty: state of the art*. Radiographics, 1998. **18**(2): p. 311-20; discussion 320-3.
32. Deramond, H., C. Depriester, and P. Toussaint, *Vertebroplasty and percutaneous interventional radiology in bone metastases: techniques, indications, contre-indications*. Bull Cancer Radiother, 1996. **83**(4): p. 277-82.
33. Provenzano, M.J., K.P. Murphy, and L.H. Riley, 3rd, *Bone cements: review of their physiochemical and biochemical properties in percutaneous vertebroplasty*. AJNR Am J Neuroradiol, 2004. **25**(7): p. 1286-90.
34. Huet H, B.J., Deramond H, *Vertébroplastie, cyphoplastie en pathologie tumorale*. Revue des Maladies Respiratoires Actualités, 2010. **2**(3): p. 236-241.
35. Saliou, G., et al., *Percutaneous vertebroplasty for pain management in malignant fractures of the spine with epidural involvement*. Radiology, 2010. **254**(3): p. 882-90.
36. Anselmetti, G.C., et al., *Temperature measurement during polymerization of bone cement in percutaneous vertebroplasty: an in vivo study in humans*. Cardiovasc Intervent Radiol, 2009. **32**(3): p. 491-8.
37. Chiras J, S.J., Enkaoua E, Sola-Martinez MT, Rose M, Mazon JJ, Saillant G *Vertébroplastie acrylique dans les métastases du rachis*. Bulletin du Cancer/Radiothérapie, 1996. **83**((4)): p. 306-306.
38. Berenson, J., et al., *Balloon kyphoplasty versus non-surgical fracture management for treatment of painful vertebral body compression fractures in patients with cancer: a multicentre, randomised controlled trial*. Lancet Oncol, 2011. **12**(3): p. 225-35.
39. Wenger, M., *Vertebroplasty for metastasis*. Med Oncol, 2003. **20**(3): p. 203-9.
40. Kostuik, J.P., et al., *Spinal stabilization of vertebral column tumors*. Spine (Phila Pa 1976), 1988. **13**(3): p. 250-6.
41. Bilsky, M.H., et al., *Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale*. J Neurosurg Spine, 2010. **13**(3): p. 324-8.
42. Levine, S.A., et al., *An evidence-based evaluation of percutaneous vertebroplasty*. Manag Care, 2000. **9**(3): p. 56-60, 63.
43. Fourney, D.R., et al., *Spinal instability neoplastic score: an analysis of reliability and validity from the spine oncology study group*. J Clin Oncol, 2011. **29**(22): p. 3072-7.
44. Cortet, B., et al., *Percutaneous vertebroplasty in patients with osteolytic metastases or multiple myeloma*. Rev Rhum Engl Ed, 1997. **64**(3): p. 177-83.

