



**HAL**  
open science

# Évolution radiologique de la hanche après cimentoplastie du cotyle en oncologie

Marie-Charlotte Hesler

► **To cite this version:**

Marie-Charlotte Hesler. Évolution radiologique de la hanche après cimentoplastie du cotyle en oncologie. Médecine humaine et pathologie. 2017. dumas-01676751

**HAL Id: dumas-01676751**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01676751v1>**

Submitted on 6 Jan 2018

**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.

Université de Bordeaux

U.F.R. des Sciences Médicales

Année 2017 – Thèse n°3045

Thèse pour l'obtention du

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**Spécialité** : Radiodiagnostic et imagerie médicale

Présentée et soutenue publiquement à Bordeaux

Le 23 Mai 2017

Par

Marie-Charlotte HESLER

Née le 18 juin 1989 à Epinal (88)

**EVOLUTION RADIOLOGIQUE DE LA HANCHE  
APRES CIMENTOPLASTIE DU COTYLE EN ONCOLOGIE**

**Directeur de thèse**

Monsieur le Docteur Xavier BUY

**Rapporteur**

Monsieur le Professeur Antoine FEYDY

**Membres du jury**

Monsieur le Professeur Michel MONTAUDON

Président

Monsieur le Professeur Thierry FABRE

Juge

Monsieur le Professeur Ivan KRAKOWSKI

Juge

Monsieur le Docteur Jean-Thomas PEREZ

Juge

# TABLE DES MATIERES

<b>ABREVIATIONS.....</b>	<b>6</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
A. Revue de la littérature (Tableau 11 en Annexe) .....	12
B. Limites de la littérature.....	13
1. Un faible niveau de preuve .....	13
2. L'échantillon.....	14
3. L'absence d'imagerie .....	14
4. L'hétérogénéité des localisations de cimentoplasties .....	14
5. Les critères d'exclusion .....	15
C. Objectifs .....	15
<b>II. GENERALITES.....</b>	<b>16</b>
A. Les metastases osseuses & le myelome multiple des os.....	16
1. Epidémiologie .....	16
2. Les évènements osseux .....	17
3. Physiopathologie des métastases osseuses.....	18
4. La prise en charge des métastases osseuses .....	21
B. La cimentoplastie du cotyle .....	34
1. La hanche .....	34
2. Le ciment.....	37
3. La cimentoplastie du cotyle : l'intervention .....	38
<b>III. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>43</b>
A. Description de la population.....	43
1. Sélection des patients.....	43
2. Caractéristiques de la population .....	43
3. Suivi radiologique et survie.....	43
4. Evaluation de l'état initial du cotyle .....	43
5. Cimentoplastie du cotyle .....	45

6.	Traitements associes .....	46
B.	Objectif principal .....	46
1.	Description de l'evolution des fractures .....	46
2.	Effet stabilisateur de la cimentoplastie sur le risque fracturaire .....	46
3.	Facteurs de risque d'apparition ou aggravation d'une fracture .....	47
C.	Objectifs secondaires .....	47
1.	Complications immédiates .....	47
2.	Facteurs de risque de fuite articulaire .....	47
3.	Evolution de la synoviale .....	47
4.	Evolution de la tête fémorale : perte de la sphéricité.....	47
D.	Analyses statistiques .....	49
<b>IV.</b>	<b>RESULTATS .....</b>	<b>50</b>
A.	Description De La Population .....	50
1.	Caractéristiques de la population.....	50
2.	Suivi radiologique et survie .....	50
3.	Evaluation de l'état initial du cotyle .....	51
4.	Cimentoplastie du cotyle : l'intervention.....	52
5.	Traitements associes .....	53
B.	Objectif principal .....	54
1.	Description de l'evolution des fractures .....	54
2.	Effet stabilisateur de la cimentoplastie sur le risque fracturaire .....	56
3.	Facteurs de risque d'une apparition ou aggravation de fracture .....	56
C.	Objectifs Secondaires .....	58
1.	Complications Immédiates.....	58
2.	Facteurs de risques de fuite articulaire .....	58
3.	Evolution De La tête fémorale.....	60
<b>V.</b>	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>61</b>
A.	Description de la Population .....	61



1.	Etude du cotyle initial .....	61
2.	Etude de la procédure de cimentoplastie.....	61
B.	Etude des fractures .....	62
1.	Effet de la cimentoplastie sur le risque fracturaire .....	62
2.	Incidence, Localisation, grade et cinétique de la fracture du cotyle après cimentoplastie .....	62
3.	Fracture et ablathermie .....	63
4.	Intérêt de l'association au vissage percutanée.....	64
C.	Complications immédiates de la cimentoplastie .....	65
1.	Fuite articulaire .....	65
2.	Fuite extra-articulaire .....	71
3.	Complications vasculaires.....	71
D.	Evolution de la tête fémorale .....	72
1.	Iatrogène : lésion de radiofréquence.....	74
2.	Ostéonécrose aseptique .....	76
3.	Cas particulier d'ostéonécrose : l'évolution rapidement destructrice .....	77
4.	Fracture sur insuffisance osseuse .....	78
5.	Ostéo-arthropathie post-traumatique.....	79
6.	Synovites .....	79
7.	Coxarthrose destructrice rapide <sup>82</sup> .....	80
8.	En résumé .....	81
E.	Limites de l'étude.....	82
1.	Population.....	82
2.	Suivi.....	82
3.	Absence de marqueur clinique de la douleur et motricité.....	83
F.	Points forts de l'étude.....	83
1.	Taille et qualité de l'échantillon.....	83
2.	Suivi Par Imagerie.....	84

<b>VI. CONCLUSION .....</b>	<b>85</b>
A. Synthèse .....	85
B. Modification de la pratique clinique .....	85
C. Prochaines études... ..	86
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>87</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>91</b>
<b>SERMENT D’HIPPOCRATE .....</b>	<b>103</b>

## ABREVIATIONS

**ASA** : American Society of Anesthesiologists

**ATP** : Adenosine TriPhosphate

**EVA** : Echelle Visuelle Analogique

**ECOG** : Eastern Cooperative Oncology Group

**HHS** : Harris Hip Score

**PMMA** : PolyMethyl-MethAcrylate

**PTH** : Prothèse Totale de Hanche

**RANKL** : receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand

**RCP** : Réunion de Concertation Pluridisciplinaire

**STIR** : Short T1 Inversion Recovery

**TEP-TDM** : Tomographie par Emission de Positons couplée à la tomodensitométrie

**WOMAC** : Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Evolution de la Valeur d'ECOG, n = 25; p<0.001, d'apres maccauro <sup>3</sup> .....	13
Figure 2 : Patient 74 ayant beneficié de multiples cimentoplasties du bassin dont les deux cotyles ...	14
Figure 3 Mecanismes d'action des bisphosphonates sur l'osteoclaste, d'apres R. Lor Randall.....	21
Figure 4 Mécanisme d'action du Denosumab, d'apres R. Lor Randall.....	22
Figure 5 : Distribution et repartition des fractures par insuffisance osseuse au niveau du pelvis apres radiothérapie pour cancer uterin, d'apres Uezono <sup>33</sup> .....	24
Figure 6 : Mise en place de broches de Steinmann par voie antérograde depuis la crête iliaque antérieure dirigées vers le toit du cotyle [A] ou par voie rétrograde ascendante en haut et en arrière dirigées vers l'articulation sacro-iliaque, d'apres Pointillart et Fabre. ....	27
Figure 7 Exemple d'anneau de renfort acetabulaire en complément d'une cimentoplastie. patiente 107.....	28
Figure 8 Schéma de prothese ilio-fémorale, d'après pointillart et fabre.....	28
Figure 9 Classification des différentes procédures de radiologie interventionnelle sur l'os d'apres Iannessi <sup>45</sup> .....	29
Figure 10 : Avantages et inconvénients des techniques d'ablathermie percutanée, d'apres IANNESSI. ....	30
Figure 11 Anatomie de la hanche, extrait du livre Gray's anatomy.....	34
Figure 12 Schema des differentes travees spongieuses de l'extremité superieure du femur : .....	35
Figure 13 La balance de Pauwels. ....	36
Figure 14 Representation de la resistance du ciment PMMA face aux differentes forces pouvant s'appliquer à l'os, d'apres Clive Lee.....	38
Figure 15 IRM coupe axial T1. Localisation des différentes structures à éviter : paquet vasculo-nerveux femoral (rectangle) et nerf sciatique (flèche) .....	39
Figure 16 images de scopie illustrant l'abord ilio-pubien lors d'une cimentoplastie du mur antérieur du cotyle, d'apres Bauones <sup>59</sup> .....	40
Figure 17 Exemple d'injecteur (teknimed).....	40
Figure 18. Exemple de Fuite extra articulaire au contact du nerf sciatique, responsable d'une radiculalgie régressive.....	42
Figure 19 coupes axiales scanner illustrants les trois différents types de trame osseuse.....	44
Figure 20 : reconstructions scanner axiales et coronale (image de droite), illustrant les trois différents types d'atteinte sous chondrale.....	44

Figure 21 Reconstructions axiales et coronales de scanner (a gauche) illustrant les trois différents types de fracture articulaire .....	45
Figure 22 : Courbe de survie des 128 patients selon la methode de kaplan meier. Les patients non decedes etaient censures a la date de la derniere consultation connue.....	51
Figure 23 Box plot illustrant le suivi radiologique des 114 cotyles. ....	51
Figure 24 Patient 96 : fracture dite "articulaire" sur PTH. ascension de la PTH associee .....	52
Figure 25 Evaluation du remplissage en fonction du territoire lorsqu'il était atteint.....	53
Figure 26 organigramme illustrant Repartition des différentes Cinetique des fractures du cotyle .....	54
Figure 27 Courbe de survie Kaplan meier illustrant la probabilité d'apparition de fracture chez les patients sans fracture initiale .....	54
Figure 28 Courbe de survie Kaplan Meier - Consolidation [A] et aggravation [B] de la fracture chez les patients avec fracture initiale.....	55
Figure 29 Localisation et gravité des fractures apparues [A] et aggravees [B] .....	55
Figure 30 Organigramme illustrant l'incidence des fractures apparues ou aggravées apres cimentoplastie en fonction du caractere neoplasique du territoire fracturé et de son remplissage ...	56
Figure 31 Test de Logrank évaluant le remplissage satisfaisant non statistiquement associé à l'apparition ou aggravation de fracture dans chaque territoire (4 territoires des 114 cotyles) .....	57
Figure 32 Test logrank évaluant la radiothérapie (avant/contomittante/apres cimentoplastie) comme facteur de risque de d'apparition ou aggravation de fracture a la limite de la significativité .....	57
Figure 33 Courbe de survie kaplan meier illustrant la probabilité d'apparition de la synovite d'inclusion après la premiere fuite articulaire quelle que soit la session de cimentoplastie.....	59
Figure 34 Test du logrank associant significativement l'apparition de la synovite d'inclusion et la presence d'une fuite articulaire lors d'une des session de cimentoplastie. ....	59
Figure 35 Deformation de la tete femorale : organigramme illustrant la repartition des differentes etiologies non exclusives et leurs effectifs .....	60
Figure 36 Patiente 91 : Traitement combiné radiofréquence-cimentoplastie, compliqué d'une ostéonécrose thermique femorale [B] et d'une fracture du cotyle [C] et [D].....	64
Figure 37 Synovite D'inclusion au scanner. l'épaississement synovial et l'inclusion de particules de ciment de tailles différentes.. A noter sur l'image [B], la presence de debris osseux articulaires rapportée à l'osteonecrose de la tete femorale.....	66
Figure 38 IRM d'une Synovite secondaire à la fuite articulaire de ciment. Le ciment intra-articulaire est visible sous la forme d'hyperdensité spontanée au Cone-Beam, traduite en hyposignal T1 et T2 à l'IRM. La sequence STIR permet de bien visualer la lame d'épanchement articulaire. L'injection de produit de contraste met en evidence une franche prise de contraste synoviale.....	66

Figure 39. Patiente ayant bénéficié d'une cimentoplastie de la scapula, compliquée d'une fuite articulaire. Scanner précédant la ponction articulaire et biopsie synoviale.....	67
Figure 40 Figure détaillant l'incorporation des particules de ciment acrylique dans la réaction synoviale à court-terme, d'après Meachim <sup>71</sup> .....	68
Figure 41 Analyse anatomopathologique d'une biopsie synoviale avec présence de PMMA (étoile) et oxyde de Zirconium (➔), D'après LAROUSSERIE.....	69
Figure 42. Patient hors étude. Synovite d'inclusion (flèche) sur PTH, apparaissant hypermétabolique au TEP-scanner.....	69
Figure 43 Patiente hors étude : aspect de synovite d'inclusion (Flèche) après dépose de PTH.....	70
Figure 44 Exemples des différents types de fuites extra-articulaires.....	71
Figure 45. Complications vasculaires <sup>72</sup> Figure 46. Imageries des deux patientes ayant bénéficié d'une arthroplastie.....	73
Figure 47 Modélisation des mécanismes et facteurs de risque d'atteinte destructrice de la tête fémorale.....	74
Figure 48. Patiente 28 traitée par radiofréquence d'une métastase du mur postérieur du cotyle. La zone d'ablation ayant atteint la tête fémorale (flèche rouge), responsable d'une zone nette d'ostéonécrose thermique. Enfoncement progressif de la zone de nécrose thermique, avec <i>encoche</i> nette entre l'os sain et l'os nécrosé (flèche verte) et chondrolyse.....	75
Figure 49 Sonde de radiofréquence au sein d'une lésion lytique du mur postérieure et toit du cotyle, d'après N. Wallace.....	75
Figure 50 ostéonécrose avasculaire de la tête fémorale.....	77
Figure 51 ostéonécrose de la tête fémorale entière.....	78
Figure 52. Déformation progressive d'une tête fémorale face à la fracture du cotyle. Plage hyperclaire correspondant à une zone d'ostéonécrose mécanique qui se effondre progressivement.....	79
Figure 53 Hypermétabolisme de la synovite associée à l'ostéonécrose de la tête fémorale.....	80
Figure 54 Distension synoviale avec débris articulaires.....	80
Figure 55. patiente 79 : Coxarthrose destructrice rapide : pincement articulaire marqué sans ostéophytes, face à un cotyle pathologique. Œdème osseux majeur de la tête fémorale nettement visible sur l'IRM.....	81
Figure 56 Toit du cotyle : reconstitution multiplanaire sur un scanner.....	99
Figure 57 Mur antérieur du cotyle : reconstruction multiplanaire sur un scanner.....	99
Figure 58 Mur postérieur du cotyle : reconstruction multiplanaire sur un scanner.....	100
Figure 59 Lame quadrilatère du cotyle : reconstruction multiplanaire sur un scanner.....	100



Tableau 1 : Incidence des métastases osseuses en fonction du cancer primitif, selon l'étude de Galasko ..	16
Tableau 2 : Classification d'Harrington.....	27
Tableau 3 : Classification d'Enneking.....	27
Tableau 4 : Répartition des différents types de tumeurs primitives retrouvées dans la population .....	50
Tableau 5 : Répartition de la localisation des fractures articulaires initiales et leur gravité.....	52
Tableau 6 : Traitements associés : effectifs des traitements associés, et période à laquelle ils ont été administrés par rapport à la première session de cimentoplastie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 7 : Test de McNemar évaluant la cimentoplastie comme facteur statistiquement significatif de diminution de la prévalence de fracture cotyloïdienne .....	56
Tableau 8 : Complications immédiates de la cimentoplastie .....	58
Tableau 9 : Test des facteurs de risque de fuite articulaire .....	58
Tableau 10 : Revue de la littérature de la cimentoplastie du cotyle .....	92
Tableau 11 : Score de Mirel.....	98
Tableau 12 : Classification des effets secondaires de la radiothérapie.....	98



# I. INTRODUCTION

Aujourd'hui, les douleurs dues aux métastases osseuses chez le patient atteint de cancer constituent un problème non résolu. Grâce aux avancées majeures des traitements anti-cancéreux (immunothérapies, thérapies ciblées...), ces patients voient leur espérance de vie s'allonger. Il devient alors capital d'améliorer leur qualité de vie. En réponse à cela, le rôle de la médecine est, aujourd'hui, de soulager les douleurs et de prévenir les risques de complications.

La prise en charge des métastases osseuses douloureuses repose sur plusieurs techniques: la chirurgie, promettant d'excellents résultats au prix d'interventions lourdes à risque de complications ; la radiothérapie mais n'étant pas efficace chez tous les patients (21% à 88%<sup>1</sup>), avec un délai d'action retardé et les traitements systémiques responsables d'effets indésirables pour une réponse antalgique incomplète.

La radiologie interventionnelle, depuis quelques années, offre de nouvelles options thérapeutiques face à la douleur, avec l'avantage d'avoir des hospitalisations courtes grâce à ses abord *mini-invasifs*, un très faible taux de complication et une efficacité à la hauteur des autres techniques.

La cimentoplastie en est l'une d'elle. Celle-ci consiste à injecter un ciment à base de PMMA au sein de lésions osseuses douloureuses ou à risque fracturaire. Elle a d'abord été développée dans les vertèbres, et s'est ensuite déclinée aux ceintures et aux os longs.

La cimentoplastie est une technique efficace pour soulager les douleurs, validée à de nombreuses reprises dans la littérature. Néanmoins, cette technique s'avère plus complexe au sein du cotyle que les autres localisations car elle s'attaque à une anatomie morphologique complexe et fonctionnelle majeure. De ce fait, elle mérite une attention particulière pour offrir un traitement aussi optimal et durable que possible.

Si la littérature offre des données importantes sur la cimentoplastie des vertèbres, elle est bien plus pauvre sur l'évaluation spécifique de la cimentoplastie du cotyle néoplasique, et notamment du devenir de ces cotyles cimentés chez les patients présentant une survie prolongée. Nous avons donc décidé d'étudier l'évolution de la hanche après cimentoplastie du cotyle grâce à l'imagerie, à l'Institut Bergonié de 2007 à 2015.

## A. REVUE DE LA LITTÉRATURE (TABLEAU EN ANNEXE)

La revue de la littérature concernant la cimentoplastie du cotyle en oncologie s'avère assez limitée. Bien que la première étude ait été publiée par Cotten<sup>2</sup> en 1989, seulement une dizaine d'études sont venues renforcer la littérature depuis.

Chacune de ces études a cherché à prouver l'efficacité antalgique de la cimentoplastie dans le cotyle ; et chacune, via des méthodes légèrement différentes, a démontré une diminution significative de la douleur à court et moyen terme.

L'étude prospective de Cotten<sup>2</sup> (première publication sur la cimentoplastie du cotyle) a étudié 12 cotyles chez 11 patients. Ses critères d'inclusion étaient des cotyles contre-indiqués à la chirurgie. Devant l'absence de littérature et de recommandations cliniques, elle a exclu les cotyles présentant un défaut cortical de plus de 5 mm de diamètre (pour limiter le risque de fuite articulaire) et les extensions tumorales extra-osseuses de plus de trois fois la taille de la destruction osseuse (car l'intérêt antalgique serait limité). L'analyse de l'intervention se faisait sur un scan-

ner post-opératoire. Chaque patient bénéficiait d'une radiothérapie 3 semaines en moyenne après la cimentoplastie. Elle a évalué à 1 mois, entre 3 et 6 mois, et à 1 an la douleur et la marche selon les critères utilisés par les rhumatologues ; et a réalisé une radiographie de la hanche traitée à chaque consultation. Une diminution marquée de la douleur et une amélioration de la marche a été observée dans la majorité des cas. Le suivi médian était de 7.2 mois.

Maccauro<sup>3</sup> a publié la plus grosse série de cimentoplasties du cotyle, composée de 30 cotyles sur 25 patients en 2008. Les critères d'inclusion étaient des patients présentant des cotyles métastatiques, non accessibles à la chirurgie. Les fractures acétabulaires et discontinuités pelviennes étaient des contre-indications absolues. L'amélioration des scores antalgique, fonctionnel et général d'ECOG, WOMAC et HHS a été significative (Figure 1). 40% des patients ont bénéficié d'un suivi maximal de 1 an.

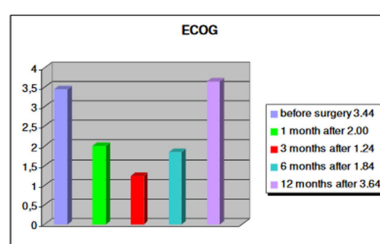


FIGURE 1 EVOLUTION DE LA VALEUR D'ECOG, N = 25; P<0.001, D'APRES MACCAURO<sup>3</sup>

Durfee<sup>4</sup>, en 2017, a réalisé une étude rétrospective sur 11 patients ayant bénéficié d'une cimentoplastie du cotyle. Il exclut les cotyles fracturés, les atteintes néoplasiques de la tête fémorale, et les lésions non métastatiques du cotyle. Un patient a bénéficié d'un complément de cimentoplastie, et un patient a eu besoin d'une chirurgie reconstructrice. L'efficacité clinique s'est avérée significative avec une diminution de la médiane du score de l'EVA de 7.7 à 2.1 (p=0.02). Une amélioration de la marche était décrite, mais non statistiquement significative. Le point fort de son étude était un suivi clinique médian de 26,4 mois.

Gupta<sup>5</sup> et Weill<sup>6</sup> ont publié des séries de taille et de suivi inférieurs à celles décrites précédemment, mais démontrent également une efficacité antalgique chez la majorité de leurs patients.

Lane<sup>7</sup>, Marcy<sup>8</sup>, Ianessi<sup>9</sup>, Sun<sup>10</sup> et Basile<sup>11</sup> ont réalisé des études ciblant les cimentoplasties extra-vertébrales, ou localisées au bassin en oncologie, incluant quelques cimentoplasties de cotyle. Chacune décrit une bonne efficacité antalgique de la cimentoplastie, quelle que soit sa localisation.

Wallace<sup>12</sup> a étudié en 2015 l'efficacité d'un traitement combiné radiofréquence-cimentoplastie acétabulaire chez 12 patients avec une diminution significative (p=0.002) de la médiane de l'EVA passant de 8 à 3 après traitement.

## B. LIMITES DE LA LITTÉRATURE

### 1. UN FAIBLE NIVEAU DE PREUVE

Chacune de ces études présente un faible niveau de preuve : elles sont rétrospectives, non comparatives et ont une faible puissance.

## 2. L'ECHANTILLON

La plus grosse série publiée est composée de 30 cotyles<sup>3</sup>. Les onze études publiées (hors *case report*) sur les trente dernières années décomptent au total 135 cotyles. Les tailles modestes de ces études sont l'une des principales limites de la littérature.

Cela s'explique par une faible standardisation de la technique avec une importante complexité technique pour des équipes n'ayant accès qu'à un guidage par fluoroscopie mono-planaire.

## 3. L'ABSENCE D'IMAGERIE

Peu de séries possèdent une imagerie post-cimentoplastie. Quelques études réalisent un scanner post-cimentoplastie précoce, où l'intérêt est de faire le bilan de l'intervention en recherchant une complication liée à l'intervention qui serait passée inaperçue sur la scopie (fuites intra ou extra articulaire) et évaluer le remplissage<sup>2,5,7</sup>.

Au mieux, il existait un suivi par radiographie, notamment dans l'étude de Cotten<sup>2</sup>, mais la sensibilité d'une radiographie est nettement limitée voire inefficace pour la détection de fractures, synovites etc. D'autant plus lorsque l'analyse est gênée par l'opacité du ciment.

Lane<sup>7</sup> et Maccauro<sup>3</sup> présentent des imageries de coupe dans le suivi. Maccauro décrit la réalisation de scanners après la cimentoplastie mais aucune interprétation ni analyse n'en découle, uniquement des illustrations. Lane décrit la réalisation d'un scanner post-cimentoplastie systématique, ainsi qu'une IRM à 1 mois pour les lésions volumineuses, présentant une large ostéolyse, et ayant bénéficié d'un seul site de radiofréquence (soit 14/36 patients). Son étude incluant d'autres localisations que le cotyle, nous ne connaissons pas le nombre d'IRM concernant le cotyle. Quoiqu'il en soit, aucune analyse n'est présentée concernant l'interprétation de ces IRM.