45. Amoretti N, M.P.Y., Iannessi A, Amoretti M.E, Brunner P, Maratos Y, Boileau P *Comment je fais une vertebroplastie ou une kyphoplastie sous anesthésie locale* Journées francaises de radiologie, oct 2010.
46. Amoretti, N., *Vertebroplastie sous anesthésie locale : mythe ou réalité.* l'interventionnel, mar 2013.
47. Barragan-Campos, H.M., et al., *Percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: complications.* Radiology, 2006. **238**(1): p. 354-62.
48. Bonnard E, B.T., Cervantes E, Andreani O, Foti P, Amoretti N, *Faisabilité de la VTB scanoguidée sous anesthésie locale.* Journées francaises de radiologie, oct 2012.
49. Murray, J.A., M.C. Bruels, and R.D. Lindberg, *Irradiation of polymethylmethacrylate. In vitro gamma radiation effect.* J Bone Joint Surg Am, 1974. **56**(2): p. 311-2.
50. Alvarez, L., et al., *Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors: postprocedural outcome and quality of life.* Eur Spine J, 2003. **12**(4): p. 356-60.
51. Mendel, E., et al., *Percutaneous techniques in the treatment of spine tumors: what are the diagnostic and therapeutic indications and outcomes?* Spine (Phila Pa 1976), 2009. **34**(22 Suppl): p. S93-100.
52. Cotten, A., et al., *Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up.* Radiology, 1996. **200**(2): p. 525-30.
53. Weill, A., et al., *Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement.* Radiology, 1996. **199**(1): p. 241-7.
54. Laredo, J.D. and B. Hamze, *Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention.* Semin Ultrasound CT MR, 2005. **26**(2): p. 65-80.
55. Amoretti, N., et al., *Aortic embolism of cement: a rare complication of lumbar percutaneous vertebroplasty.* Skeletal Radiol, 2007. **36**(7): p. 685-7.
56. Kelekis, A.D., et al., *Radicular pain after vertebroplasty: compression or irritation of the nerve root? Initial experience with the "cooling system".* Spine (Phila Pa 1976), 2003. **28**(14): p. E265-9.
57. Chiras, J., et al., *Vertebroplasty: state of the art.* J Radiol, 2007. **88**(9 Pt 2): p. 1255-60.
58. Schmidt, R., et al., *Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem?* Eur Spine J, 2005. **14**(5): p. 466-73.
59. Chiras J, D.H., *Complications des vertébroplasties.*, in: G Saillant. C Laville. Eds. Echecs et complications de la chirurgie du rachis. Chirurgie de reprise Paris: Sauramps medical 1995: 149-53.
60. Barr, J.D., et al., *Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization.* Spine (Phila Pa 1976), 2000. **25**(8): p. 923-8.
61. Gangi, A., B.A. Kastler, and J.L. Dietemann, *Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy.* AJNR Am J Neuroradiol, 1994. **15**(1): p. 83-6.
62. Chiras, J., et al., *Percutaneous vertebral surgery. Technics and indications.* J Neuroradiol, 1997. **24**(1): p. 45-59.
63. Brodano, G.B., et al., *Vertebroplasty: benefits are more than risks in selected and evidence-based informed patients. A retrospective study of 59 cases.* Eur Spine J, 2011. **20**(8): p. 1265-71.
64. Padovani, B., et al., *Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty.* AJNR Am J Neuroradiol, 1999. **20**(3): p. 375-7.
65. Jang, J.S., S.H. Lee, and S.K. Jung, *Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty: a report of three cases.* Spine (Phila Pa 1976), 2002. **27**(19): p. E416-8.

66. Peltier, J., et al., *Contribution of percutaneous acrylic vertebroplasty for tumor-related spinal cord compression*. Neurochirurgie, 2004. **50**(4): p. 484-91.
67. Deschamps, F. and T. de Baere, *Cementoplasty of bone metastases*. Diagn Interv Imaging, 2012. **93**(9): p. 685-689.
68. Iannessi, A., et al., *Percutaneous cementoplasty for the treatment of extraspinal painful bone lesion, a prospective study*. Diagn Interv Imaging, 2012. **93**(11): p. 859-70.
69. Mathis J, D.H., Belkoff S.M, *Percutaneous vertebroplasty*. New York, Springer-Verlag: 2002.
70. Heini, P.F., B. Walchli, and U. Berlemann, *Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. A prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures*. Eur Spine J, 2000. **9**(5): p. 445-50.
71. Murphy, K.J. and H. Deramond, *Percutaneous vertebroplasty in benign and malignant disease*. Neuroimaging Clin N Am, 2000. **10**(3): p. 535-45.
72. Sun, G., et al., *Percutaneous vertebroplasty for pain management in spinal metastasis with epidural involvement*. Technol Cancer Res Treat, 2011. **10**(3): p. 267-74.
73. Dahl, O.E., L.J. Garvik, and T. Lyberg, *Toxic effects of methylmethacrylate monomer on leukocytes and endothelial cells in vitro*. Acta Orthop Scand, 1994. **65**(2): p. 147-53.
74. Deramond, H., N.T. Wright, and S.M. Belkoff, *Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty*. Bone, 1999. **25**(2 Suppl): p. 17S-21S.
75. Deramond, H., et al., *Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results*. Radiol Clin North Am, 1998. **36**(3): p. 533-46.
76. Radin, E.L., et al., *Changes in the bone-cement interface after total hip replacement. An in vivo animal study*. J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(8): p. 1188-200.
77. Georgy, B.A., *Metastatic spinal lesions: state-of-the-art treatment options and future trends*. AJNR Am J Neuroradiol, 2008. **29**(9): p. 1605-11.
78. Leysalle, A., et al., *Radiotherapy of bone metastases*. Bull Cancer, 2013. **100**(11): p. 1175-85.
79. Zairi, F., S. D'Houtaud, and R. Assaker, *Surgical treatment of vertebral metastases*. Bull Cancer, 2013. **100**(11): p. 1141-51.
80. Patchell, R.A., et al., *Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial*. Lancet, 2005. **366**(9486): p. 643-8.
81. Kojima, H., et al., *Clinical assessment of percutaneous radiofrequency ablation for painful metastatic bone tumors*. Cardiovasc Intervent Radiol, 2006. **29**(6): p. 1022-6.
82. Buy X, M.T., Guth S, Zickler P, Quoix E, Gangi A, *Association de l'ablation par radiofréquence (RFA) et de la vertébroplastie des tumeurs rachidiennes*. Journal de Radiologie, 2006. **87**(10): p. 1263.
83. Iannessi, A., et al., *Interventional radiology for bone metastases*. Bull Cancer, 2013. **100**(11): p. 1163-73.
84. Kastler, *Ablation par micro-ondes de lésions tumorales vertébrales et extra-vertébrales associées à la cimentoplastie: faisabilité et résultats préliminaires*. 5ème journée de vertébroplastie et expansion vertébrale, Paris, jan 2013.

7 Table des matières

1	Introduction	2
1.1	ANATOMIE DE L'ESPACE EPIDURAL ET VASCULARISATION VERTEBRO-MEDULLAIRE	3
1.1.1	L'espace épidural	3
1.1.2	Vascularisation de la moelle	11
1.2	LESIONS OSTEOPHILES	17
1.2.1	Tumeurs primitives	17
1.2.2	Tumeurs secondaires	22
1.3	CIMENTOPLASTIES DES LESIONS TUMORALES VERTEBRALES	25
1.3.1	Cimentoplastie	25
1.3.2	Ciments	26
1.3.3	Dans les lésions tumorales vertébrales	31
2	Matériel et méthodes	32
2.1	OBJECTIF DE L'ETUDE	32
2.2	PATIENTS	32
2.2.1	Etude	32
2.2.2	Sélection des patients	32
2.3	PARAMETRES ETUDIES	34
2.3.1	PRE ET PER-VERTEBROPLASTIE	34
2.3.2	POST-VERTEBROPLASTIE	35
2.4	TECHNIQUE DE VERTEBROPLASTIE	35
2.5	ANALYSE STATISTIQUE	44
2.6	RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	44
2.7	ETHIQUE	44
3	Résultats	48
3.1	PATIENTS	48
3.1.1	Sexe ratio	50
3.1.2	Age	50
3.1.3	Atteinte tumorale vertébrale	50
3.2	DONNEES CLINIQUES	51
3.2.1	Type de douleur et signes neurologiques	51
3.2.2	Intensité douloureuse pré et post vertébroplastie	51
3.3	DONNEES PER-VERTEBROPLASTIE	52
3.3.1	DONNEES RADIOANATOMIQUES	52
3.3.2	DONNEES TECHNIQUES	54
3.4	DONNEES POST VERTEBROPLASTIE	58
3.4.1	Score de Kostuik post-traitement et consolidation rachidienne	58
3.4.2	Complications	60
3.4.3	Décès	63
3.5	QUELQUES CAS DE NOTRE SERIE	66
4	Discussion	78
4.1	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA VERTEBROPLASTIE	78
4.1.1	AVANTAGES	78
4.1.2	INCONVENIENTS	84
4.2	ATTEINTE Tumorale du mur postérieur : contre indication au geste ?	90
4.3	EFFET CARCINOLYTIQUE ?	92