## 4. L'HETEROGENEITE DES LOCALISATIONS DE CIMENTOPLASTIES



**FIGURE 2 : PATIENT 74 AYANT BENEFICIE DE MULTIPLES CIMENTOPLASTIES DU BASSIN DONT LES DEUX COTYLES**

Certains de ces articles<sup>8-11</sup> étudient la cimentoplastie du bassin, sans clairement séparer cotyles, cadres obturateurs, ailes iliaques ou ailerons sacrés. Selon nous, le cotyle mérite une attention particulière. D'une part car il appartient à une articulation complexe, très mobile et qui possède une anatomie unique ; d'autre part car le cotyle supporte des contraintes mécaniques bien plus importantes que les autres localisations du bassin.

## 5. LES CRITERES D'EXCLUSION

Dans la pratique quotidienne, il existe un nombre non négligeable de patients se présentant avec des cotyles pathologiques très complexes (fracture, volumineuse masse tumorale, extension tumorale intra-articulaire..). Néanmoins, les études existantes excluent généralement ces patients présentant des fractures acétabulaires, des envahissements extra-osseux importants, des atteintes corticales majeures... La littérature n'apporte donc aucune réponse à la question de la prise en charge de ces patients présentant des atteintes cotyloïdiennes très avancées. Pourtant la radiologie interventionnelle peut être un traitement de dernier recours très efficace.

### C. OBJECTIFS

**L'objectif principal** de notre étude est d'évaluer l'efficacité de la cimentoplastie sur la stabilisation du cotyle néoplasique et de rechercher les éventuels facteurs de risque d'échec, à l'aide de critères radiologiques.

**Les objectifs secondaires** sont :

- décrire les complications immédiates radiologiquement décelables de la cimentoplastie, et rechercher les facteurs de risque de fuite articulaire ;
- décrire l'évolution radiologique de la hanche après cimentoplastie du cotyle, en s'intéressant d'une part à la modification de la synoviale et d'autre part à la déformation de la tête fémorale.

## II. GENERALITES

En 2015, selon l'Institut National du Cancer, le nombre de nouveaux cas de cancer en France métropolitaine est estimé à 385 000 (211 000 hommes et 174 000 femmes) et le nombre de décès par cancer, à 149 500 (84 100 hommes et 65 400 femmes).

Le cancer est un problème de santé publique. Il est l'une des cibles principales de la médecine et de la recherche d'aujourd'hui et de demain. Le Plan Cancer 2014-2019 définit de multiples objectifs permettant l'amélioration de la prise en charge du cancer, de la prévention aux soins de supports ou encore à l'*après-cancer*.

Les soins de supports prennent en effet une place de plus en plus importante, et la radiologie interventionnelle y a un rôle prépondérant. Grâce aux avancées majeures en cancérologie (chimiothérapies, immunothérapies...), les taux de survie connaissent une franche augmentation, y compris chez les patients métastatiques.

### A. LES METASTASES OSSEUSES & LE MYELOME MULTIPLE DES OS

#### 1. EPIDEMIOLOGIE

L'os est la troisième localisation métastatique après le poumon et le foie. Le cancer du sein et de la prostate sont les cancers les plus ostéophiles. Décrire l'incidence des métastases est difficile, car cela nécessite un suivi à long terme. Galasko<sup>13</sup> a décrit lors d'une étude post-mortem l'incidence des métastases osseuses dans différents cancers (Tableau 1).

TABLEAU 1 INCIDENCE DES METASTASES OSSEUSES EN FONCTION DU CANCER PRIMITIF, SELON L'ETUDE DE GALASKO

Cancer primitif	Incidence des métastases osseuses
Sein	73,00%
Prostate	68,00%
Thyroïde	42,00%
Rein	35,00%
Poumon	36,00%
Digestif	5,00%

Cette étude datant de 1981 donne une estimation de l'incidence des métastases dans l'histoire naturelle du cancer, car l'arsenal thérapeutique oncologique n'est plus comparable aujourd'hui. Par exemple, une étude japonaise<sup>14</sup> de 2014 décrit une incidence à 5 ans des métastases osseuses chez les patients atteints de cancer du sein à 11.3%.

Le taux de survie après diagnostic de métastases osseuses dépend de la tumeur primitive, et de la présence de métastases synchrones viscérales.

Par exemple, dans le cas du cancer du sein, Yong décrit dans une étude danoise, chez des patients atteints de cancer du sein, une survie estimée à 5 ans de 75,8% en l'absence de métastases osseuses, 8,3% chez les patients avec métastases osseuses et 2,5% chez les patients ayant des métastases osseuses compliquées d'évènements osseux<sup>15</sup>.

Dans le cas du cancer du poumon, Delea estime la survie à 4,1 mois après le premier événement osseux chez les patients atteints d'un cancer métastatique à l'os<sup>16</sup>. Une étude multicentrique prospective française en évalue la survie médiane à 5,8 mois<sup>17</sup>.

Les métastases osseuses uniques sont rares. Dans les cancers du sein et de la prostate d'emblée métastatiques à l'os, respectivement 84,9% et 81,4% ont des métastases osseuses multiples au diagnostic. Les métastases uniques au diagnostic sont retrouvées principalement dans le cancer du rein (38,8%)<sup>18</sup>. Ces métastases uniques peuvent bénéficier d'une prise en charge plus agressive à visée carcinologique, et sont donc de meilleur pronostic.

Concernant le myélome multiple des os, environ 5 000 nouveaux cas sont diagnostiqués en France chaque année dont 54% chez l'homme<sup>19</sup>. Le myélome multiple représente moins de 2% de l'ensemble des cancers et 10 à 12% des hémopathies malignes. L'âge médian au diagnostic est de 70 ans chez les hommes et de 74 ans chez les femmes. En 2005, la survie relative à 5 ans était d'environ 40%. L'utilisation de nouvelles molécules (thalidomide, lénalidomide, bortezomib) devrait améliorer cette survie.

## 2. LES EVENEMENTS OSSEUX

### a) LE RETENTISSEMENT CLINIQUE

Les événements osseux correspondent à la survenue de complications secondaires à une métastase osseuse. En moyenne, un patient métastatique osseux présentera un événement osseux tous les 3 à 6 mois. Costa estime qu'environ un patient métastatique osseux sur deux aura un événement osseux<sup>20</sup>. Les différentes complications définies comme *événements osseux* sont détaillées ci-dessous.

#### (1) LA DOULEUR OSSEUSE IMPOSANT LE RECOURS A UNE RADIOTHERAPIE PALLIATIVE A VISEE ANTALGIQUE, OU IMPOSANT LE CHANGEMENT DE LIGNE THERAPEUTIQUE

Environ 80% des patients atteints d'un cancer du sein avancé développeront des métastases ostéolytiques, 2/3 de ces lésions seront douloureuses<sup>21</sup>. La physiopathologie de la douleur dans les métastases osseuses est mal connue. Elle est certainement multifactorielle :

- relargage de médiateurs chimiques (cytokines) ;
- augmentation de la pression intra-osseuse ;
- micro-fractures ;
- extension périostée ;
- contractures musculaires ;
- infiltration d'une racine nerveuse adjacente ;
- compression nerveuse secondaire à une fracture pathologique.

#### (2) L'HYPERCALCEMIE MALIGNE

L'hypercalcémie est souvent secondaire à la résorption osseuse. Les métastases ostéolytiques sont en effet retrouvées dans 80% des cas. Les signes cliniques de l'hypercalcémie sont multiples et aspécifiques. Ils peuvent être mineurs (fatigue, anorexie, constipation) à majeurs (insuffisance rénale, confusion), et même létaux (arythmies cardiaques).

### (3) LA FRACTURE PATHOLOGIQUE OU LE RECOURS A UNE CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE PREVENTIVE

Les lésions métastatiques osseuses sont responsables initialement de micro-fractures, expliquant en partie les douleurs. Le risque de fracture pathologique est théoriquement corrélé à la composante lytique, la taille, et la lyse corticale.

Par exemple, le score de Mirel a pour but d'estimer le risque de fracture pathologique devant une lésion métastatique des os longs, et de proposer une attitude thérapeutique adaptée au score (Figure 54 en annexe). Selon lui, une lésion est d'autant plus à risque qu'elle est douloureuse et responsable d'une impotence, localisée sur un os porteur, et lysant la corticale.

### (4) LA COMPRESSION MEDULLAIRE OU SYNDROME DE LA QUEUE DE CHEVAL

Cette urgence chirurgicale peut se présenter sous différentes formes. Soit brutalement après une fracture vertébrale pathologique, soit progressivement secondaire à une épidurite métastatique. En fonction de la présentation initiale, le traitement sera choisi, entre la chirurgie de dé-compression et/ou la radiothérapie externe.

#### b) LE RETENTISSEMENT ECONOMIQUE

Schulman et Kolhes ont estimé qu'aux Etats-Unis, 17% (12,6 billions) des dépenses dues au traitement du cancer était destiné à la prise en charge des métastases osseuses<sup>22</sup>.

L'étude française menée par Decroisette<sup>17</sup> évalue le cout mensuel d'un patient suivi pour cancer broncho-pulmonaire métastatique à l'os à 190€, 374€ et 4672€ pour les patients respectivement asymptomatiques, symptomatiques et présentant des évènements osseux.

Ces données soulignent l'intérêt d'une prise en charge précoce et préventive des métastases osseuses.

## 3. PHYSIOPATHOLOGIE DES METASTASES OSSEUSES

#### a) LE TISSU OSSEUX NORMAL

La trame osseuse de l'os normal est un tissu conjonctif composé de substances organiques minéralisées (fibres de collagène de type 1, associées aux glycosaminoglycanes et aux protéines non collagéniques) et de substances minérales (essentiellement d'hydroxyapatite de calcium, qui confère à l'os sa dureté et sa résistance), ainsi que les cellules osseuses des lignées osteoclastiques et osteoblastiques.

On décompose l'os en trois parties :

- **le périoste** : structure dynamique recouvrant l'os (hors surface articulaire). Il possède une activité ostéoprogénitrice et assure la croissance en largeur. Il a un rôle essentiel dans la résistance des os. Il est responsable de la sensibilité de l'os.
- **os cortical ou compact** : la paroi externe de toute pièce osseuse
- **os trabéculaire ou spongieux** : travées reliées entre elles, entourées de tissu adipeux et hématopoïétique. Les travées forment un réseau tridimensionnel dont l'orientation est ajustée par les sollicitations mécaniques. L'os trabéculaire offre une excellente résis-

tance aux contraintes mécaniques, notamment en compression, des épiphyses et métaphyses des os long et vertèbres

D'un point de vue cellulaire, on distingue :

- **la lignée ostéoclastique** : le rôle de ces cellules géantes multinuclées est la résorption de la matrice osseuse minéralisée ;
- **la lignée ostéoblastique** :
  - les ostéoblastes sont responsables de la synthèse de la matrice osseuse ; certains deviennent des ostéocytes, d'autres des cellules bordantes, d'autres meurent ;
  - les ostéocytes sont emmurés dans la matrice minéralisée. Ces cellules *étoilées* avec de nombreux prolongements cytoplasmiques, permettent la transmission d'informations chimiques et mécaniques. Il semblerait qu'ils aient le rôle de *mécanosenseurs*: sensible au stress mécanique et aux mouvements des fluides. Ainsi, via la synthèse de l'hormone *sclérostine*, les ostéocytes peuvent inhiber la formation osseuse.
- **cellules bordantes** : dites *inactives*, elles peuvent néanmoins moduler l'activité ostéoclastique, et communiquent avec les ostéocytes.

## (1) LE REMODELAGE OSSEUX

Il est géré par une BMU : *basal multicellular unit*. Cette BMU est formée de cellules précurseurs ostéoclastiques à l'avant du front de progression, et ostéoblastiques à l'arrière.

Le remodelage est contrôlé par de nombreux facteurs :

- Hormonaux : par exemple, les cytokines ont un rôle dans la différenciation des ostéoclastes ; l'hormone *tumor necrosis factor alpha* stimule la résorption ostéoclastique ;
- Nutritionnels ;
- Mécaniques : l'adaptation à la contrainte mécanique a été prouvée par Wolff et Roux. Ils développent la théorie que l'architecture osseuse est la résultante de lois mathématiques. L'épaisseur corticale et le nombre de travées osseuses correspondent à la distribution quantitative des contraintes mécaniques. Ce mécanisme de « mécano-traduction » est appelé *mécanostat*.

En pratique, quand un certain niveau de contrainte est appliqué à l'os, il existe une augmentation de la formation osseuse et une réduction de la résorption. Inversement, en cas de contrainte insuffisante, ou paradoxalement, d'hyper contrainte, l'effet est inversé avec une diminution de la formation et une augmentation de la résorption.

## b) LA PHYSIOPATHOLOGIE DES METASTASES OSSEUSES

La fréquence élevée des métastases osseuses s'explique par la particularité de la vascularisation artérielle osseuse. En effet, les capillaires au sein de l'os sont sinusoides et le débit, lent, permet une pénétration facilitée de la cellule cancéreuse dans l'os. Leur localisation au sein du squelette est corrélée à l'importance de la vascularisation artérielle afférente de la moelle rouge, qui offre un environnement de croissance idéal. Ainsi les métastases osseuses sont principalement présentes dans les os riches en moelle rouge : rachis et bassin en priorité.

Une seconde hypothèse<sup>23</sup> met en évidence que le drainage veineux des viscères thoraciques et abdominaux ne se fait pas uniquement par le drainage cave, mais une partie du sang circule au



niveau du plexus veineux épidural. Ceci explique en partie pourquoi le squelette axial est plus touché par les métastases osseuses.

Ces deux hypothèses s'ajoutent à la théorie moléculaire selon laquelle les cellules tumorales utilisent, comme les cellules souches hématopoïétiques, le *chimiotactisme*. Ceci leur permet d'atteindre la niche des cellules hématopoïétiques. Dans ce système, les cellules tumorales expriment un récepteur et remontent un gradient de concentration de chimiokines produites par l'os.

Les cellules tumorales produisent ensuite des molécules *adhésives* leur permettant de se lier aux cellules stromales de la moelle et à la trame osseuse. Elles secrètent également des facteurs angiogéniques permettant d'augmenter le recrutement vasculaire, et des facteurs de résorption osseuse.

En effet, les cellules tumorales sont indirectement responsables de la destruction osseuse. C'est en inhibant la formation osseuse, et en activant la résorption osseuse, qu'une cavité est créée, dans laquelle la tumeur peut se développer. Les hormones de croissance naturellement présentes dans l'os sont libérées pendant la résorption osseuse, et stimulent la croissance des cellules tumorales.

Le caractère lytique, condensant ou mixte d'une métastase osseuse est lié aux hormones secrétées par la cellule tumorale. Si celle-ci secrète des hormones stimulant l'ostéof ormation, les métastases seront plutôt condensantes, et inversement, si elles secrètent plutôt des hormones stimulant l'ostéorésorption.

#### EXEMPLE DU CANCER DU SEIN

Les cellules métastatiques osseuses secrètent la *parathyroid hormone-related peptide*, qui peut activer le récepteur PTHr1 (le récepteur physiologique de la parathyroid hormone) grâce à sa ressemblance quasi parfaite à la parathyroid hormone. La fixation de PTHrp sur PTHR1 permet alors la synthèse de RANKL, une hormone stimulant les ostéoclastes et donc la résorption de l'os. Les hormones de croissance latente, comme la *transforming growth factor Beta*, sont libérées et stimulent la croissance des cellules tumorales.

La PTHrp est retrouvée dans d'autres tumeurs solides. Plusieurs hypothèses existent au sujet de cette hormone. En effet, elle est secrétée chez 92% des patients atteints d'un cancer du sein métastatique à l'os ; alors qu'on ne la retrouve que dans 50% des cancers du sein non métastatiques osseux. La sécrétion de la PTHrp était-elle alors induite par la présence des cellules tumorales dans un milieu osseux, ou est-ce que les cancers du sein qui secrètent cette hormone sont plus susceptibles de métastaser à l'os<sup>24</sup> ?

#### EXEMPLE DU MYELOME MULTIPLE DES OS

L'atteinte osseuse du myélome multiple se caractérise par une ostéolyse pure avec une résorption osseuse majeure et une profonde dépression de la formation osseuse. En dehors de l'IL-6 et RANKL qui apparaissent comme les facteurs essentiels au développement de l'ostéolyse du myélome multiple, de nombreux autres facteurs d'activation ostéoclastique pourraient contribuer à l'ostéolyse du myélome multiple, produits par les cellules myélomateuses ou le microenvironnement osseux. Certaines cytokines impliquées dans l'ostéolyse ont un effet découplant, stimulant la résorption ostéoclastique et inhibant la formation osseuse par les ostéoblastes au cours du myélome, tels que certains membres de la superfamille du TNF- $\alpha$  ou du TGF- $\beta$ .

## 4. LA PRISE EN CHARGE DES METASTASES OSSEUSES

### a) LA REUNION DE CONCERTATION MULTIDISCIPLINAIRE

Les réunions de concertation pluridisciplinaires regroupent des professionnels de santé de différentes disciplines dont les compétences sont indispensables pour prendre une décision accordant aux patients la meilleure prise en charge en fonction de l'état de la science du moment.

Les principaux acteurs nécessaires lors d'une RCP « métastases osseuses » sont l'oncologue, le radiothérapeute, le chirurgien et le radiologue interventionnel.

Les objectifs thérapeutiques devant une métastase osseuse sont multiples :

- antalgique ;
- préventif (primaire et secondaire) face au risque d'évènement osseux ;
- locomoteur et/ou neurologique ;
- curatif pour un patient oligo-métastatique osseux (rare).

### b) LES TRAITEMENTS ANTI-RESORPTIFS

#### (1) LES BISPHOSHONATES<sup>25</sup>

Le rôle des bisphosphonates est d'inhiber la résorption osseuse et augmenter la minéralisation osseuse, en inhibant l'activité ostéoclastique. Les bisphosphonates sont des composants synthétiques caractérisés par une liaison phosphore-carbone-phosphore, ayant une affinité pour les cristaux d'hydroxyapatite constituant la trame osseuse.

Il en existe deux sous-types<sup>26</sup> :

- **les non-amino-bisphosphonates** (le tiludronate, l'etidronate ou le clodronate) : responsables de l'accumulation de métabolites toxiques de l'adénosine tri-phosphate au sein de l'ostéoclaste, induisant l'apoptose ;
- **les amino-bisphosphonates** (le pamidronate, l'alendronate, l'ibandronate, le risédronate ou le zolédronate) inhibant une enzyme de la biosynthèse du mévalonate. Cela désorganise le cytosquelette, et aboutit à l'inactivation puis l'apoptose de l'ostéoclaste.

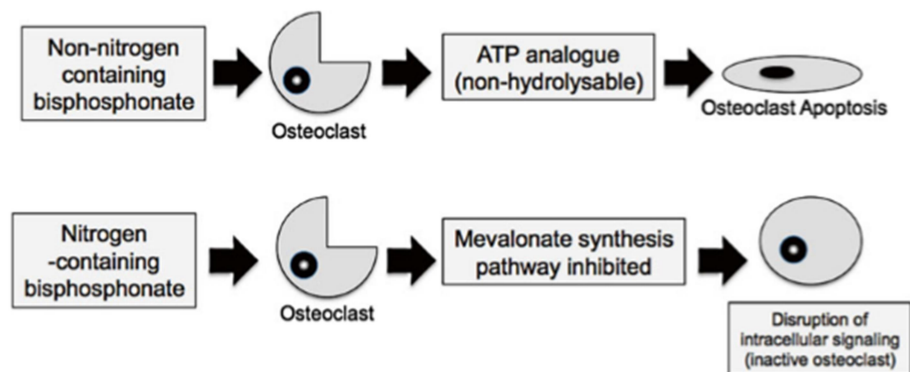


FIGURE 3 MECANISMES D'ACTION DES BISPHOSHONATES SUR L'OSTEOCLASTE, D'APRES R. LOR RANDALL

Les trois indications de la mise en place d'un traitement par bisphosphonates sont :

- l'hypercalcémie ;
- le traitement palliatif des ostéolyses malignes avec ou sans hypercalcémie ;
- la prévention des complications osseuses chez les patients atteints de cancer métastatiques osseux<sup>27,28</sup>.

En effet, plusieurs études randomisées ont montré une diminution des événements osseux avec l'acide zolendronique chez les patients atteints de cancer du sein, prostate et myélome multiple.

Leur demi-vie est de plusieurs années, ce qui explique qu'il peut persister des effets plusieurs années après la fin du traitement.

Les effets secondaires des bisphosphonates oraux sont digestifs (nausées, épigastralgies...). Deux toxicités graves sont rapportées à l'usage des bisphosphonates : la néphrotoxicité et l'ostéonécrose mandibulaire.

## (2) LE DENOSUMAB

Le dénosumab est un anticorps monoclonal anti-RANKL, qui est une cytokine recrutant les ostéoclastes dans le mécanisme de la résorption osseuse. En inhibant RANKL, cette molécule inhibe la maturation et l'activation des ostéoclastes. C'est-à-dire qu'il inhibe la formation de nouveaux ostéoclastes, mais sans limiter l'action des ostéoclastes préexistants.

Sa demi-vie est de quelques semaines, car contrairement aux bisphosphonates, il ne se lie pas à la trame osseuse.

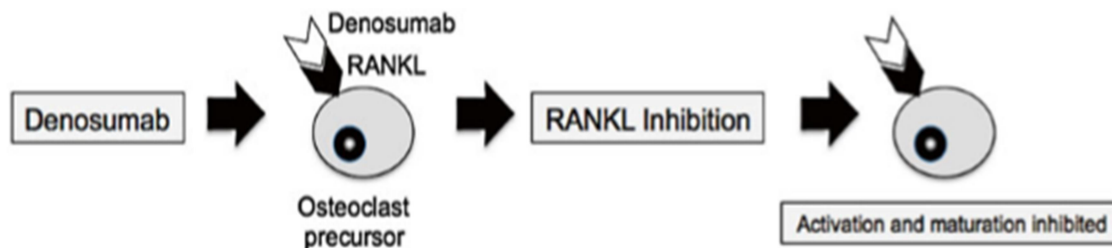


FIGURE 4 MECANISME D'ACTION DU DENOSUMAB, D'APRES R. LOR RANDALL

En pratique clinique, il apparaît plus efficace que les bisphosphonates, excepté dans le myélome multiple<sup>29</sup>. Certaines données suggèrent même que le Déno-sumab aurait une action sur les métastases viscérales.

## (3) LES EFFETS NEGATIFS A LONG-TERME SUR LA TRAME OSSEUSE DES TRAITEMENTS ANTI-RESORPTIFS

Ces effets ont été décrits à de nombreuses reprises avec les bisphosphonates et apparaissent plus rarement corrélés à la prise de Déno-sumab. Ceci est expliqué en partie par la mise sur le marché des bisphosphonates depuis environ 40 ans alors que le Déno-sumab est une nouvelle molécule datant de moins de 5 ans.

Secondairement à la baisse du renouvellement osseux due aux bisphosphonates et au Déno-sumab, il existe une accumulation d'os « âgé ». Cet os spongieux subit plusieurs modifications et n'est pas renouvelé. Il existe alors une accumulation de produits glycosylés, qui conduit à une architecture collagénique prédisposant aux fractures.

L'ostéonécrose mandibulaire est la résultante de la prise concomitante des traitements anti-resorptifs, de chimiothérapies et d'immunosuppresseurs (corticothérapie). Son risque d'apparition est corrélé à la durée de la prise du traitement. Recommandée à deux ans maximum, la poursuite au-delà est à discuter au cas par cas.

Il a été décrit également l'apparition de fractures fémorales atypiques diaphysaires et sous trochantériennes, équivalentes à des fractures de « stress ». La relation avec la durée de prise de traitement a également été montrée<sup>30</sup>.

Savaridas a montré sur un modèle animal que la prise d'ibandronate -un bisphosphonate- était délétère sur la consolidation des fractures<sup>31</sup>. Cet élément est un argument supplémentaire pour utiliser les traitements anti-resorptifs en prévention primaire plutôt que secondaire.

## c) LA RADIOTHERAPIE

### (1) LA RADIOTHERAPIE EXTERNE<sup>1</sup>

#### (a) INDICATIONS

Il existe plusieurs indications pour la mise en place d'une radiothérapie externe sur des métastases osseuses :

- antalgique si les douleurs sont bien localisées ;
  - préventive sur le risque fracturaire ;
  - décompressive sur des métastases vertébrales, souvent compliquées d'épidurite ;
  - post-opératoire après chirurgie préventive ;
  - associé à la cimentoplastie.
- Dans ces deux derniers cas, le principal bénéfice de la radiothérapie est l'activité anti-tumorale et la recalcification des lésions ostéolytiques.