4.4 ASSOCIATION DE TRAITEMENT.....	94
4.4.1 EN ASSOCIATION A LA RADIOTHERAPIE.....	96
4.4.2 EN ASSOCIATION A LA CHIRURGIE.....	96
4.4.3 EN ASSOCIATION AUX TRAITEMENTS DE THERMO-ABLATION	97
4.4.4 AUTRES	97
4.5 CIMENTOPLASTIE PERCUTANEE EXTRA-RACHIDIENNE.....	97
4.6 LIMITES DE NOTRE ETUDE	98
5 Conclusion.....	99
6 Références bibliographiques	100
7 Table des matières.....	104
8 Liste des illustrations.....	106
Serment d’Hippocrate.....	108

8 Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1: Espace épidural	3
Figure 2: LLP et septum médium, coupe anatomique	4
Figure 3: LLP et septum médium, TDM	5
Figure 4: Spondylodiscite avec épidurite	5
Figure 5: Métastases ostéocondensantes d'un cancer de prostate avec épidurite tumorale	6
Figure 6 : Coupe anatomique sagittale du rachis lombaire, plexus veineux	8
Figure 7 : Coupe anatomique axiale du rachis lombaire, plexus veineux	8
Figure 8 :Vascularisation artérielle du rachis dorso-lombaire et vertébrale dorsale	14
Figure 9 : Schéma descriptif montrant la vascularisation artérielle de la moelle	15
Figure 10 : Réseaux veineux péri-médullaires antérieur et postérieur	16
Figure 11 : Etapes de polymérisation	27
Figure 12 : Division vertébrale en 6 segments, d'après Kostuik	34
Figure 13 : Progression du trocart perforé à travers l'aiguille guide	38
Figure 14 : Classement des fractures-tassements vertébrales	47
Figure 15 : Définition épidurite	47
Figure 16 : Scanner injecté, coupes axiales. Hématome paravertébral gauche, au point de ponction	63
Figure 17 : Fuite de ciment intra-vasculaire au niveau de veines pré et latéro vertébrales, sans complication	64
Figure 18 : Fuite de ciment sur le trajet de ponction transpédiculaire	64
Figure 19 : Fuite de ciment extra-vasculaire	65
Figure 20 : Patient 1, IRM pré-vertébroplastie	66
Figure 21 : Patient 1, scanner pré-vertébroplastie	67
Figure 22 : Patient 1, scanner per-procédure de vertébroplastie	68
Figure 23 : Patient 1, scanner de contrôle post-procédure	69
Figure 24 : Patient 1, bilan étiologique par scanner TAP	70
Figure 25 : Patient 1, contrôle IRM à 1 mois	70
Figure 26 : Patient 2, IRM pré-vertébroplastie	71
Figure 27 : Patient 2, scanner pré et per-procédure	72
Figure 28 : Patient 2, contrôle IRM à 1 mois	73
Figure 29 : Patient 3, scanner pré-vertébroplastie	74
Figure 30 : Patient 3, PET-TDM au 18 FDG pré-vertébroplastie	75
Figure 31 : Patient 3, scanner per et post-procédure	76
Figure 32 : PET-TDM post procédure	77
Figure 33 : Algorithme de prise en charge des patients avec lésion vertébrale tumorale symptomatique	95

Liste des photos

Photo 1: Installation du patient en procubitus sur la table de scanner.	36
Photo 2 : Repérage du trajet de ponction (voie transpédiculaire)	36
Photo 3 : Mise en place de repères cutanés	37
Photo 4 : Trocart de biopsie et vertébroplastie guidée	38
Photo 5 et 5' : Progression du trocart sur aiguille chiba	39

Photo 6 : Progression du trocart par mouvements de rotation	39
Photo 7 : Trocart en place au niveau de la vertèbre à traiter	40
Photo 8 : Une seconde aiguille de 20G dans le kit permet d'injecter de l'anesthésiant local au travers du trocart.....	40
Photo 9 : On dépose le ciment à travers le trocart sous contrôle fluoroscopique continu.....	43
Photo 10 : Photographie du scanner interventionnel et de la fluoroscopie latérale	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition des ciments acryliques	27
Tableau 2 : Les ciments acryliques basse viscosité.....	29
Tableau 3: les ciments acryliques haute viscosité et ciments acryliques avec hydroxyapatite	30
Tableau 4 : Fracture-tassement "bénigne" versus fracture-tassement "pathologique".....	45
Tableau 5 : Caractéristiques démographiques de notre population.....	57
Tableau 6 : Fuite de ciment	62
Tableau 7 : Facteurs utilisés pour le score SINS (spinal Instability Neoplastic Score).....	79
Tableau 8 : Revue de la littérature, efficacité/complications de la vertébroplastie dans les atteintes vertébrales tumorales.....	83