Une controverse existe sur l'existence de tumeurs dites « radio-résistantes » comme les tumeurs rénales à cellules claires. Il semblerait en réalité qu'elles soient sensibles à des schémas thérapeutiques différents.

#### (b) EFFICACITE

Le délai d'action antalgique est variable, de 48 heures à un mois, pouvant rarement passer par une phase transitoire de recrudescence douloureuse (50% des patients sont soulagés les 15 premiers jours, 10 à 20% le mois qui suit).

L'efficacité rapide, en quelques jours dès les premiers grays, peut s'expliquer par une action directe anti-inflammatoire sur les monocytes/macrophages qui secrètent des cytokines et sur les ostéoclastes.

À faible dose, des modifications d'adhésion des cellules mononuclées aux cellules endothéliales peuvent être observées avec des modifications de l'expression des médiateurs de l'inflammation sécrétés par les macrophages, et une inhibition de la voie de l'oxyde nitrique (impliqué dans la perméabilité capillaire et responsable de l'œdème).

À dose plus élevée, un effet antiprolifératif intervient. La sédation peut également provenir de la réduction du volume de la métastase associée à une levée de la compression du périoste ou des

racines nerveuses, mais cela n'explique pas la rapidité de l'effet obtenu ni qu'il le soit avec de faibles doses d'irradiation.

La dose totale est variable selon l'état général du patient et les traitements antérieurs reçus. Les schémas hypo fractionnés utilisent des doses élevées par séance afin de diminuer l'étalement. Les complications des schémas hypo fractionnés apparaissent au long-terme, donc ne concernent pas les patients en traitement palliatif.

*Exemples de schémas utilisés :*

- 30 Gy en 10 séances sur 2 semaines ;
- 20 Gy en 4 séances sur une semaine ;
- 6-10 Gy sur une séance unique, mais risque de ré-irradiation.

#### (c) EFFET SUR LA TRAME OSSEUSE

Un effet de consolidation est également recherché soit en raison d'un risque fracturaire (par exemple, prévenir le risque de tassement vertébral pouvant être responsable de complication neurologique), soit en complément d'un geste chirurgical de fixation. Une réossification est obtenue dans 65% à 85% des métastases osseuses ostéolytiques par l'irradiation. La réparation se fait par reconstruction d'un os mature par ostéogenèse directe le plus souvent ou par une ossification hétérotopique. La recalcification (objectivable par ostéodensitométrie) serait maximale à trois mois et débuterait dès le premier mois. La qualité de la consolidation serait influencée par le nombre de métastases (unique/multiple), la tumeur primitive (sein-prostate/poumon-rein) et le mode d'irradiation (une irradiation multifractionnée serait plus efficace qu'une irradiation monofractionnée)<sup>32</sup>.

#### (d) EFFETS SECONDAIRES ET COMPLICATIONS

Les effets secondaires de la radiothérapie sont dépendants de la localisation, de la dose et du volume irradié. Les effets indésirables sont classés en cinq niveaux de gravité (Tableau 13 en annexe).

Les fractures par insuffisance osseuse sont principalement décrites au niveau du bassin, notamment la fracture en H du sacrum, après irradiation pelvienne<sup>33</sup>. La méta-analyse de Chow<sup>34</sup> retrouve un taux de fractures secondaires sur le site irradié de 71/2120 (3.3%) et 65/2159 (3.0%) respectivement dans les schémas unique et fractionné. Il ne montre pas de différence significative entre les différents schémas thérapeutiques sur l'incidence des fractures secondaires.

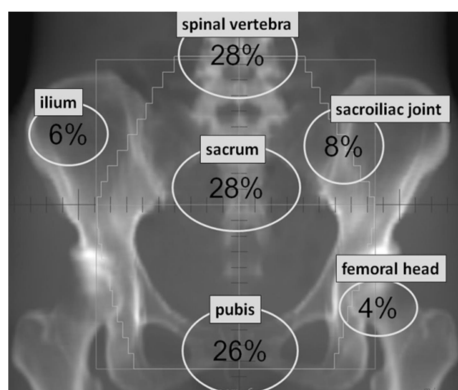


FIGURE 5 : DISTRIBUTION ET REPARTITION DES FRACTURES PAR INSUFFISANCE OSSEUSE AU NIVEAU DU PELVIS APRES RADIOTHERAPIE POUR CANCER UTERIN, D'APRES UEZONO<sup>33</sup>

Les fractures par insuffisance osseuse, dans le cas des radiothérapies pelviennes, apparaissent entre 2 mois et 8 ans après la radiothérapie. La prise en charge généralement orthopédique conservatrice (repos, faible mobilisation, antalgiques) permet une consolidation entre 3 et 30 mois<sup>35</sup>.

L'ostéoporose secondaire, notamment dans la radiothérapie pelvienne, est discutée. Elle a été décrite dans les 6 mois après la radiothérapie<sup>36</sup>.

Les rayons affectent les multiples composants de la trame osseuse. Ils réduisent le nombre d'ostéoblaste, arrêtent le cycle cellulaire des ostéoblastes, augmentent la susceptibilité à l'apoptose, donc réduisent l'ostéof ormation. Une réduction du nombre et de l'activité des ostéoclastes a été décrite.

Les rayons altèrent également la matrice osseuse en augmentant la composante grasseuse de la moelle, et diminuant l'apport vasculaire<sup>37,38</sup>.

#### (e) L'ASSOCIATION RADIOTHERAPIE-CIMENTOPLASTIE

L'association cimentoplastie-radiothérapie est possible et souvent réalisée en pratique. Il a été montré que la radiothérapie n'avait aucun effet délétère sur le ciment<sup>39</sup>. Il est uniquement important que le radiothérapeute modélise le ciment pour pouvoir adapter la dose (le ciment étant très radio-opaque, il pourrait minorer l'effet thérapeutique de la radiothérapie).

En revanche, l'ordre dans lequel les deux traitements doivent être réalisés n'est pas déterminé. Si la radiothérapie est effectuée en premier, on peut supposer un contrôle tumoral de meilleure qualité, mais le risque fracturaire n'est pas résolu immédiatement, l'effet antalgique est retardé comparativement à la cimentoplastie, et l'injection de ciment semble plus difficile du fait des modifications structurelles de la moelle osseuse après radiothérapie.

#### (2) LA RADIOTHERAPIE METABOLIQUE

En France, les radio-pharmaceutiques disponibles sont le chlorure de strontium et le samarium lexidronam. Le principe repose sur une irradiation à faible débit de dose des métastases osseuses diffuses douloureuses grâce à un radio-pharmaceutique à tropisme osseux émettant un rayonnement  $\beta^-$ .

#### d) LA CHIRURGIE

##### (1) GENERALITES

La chirurgie a une place importante dans la prise en charge des métastases osseuses. Elle reste la méthode de référence dans les fractures pathologiques des os longs, et dans les compressions radiculaires et médullaires compliquant les métastases rachidiennes.

L'objectif de la chirurgie s'intègre généralement dans la prise en charge palliative, et donc doit apporter un soulagement des douleurs et une amélioration de la qualité de vie ; tout en prévenant les risques de fractures.

Plus rarement, dans le cas de patients oligo-métastatiques, de métastases résistantes à la chimiothérapie/radiothérapie, ou ayant un fort potentiel de récurrence, la chirurgie peut pratiquer une exérèse tumorale « carcinologique ». L'objectif est au mieux curatif, sinon de retarder au maximum la rechute.

## (2) LES INDICATIONS

Damron<sup>40</sup> décrit quatre critères nécessaires à évaluer avant la décision d'une prise en charge chirurgicale d'une métastase osseuse :

- Une évaluation de la survie théorique est indispensable. Le bilan clinique et paraclinique évaluera l'avancée de la pathologie générale, des comorbidités. Les scores de qualité de vie et d'autonomie seront réalisés. La décision sera obligatoirement prise de manière collégiale en RCP. Les bénéfices attendus et la récupération fonctionnelle doivent être compatibles avec la durée de survie probable ;
- Les implants chirurgicaux utilisés doivent être compatibles avec une remise en charge quasi immédiate autorisant une mobilisation précoce du patient. La durée de vie de ceux-ci doit être supérieure à celle du patient afin d'éviter tout geste complémentaire ;
- La radiothérapie postopératoire itérative ;
- Les implants doivent pouvoir traiter les lésions synchrones patentes ou infracliniques. Les implants d'arthroplastie de hanche devront pouvoir ponter une éventuelle métastase fémorale distale. Des implants longs seront à privilégier afin d'éviter une future fracture pathologique sous un implant trop court ;
- La prise en charge chirurgicale doit toujours être discutée et proposée afin de maîtriser l'évolution de la maladie.

## (3) LES COMPLICATIONS

### ➤ Peropératoires :

Le risque hémorragique, notamment sur les lésions hyper vasculaires, est important. Il peut être anticipé par une embolisation préopératoire.

### ➤ Post-opératoires :

Les complications infectieuses sont fréquentes chez ces patients souvent dénutris, avec une immunité altérée par les traitements (corticothérapie, chimiothérapies, anti-angiogéniques ...). La cicatrisation s'avère également plus difficile chez ces patients en mauvais état général. De plus, une éventuelle radiothérapie néo adjuvante peut rendre le processus d'autant plus long. Les complications thromboemboliques habituelles en cas de traitement orthopédique sont plus fréquentes chez les patients cancéreux.

## (4) CAS PARTICULIER DU COTYLE

La chirurgie du bassin, et notamment du cotyle, est une chirurgie compliquée, à risque. Elle ne peut s'envisager que chez des patients avec une espérance de vie élevée et un état général permettant de surmonter les possibles complications.

Il n'existe pas de recommandation nationale. Par exemple, le référentiel Auvergne Rhône-Alpes en oncologie thoracique (2016) édité par le groupe de travail « métastases osseuses » recommande, concernant les lésions secondaires cotyloïdiennes :

- sur une lésion lytique douloureuse à faible risque fracturaire : traitement médical / radiothérapie

- si inefficacité des traitements précédents et/ou risque fracturaire et/ou risque d'instabilité de la hanche : cimentoplastie et/ou radiofréquence
- Si traitements précédents inefficaces et état général suffisamment conservé : chirurgie.

Les chirurgiens utilisent différentes classifications sur l'atteinte du bassin, qui leur permettent d'adapter leur technique opératoire.

**TABLEAU 2 CLASSIFICATION D'HARRINGTON**

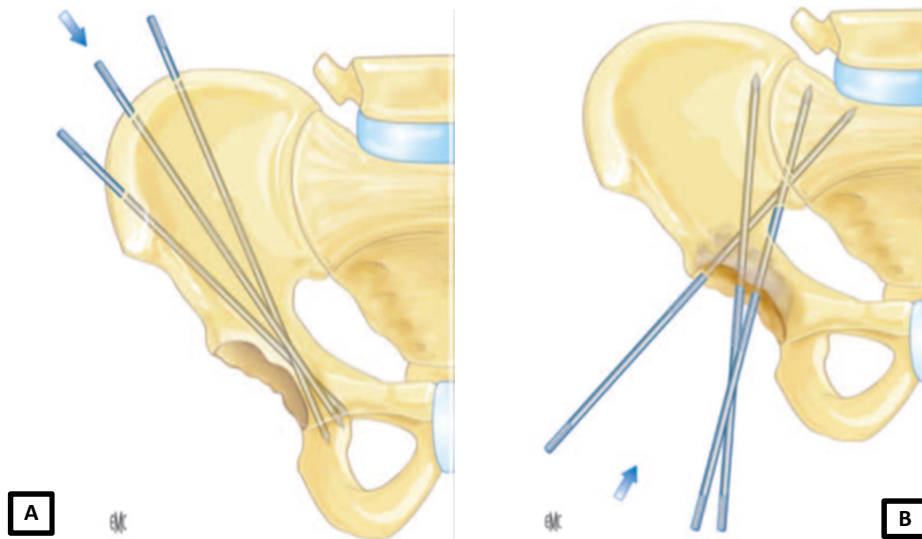
Classification d'Harrington ( <i>la plus utilisée</i> )		
<b>Grade 1</b>	Lyse minime sans atteinte corticale	Cupule cimentée
<b>Grade 2</b>	Atteinte médiale (lame quadrilatère) et toit	Anneau de renfort
<b>Grade 3</b>	Lyse atteignant la corticale des deux murs latéraux et du toit	Anneau de renfort associé à la technique d'Harrington

**TABLEAU 3 CLASSIFICATION D'ENNEKING**

Classification d'Enneking	
<b>Zone I</b>	Aile iliaque
<b>Zone II</b>	Cotyle
<b>Zone III</b>	Cadre obturateur

(a) TECHNIQUES CHIRURGICALES

**LA TECHNIQUE D'HARRINGTON<sup>41</sup>**



**FIGURE 6 : MISE EN PLACE DE BROCHES DE STEINMANN PAR VOIE ANTEROGRADE DEPUIS LA CRETE ILIAQUE ANTERIEURE DIRIGÉES VERS LE TOIT DU COTYLE [A] OU PAR VOIE RETROGRADE ASCENDANTE EN HAUT ET EN ARRIERE DIRIGÉES VERS L'ARTICULATION SACRO-ILIAQUE, D'APRES POINTILLART ET FABRE.**

Les broches de Steinmann sont mises en place grâce aux repères osseux ainsi qu'au contrôle radioscopique, par voie retro ou antérograde en suivant les lignes de force du bassin entre le cotyle et l'aile iliaque, voire le sacrum.



## L'ANNEAU DE RENFORT ACETABULAIRE

Plusieurs formes existent : fixé au cotyle par une « patte » sur le trou obturateur, par des vis au niveau du toit du cotyle, des branches ilio et ischio-pubiennes. Il nécessite une cimentation au contact de la cupule. Il s'y associe un remplacement fémoral adapté à la présence éventuelle de lésions osseuses fémorales distales.



FIGURE 7 EXEMPLE D'ANNEAU DE RENFORT ACETABULAIRE EN COMPLEMENT D'UNE CIMENTOPLASTIE. PATIENTE 107

## LES PROTHESES ILIO-FEMORALES

Elles sont rarement utilisées dans les destructions acétabulaires massives ne permettant pas de fixation classique. Leur indication est préférentiellement à visée curative (tumeur osseuse primitive). La prothèse repose sur un appui non cimenté sur l'aile iliaque, lié à une tige diaphysaire cimentée fémorale de hauteur adaptée.

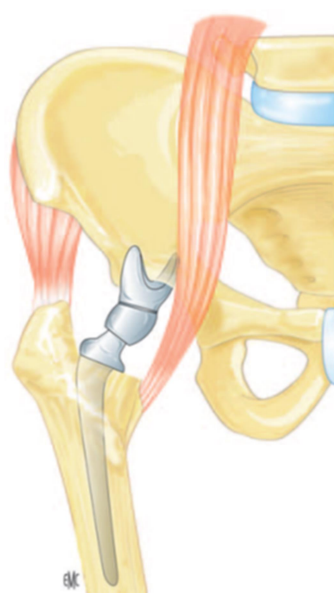


FIGURE 8 SCHEMA DE PROTHESE ILIO-FEMORALE, D'APRES POINTILLART ET FABRE

(b) LITTERATURE

Les séries évaluant la chirurgie du cotyle sur des lésions métastatiques sont assez hétérogènes.

Tillman<sup>42</sup> étudie une série de 19 patients, 6 avec une destruction acétabulaire de grade II selon Harrington, et 13 de grades III. Durant son suivi moyen de 25 mois, il ne décrit aucun décès imputable à la chirurgie, ni complication infectieuse. Néanmoins, un patient a nécessité une ré-intervention, et une broche s'est cassée chez un autre patient.

Shahid<sup>43</sup> étudie une large série de 81 patients utilisant la technique des trois broches d'Harrington pour les volumineuses ostéolyses, et les prothèses en « cornet de glace » pour les discontinuités pelviennes, la technique de Girdlestone (ostéotomie de la tête fémorale) et un cas d'hémipectomie. Au suivi moyen de 351 jours post-opératoire, 48% n'avait plus de douleur, 24% une douleur faible, 21% une douleur modérée et 7% une forte douleur. Il existait une amélioration globale de la mobilité. Il ne dénombre aucune mortalité post-opératoire durant son suivi moyen de 23 mois. La morbidité post opératoire est composée d'un arrêt cardio-respiratoire, 2 infections superficielles, 2 thromboses veineuses profondes, 3 luxations de prothèses, 3 broches d'Harrington cassées.

Coleman<sup>44</sup> compare deux groupes de patients présentant des métastases acétabulaires bénéficiant soit d'une cimentoplastie, soit d'une chirurgie reconstructrice. L'intensité de la douleur et le score ECOG étaient comparables entre les deux groupes. Le groupe chirurgical composé de 17 patients (7 traités par anneau de renfort, et 10 par la technique d'Harrington) était comparé au groupe cimentoplastie percutanée (11 patients). Le taux de complication post-opératoire était plus important dans le groupe chirurgical, bien que non significatif. À 3 mois, il démontre une supériorité significative de l'efficacité antalgique de la chirurgie par rapport à la cimentoplastie ; la différence devient non significative à 12 mois.

e) LA RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

La radiologie interventionnelle a désormais une place indispensable dans la prise en charge multidisciplinaire du cancer, et notamment sur les métastases osseuses. Il existe plusieurs techniques à disposition (Figure 9).

Classe	Agent utilisé	Voie d'abord	Dénomination
Destruction tumorale	Chimique	Percutanée mini-invasive	Alcoolisation
	Thermique	Percutanée mini-invasive	Laser
			Radiofréquence Micro-ondes Cryothérapie
		Non invasive	Ultrasons focalisés
	Destruction non thermique	Percutanée mini-invasive	Électroporation irréversible
	Dévascularisation	Cathétérisation vasculaire	Embolisation
Chimiothérapie	Chimioembolisation Membre isolé perfusé		
Consolidation osseuse	Ciment acrylique	Percutanée mini-invasive	Vertébroplastie Cyphoplastie Cimentoplastie
	Matériel d'ostéosynthèse	Percutanée mini-invasive	Ostéosynthèse radioguidée

FIGURE 9 CLASSIFICATION DES DIFFERENTES PROCEDURES DE RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE SUR L'OS D'APRES IANNESSI<sup>45</sup>

## (1) LA CIMENTOPLASTIE

Cette technique consiste à injecter du ciment dans les lésions osseuses majoritairement lytiques, pour obtenir un effet antalgique et stabilisateur. Elle est développée dans un chapitre dédié.

## (2) L'ABLATHERMIE

### (a) GENERALITES

Ces dernières années, de nombreuses techniques de destruction tumorale se sont développées. Elles sont utilisées sous guidage radiologique (scanner, scopie, échographie, IRM), parfois même en per-opératoire sur les lésions difficiles d'accès.

Ils en existent plusieurs types, avec pour chacune, des avantages et des inconvénients à prendre en compte dans le choix de la technique en fonction de la lésion à traiter<sup>45</sup>.

Méthode	Avantage	Inconvénient
Radiofréquence	Technique ancienne et disponible, permettant une destruction efficace jusqu'à 3 cm de diamètre	Procédure de chauffage plus longue que la radiofréquence Non-visualisation de la zone d'ablation en cours de procédure (prévision grâce à des algorithmes de chauffage)
Micro-ondes	Destruction plus importante que la radiofréquence Procédure de chauffage plus rapide que la radiofréquence	Mauvaise prévision de la zone d'ablation, moins bonne reproductibilité que la radiofréquence Encore peu utilisé sur l'os
Cryothérapie	Bonne prévision de la zone d'ablation par visualisation directe de la sphère de glace Possibilité de mettre plusieurs cryo-sondes en même temps	Durée plus longue que la radiofréquence Mise en place plus lourde que la radiofréquence ou les micro-ondes

FIGURE 10 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES TECHNIQUES D'ABLATHERMIE PERCUTANEE, D'APRES IANNESSI.

Dans notre étude, les techniques utilisées en association à la cimentoplastie étaient soit la radiofréquence, soit la cryothérapie. Nous ne détaillerons donc pas les autres techniques (alcoolisation, micro-ondes, électroporation irréversible).

### (b) INDICATIONS

L'ablathermie a principalement un objectif « carcinologique ». Par exemple, c'est une technique idéale pour le traitement des métastases hépatiques et pulmonaires du cancer du côlon. Dans les cas de métastases osseuses, les objectifs « carcinologiques » sont rares, les prises en charge sont donc plutôt palliatives : améliorer la qualité de vie du patient, et notamment soulager ses douleurs. Cette indication était la plus fréquente dans notre étude.

L'ablathermie est très rarement indiquée dans les lésions de myélome.

### (c) ASSOCIATION ABLATHERMIE-CIMENTOPLASTIE

Les lésions osseuses présentant un envahissement extra-osseux sont souvent les plus douloureuses car elles atteignent des tissus innervés, sensibles (périoste, muscle...). L'ablathermie permet donc de nécroser la tumeur, et la cimentoplastie complémentaire de stabiliser l'os. En effet, l'ablathermie seule est responsable d'une nécrose tumorale, mais également du tissu osseux en marge de la lésion, et l'os n'a donc plus de résistance face aux différentes forces ; le risque de fracture serait alors très élevé<sup>46,47</sup>.

Certaines études<sup>12,48</sup> ont évalué l'intérêt d'associer la radiofréquence avec la cimentoplastie, où leur but était de créer une cavité plus facile à remplir au sein de l'os. Cette théorie est discutée, car la cavité existe réellement que quelques jours voir quelques semaines après l'ablathermie lorsqu'elle est composée uniquement de nécrose. En post-radiofréquence immédiat, le tissu serait brulé, déshydraté et donc moins malléable. Aucune donnée scientifique ne permet à ce jour de départager ces deux théories.

La cryothérapie, crée un véritable « glaçon » qui, lorsque son volume est important, peut mettre plus de 30 minutes à fondre. De ce fait, si une cimentoplastie doit être combinée, elle est rarement associée lors de la même procédure.

#### (d) LA RADIOFREQUENCE

Les applicateurs sont mis en place par voie per cutanée, sous contrôle radiologique, au sein de la tumeur. Un courant alternatif à haute fréquence (450-600 Hz) est envoyé, responsable de l'agitation des molécules ioniques dans le tissu, ce qui crée une augmentation de la température due à la friction des molécules.

La conductivité du tissu est la variable principale de ce traitement. Si la température atteinte est entre 60 et 100°C, il existe une dénaturation des protéines, une mort cellulaire, une nécrose par coagulation du tissu. Au-delà de 100°C, il existe une carbonisation et une vaporisation qui vont limiter l'extension de la nécrose du fait d'une moindre conductivité électrique.

La radiofréquence est techniquement utilisable dans l'os. Il faut néanmoins connaître quelques particularités ; notamment dans les métastases osseuses mixtes ou blastiques. La puissance initiale doit être basse et les paliers d'augmentation doivent être très progressifs pour éviter d'obtenir une élévation trop rapide de l'impédance électrique.

La radiofréquence est contre indiquée s'il existe du matériel métallique à proximité de la zone d'ablation. En effet, il existe un important risque de conduction électrique par le matériel métallique et donc de brûler les tissus au contact. Dans le cas particulier des métastases du cotyle relevant d'une ablathermie, la proximité d'une prothèse de hanche est une contre-indication absolue à la radiofréquence. Au contraire, la cryothérapie qui n'est pas affectée par le matériel métallique constituera une alternative de choix.

#### (e) LA CRYOTHERAPIE

La cryothérapie percutanée est une technique plus récente, utilisant l'effet physique Joule-Thompson pour diminuer fortement la température dans la zone active. La décompression brutale d'argon gazeux à haute pression à l'intérieur de la sonde permet d'atteindre des très basses températures, en dessous de -183°C. Inversement, on peut augmenter la température en créant une dépression avec de l'hélium ; et atteindre environ 33°C. La thermoablation par cryothérapie se fait par la succession de plusieurs cycles de refroidissement et réchauffement, et ainsi s'assure la mort cellulaire dans la zone concernée. Le remplacement de l'azote liquide par l'argon gazeux a permis la miniaturisation des sondes de cryothérapie. Leur diamètre de 15 à 17 gauges et leur encombrement restreint rendent leur utilisation possible dans un tunnel de scanner ou d'IRM. Ces techniques d'imagerie en coupes permettent de contrôler de manière précise le volume de la glace. Plusieurs cryosondes peuvent être activées simultanément avec un effet synergique. Le choix du nombre et du type de sonde sera adapté en fonction du volume de la tumeur cible et de la forme de glace désirée.

(f) COMPLICATIONS

(i) LÉSIONS NERVEUSES

La principale complication est la lésion thermique d'un nerf à proximité de la zone d'ablation. Une température supérieure à 45°C<sup>49</sup> ou inférieure à 7°C est toxique pour les nerfs périphériques.

Il existe des méthodes de protection thermique percutanée pour pallier le risque de lésion nerveuse. Pour prévenir une température trop élevée ou trop basse du nerf, on peut le protéger grâce à des techniques d'hydro ou carbo-dissection. Le principe de la carbo-dissection est d'interposer une couche de CO<sub>2</sub> entre le nerf et la zone d'ablation, et ainsi, grâce à la conductivité très basse du CO<sub>2</sub> (plus faible que l'air ou l'eau), le nerf est isolé et protégé. L'hydro-dissection est également utilisée, permettant d'écartier le nerf de la zone d'ablation en interposant une couche de liquide adaptée à la technique utilisée (sérum salé pour la cryothérapie, sérum glucosé pour la radiofréquence).

Une fois ces techniques de thermo-protection mises en place, on peut s'assurer de leur efficacité en surveillant la température par des « thermocouples », permettant de connaître la température exacte en direct à l'endroit de la sonde. L'électrostimulation nerveuse peut aussi être utilisée ; en stimulant le nerf en amont de la zone d'ablation, on peut analyser la réponse motrice des muscles innervés par la racine ciblée ; et ainsi connaître l'effet direct de la température.

(ii) BRULURES CUTANÉES

Si la zone d'ablation est proche de la peau, il existe un réel risque de brûlure qui doit être évité, soit en utilisant les mêmes techniques que celles décrites précédemment (carbo ou hydro dissection), soit en réchauffant ou refroidissant la peau par des gants remplis d'eau chaude, compresses humides etc... En plus de la brûlure elle-même, le risque est une fistulisation de la tumeur nécrosée à la peau.

(iii) DOULEURS

La radiofréquence peut être douloureuse lors de la phase active, ainsi on préfère une anesthésie générale pour préserver le patient. En revanche, la cryothérapie, grâce au froid, crée une anesthésie locale et semble peu sensible pour le patient ; ainsi une simple anesthésie locale ou sédation consciente pourra être choisie.

(3) L'EMBOLISATION<sup>50,51</sup>

Sous contrôle radioscopique, après artériographie supra-sélective, le radiologue interventionnel embolise la tumeur à l'aide, soit d'agents liquides, soit de micro particules de petite taille (100 µm à 250 µm). Le principal risque est l'embolisation de tissu sain périlésionnel.

En oncologie, elle est utilisée dans plusieurs buts :

- **Un but carcinologique**<sup>52</sup>: l'association de micro particules à des chimiothérapies, ou des particules radio chargées. L'association d'antimitotiques aux particules permet de multiplier par 20 à 40 leur action anti-tumorale. Cette technique permet, en instillant une faible concentration de chimiothérapie, d'assurer un contrôle tumoral local sans les effets secondaires généraux des chimiothérapies. Néanmoins, il peut exister un effet neurotoxique local, par exemple si la lésion traitée est proche d'un nerf.

- **Un but antalgique:** la dévascularisation est responsable d'une nécrose tumorale. Il a été démontré que cet effet suffit à apporter un effet antalgique, entre 1 et 9 mois<sup>53</sup>.
- **Un but pré-thérapeutique :** l'embolisation doit être réalisée 24h à 48h avant le geste chirurgical. Les lésions concernées sont principalement les tumeurs rénales (primitives ou métastases), métastases de cancer de la thyroïde... Le but recherché est de limiter les complications hémorragiques, principalement avant chirurgie ; mais elle est aussi utilisée en radiologie interventionnelle (avant ablathermie ou cimentoplastie)<sup>50</sup>. En effet, même si les complications hémorragiques sont plus rares en raison des abords mini-invasifs ; ce risque ne doit pas être négligé. Avant une cimentoplastie, on diminue également le risque de fuite veineuse en diminuant le débit sanguin (et donc le drainage veineux) dans la tumeur. Avant ablathermie, l'embolisation antagonise le « cold/heat sink effect » (réchauffement ou refroidissement de la cible tumorale par les vaisseaux sanguins circulants à température corporelle), et permet une meilleure maîtrise de la taille de la zone d'ablation.

En cas de volumineuse lésion traitée, il peut exister un syndrome post-embolisation dû à la nécrose tumorale associant des douleurs, de la fièvre. Il peut être observé dans les suites opératoires, et régresse habituellement dans les 15 jours.

## B. LA CIMENTOPLASTIE DU COTYLE

### 1. LA HANCHE

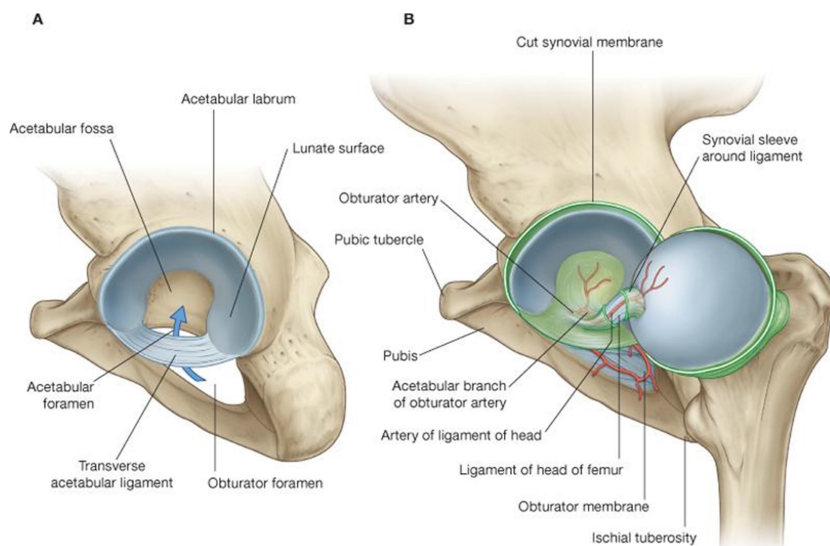
#### a) ANATOMIE

La hanche est l'articulation synoviale sphéroïde reliant l'os coxal au fémur.

#### (1) STRUCTURE OSSEUSE

##### (a) LE COTYLE

Le cotyle, ou acétabulum correspond à une excavation sphéroïde circonscrite par le limbus acétabulaire, composé de deux parties : la surface semi-lunaire, périphérique, recouverte de cartilage ; et de la fosse acétabulaire, centrale, non articulaire.



Drake: Gray's Anatomy for Students, 2nd Edition.  
Copyright © 2009 by Churchill Livingstone, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

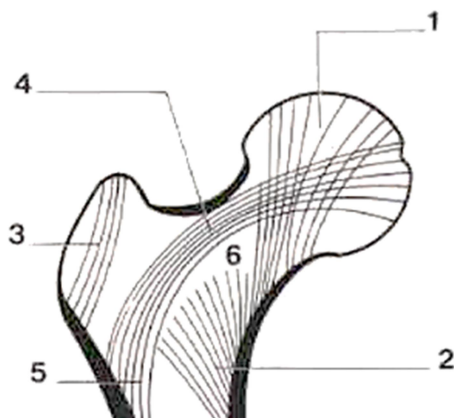
FIGURE 11 ANATOMIE DE LA HANCHE, EXTRAIT DU LIVRE GRAY'S ANATOMY

On décompose le cotyle extra-articulaire en quatre régions, dont les trois premières correspondent aux trois noyaux d'ossification de l'os coxal:

- Le mur antérieur - le pubis
- Le mur postérieur - l'ischion
- Le toit du cotyle - l'aile iliaque
- La lame quadrilatère est la zone d'union de ces trois territoires, appelée aussi mur médial ou arrière-fond du cotyle.

##### (b) L'EXTREMITÉ SUPÉRIEURE DU FÉMUR

La tête fémorale correspond aux 2/3 de sphère pleine avec 240 ° de valeur angulaire. Elle est recouverte de cartilage, exceptée la fossette du ligament rond (fovea capitis)



**FIGURE 12 SCHEMA DES DIFFERENTES TRAVEES SPONGIEUSES DE L'EXTREMITÉ SUPERIEURE DU FEMUR :**

1. TRAVEES PRINCIPALES EN COMPRESSION = EVENTAIL DE SUSTENTATION
2. TRAVEES SECONDAIRES EN COMPRESSION S'INSERANT SUR L'EPERON DE MERKEL
3. TRAVEES TROCHANTERIENNES
4. TRAVEES PRINCIPALES DE TENSION
5. TRAVEES SECONDAIRES DE TENSION
6. TRIANGLE DE WARD

L'extrémité supérieure du fémur tient sa résistance :

- de l'épaississement cortical interne de la partie inférieure du col constituant l'éperon de Merkel ;
- de la direction des travées spongieuses qui s'orientent selon des groupes de forces et constituent des éventails dont certains fonctionnent en compression, d'autres en torsion. Leur entrecroisement détermine des zones de moindre résistance (triangle de Ward) expliquant la localisation des fractures. L'éventail de sustentation correspondant aux travées principales de compression qui sont en continuité avec les travées spongieuses de l'os coxal.

## (2) STRUCTURE CARTILAGINEUSE

Le bourrelet acétabulaire – ou labrum- est un anneau fibro-cartilagineux. Il est triangulaire avec une face adhérente au limbus (l'os), une en continuité avec la surface articulaire semi lunaire, et la dernière, périphérique qui permet l'insertion de la capsule.

Son rôle est d'assurer l'étanchéité de l'articulation en maintenant une pression négative entre la tête fémorale et l'acétabulum, et ainsi de mieux répartir les pressions sur le cartilage. Le ligament transverse forme un pont entre les deux cornes du cartilage en forme de C.

## (3) LA CAPSULE ARTICULAIRE

Elle est composée d'une couche fibreuse externe, et la membrane synoviale interne.

La couche fibreuse s'insère en proximal sur la face externe du labrum et sur le ligament transverse de l'acétabulum. En distalité, elle s'insère sur la ligne inter-trochantérique en avant et sur la base du grand trochanter. Trois ligaments capsulaires intrinsèques composent également la capsule :



- **Le ligament ilio-fémoral**, s'insérant entre l'épine iliaque antéro-inferieure et la partie adjacente du labrum ; jusqu'à la ligne inter-trochantérique. C'est le ligament principal qui consolide et renforce l'articulation.
- **Le ligament pubo-fémoral** entre la crête obturatrice du pubis et, se dirigeant infero-latéralement, se confond avec la capsule ; et fusionne avec la partie médiale du ligament ilio-fémoral.
- **Le ligament ischio-fémoral**, entre la portion ischiatique du labrum, s'enroule en spirale autour du col fémoral pour s'insérer sur la base médiale du grand trochanter.

**Le ligament rond** de la tête du fémur s'insère sur les bords de l'incisure acétabulaire, et le ligament transverse de l'acétabulum, jusqu'à la fovea capitis de la tête du fémur. Il a peu d'importance dans le renforcement de l'articulation, il accompagne l'artère du ligament rond qui participe à la vascularisation de la tête fémorale.

#### (4) LES STRUCTURES MUSCULAIRES

Au total, 21 muscles permettent la mobilité de la hanche dans les trois directions, et participent à la stabilité de l'articulation.

#### b) BIOMECANIQUE <sup>54</sup>

La balance de Pauwels est un schéma simple qui permet d'apprécier, en appui mono-podal, les charges supportées par la tête fémorale. Le bras de levier externe du moyen fessier étant environ le tiers du levier interne, la charge supportée par la tête est donc 4 fois le poids du corps, moins celui du membre inférieur d'appui, soit 280 à 300 kg pour un adulte.

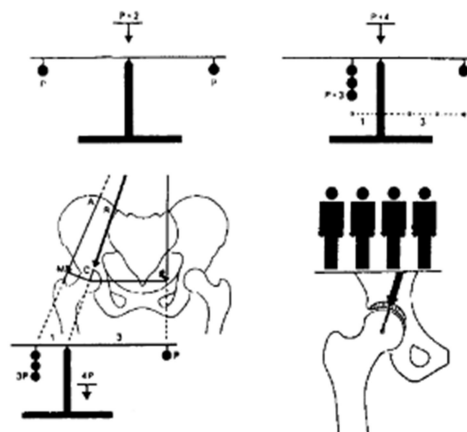


FIGURE 13 LA BALANCE DE PAUWELS.

La surface articulaire d'une hanche normale est de 12,5 cm<sup>2</sup>, mais la zone d'appui sur le sommet de la tête est de seulement 5 cm<sup>2</sup>. Pour un sujet de 50kg, la pression unitaire est donc de 40 kg/cm<sup>2</sup>. Lors de la marche et de la course, ces valeurs peuvent doubler voire tripler.

Une charge s'exerçant au centre d'une articulation sphérique provoque des contraintes de pression symétriquement réparties.

## 2. LE CIMENT

### a) HISTORIQUE

Les premiers essais de création de ciment osseux datent de 1936 par Kulzer. En 1958, Sir John Charnley fixe sa première prothèse fémorale grâce à celui-ci. Ce fut néanmoins en odontologie que la résine acrylique fut la plus utilisée par la suite.

Depuis une trentaine d'années, le ciment est utilisé en radiologie interventionnelle. Sa première indication fut le traitement des angiomes agressifs vertébraux développé par Galibert<sup>55</sup>. Puis elles se sont élargies, permettant de traiter les fractures vertébrales compliquant l'ostéoporose, les métastases ; sur les vertèbres mais également le bassin et les os longs.

### b) COMPOSITION

Plusieurs ciments ont été développés au fil des années. En oncologie, seul le ciment à base de PMMA a démontré son efficacité. C'est un mélange de deux phases :

- un liquide constitué de méthyméthacrylate et d'un activateur, le diméthyl paratoluidine
- une poudre de polyméthylméthacrylate, un initiateur, le dibenzoïde peroxyde, et un radio-opacifiant (oxyde de zirconium).

La réaction chimique entre l'activateur et l'initiateur libère des radicaux libres qui sont à l'origine de la polymérisation du PMMA.

### c) LA POLYMERISATION

Celle-ci se décompose en quatre phases :

- La phase de **mélange** des deux phases
- La phase de **repos** permettant d'atteindre la viscosité recherchée
- La phase de **travail** durant laquelle le ciment est assez malléable pour être injecté
- La phase de **durcissement** qui correspond à la polymérisation finale du monomère.

On distingue les ciments à haute viscosité ayant une phase de travail plus longue, des ciments à basse viscosité ayant une phase liquide plus longue mais une phase de durcissement plus rapide.

La polymérisation est responsable d'une réaction exothermique pouvant atteindre 70°C *in vivo*<sup>56</sup>.

### d) PROPRIÉTÉS DU CIMENT

Le ciment n'a pas de pouvoir d'adhésion. Il se comporte comme un mortier, non comme une colle (« *It acts as a grout, not as a glue* » Charnley). Il comble un volume, et permet la répartition des charges et des forces.

Le ciment est un matériau viscoélastique dont les propriétés *in vitro* sont :

- Module d'Young : 2000 Méga Pascal
- Résistance à la rupture en traction : 25 MPa, en compression 8, MPa
- Élongation avant rupture : 5%
- Résistance à la fatigue (10<sup>8</sup> cycles) : 14 MPa

Son module d'élasticité est dix fois moins important que l'os cortical adjacent (15 000-25 000MPa), mais plus élevé que celui de l'os spongieux (500-800MPa)<sup>57</sup>.

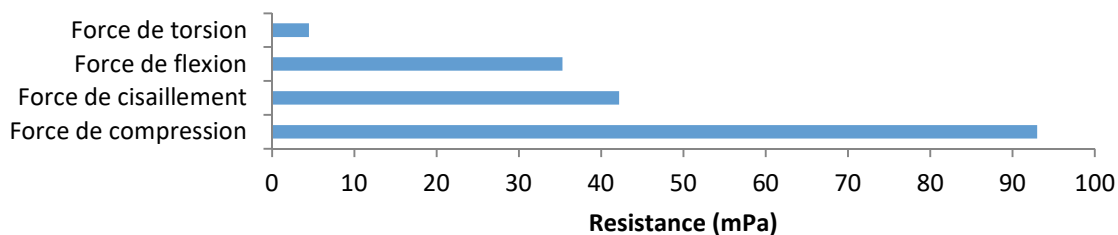


FIGURE 14 REPRESENTATION DE LA RESISTANCE DU CIMENT PMMA FACE AUX DIFFERENTES FORCES POUVANT S'APPLIQUER A L'OS, D'APRES CLIVE LEE

Ce graphique, tiré des valeurs de Clive Lee<sup>58</sup>, explique pourquoi la cimentoplastie est la plus efficace dans les vertèbres où la force de compression est la plus appliquée. En revanche, la cimentoplastie des os longs est moins efficace, car les forces de torsion et flexion sont plus importantes.

### 3. LA CIMENTOPLASTIE DU COTYLE : L'INTERVENTION

#### a) AVANT L'INTERVENTION

##### ➤ Consultation pré-intervention

Le radiologue interventionnel rencontre le patient, pour lui présenter les avantages et risques de l'intervention, évalue la douleur et le risque fracturaire grâce à une imagerie récente.

La douleur doit être correctement caractérisée pour s'assurer de la bonne indication du geste. La cimentoplastie seule est privilégiée devant une douleur mécanique simple. Si la douleur est d'horaires mixtes, un traitement combiné est plus approprié (association à l'ablathérapie ou la radiothérapie). Si la douleur est soulagée par l'immobilisation, évoquant une douleur stimulée par la mobilisation d'un foyer de fracture, un avis chirurgical est recommandé, et la prise en charge, si elle est radiologique, doit être correctement adaptée (traitement combiné avec un vissage percutané par exemple).

##### ➤ Consultation pré-anesthésique

La majorité des cimentoplasties acétabulaires est effectuée sous anesthésie générale. En effet, dans la pathologie tumorale, la cimentoplastie peut s'avérer douloureuse. De plus, les voies d'abord nécessitent une précision fine, et une immobilité pendant la mise en place du ou des trocarts. Sous anesthésie générale, les risques de complications peropératoires sont donc diminués.

Au cas où l'état général et les comorbidités du patient ne permettent pas une anesthésie générale, il est discuté au cas par cas la mise en place d'une anesthésie locale associée à une sédation consciente adaptée, voir une anesthésie locorégionale de type rachianesthésie.

Toute ponction nécessite une prise en charge du risque hémorragique. Les lésions osseuses sont moins à risque de saignement secondaire que les cibles viscérales mais certaines tumeurs hyper vasculaires (métastases de cancer du rein ou de la thyroïde) ainsi que certaines chimiothérapies comme le bévacizumab (Avastin) augmentent le risque hémorragique.

L'absence de foyer infectieux, notamment sur la voie d'abord, est à vérifier.

## b) LE TEMPS OPERATOIRE

### (1) CHOIX DU GUIDAGE RADIOLOGIQUE

Il en existe deux types principaux :

- **Scanner et radioscopie** : cette association des deux techniques, l'une préférée pour la précision de la balistique, et la seconde pour le contrôle en temps réel de l'injection, était privilégiée avant l'apparition du Cone Beam. Aujourd'hui, elle est utilisée plutôt lors des traitements combinés ablathermie-cimentoplastie.
- **Radioscopie Cone Beam-CT et système de navigation** : le développement de ces systèmes permettant d'obtenir des reconstructions 3D et un guidage en temps réel a permis d'étendre le champ des interventions réalisées sous fluoroscopie. Ainsi, les systèmes ConeBeam CT deviennent pour de nombreuses équipes la référence de guidage pour les interventions à visée osseuse.

Les techniques d'asepsie sont équivalentes à celles des blocs chirurgicaux. La salle d'intervention doit répondre aux critères d'hygiène et de radioprotection. L'aseptise cutanée stricte est obligatoire. Une antibiothérapie prophylactique anti-staphylococcique est recommandée car la mise en place de ciment est apparentée à la mise en place d'un matériel étranger.

### (2) ABORDS

La décision de la voie d'abord est laissée à l'opérateur, choisie en fonction de la localisation tumorale principale.

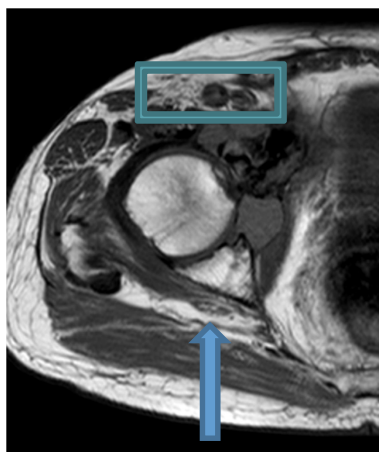


FIGURE 15 IRM COUPE AXIAL T1. LOCALISATION DES DIFFERENTES STRUCTURES A EVITER : PAQUET VASCULO-NERVEUX FEMORAL (RECTANGLE) ET NERF SCIATIQUE (FLECHE)

#### (a) ABORD ANTERIEUR

Cette voie d'abord est utilisée pour les atteintes du toit et du mur antérieur du cotyle.

Le point d'entrée est réalisé soit antéro-externe sur la face antéro-latérale du cotyle, utilisant le trajet le plus court possible, évitant le paquet vasculo-nerveux fémoral ; soit antéro-interne à l'intérieur du paquet vasculo-nerveux, évitant également l'artère épigastrique naissant à hauteur du cotyle.

### (b) ABORD POSTERIEUR

Cette voie d'abord est utilisée pour les atteintes du mur postérieur.

Le point d'entrée est réalisé sur la face postérieure du cotyle utilisant le trajet le plus court possible. Le nerf sciatique longeant le mur postérieur doit être évité.

### (c) ABORD ILIO-PUBIENNE

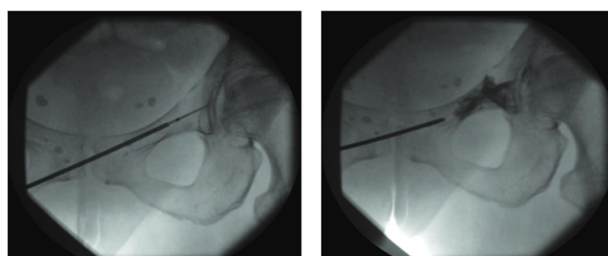


FIGURE 16 IMAGES DE SCOPIE ILLUSTRANT L'ABORD ILIO-PUBIEN LORS D'UNE CIMENTOPLASTIE DU MUR ANTERIEUR DU COTYLE, D'APRES BAUONES<sup>59</sup>

Le point d'entrée osseux se fait au niveau symphysaire homolatéral.

Cette voie est privilégiée lorsque la lésion du cotyle centrée au niveau du mur antérieur s'étend au niveau de la branche ilio-pubienne et que le radiologue souhaite créer un « ancrage » du ciment au sein d'une trame osseuse saine pour améliorer la stabilité du cotyle.

### (3) INJECTION DU CIMENT

L'injection du ciment se fait sous contrôle fluoroscopique continu, progressivement, sans pression excessive, pour pouvoir stopper dès qu'une fuite est suspectée. Elle est réalisée idéalement grâce à des injecteurs dédiés plutôt qu'à la seringue. Elles permettent d'avoir un meilleur contrôle de la pression d'injection et un meilleur confort. L'utilisation d'injecteurs dédiés permet également d'éloigner les mains de l'opérateur de la source de rayons X et donc de limiter l'irradiation. La capacité de la plupart des injecteurs est d'environ 10cc, ce qui est une limite dans le remplissage du cotyle lorsque la destruction osseuse est massive. Si plusieurs doses de ciment sont requises pour remplir une large ostéolyse, il n'y a pas de véritable cohésion des différents blocs injectés successivement, car leur polymérisation est survenue à des phases différentes.



FIGURE 17 EXEMPLE D'INJECTEUR (TEKNIMED)

### (4) CONTROLE FINAL

Une imagerie de contrôle adaptée est réalisée en fin d'intervention pour vérifier la bonne répartition du ciment et l'absence de complication per-cimentoplastie (fuites). Elle est choisie en fonction des habitudes de l'opérateur et du guidage utilisé (radiographies, scanner, radioscopie et Cone-Beam).

### c) LA PERIODE POST-OPERATOIRE

La durée de l'hospitalisation post-cimentoplastie est centre-dépendante. En l'absence de complication, une sortie d'hospitalisation est envisageable dès le lendemain. Le lever est proposé quelques heures après l'intervention, adapté à la mobilité du patient avant la cimentoplastie et de la persistance éventuelle de douleurs.