Liste des diagrammes

Diagramme 1 : Sélection de la population cible de l'étude	49
Diagramme 2 : Etiologie de l'atteinte vertébrale tumorale.....	50
Diagramme 3 : Etiologie des primitifs dans les cas de lésions secondaires.....	51
Diagramme 4 et 4' : Etages rachidiens traités	53
Diagramme 5 : Caractéristiques scanographiques des lésions traitées.....	53
Diagramme 6: Sévérité des fractures-tassements.....	54
Diagramme 7 : Voies d'abord utilisées lors des procédures de vertébroplasties	55
Diagramme 8 : Qualité du remplissage vertébral par le ciment	56
Diagramme 9 : Scores de Kostuik pré et post-traitement et stabilisation vertébrale	58
Diagramme 10 : Stabilisation vertébrale en fonction de l'étiologie de l'atteinte vertébrale et de la qualité de remplissage	59
Diagramme 11 : Fuites vasculaires de ciment en fonction de l'étiologie de l'atteinte vertébrale, du score de Kostuik avant le traitement et de la qualité de remplissage.....	61
Diagramme 12 : Localisations des fuites de ciment extra-vasculaires.....	62

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

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

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

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

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

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

VERTEBROPLASTIE ET ENVAHISSEMENT TUMORAL DU MUR POSTERIEUR : FAISABILITE, RESULTATS A PROPOS DE 63 CAS

OBJECTIFS :

Evaluer la faisabilité et l'innocuité de la vertébroplastie percutanée chez les patients avec atteinte vertébrale tumorale du mur postérieur en vue d'une consolidation.

MATERIEL ET METHODES :

Etude rétrospective sur 661 patients consécutifs ayant bénéficié d'une cimentoplastie de décembre 2010 à novembre 2013. Les critères d'inclusion étaient la présence de lésions vertébrales tumorales avec rupture du mur postérieur et/ou atteinte de l'espace épidual, hyperalgiques ou à haut risque fracturaire.

On a recueilli des paramètres évaluant la faisabilité de la procédure, la stabilisation du rachis au décours du traitement, et les complications locales et générales.

RESULTATS :

L'analyse statistique a été menée sur 63 vertébroplasties indiquées dans 44% des cas pour métastases, 40% pour myélome et 16% pour angiome agressif. 54% des lésions traitées se trouvaient à l'étage dorsal, 41% à l'étage lombaire, 5% à l'étage cervical. 70% étaient ostéolytiques, 27% mixtes, 3% condensantes. 73% des patients étaient considérés comme instables avant le geste selon le score de Kostuik (≥ 3).

Dans 93,6% des procédures, le rachis a été considéré comme consolidé après vertébroplastie. 91,3% des patients instables avant le geste ont été consolidés par le traitement percutané ($p < 0,0001$).

Une fuite de ciment a été mise en évidence dans 65,1% des procédures, toujours minimale et non compliquée : vasculaire dans 25,4% et extra vasculaire dans 55,6% des procédures dont 7,9% intracanales et 3,2% foraminales.

Un patient a présenté un hématome paravertébral au point de ponction.

DISCUSSION :

Contrairement au dogme contre-indiquant la cimentoplastie en cas d'atteinte du mur postérieur et conformément aux données récemment publiées, notre étude tend à montrer une excellente faisabilité et innocuité de cette technique y compris en cas d'atteinte épidurale. Il s'agit d'une technique simple, mini-invasive, rapide, bien tolérée sous anesthésie locale, de faible coût, évitant une immobilisation prolongée de patients dont l'état est parfois précaire. Cette procédure permet également la réalisation de biopsie osseuse, et peut être réalisée en association aux autres traitements vertébraux locaux.

MOTS-CLEFS :

Vertébroplastie percutanée, tumeur osseuse, métastase osseuse, myélome, angiome, mur vertébral postérieur, épidualite, compression médullaire.