La prescription d'anti-inflammatoires et d'antalgiques sera adaptée au cas par cas, en fonction des douleurs résiduelles.

### d) MECANISMES ANTALGIQUES DU CIMENT

Ceux-ci ne sont pas correctement connus. Plusieurs hypothèses existent :

- nécrose tumorale et destruction des terminaisons nerveuses dans le tissu péri-lésionnel en réponse aux mécanismes vasculaires, chimiques et thermiques de l'injection de ciment<sup>2</sup>
- via la stabilisation, le comblement de la lacune permet une redistribution homogène des différentes forces<sup>60</sup>.

Dans la littérature, il ne semble pas exister de corrélation entre le volume de ciment injecté et le soulagement des douleurs. Cette hypothèse a déjà été évaluée et infirmée dans les vertèbres<sup>61</sup>. On suppose donc que c'est la distribution du ciment au sein de la métastase, plutôt que la quantité de ciment, qui conditionne l'efficacité antalgique de la cimentoplastie (Weill<sup>6</sup>, Cotten<sup>2</sup>...)

### e) COMPLICATIONS DE LA CIMENTOPLASTIE

#### (1) DUES AU CIMENT

En théorie, la polymérisation n'est jamais complète et une partie minime de PMMA est relarguée dans la circulation sanguine. En pratique, celui-ci est métabolisé dans le cycle de l'acide citrique sous forme d'eau et de dioxyde de carbone, mais les valeurs sanguines sont trop faibles pour expliquer un effet vasodilatateur ou inotrope négatif.

De très rares cas de chocs anaphylactiques ont été décrits, dont un responsable du décès du patient<sup>62</sup>.

#### (2) DUES A L'INJECTION

La fuite de ciment est la principale complication de la cimentoplastie.

Elle peut être au sein des parties molles, au contact d'un nerf et ainsi être responsable d'une lésion nerveuse. En effet, le ciment in vivo peut atteindre au cours de la polymérisation une température élevée, jusqu'à 80°C. Lane<sup>7</sup> décrit une sciatique temporaire secondaire à une fuite de ciment, tandis que Weill<sup>6</sup> décrit une sciatique permanente, également secondaire à une fuite de ciment. Ainsi, en cas de fuite au contact d'un nerf, il est préconisé de réaliser un refroidissement sur le nerf par injection de sérum physiologique tout au long de la phase de polymérisation. En cas de névralgie secondaire persistante, une infiltration complémentaire de cortico-stéroïdes pourra être réalisée.

L'hypothèse d'une composante mécanique par compression extrinsèque de la racine par le ciment dans les parties molles pour expliquer la radiculalgie semble secondaire.

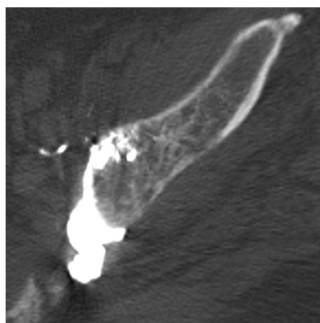


FIGURE 18. EXEMPLE DE FUITE EXTRA ARTICULAIRE AU CONTACT DU NERF SCIATIQUE, RESPONSABLE D'UNE RADICULALGIE REGRESSIVE.

Les fuites veineuses sont assez fréquentes, d'autant plus sur une atteinte néoplasique qu'ostéoporotique (vertebroplasties). En effet, les lésions métastatiques sont hyper-artérialisées, elles ont donc un drainage veineux plus important. La plupart de ces fuites veineuses sont asymptomatiques. Les rares cas où elles peuvent être responsables de complications graves sont les fuites épidurales (lors des vertebroplasties) avec un risque de compression médullaire ou radiculaire; et le risque d'embolie pulmonaire bien que celles-ci soient décrites peu/pas symptomatiques<sup>62</sup>.

### (3) INFECTIONS

Les cas d'infections post-cimentoplasties sont très rares, estimés à moins de 1 % dans les cas de vertebroplasties. Néanmoins, elles sont graves, car elles sont l'équivalent d'infection sur corps étranger et peuvent nécessiter une prise en charge chirurgicale avec retrait du ciment injecté<sup>63</sup>.

### (4) DOULEURS

L'injection du ciment peut être responsable d'une exacerbation transitoire des douleurs. Les hypothèses étiopathologiques de ces douleurs sont multiples : augmentation de la pression intra-osseuse, mobilisation de micro-fractures, environnement inflammatoire sensible...

### (5) HYPERTHERMIE

Il a été décrit par Cotten<sup>2</sup> et Maccauro<sup>3</sup> la survenue d'hyperthermie dans les 72h après la cimentoplastie, sans composante infectieuse, décrite comme une réaction inflammatoire systémique en réponse à la polymérisation du ciment. Une composante inflammatoire réactionnelle à la nécrose tumorale peut y être associée.

Il s'y associe généralement une majoration fugace des douleurs de la hanche. Cet effet réversible, répondant aux antalgiques simples, non prévisible, peut justifier une hospitalisation le temps de la résolution de l'hyperthermie et de l'adaptation des traitements. Néanmoins cette complication peut être considérée comme mineure.

### III. MATERIEL ET METHODES

#### A. DESCRIPTION DE LA POPULATION

##### 1. SELECTION DES PATIENTS

Cette étude rétrospective a ciblé la population de patients traités par cimentoplastie percutanée pour une atteinte néoplasique d'au moins un des deux cotyles. L'échantillon choisi incluait les patients traités par cimentoplastie du cotyle à l'Institut Bergonié à Bordeaux entre janvier 2007 et décembre 2015. Le suivi radiologique a été stoppé en janvier 2017.

Le recueil a été réalisé grâce au logiciel de PACS de l'Institut Bergonié, instauré en 2006. La recherche s'est faite en sélectionnant toutes les interventions intitulées « cimentoplastie os » ou « cimentoplastie hors vertèbres ». Ensuite, chaque cas était inclus si la cimentoplastie intéressait effectivement au moins un cotyle.

Aucun critère d'exclusion n'était retenu. L'association à d'autres thérapeutiques n'était pas un critère de non inclusion.

##### 2. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION

Les données relatives au patient regroupaient sa date de naissance, son genre, et la néoplasie primitive.

##### 3. SUIVI RADIOLOGIQUE ET SURVIE

L'évolution du cotyle était ensuite étudiée depuis la réalisation de la cimentoplastie jusqu'à la dernière imagerie disponible à la date du 1er janvier 2017, permettant un suivi théorique minimal de 12 mois pour les derniers patients inclus. La dernière imagerie en coupe incluant le cotyle, la date de décès ou à défaut la date de la dernière consultation étaient relevées. Le suivi radiologique et la survie post-cimentoplastie en étaient respectivement déduits.

Les patients n'ayant aucune imagerie de suivi étaient exclus des analyses d'évolution de la hanche, mais conservés pour l'étude de la technique et des complications immédiates.

Les modalités d'imageries regroupaient toutes les imageries en coupe incluant le cotyle traité : scanner, IRM, Cone Beam CT et TEP-TDM.

##### 4. EVALUATION DE L'ETAT INITIAL DU COTYLE

L'analyse de l'atteinte du cotyle était réalisée sur la dernière imagerie disponible avant la cimentoplastie. A défaut, l'analyse était réalisée sur l'imagerie Cone-Beam CT réalisée le jour de l'intervention.

###### a) TRAME OSSEUSE

L'aspect condensant, mixte ou lytique était noté.

- Le caractère **condensant** était défini comme une densité de la métastase supérieure à l'os spongieux sain adjacent.



- Le caractère **lytique** correspondait à une densité tissulaire ou nécrotique de la métastase, hypodense par rapport à l'os spongieux sain adjacent.
- Le caractère **mixte** correspondait à une trame osseuse hétérogène contenant des zones lytiques et des zones condensantes.

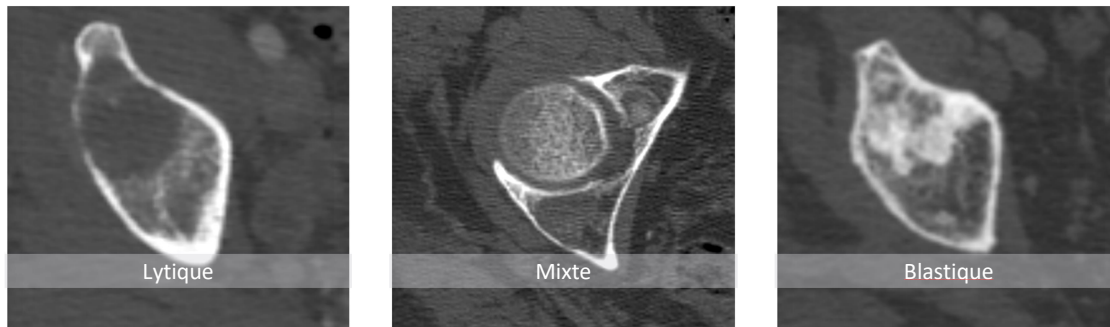


FIGURE 19 COUPES AXIALES SCANNER ILLUSTRANTS LES TROIS DIFFERENTS TYPES DE TRAME OSSEUSE

#### b) LOCALISATION DE LA LESION METASTATIQUE

Le cotyle était divisé en quatre territoires : mur antérieur, mur postérieur, toit et lame quadrilatère (Figures 55 à 58 en annexe).

#### c) ATTEINTE SOUS-CHONDRALE

L'atteinte néoplasique sous-chondrale était décrite comme :

- **absente**
- **minime** : destruction du liseré cortical par la lésion mesurant moins d'un centimètre
- **majeure** : destruction du liseré cortical par la lésion mesurant plus d'un centimètre.

Les patients présentant plusieurs lyses corticales infra-centimétriques, mais dont la somme était supérieure à 1 cm, appartenaient au groupe « atteinte sous-chondrale majeure ».

Elle n'était pas analysée chez les patients porteurs d'une prothèse totale de hanche.

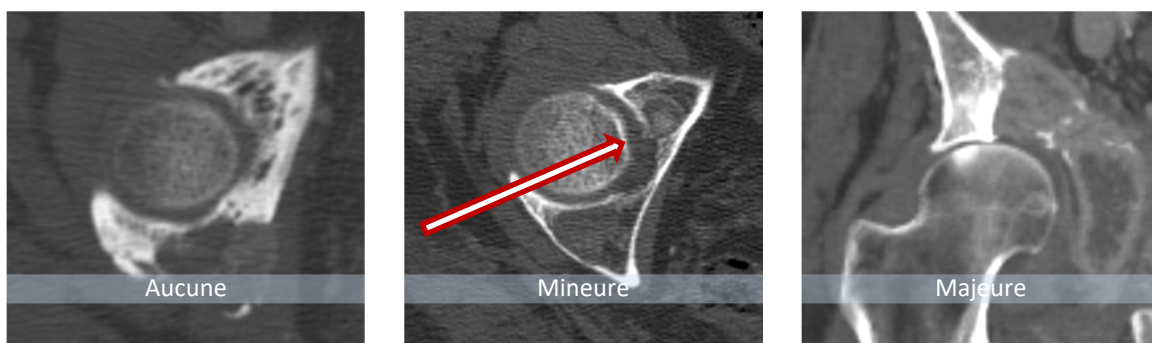


FIGURE 20 : RECONSTRUCTIONS SCANNER AXIALES ET CORONALE (IMAGE DE DROITE), ILLUSTRANT LES TROIS DIFFERENTS TYPES D'ATTEINTE SOUS CHONDRALE

#### d) EXTENSION EXTRA OSSEUSE

L'extension extra-osseuse correspondait à la présence de tissu tumoral au-delà des limites anatomiques normales du cotyle.

#### e) FRACTURE ARTICULAIRE

La présence d'une fracture articulaire du cotyle était notée, et caractérisée selon sa localisation et sa gravité. La classification de la localisation était la même que celle utilisée pour la localisation de la lésion initiale (Figures 55 à 58 en annexe). Les différents grades étaient :

- **fracture incomplète**: solution de continuité sans déplacement, n'atteignant que l'une des deux corticales
- **complète non déplacée** : atteignant les deux corticales opposées sans déplacement
- **complète déplacée** : atteignant les deux corticales, associée à un déplacement des fragments de plus de 3mm.

Si la fracture intéressait plusieurs territoires, nous ne retenions que le territoire le plus atteint. S'il existait deux fractures, nous n'étudiions que la plus grave.

En cas de prothèse totale de hanche, la présence d'une fracture dont au moins un trait de refend atteignait la cupule cotyloïdienne étant considérée comme articulaire.

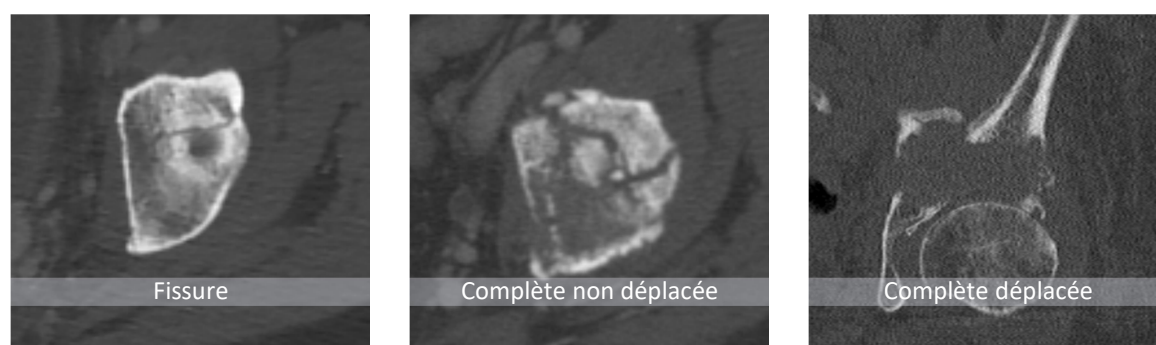


FIGURE 21 RECONSTRUCTIONS AXIALES ET CORONALES DE SCANNER (A GAUCHE) ILLUSTRANT LES TROIS DIFFERENTS TYPES DE FRACTURE ARTICULAIRE

### 5. CIMENTOPLASTIE DU COTYLE

#### a) PREMIERE CIMENTOPLASTIE

La date de la cimentoplastie était notée et utilisée comme référence pour le délai d'apparition des événements ultérieurs.

#### b) REMPLISSAGE

Le remplissage était évalué qualitativement. Sur chacun des quatre territoires définis initialement (figures 55 à 58 en annexe), le remplissage jugé satisfaisant était évalué supérieur à 50% par rapport au volume lésionnel ; non satisfaisant si inférieur à 50% ou nul.

Lorsque que le remplissage intéressait un territoire non néoplasique, le remplissage était évalué également à plus ou moins de 50%, ou nul, par rapport au territoire entier.

### c) COMPLEMENT DE CIMENTOPLASTIE

Pour les patients bénéficiant de plusieurs cimentoplasties, à chaque session étaient colligées la date de reprise et la présence de complications immédiates de la même manière que pour la cimentoplastie initiale.

### 6. TRAITEMENTS ASSOCIES

Les traitements associés étaient recherchés dans les dossiers médicaux informatisés de l'Institut Bergonié, regroupant les différents comptes rendus de consultations, opératoires, et les courriers extérieurs ayant été adressés à l'oncologue référent.

Les traitements associés considérés comme potentiellement responsables d'une modification de la trame osseuse et de la biomécanique de la hanche étaient relevés : radiothérapie dont le champ d'irradiation contenait le cotyle, ablathermie percutanée du cotyle, embolisation et bisphosphonates.

Leur chronologie par rapport à la cimentoplastie initiale était rapportée :

- Avant la cimentoplastie ;
- Concomitant : réalisé le jour de la cimentoplastie pour les traitements ponctuels. Pour la radiothérapie, elle était considérée comme concomitante si réalisée entre trois mois avant et trois mois après ;
- Après la cimentoplastie.

## B. OBJECTIF PRINCIPAL : EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA CIMENTOPLASTIE SUR LA STABILISATION DU COTYLE NEOPLASIQUE

### 1. DESCRIPTION DE L'EVOLUTION DES FRACTURES

La date d'apparition des évènements suivants était définie comme la date de la première imagerie où cet évènement était décelable.

Les fractures du cotyle ont été caractérisées par leur cinétique, leur localisation au sein des quatre territoires, et le degré de gravité :

- La cinétique était définie en cinq types : aucune fracture, apparition d'une fracture s'il n'existait pas de fracture initialement ; aggravation, stabilité ou consolidation de fracture s'il en existait une initialement.
- Si la fracture atteignait deux territoires, ou qu'il existait deux fractures, on retenait les caractéristiques de la fracture la plus grave
- Le degré de gravité a été défini en trois grades, comme lors de l'évaluation initiale : incomplète, complète non déplacée, complète déplacée.

### 2. EFFET STABILISATEUR DE LA CIMENTOPLASTIE SUR LE RISQUE FRACTURAIRE

L'association de la cimentoplastie avec une diminution du risque fracturaire était testée, en utilisant chaque cotyle comme son propre témoin.

### 3. FACTEURS DE RISQUE D'APPARITION OU AGGRAVATION D'UNE FRACTURE

Les événements *aggravation* et *apparition de fracture* étaient rassemblés, se basant sur l'hypothèse que les facteurs de risques étaient similaires.

Les facteurs étudiés étaient les caractéristiques du cotyle initial, les traitements associés quelle que soit la période d'administration.

Un remplissage satisfaisant (>50%) était testé par rapport à un remplissage insuffisant (<50% ou nul) comme facteur protecteur d'apparition ou aggravation de fracture, pour chaque territoire.

## C. OBJECTIFS SECONDAIRES

### 1. COMPLICATIONS IMMEDIATES

Les taux de complications ont été calculés pour la première cimentoplastie, puis sur la totalité des interventions incluant les sessions complémentaires de cimentoplastie.

Étaient recherchées :

- **les fuites extra-articulaires** définies par la présence de ciment dépassant la corticale ou la lésion tumorale dans le cas d'extension extra-osseuse (fuites veineuses, fuite sur le trajet du trocart, fuite dans la fossette acétabulaire...);
- **les fuites articulaires** définies par la présence de ciment au sein de la cavité articulaire ;
- **autres** : hématome...

### 2. FACTEURS DE RISQUE DE FUITE ARTICULAIRE

Les différents facteurs de risque testés étaient les caractéristiques du cotyle initial. Cette analyse intéressait uniquement les cas de fuite articulaire durant la première session de cimentoplastie. En effet, les caractéristiques du cotyle n'étaient valables que pour cette première session uniquement.

### 3. EVOLUTION DE LA SYNOVIALE

La détection de particules de ciment, de densité équivalente au ciment (environ 3000 HU) incluses dans la synoviale déterminait la date d'apparition de *la synovite d'inclusion*. La présence d'épanchement articulaire et d'une synoviale épaissie prenant le contraste aidait au diagnostic mais n'était pas nécessaire ni spécifique.

Nous avons ensuite analysé l'association de la *synovite d'inclusion* et de la survenue d'une fuite articulaire. Si les sessions étaient multiples, nous utilisons la date de la session où la première fuite articulaire était détectée.

### 4. EVOLUTION DE LA TÊTE FÉMORALE : PERTE DE LA SPHERICITE

La modification de la sphéricité de la tête fémorale était relevée. L'étiologie de la déformation était retenue.

Les différentes étiologies retenues ainsi que les critères sémiologiques utilisés étaient :

➤ **Fracture fémorale**

- Fracture pathologique fémorale sur néoplasie osseuse :  
Présence d'un foyer de fracture centré sur une lésion secondaire
- Fracture sous-chondrale (secondaire à une ostéonécrose, insuffisance osseuse, coxarthrose rapidement destructrice..) : trait de fracture parallèle à la corticale, présentant un aspect serpigneux lorsqu'il est étendu.

➤ **Incongruence articulaire**

- secondaire à une fracture cotyloïdienne :  
Une fracture déplacée du cotyle responsable de l'incongruence ;
- secondaire à un envahissement métastatique :  
L'envahissement métastatique articulaire à point de départ cotyloïdien responsable d'une excentration de la tête fémorale ;
- sans étiologie déterminée :  
Une déformation du cotyle, probablement secondaire aux multiples traitements locaux et régionaux responsable de l'incongruence. L'insuffisance osseuse au niveau du cotyle est la principale hypothèse de cette déformation acétabulaire.

➤ **Ostéonécrose**

- Ostéonécrose de la tête fémorale :  
Au scanner<sup>64</sup>, elle possède plusieurs critères sémiologiques permettant de la classer, selon la classification d'Arlet et Ficat.  
Les stades 0 et I ont une imagerie normale. Le stade II décrit une anomalie de la transparence de la trame osseuse sans perte de sphéricité, avec une osteocondensation en bande, ou les deux. Ces trois stades n'étaient pas retenus, car ils ne sont pas compliqués d'une déformation de la tête fémorale.  
Au stade III, il existe une **perte de la sphéricité** par enfoncement du foyer nécrotique, et le signe de la coquille d'œuf (dissection sous chondrale). Au stade IV, il existe une coxarthrose secondaire.  
A l'IRM, nous recherchions un œdème osseux de la tête fémorale, et de manière plus sensible, l'épanchement articulaire. Les autres critères étaient identiques à ceux du scanner. Le signal IRM pouvait être liquidien, hémorragique, graisseux ou fibreux, comme l'utilise la classification de Mitchell.
- Ostéonécrose de la tête fémorale entière, telle décrite par Resnick<sup>65</sup> .  
Selon lui, l'imagerie diffère de celle de l'ostéonécrose décrite ci-dessus. Il met en évidence une ostéolyse majeure de la tête fémorale excentrée et des débris osseux dans la cavité articulaire. Ces deux critères étaient nécessaires. Il peut également exister au stade tardif une forte distension capsulaire qui confirmait le diagnostic.

- Ostéonécrose thermique, secondaire à une ablation thermique à proximité. Il devait apparaître une ostéocondensation bien limitée, strictement localisée au sein de la zone d'ablation percutanée, responsable d'un collapsus secondaire.

➤ **Coxarthrose rapidement destructrice**

- Elle se définit par un pincement de l'interligne articulaire d'au moins deux millimètres par an ou plus de 50% en un an. On la différencie de la coxarthrose par l'absence ou pauvreté de l'ostéophytose. A l'IRM, on visualise un œdème osseux au niveau de la tête fémorale mais pouvant être présent au niveau du cotyle, un épanchement articulaire et une synovite.

Les étiologies n'étaient pas exclusives. Si la déformation de la tête fémorale indiquait la mise en place d'une PTH, la date de l'intervention et l'étiologie de la déformation étaient notées.

## D. ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse de la survie s'est faite sur les patients selon la méthode de Kaplan-Meier (une cimentoplastie bilatérale était étudiée comme un seul patient). Lorsque que la date du décès n'était pas connue, le patient était censuré à la date de la dernière consultation notée dans le dossier médical informatisé de l'Institut Bergonié.

L'étude de l'effet de la cimentoplastie sur le risque fracturaire s'est faite en prenant chacun des cotyles avec au moins une imagerie de suivi, comme son propre témoin, grâce au test non paramétrique de McNemar. Concernant les cotyles déjà fracturés, nous considérons l'état « fracture » persistant si la fracture était stable ou aggravée, et l'état « pas de fracture » si elle avait consolidé.

L'analyse des facteurs de risque de fracture (apparition ou aggravation) s'est faite sur les cotyles présentant au moins une imagerie de suivi à l'aide du test du logrank. Lorsque l'évènement « apparition ou aggravation » de fracture ne s'était pas produit, le cotyle était censuré à la date de la dernière imagerie disponible.

L'analyse des facteurs de risque de fuite articulaire s'est faite sur les cotyles exposés à la cimentoplastie à l'aide du test de Khi 2 ou du test exact de Fisher pour les effectifs inférieurs à 5.

L'analyse de l'association entre la fuite articulaire et l'apparition d'une synovite d'inclusion a été réalisée grâce au test du logrank sur les cotyles présentant au moins une imagerie de suivi. La date de la première fuite articulaire était retenue dans le cas où un cotyle était traité par plusieurs sessions de cimentoplasties. La date du premier scanner où la synovite d'inclusion était visible, était retenue. Lorsque la synovite d'inclusion n'était pas mise en évidence, le cotyle était censuré à la date de la dernière imagerie disponible. Si la synovite d'inclusion apparaissait sans fuite articulaire préalable, la date de la première cimentoplastie était retenue.

Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel XL-STAT. Pour chaque test, un risque de 5% avec un intervalle de confiance de 95% était utilisé.

## IV. RESULTATS

### A. DESCRIPTION DE LA POPULATION

#### 1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION

La population était composée de 128 patients. 12 patients ont bénéficié d'une cimentoplastie bilatérale, soit 140 cotyles étudiés. La répartition des genres étaient de 37.5% d'hommes et 62.5% de femmes. L'âge moyen et médian était de 66 ans.

**TABLEAU 4 : REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES DE TUMEURS PRIMITIVES RETROUVEES DANS LA POPULATION ETUDIEE**

Primitif	Effectif	Pourcentage
Cancer du sein	52	40.6
Cancer du rein	14	10.9
Cancer de la prostate	13	10.2
Cancer du poumon	12	9.4
Cancer urothélial/vessie	9	7.0
Myélome multiple des os	8	6.3
Cancer de la thyroïde	6	4.7
Sarcome	5	3.9
Carcinome hépatocellulaire	2	1.6
Cancer colorectal	2	1.6
Cancer de l'œsophage	1	0.8
Cancer de l'endomètre	1	0.8
Primitif inconnu	1	0.8
Cancer des voies aériennes supérieures	1	0.8
Donnée manquante	1	0.8
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100</b>

Parmi les cinq sarcomes, l'un était un chondrosarcome secondaire à une maladie de Paget de l'hémi-bassin dégénérée.

#### 2. SUIVI RADIOLOGIQUE ET SURVIE

La médiane de survie était de 669 jours (22.3 mois) selon la méthode de Kaplan Meier.

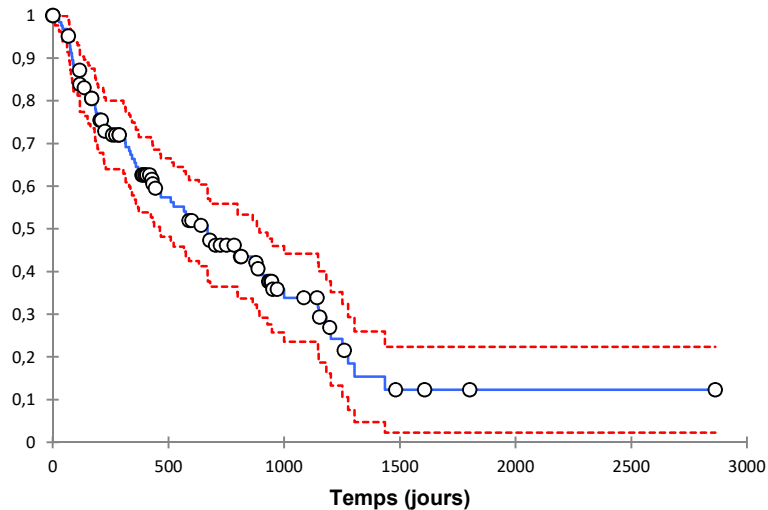


FIGURE 22 : COURBE DE SURVIE DES 128 PATIENTS SELON LA METHODE DE KAPLAN MEIER. LES PATIENTS NON DECEDES ETAIENT CENSURES A LA DATE DE LA DERNIERE CONSULTATION CONNUE.

Les patients sans aucune imagerie étaient exclus de l'analyse de l'évolution de la hanche. 26 cotyles ont donc été considérés comme *perdus de vue*. Le suivi médian était de 13.2 mois pour les 114 cotyles restants.

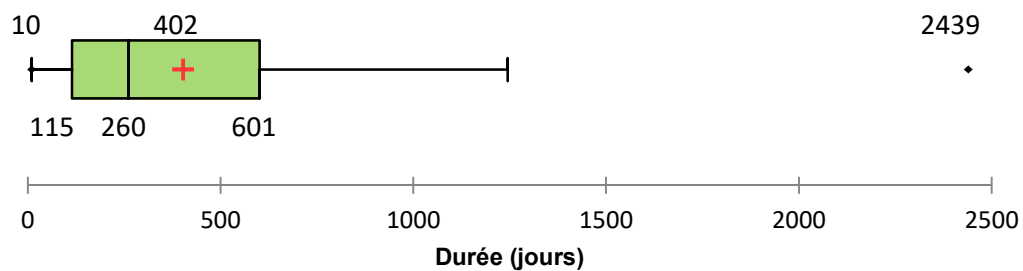


FIGURE 23 BOX PLOT ILLUSTRANT LE SUIVI RADIOLOGIQUE DES 114 COTYLES.

### 3. EVALUATION DE L'ETAT INITIAL DU COTYLE

#### a) TRAME OSSEUSE

Les lésions osseuses étaient à 60% lytiques, 35.7% mixtes et 4.3% condensantes.

#### b) ATTEINTE SOUS-CHONDRALE

L'atteinte sous chondrale était mineure dans 30.7% des cas, majeure dans 43.6%. La corticale était intacte dans 20.7% des cas. Sept patients (5% de la population) étaient porteurs d'une PTH avant la cimentoplastie.

#### c) EXTENSION EXTRA OSSEUSE

L'extension extra-osseuse était présente dans 29.3% des cas



#### d) FRACTURE ARTICULAIRE

17 % (N=24) des cotyles présentaient une fracture articulaire initiale. Un seul patient porteur d'une PTH présentait une fracture dite articulaire.

TABLEAU 5 REPARTITION DE LA LOCALISATION DES FRACTURES ARTICULAIRES INITIALES ET LEUR GRAVITE

Localisation Fracture	Toit	Mur Antérieur	Mur Postérieur	Lame	Total <i>Effectifs</i>	Total <i>Pourcentages</i>
Incomplète	7	3	0	1	<b>11</b>	45.8%
Complète non déplacée	4	1	2	0	<b>7</b>	29.2%
Complète déplacée	5	1	0	0	<b>6</b>	25%
<b>Total / <i>Effectifs</i></b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	100%
Total / <i>Pourcentages</i>	66.7%	20.8%	8.3%	4.2%	100%	

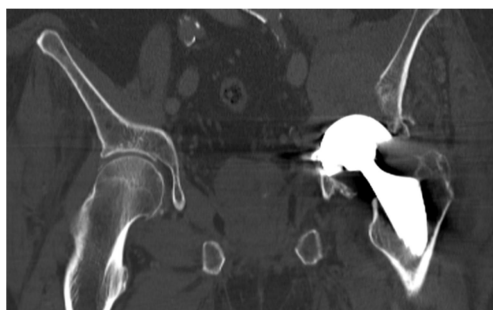


FIGURE 24 PATIENT 96 : FRACTURE DITE "ARTICULAIRE" SUR PTH. ASCENSION DE LA PTH ASSOCIEE

#### e) LOCALISATION DE LA LESION METASTATIQUE

Le toit était atteint dans 91.4% des cas, le mur antérieur 59.3%, le mur postérieur 68.6% et la lame quadrilatère 60.7%.

Dans 40.7 % des cotyles, les 4 territoires étaient atteints ; dans 18.6% seuls trois territoires étaient atteints ; dans 22.9% deux territoires ; et dans 17.8%, un seul territoire était atteint.

### 4. CIMENTOPLASTIE DU COTYLE : L'INTERVENTION

Concernant les patients ayant bénéficié de cimentoplasties bilatérales, 9 cas ont été faits dans le même temps. Deux cas ont eu des cimentoplasties différées ; l'un de 4,3 mois et le deuxième de 8 mois.

#### a) REMPLISSAGE

Le remplissage du toit était jugé satisfaisant (>50%) dans 78.9% des cas.

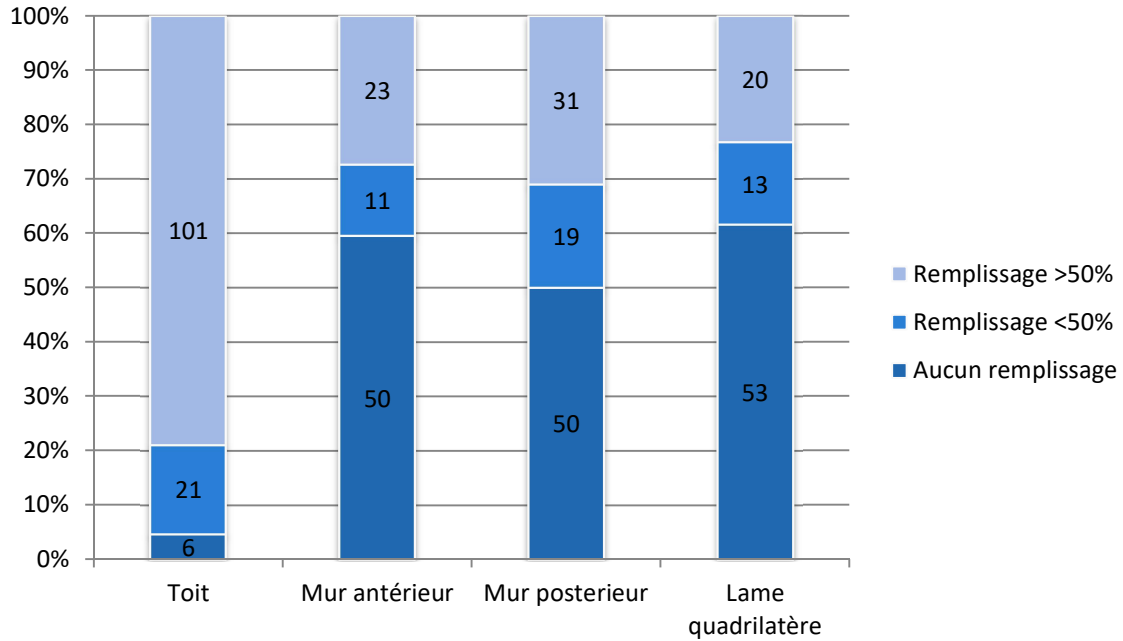


FIGURE 25 EVALUATION DU REMPLISSAGE EN FONCTION DU TERRITOIRE LORSQU'IL ETAIT ATTEINT

#### b) COMPLEMENT DE CIMENTOPLASTIE

Au total, l'étude regroupe 196 sessions de cimentoplasties. Au maximum, un patient a bénéficié de six sessions.

La médiane du délai de la première reprise était de 88 jours (IQR: 51.5; 227.5), de la deuxième 189 jours (IQR : 157.5 ; 253.75), de la troisième 337 jours (IQR : 297.5 ; 798,5). Un seul patient a bénéficié d'une quatrième et cinquième cimentoplastie à 343 jours et 690 jours.

#### 5. TRAITEMENTS ASSOCIES

La radiothérapie et les bisphosphonates étaient les traitements les plus fréquemment associés (48.7% et 38.7% des cas) à la cimentoplastie. La cimentoplastie était un traitement de « 2<sup>ème</sup> ligne » dans 45.3% des cas.

TABLEAU 6 : TRAITEMENTS ASSOCIES : EFFECTIFS DES TRAITEMENTS ASSOCIES, ET PERIODE A LAQUELLE ILS ONT ETE ADMINISTRES PAR RAPPORT A LA PREMIERE SESSION DE CIMENTOPLASTIE

	Avant cimentoplastie	Concomitant	Après cimentoplastie	Total	Pourcentage
Ablathermie	6	3	5	14	9.3%
Embolisation	2	0	3	5	3.3%
Radiothérapie	31	29	13	73	48.7%
Bisphosphonates	29	0	29	58	38.7%
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>
<i>Pourcentage</i>	<i>45.3%</i>	<i>21.3%</i>	<i>33.4%</i>	<i>100%</i>	

## B. OBJECTIF PRINCIPAL : EVALUATION DE L'EFFICACITE DE LA CIMENTOPLASTIE SUR LA STABILISATION DU COTYLE NEOPLASIQUE

### 1. DESCRIPTION DE L'EVOLUTION DES FRACTURES

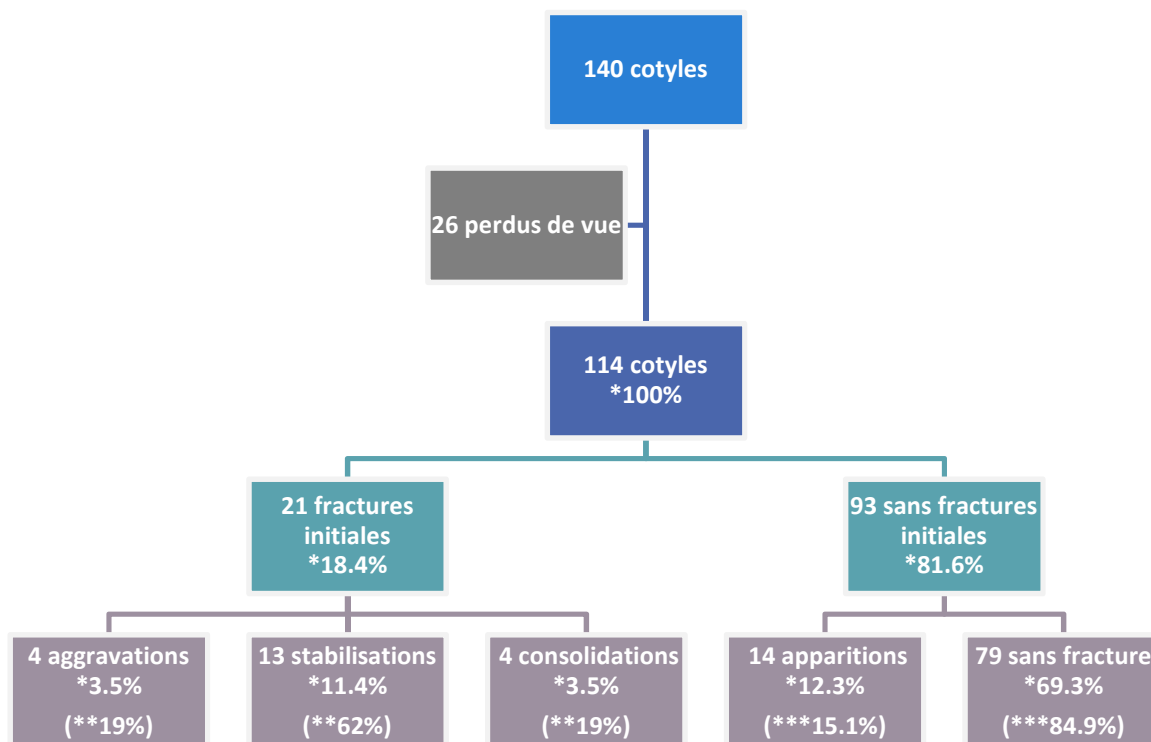


FIGURE 26 ORGANIGRAMME ILLUSTRANT REPARTITION DES DIFFERENTES CINETIQUE DES FRACTURES DU COTYLE

\*Pourcentage sur la population globale

\*\*Pourcentage sur la population avec fracture initiale

\*\*\*Pourcentage sur la population sans fracture initiale

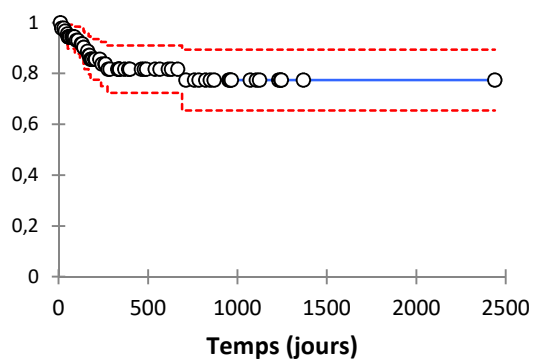
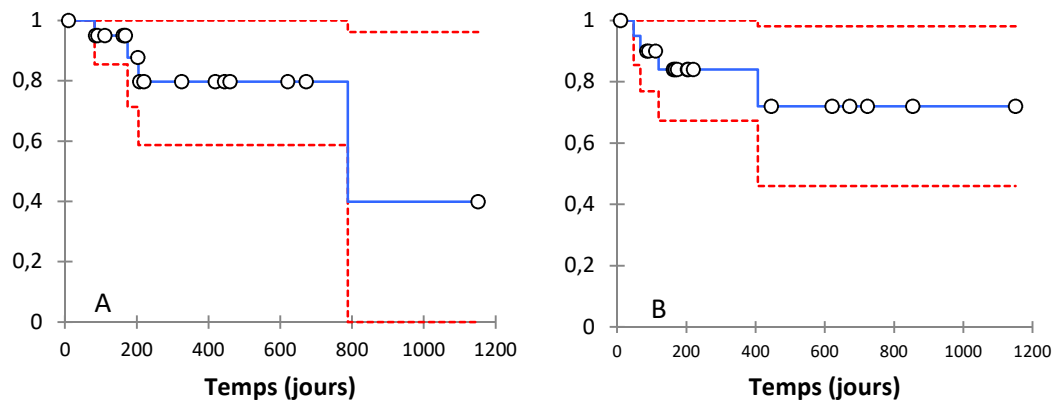


FIGURE 27 COURBE DE SURVIE KAPLAN MEIER ILLUSTRANT LA PROBABILITE D'APPARITION DE FRACTURE CHEZ LES PATIENTS SANS FRACTURE INITIALE

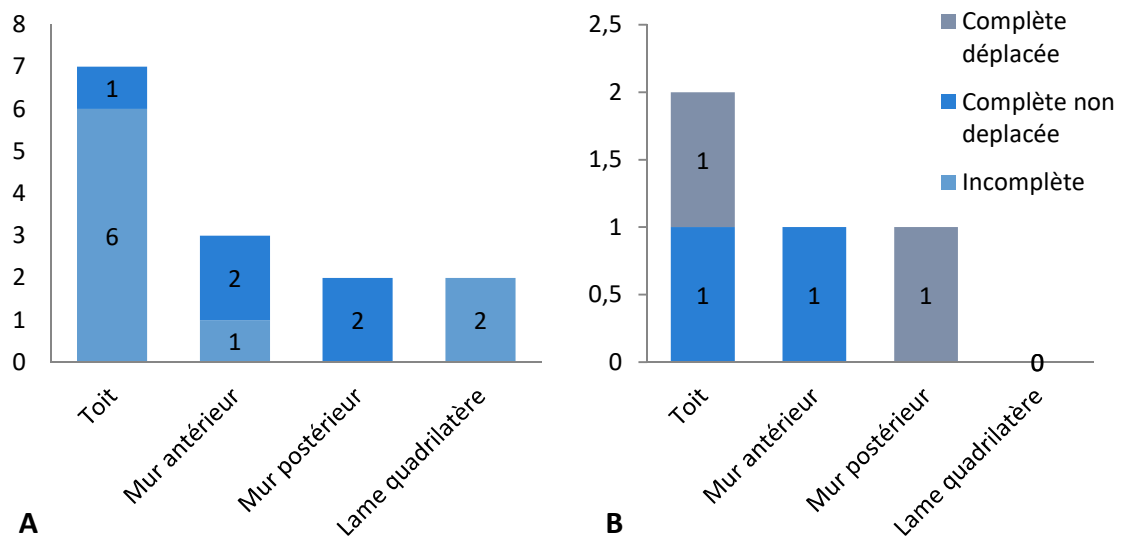
La probabilité d'apparition d'une fracture chez les patients n'ayant pas de fracture initiale à 669 jours (survie médiane) était de 23%.



**FIGURE 28 COURBE DE SURVIE KAPLAN MEIER - CONSOLIDATION [A] ET AGGRAVATION [B] DE LA FRACTURE CHEZ LES PATIENTS AVEC FRACTURE INITIALE**

Les probabilités de consolidation et aggravation de fracture à 669 jours (médiane de survie) selon la méthode de Kaplan Meier sur les 21 cotyles porteurs d'une fracture initiale étaient respectivement de 20.3% et 28%.

50% des fractures aggravées et apparues étaient localisées au niveau du toit.



**FIGURE 29 LOCALISATION ET GRAVITE DES FRACTURES APPARUES [A] ET AGGRAVEES [B]**

Concernant les 4 fractures aggravées, deux d'entre elles étaient des fractures complètes non déplacées qui sont devenues complètes déplacées. Les deux autres étaient des fractures incomplètes, s'aggravant en fracture complète déplacée et fracture complète non déplacée.

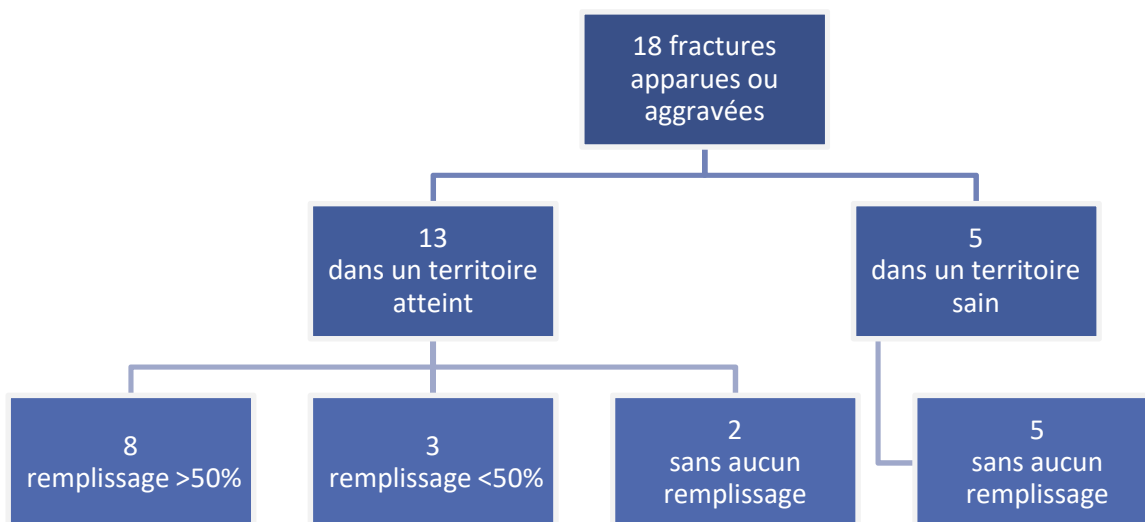
## 2. EFFET STABILISATEUR DE LA CIMENTOPLASTIE SUR LE RISQUE FRACTURAIRE

**TABLEAU 7 : TEST DE MCNEMAR EVALUANT LA CIMENTOPLASTIE COMME FACTEUR STATISTIQUEMENT SIGNIFICATIF DE DIMINUTION DE LA PREVALENCE DE FRACTURE COTYLOIDIENNE**

Avant \ Après	Pas de fracture	Fracture	TOTAL	Test de McNemar
Pas de fracture	79	14	93	<b>P=0.031</b>
Fracture	4	17	21	
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>31</b>	<b>114</b>	

## 3. FACTEURS DE RISQUE D'UNE APPARITION OU AGGRAVATION DE FRACTURE

### a) REMPLISSAGE >50% DU TERRITOIRE



**FIGURE 30 ORGANIGRAMME ILLUSTRANT L'INCIDENCE DES FRACTURES APPARUES OU AGGRAVEES APRES CIMENTOPLASTIE EN FONCTION DU CARACTERE NEOPLASIQUE DU TERRITOIRE FRACTURE ET DE SON REMPLISSAGE**

Nous avons recherché une association entre un remplissage satisfaisant et l'apparition ou aggravation d'une fracture dans ce même territoire.

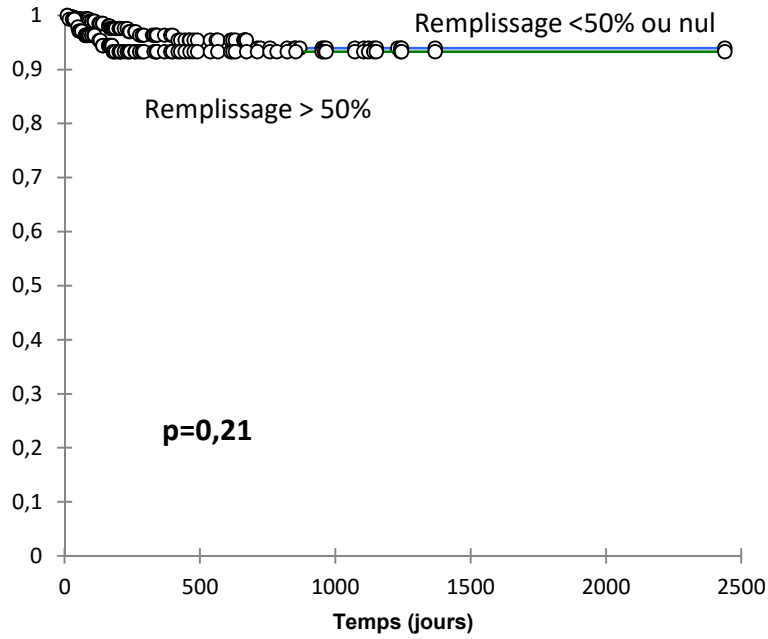


FIGURE 31 TEST DE LOGRANK EVALUANT LE REMPLISSAGE SATISFAISANT NON STATISTIQUEMENT ASSOCIE A L'APPARITION OU AGGRAVATION DE FRACTURE DANS CHAQUE TERRITOIRE (4 TERRITOIRES DES 114 COTYLES)

b) AUTRES FACTEURS DE RISQUES

Parmi tous les facteurs tests, la radiothérapie (quelle que soit la période) est le seul facteur de risque d'apparition ou aggravation de fracture à la limite de la significativité ( $p=0,055$ ).

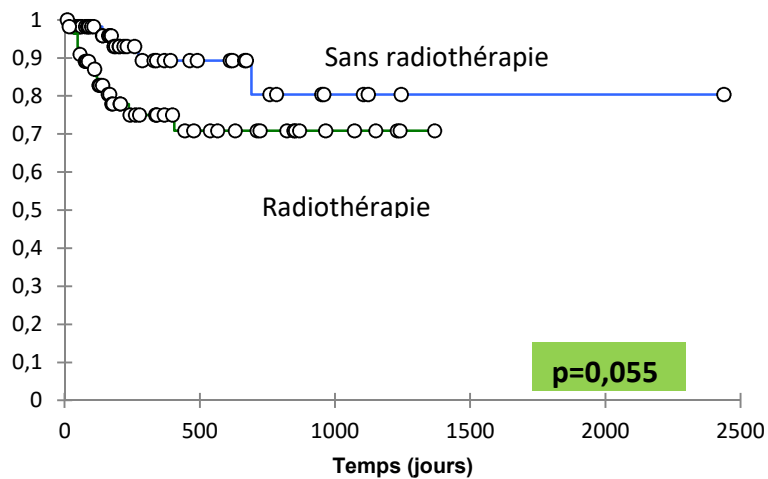


FIGURE 32 TEST LOGRANK EVALUANT LA RADIOTHERAPIE (AVANT/CONTOMITTANTE/APRES CIMENTOPLASTIE) COMME FACTEUR DE RISQUE DE D'APPARITION OU AGGRAVATION DE FRACTURE A LA LIMITE DE LA SIGNIFICATIVITE

La figure 59 en annexe correspond aux tests du Logrank des autres facteurs testés, non significatifs.

## C. OBJECTIFS SECONDAIRES

### 1. COMPLICATIONS IMMEDIATES

La fuite articulaire a compliqué 8.6% des premières cimentoplasties, 11.2% des interventions au total.

TABLEAU 8 : COMPLICATIONS IMMEDIATES DE LA CIMENTOPLASTIE

	Première cimentoplastie (140)		Totalité des cimentoplasties (196)	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
<b>Fuite articulaire</b>	12	8.6%	22	11.2%
<b>Fuite extra-articulaire</b>	58	41.4%	66	33.7%
<b>Hématome</b>	1	0.7%	1	0.5%
<b>Total</b>	71	50.7%	89	45.4%

### 2. FACTEURS DE RISQUES DE FUITE ARTICULAIRE

Le seul facteur de risque significatif de fuite articulaire est la présence d'une fracture initiale.

TABLEAU 8 : TEST DES FACTEURS DE RISQUE DE FUITE ARTICULAIRE

Facteur Analysé	Total	Sans Fuite	Avec Fuite	Test de Fisher
<b>TRAME OSSEUSE</b>				
<b>Lytique</b>				
Oui	84	76	8	p=0,763
Non	56	52	4	
<b>Mixte</b>				
Oui	50	46	4	p=1
Non	90	82	8	
<b>Condensante</b>				
Oui	6	6	0	p=1
Non	134	122	12	
<b>EXTENSION EXTRA-OSSEUSE</b>				
Oui	99	92	7	p=0,33
Non	41	36	5	
<b>ATTEINTE DE L'OS SOUS-CHONDRALE</b>				
Aucune	29	28	1	p=0.462
Majeure ou mineure	104	93	11	
PTH (exclus)	7	7	0	
<b>FRACTURE ARTICULAIRE</b>				
Oui	122	115	7	p=0,009
Non	18	13	5	

L'aspect de *synovite d'inclusion* est apparu dans 12 cas, soit 10.5 % des cotyles. La médiane d'apparition à l'imagerie est de 621 jours (20,7 mois) après la date de la première fuite articulaire détectée (quelle que soit la session).

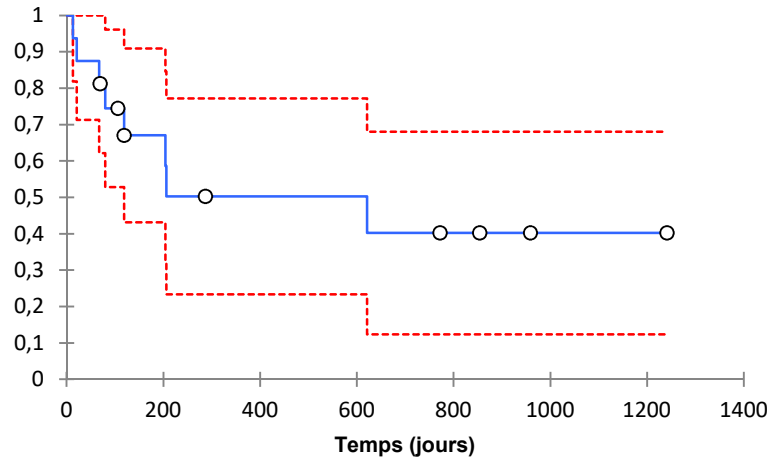


FIGURE 33 COURBE DE SURVIE KAPLAN MEIER ILLUSTRANT LA PROBABILITE D'APPARITION DE LA SYNOVITE D'INCLUSION APRES LA PREMIERE FUITE ARTICULAIRE QUELLE QUE SOIT LA SESSION DE CIMENTOPLASTIE.

Nous avons testé l'association de la *synovite d'inclusion* et la survenue d'une fuite articulaire durant l'une des sessions de cimentoplastie, qui s'est avérée significative.

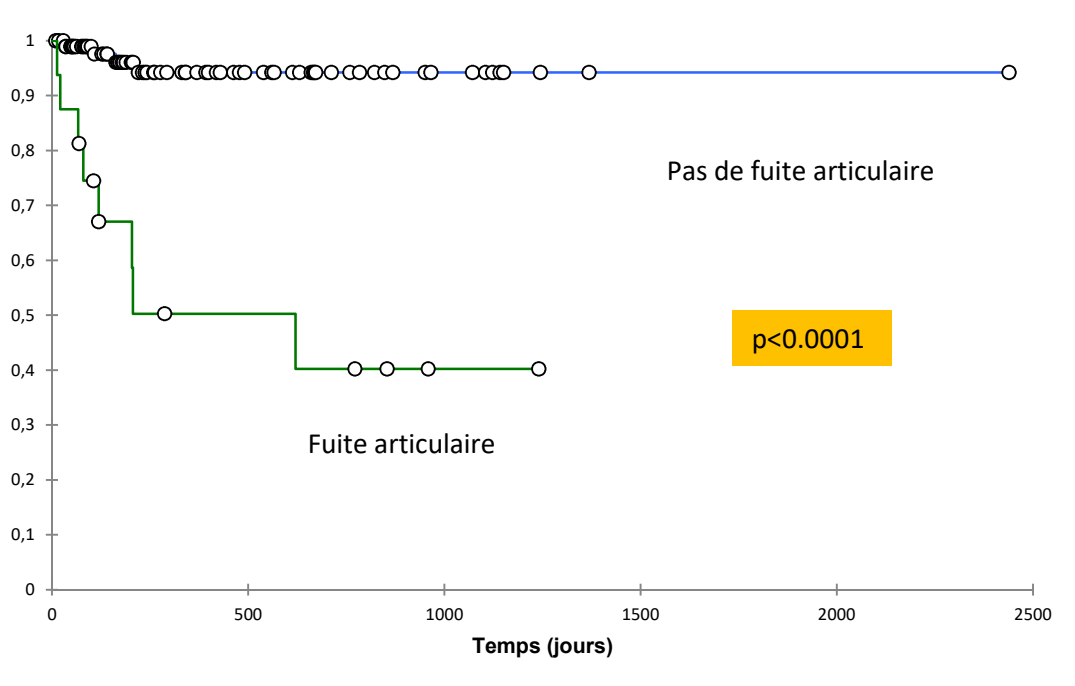
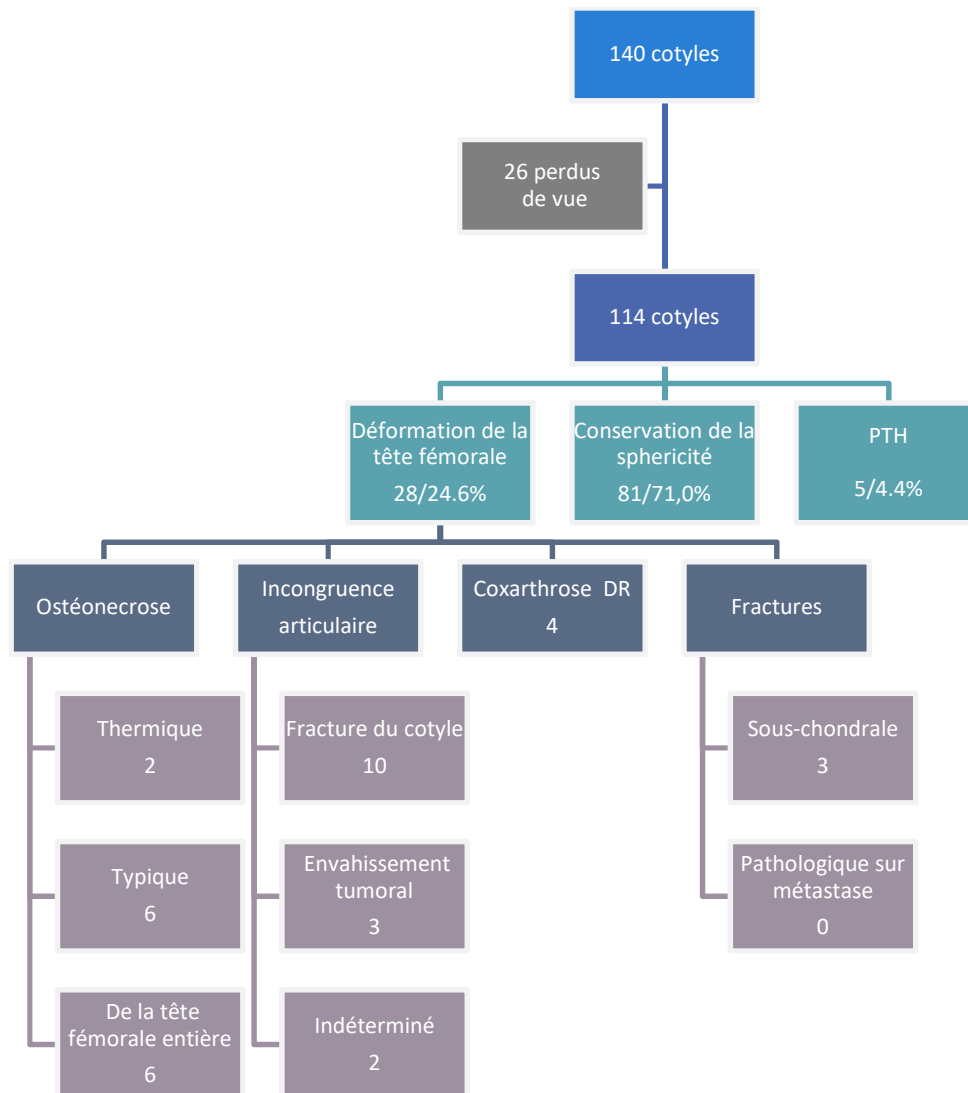


FIGURE 34 TEST DU LOGRANK ASSOCIANT SIGNIFICATIVEMENT L'APPARITION DE LA SYNOVITE D'INCLUSION ET LA PRESENCE D'UNE FUITE ARTICULAIRE LORS D'UNE DES SESSION DE CIMENTOPLASTIE.



### 3. EVOLUTION DE LA TETE FEMORALE



**FIGURE 35 DEFORMATION DE LA TETE FEMORALE : ORGANIGRAMME ILLUSTRANT LA REPARTITION DES DIFFERENTES ETIOLOGIES NON EXCLUSIVES ET LEURS EFFECTIFS**

Trois patients ayant présenté une déformation de la tête fémorale ont bénéficié d'une arthroplastie de hanche (dont deux avec anneau de renfort acétabulaire) 5, 11 et 21 mois après la cimentoplastie première.

Les indications de la mise en place d'une prothèse de hanche étaient l'ostéonécrose complète de la tête fémorale (2) et une incongruence articulaire secondaire à la fracture du cotyle responsable d'une déformation fémorale majeure secondaire à la fracture du cotyle (1).

## V. DISCUSSION

### A. DESCRIPTION DE LA POPULATION

#### 1. ETUDE DU COTYLE INITIAL

La principale difficulté pour décrire de manière efficace et appropriée la gravité de la lésion initiale du cotyle a été l'absence de score dédié à la cimentoplastie. En effet, les seuls scores existants sont chirurgicaux (par exemple, le score d'Harrington) ou alors intéressent les vertèbres (score SINS<sup>66</sup>) ou les os longs (score de Mirel). Nous avons donc choisi de retenir les critères principaux décrits dans ces différents scores.

L'étude de l'atteinte sous-chondrale était primordiale, néanmoins, nous avons dû arbitrairement déterminer une limite pour différencier les atteintes majeures des atteintes mineures.

La description de la fracture n'a également pas pu se reposer sur des scores déjà existants. En effet, bien qu'il existe des scores concernant les fractures du cotyle, celles-ci se présentent sur un cotyle sain dans un contexte post-traumatique. Or, les fractures pathologiques dans le cotyle semblent différentes, car ne respectent pas les zones de faiblesse physiologiques, mais celles créées par la lésion.

#### 2. ETUDE DE LA PROCEDURE DE CIMENTOPLASTIE

##### a) REMPLISSAGE

L'étude du remplissage était complexe car difficilement quantifiable. Certaines études utilisent le volume brut injecté, mais cette valeur n'était que rarement répertoriée dans les comptes rendus d'interventions. De plus, le volume doit être corrélé à la taille de la lésion osseuse. Or, même le volume de la lésion est difficile à évaluer car la délimitation entre l'os sain et pathologique est souvent floue, notamment sur un scanner. De plus, l'atteinte métastatique est parfois l'association de plusieurs métastases, ce qui complexifie l'étude de son volume.

D'autres études utilisent un jugement subjectif, comme Weill<sup>6</sup> qui évalue la qualité de remplissage en trois grades : bon, partiel, faible. Ce critère de jugement, mal défini, possède une grande variabilité inter-observateur, et n'est pas facilement transposable à la pratique quotidienne.

Quoiqu'il en soit, chaque étude ayant quantifié le remplissage a montré l'absence de lien entre la quantité/qualité du remplissage et l'amélioration des douleurs. Parallèlement dans la vertebroplastie<sup>67</sup>, la corrélation entre le remplissage et l'efficacité n'a pas été mise en évidence. La limite des 50% de lésion comblée par le ciment n'a donc pu se reposer sur aucune donnée préalable.

##### b) AUTRES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES NON EVALUEES

Le type d'anesthésie, la voie d'abord, le nombre de trocart utilisés, le type de ciment PMMA n'ont pas été étudiés car ils sont directement liés à l'état général du patient, la complexité de la lésion et l'expérience du radiologue interventionnel. Selon nous, ces critères ne sont pas liés à l'évolution de la hanche.

## B. ETUDE DES FRACTURES

### 1. EFFET DE LA CIMENTOPLASTIE SUR LE RISQUE FRACTURAIRE

Nous avons mis en évidence que l'apparition de fracture après cimentoplastie était statistiquement plus faible que sans cimentoplastie ( $p=0.031$ ). Ces données confirment l'intérêt de la cimentoplastie dans un but de consolidation des cotyles néoplasiques. Le très faible taux de complications associées à la cimentoplastie tend à utiliser ce traitement en première ligne, alors qu'il a été indiqué en deuxième ligne de traitement dans 45.3% des cas. L'association et la chronologie des différents autres traitements (radiothérapie...) restent à définir.

### 2. INCIDENCE, LOCALISATION, GRADE ET CINÉTIQUE DE LA FRACTURE DU COTYLE APRES CIMENTOPLASTIE

#### a) INCIDENCE

Nous avons observé chez les patients ne présentant pas de fractures initiales, une apparition de la fracture dans 15.1% des cas.

La littérature ne fournit aucune donnée concernant l'incidence des fractures pathologiques au niveau du cotyle, que ce soit sans traitement ou après cimentoplastie. Cotten et Marcy<sup>2,8</sup> décrivent une fracture venant compliquer l'évolution de la cimentoplastie du cotyle.

Cazzato<sup>68</sup> décrit l'apparition de fracture dans 9.1% des cas au niveau des os longs. Deux hypothèses peuvent expliquer le taux de fracture plus important au sein du cotyle. D'une part, l'étude de Cazzato regroupe 1/3 de lésions au niveau des membres supérieurs, sur des os non porteurs. Ensuite, la chirurgie reconstructrice du cotyle est plus à risque et plus difficile que celle des os longs. Ainsi, les lésions complexes des os longs étaient probablement plus facilement traitées par chirurgie, que les lésions du cotyle. Ainsi, la proportion des cotyles à haut risque fracturaire était probablement plus importante dans notre étude que celle des os longs à haut risque fracturaire.

#### b) LOCALISATION

La fracture pathologique est apparue ou s'est aggravée dans 50% des cas au niveau du toit. Ceci est facilement compréhensible car la majorité des forces de compression sont localisées à ce niveau. Le toit est donc le territoire le plus à risque, et nécessite une attention particulière au cours de l'intervention.

Nous avons mis en évidence 5/18 fractures au niveau d'un territoire sain, sans aucun remplissage. La problématique d'un remplissage prophylactique n'a jamais été posée dans la littérature. Notre hypothèse est que l'extension d'une fracture pourrait être contrôlée par un remplissage autour de la lésion, et donc que le remplissage de la lésion seule n'est probablement pas suffisant.

### c) GRADE

L'aspect de fracture incomplète a été plus souvent décelé au niveau du toit également. Les fractures incomplètes sont probablement sous-estimées ; d'une part d'un point de vue diagnostique car il n'existe pas de contexte traumatique, et l'analyse du cotyle en axial (coupe standard du scanner) est difficile. De plus, d'un point de vue thérapeutique, elle est responsable d'un risque augmenté de fuite articulaire et doit donc attirer l'attention du radiologue.

### d) CINETIQUE ET FACTEURS DE RISQUE

Nous avons observé 3.5% de consolidation, 3 cas à partir d'une fracture incomplète et 1 cas d'une fracture déplacée. Bien que le ciment ne stimule pas directement l'ostéogénèse, il peut réaliser une immobilisation du foyer de fracture et ainsi permettre une consolidation de la fracture par ostéogénèse directe.

Pour permettre une consolidation efficace, il faut, en plus de l'immobilisation de la fracture, que l'os sain périphérique ait une activité ostéoblastique efficace. Nos hypothèses devant les cas de non consolidation du foyer de fracture sont d'une part, une cimentoplastie sous-optimale, et d'autre part, un os adjacent pathologique. L'altération de la trame osseuse peut être secondaire à l'atteinte néoplasique, ou aux traitements associés. Nous avons en effet mis en évidence que la radiothérapie était un risque à la limite de la significativité ( $p=0.055$ ) d'apparition ou aggravation de fracture.

Les cas considérés comme stables (62% des fractures préexistantes) doivent probablement être assimilées à des pseudarthroses secondaires à une immobilisation imparfaite et à une trame osseuse altérée.

Notre étude n'a pas non plus montré qu'un remplissage évalué satisfaisant (si supérieure 50% de la taille de la lésion) était protecteur, bien que notre analyse ait testé l'éventuel bénéfice d'un meilleur remplissage sur la consolidation et non sur l'antalgie comme dans la littérature.

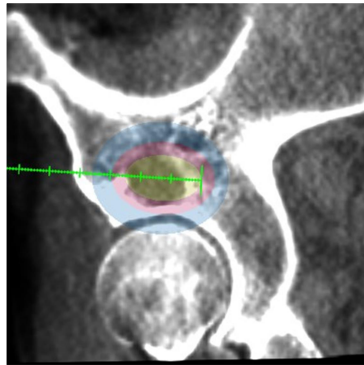
Notre hypothèse concernant cette absence d'association entre volume et consolidation, de même qu'entre volume et antalgie, est que l'effet du ciment repose plutôt sur sa localisation que sa quantité. En effet, l'antalgie et la consolidation seraient améliorées si le ciment comble des zones de faiblesse, comme des fractures incomplètes, et qu'il soulage l'os sain péri-lésionnel en formant un « pont » entre l'os sain trabéculaire et l'os pathologique.

De plus, dans notre étude, le remplissage des territoires sains était également étudié. Nous avons montré que les fractures peuvent atteindre ces territoires sains. La question de l'intérêt d'un **remplissage préventif des territoires sains** se pose, notamment lorsque la métastase est à proximité des zones à fortes contrainte mécanique (toit du cotyle en particulier).

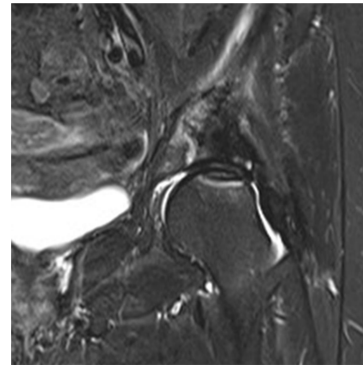
## 3. FRACTURE ET ABLATHERMIE

Dierselhuis<sup>69</sup> décrit deux cas de fractures du fémur après radiofréquence (l'une pour traitement d'un ostéome ostéoïde et l'autre d'une métastase). Dans notre étude, on retrouve également une fracture sur un site de radiofréquence, avec un remplissage incomplet de la cimentoplastie (Figure 43).

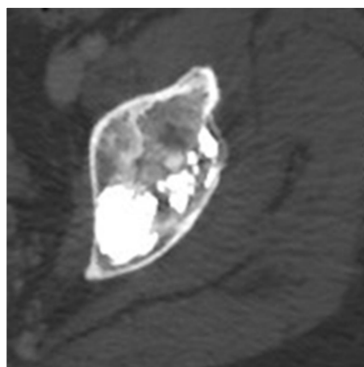
[A] Cone Beam : Planification de la radiofréquence



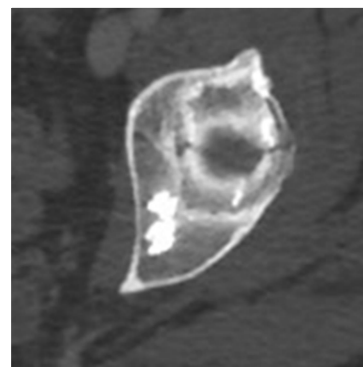
[B] IRM coupe coronale STIR



[C] Scanner coupe axiale



[D] Scanner coupe axiale



**FIGURE 36 PATIENTE 91: TRAITEMENT COMBINE RADIOFREQUENCE-CIMENTOPLASTIE, COMPLIQUE D'UNE OSTÉONECROSE THERMIQUE FÉMORALE [B] ET D'UNE FRACTURE DU COTYLE [C] ET [D]**

La cimentoplastie s'avère une excellente technique pour assurer la consolidation post-ablathermie, à condition qu'elle comble complètement la zone d'ostéonécrose.

#### 4. INTERET DE L'ASSOCIATION AU VISSAGE PERCUTANEE

Le fait que les fractures puissent s'aggraver après une cimentoplastie est un élément important. Cela conforte l'adage disant que « le ciment est un mortier et non une glue ». Il ne permet pas à lui seul de consolider une fracture. Jusqu'à récemment, la radiologie interventionnelle ne disposait que de la cimentoplastie comme outil face à ces fractures pathologiques ne pouvant bénéficier d'un traitement chirurgical.

Le vissage percutané s'est ajouté aux techniques du radiologue interventionnel pouvant se combiner à la cimentoplastie pour traiter et prévenir ces fractures. L'ostéosynthèse a initialement été développée par les orthopédistes sur les fractures non déplacées, pendant des chirurgies ouvertes. La fabrication de vis canulées permet, grâce à la technique de Seldinger, sous guidage radiologique, de les mettre en place avec une grande précision et une incision cutanée centimétrique.

Deschamp<sup>70</sup> a réalisé une étude concernant 63 ostéosyntheses percutanées. Il décrit une diminution significative des douleurs à 1 mois (EVA diminuant de 80/100 à 20/100). Aucun déplacement secondaire n'a été décrit sur les 21 ostéosyntheses ayant traité des fractures patholo-

giques, pendant un suivi médian de 189 jours. Sur les 43 ostéosynthèses à visée préventive, 2 fractures ont compliqué l'évolution.

## C. COMPLICATIONS IMMEDIATES DE LA CIMENTOPLASTIE

### 1. FUITE ARTICULAIRE

#### a) INCIDENCE

Dans notre étude, une fuite articulaire est survenue dans 8.6% des premières cimentoplasties, et 11.2% de la totalité des sessions. Dans la littérature, les taux les plus élevés de fuites articulaires étaient de 7% pour Lane<sup>7</sup>, 8% pour Cotten<sup>2</sup> et Marcy<sup>8</sup>, et 22% pour Weill. Nos résultats sont donc concordants avec ceux de la littérature.

#### b) FACTEURS DE RISQUE

Les différentes études de la cimentoplastie du cotyle ne recherchaient pas les facteurs de risque de fuite articulaire. Nous avons mis en évidence un risque significatif ( $p=0.009$ ) de fuite articulaire lorsqu'il existait une fracture articulaire préexistante, quelle que soit sa gravité. On explique facilement ce facteur de risque par la rupture de continuité de la corticale et la communication directe du foyer de fracture avec la cavité articulaire.

L'atteinte sous chondrale n'a pas été retenue comme facteur de risque significatif de fuite articulaire ( $p=0.46$ ). Cela peut s'expliquer par l'intégrité du périoste ou d'un cartilage intact bien que, à l'imagerie, la corticale ne soit plus visible. De plus, la métastase possède une *coque inflammatoire* pouvant contenir le ciment. Néanmoins, la résistance à la pression de ces « barrières » est plus limitée qu'une corticale osseuse physiologique. Il appartient donc au radiologue d'injecter le ciment avec précaution en adaptant la pression de remplissage à l'atteinte du cotyle.

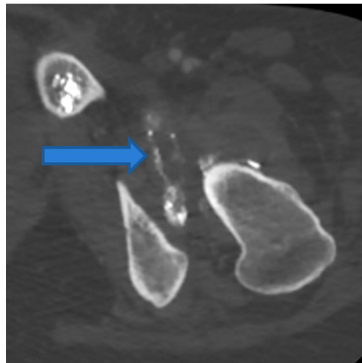
#### c) EVOLUTION VERS LA SYNOVITE D'INCLUSION

Nous avons mis en évidence l'apparition de ce que nous avons nommé des *synovites d'inclusions*. Elles s'intègrent dans le pattern des synovites résorptives à corps étranger exogène.

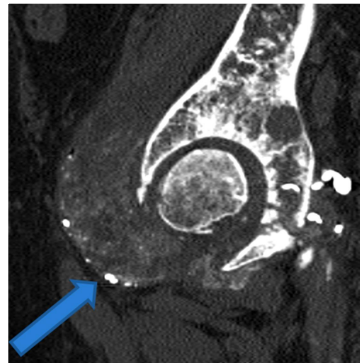
##### (1) ASPECT A L'IMAGERIE

Au scanner, la synovite d'inclusion se présente sous l'aspect d'un épaissement synoviale, associé à l'apparition d'hyperdensité ponctiformes de taille variable (pouvant aller jusqu'à quelques millimètres) au sein de la synoviale. Ces particules très hyperdenses (environ 3000 UH) correspondent effectivement à la densité du ciment. L'épanchement synovial associé est classique mais non spécifique.

[A] Scanner coupe axiale



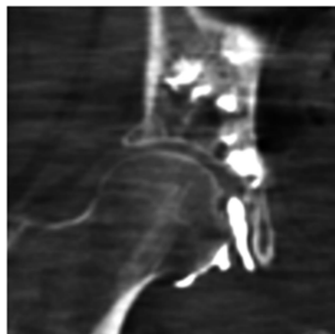
[B] Scanner coupe sagittale



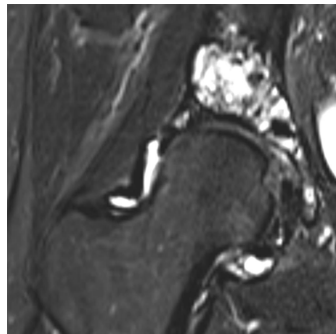
**FIGURE 37 SYNOVITE D'INCLUSION AU SCANNER. L'ÉPAISSISSEMENT SYNOVIAL ET L'INCLUSION DE PARTICULES DE CIMENT DE TAILLES DIFFÉRENTES.. A NOTER SUR L'IMAGE [B], LA PRÉSENCE DE DÉBRIS OSSEUX ARTICULAIRES RAPPORTÉE À L'OSTÉONÉCROSE DE LA TÊTE FÉMORALE**

A l'IRM, l'aspect retrouvé est souvent peu spécifique, montrant uniquement une prise de contraste synoviale, associée à un épanchement articulaire. La visualisation des particules de ciment inclus dans la synoviale est plus difficile. Lorsqu'elles sont visibles, elles ont le signal du ciment : hyposignal T1, hyposignal T2, ne prenant pas le contraste.

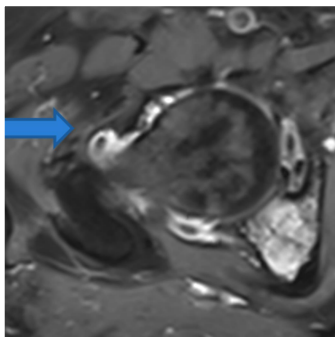
[A] Coupe coronal cone-beam



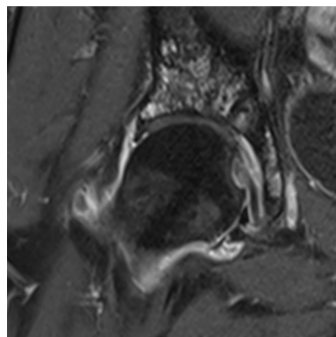
[B] Coronal T2 stir



[C] Coupes axiale T1 après injection de Gadolinium et saturation de la graisse



[D] Coronale T1 après injection de gadolinium et saturation de la graisse



**FIGURE 38 IRM D'UNE SYNOVITE SECONDAIRE À LA FUITE ARTICULAIRE DE CIMENT. LE CIMENT INTRA-ARTICULAIRE EST VISIBLE SOUS LA FORME D'HYPERDENSITÉ SPONTANÉE AU CONE-BEAM, TRADUITE EN HYPOSIGNAL T1 ET T2 À L'IRM. LA SEQUENCE STIR PERMET DE BIEN VISUALISER LA LAME D'ÉPANCHEMENT ARTICULAIRE. L'INJECTION DE PRODUIT DE CONTRASTE MET EN ÉVIDENCE UNE FRANCHE PRISE DE CONTRASTE SYNOVIALE.**

## (2) ANATOMOPATHOLOGIE

Aucun des patients de cette étude présentant un aspect scanographique de *synovite d'inclusion* suite à une cimentoplastie du cotyle n'a pu bénéficier d'une biopsie synoviale (pour cause d'altération sévère de l'état général, patient suivi hors centre, décès ...).

Nous avons par contre réalisé une ponction articulaire et une biopsie synoviale sur un cas survenu au décours d'une cimentoplastie de l'épaule.

Cette patiente a bénéficié d'une cimentoplastie de la scapula, compliquée d'une fuite articulaire. Deux ans plus tard, l'aspect de *synovite d'inclusion* est décelable. On réalise alors, sous contrôle échographique une ponction articulaire et une biopsie synoviale.

Les résultats sont les suivants :

- **Cytoponction** : 7,5 ml de liquide hémorragique trouble, visqueux. Le prélèvement intéresse des cellules synoviales mêlées à des macrophages et de cellules géantes. Absence de cellule suspecte de malignité.
- **Biopsie** : tissu fibreux hémorragique avec présence de nombreux dépôts d'hémosidérine. Prolifération de cellules d'allure fibroblastique, **inflammatoires** et présence de cellules géantes. **Absence de cellule suspecte de malignité**. Aspect histologique compatible avec une **synovite** non spécifique.

Le principal avantage de ces prélèvements est l'élimination de l'origine néoplasique de la synovite devant une métastase osseuse envahissant l'articulation.

Ensuite, l'aspect très inflammatoire, bien que non spécifique, est en accord avec l'hypothèse de Meachim développée en suivant.

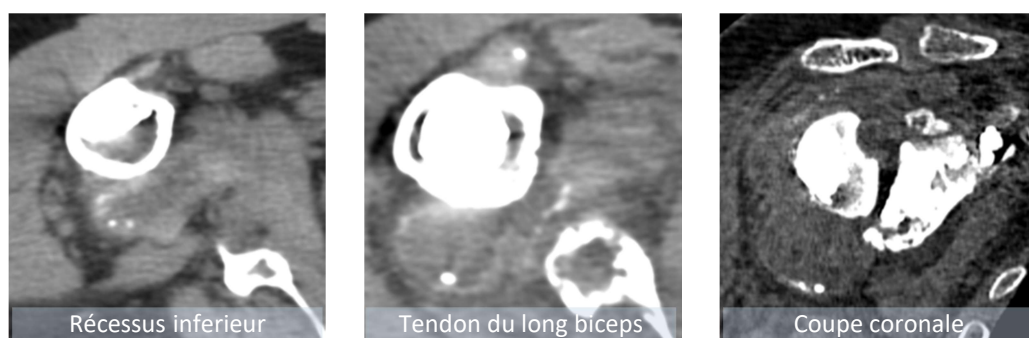


FIGURE 39. PATIENTE AYANT BÉNÉFICIE D'UNE CIMENTOPLASTIE DE LA SCAPULA, COMPLIQUÉE D'UNE FUITE ARTICULAIRE. SCANNER PRÉCEDANT LA PONCTION ARTICULAIRE ET BIOPSIE SYNOVIALE

## (3) PHYSIOPATHOLOGIE : LA THÉORIE DE MEACHIM

La physiopathologie de l'inclusion du ciment au sein de la synoviale a été décrite par Meachim<sup>71</sup> en 1979. Il a réalisé une étude expérimentale en injectant des particules de ciment acrylique dans les articulations femoro-patellaires sur le cochon de Guinée, et en étudiant ensuite la réaction synoviale jusqu'à un an après l'injection.



Après l'injection de ciment acrylique, des débris fibreux contenant ces particules adhèrent à la membrane synoviale. Une prolifération cellulaire à l'interface entre les débris et la synoviale englobe les débris et une nouvelle couche de cellules intimes recouvre leur surface. Les particules de ciment sont donc **incluses** dans un tissu subintimal vascularisé.

L'aspect reste stable une fois l'incorporation terminée. Aucune zone de nécrose n'a été mise en évidence au long terme. De même, cet aspect apparaît identique lorsque l'injection est unique ou multiple, et quelle que soit la quantité de ciment injectée.

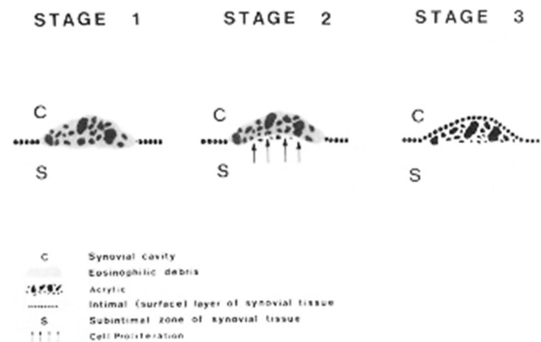


FIGURE 40 FIGURE DETAILLANT L'INCORPORATION DES PARTICULES DE CIMENT ACRYLIQUE DANS LA REACTION SYNOVIALE A COURT-TERME, D'APRES MEACHIM<sup>71</sup>

d) DES CAS DE SYNOVITE D'INCLUSION SANS FUITE ARTICULAIRE

Dans notre étude, on dénombre 4 cas de *synovites d'inclusion* sans fuite articulaire durant la cimentoplastie. La relecture des imageries retrouve un contact direct entre le ciment et la cavité articulaire. En effet, lorsque le ciment s'est infiltré au sein d'un foyer de fracture articulaire, même sans atteindre la cavité articulaire, il est au contact des replis synoviaux.

e) LE CIMENT ORTHOPEDIQUE DES PTH

Les descriptions anatomopathologiques en rapport avec les débris d'usure d'une PTH sur l'articulation sont mieux connues, et comparables à notre description.

En anatomopathologie, le PMMA apparaît sous la forme de vacuoles optiquement vides à contours polycycliques, jusqu'à plusieurs millimètres de longueur, entourés de cellules géantes multi-nuclées. L'opacifiant du ciment (Baryum ou Zirconium), apparaît sous la forme de grains ronds jusqu'à 2 µm de diamètre, grisâtre, à faible réfringence.

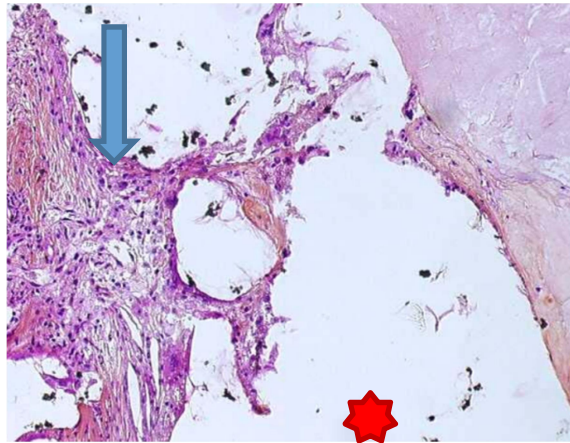
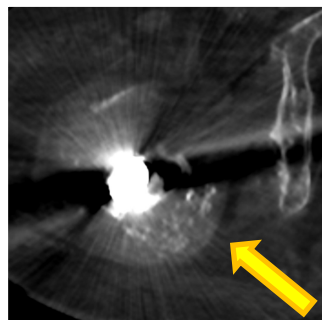


FIGURE 41 ANALYSE ANATOMOPATHOLOGIQUE D'UNE BIOPSIE SYNOVIALE AVEC PRESENCE DE PMMA (ETOILE) ET OXYDE DE ZIRCONIUM (→), D'APRES LAROUSSERIE

Nous décrivons pour exemple deux cas hors étude présentant le même aspect de *synovite d'inclusion* (épaississement synovial et particules hyperdenses incluses) suite à la cimentation du cotyle au contact de la cupule. Ces deux cas ont été découverts de manière fortuite. Pour rappel, lors de la mise en place d'une PTH, certaines techniques chirurgicales permettent de conserver la capsule articulaire.

Le premier patient (Figure 39) porteur d'une PTH (suite à une ostéonécrose de la tête fémorale) a développé une collection responsable d'un descellement de prothèse. Dans l'hypothèse d'une arthrite septique posée sur l'hypermétabolisme visible au TEP-TDM, un prélèvement scano-guidé a été effectué. L'analyse anatomopathologique décrit un tissu fibreux contenant du pigment noirâtre d'allure métallose (correspondant vraisemblablement à l'oxyde de zirconium utilisé comme radio opacifiant du ciment), des remaniements calcifiants et parfois une discrète réaction macrophagique. L'ensemble est essentiellement fibreux. L'anatomopathologiste conclue un aspect histologique de lésion de **synovite résorptive** dans un versant plutôt fibreux. L'arthrite septique a été éliminée.

[A] Scanner coupe axiale



[B] TEP-TDM

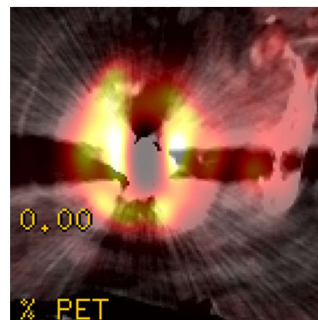


FIGURE 42. PATIENT HORS ETUDE. SYNOVITE D'INCLUSION (FLECHE) SUR PTH, APPARAISSANT HYPERMETABOLIQUE AU TEP-SCANNER.

La seconde patiente (Figure 40) était suivie pour une polyarthrite rhumatoïde. Suite à une ostéonécrose de la tête fémorale gauche cortico-induite, une PTH est mise en place. Secondairement à une infection de prothèse, elle est retirée. On visualise dans les scanners réalisés dans les suites un aspect typique de *synovite d'inclusion*. Cette atteinte n'a pas été biopsiée.

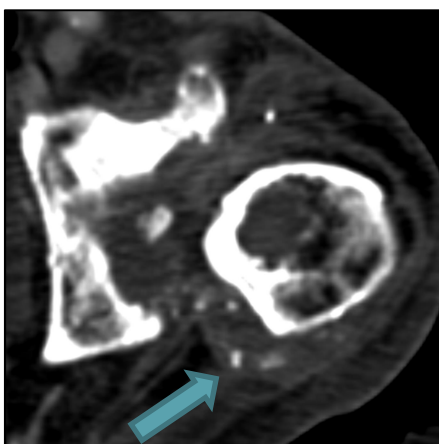


FIGURE 43 PATIENTE HORS ETUDE : ASEPCT DE SYNOVITE D'INCLUSION (FLECHE) APRES DEPOSE DE PTH

Ces deux cas nous permettent d'affirmer, en plus de l'anatomopathologie, que la *synovite d'inclusion* n'est pas liée à l'atteinte métastatique du cotyle, et que l'effet du ciment radiologique est superposable à celui du ciment orthopédique au niveau de la synoviale.

De plus, la synovite d'inclusion serait hypermétabolique au TEP-TDM, témoignant d'une inflammation importante.

#### f) LITTERATURE

Gangi<sup>72</sup> décrit un cas de chondrolyse rapide après une fuite articulaire de ciment chez une patiente de 49 ans, traitée par cimentoplastie pour un kyste sous-chondral. Malgré une arthroscopie pour retirer le ciment articulaire (avec difficulté) 5 jours plus tard, la patiente présente de fortes douleurs. En deux mois, une diminution de l'interligne de 75% est visible.

L'étude de l'interligne pour confirmer l'hypothèse de Gangi d'une chondrolyse suite à la polymérisation intra-articulaire s'est avérée inadéquate sur des cotyles aussi pathologiques que ceux de notre étude. En effet, dès qu'une tête fémorale perdait sa sphéricité, qu'elle était excentrée, la valeur de l'interligne pouvait être nettement diminué ou largement augmenté. Ce n'était donc pas un critère sensible.

Cotten<sup>2</sup> décrit une fuite articulaire responsable de douleurs initiales, puis régressives. Lane<sup>7</sup> en décrit une symptomatique. Weill<sup>6</sup> décrit une seule fuite articulaire symptomatique sur les 4 diagnostiquées. Le caractère symptomatique n'est pas approfondi.

L'hypothèse de Gangi pour expliquer la douleur et la chondrolyse repose sur la polymérisation du ciment en intra-articulaire. En effet, la polymérisation est responsable d'une libération de radicaux libres stimulant une forte réaction inflammatoire. L'hypothèse d'une synovite chronique, la *synovite d'inclusion*, permet d'expliquer l'entretien de la réaction inflammatoire et donc la chondrolyse évoluant sur plusieurs semaines.

Suite à ces hypothèses, un traitement anti-inflammatoire local, par infiltration articulaire, devrait permettre d'obtenir un effet antalgique rapide, et théoriquement ralentir l'évolution de l'arthropathie.

## 2. FUIITE EXTRA-ARTICULAIRE

Sur les 196 interventions répertoriées dans notre étude, nous avons relevé 66 fuites extra-articulaires, soit 33.7%. Les séries de la littérature étudiant de petits échantillons, les taux de fuites extra articulaires apparaissent très variables : au minimum de 0/11 pour Durfee<sup>4</sup> à 5/14 soit 36% au maximum pour Lane<sup>7</sup>. La variabilité de ces chiffres est probablement due aux techniques de détection des fuites. Les études utilisant le scanner ont une sensibilité de détection meilleure que celles utilisant la fluoroscopie per-cimentoplastie. Nos résultats sont donc concordants avec ceux de la littérature.

Ces fuites extra-articulaires réunissent les fuites intra-musculaires (notamment sur le trajet du trocart, apparaissant au retrait de celui-ci), les intra-vasations (généralement suivant le drainage veineux de la métastase), et les fuites au sein de la fossette acétabulaire, au niveau de la tente du ligament rond (considérée sur une zone extra-articulaire car extra-synoviale).



**FIGURE 44 EXEMPLES DES DIFFERENTS TYPES DE FUITES EXTRA-ARTICULAIRES**

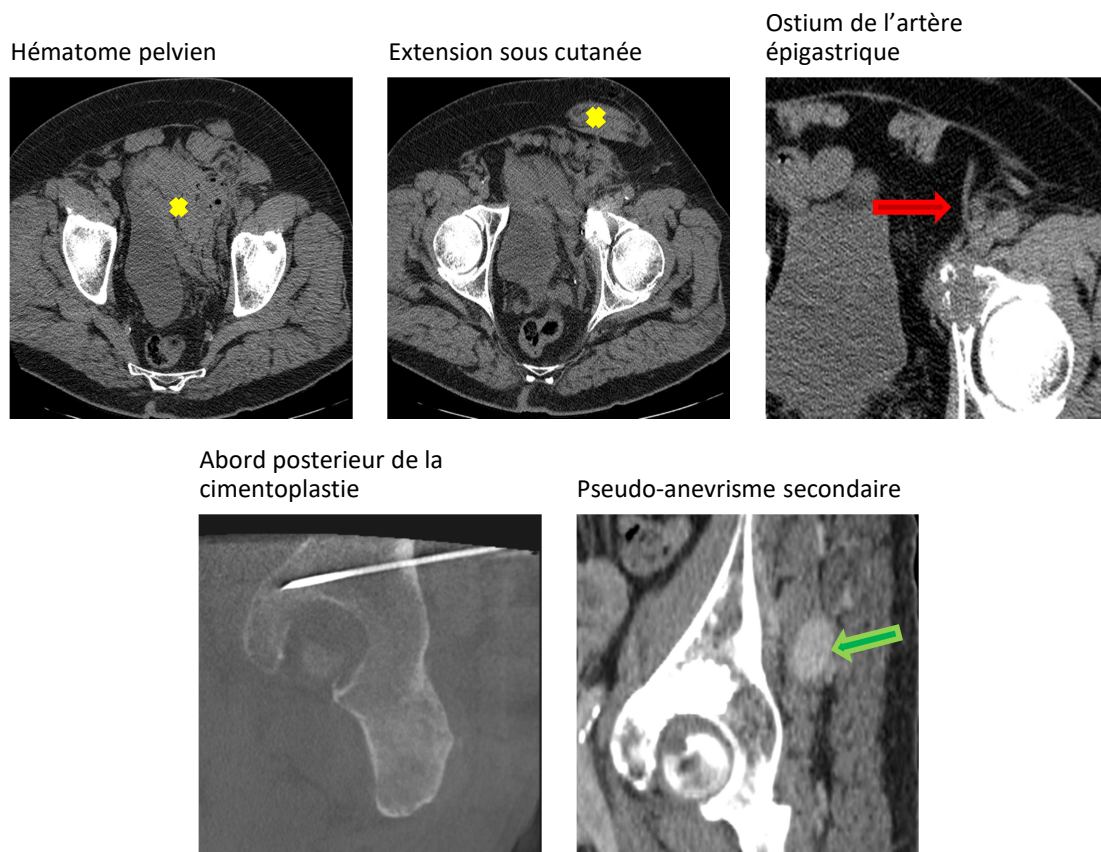
Dans la littérature, Cotten<sup>2</sup> différencie les fuites dans la fossette acétabulaire des fuites articulaires. Elle ne relève aucune complication symptomatique des deux fuites au sein de la fossette dans son étude. Cette complication peut donc être considérée comme mineure, au même titre que les fuites extra-articulaires.

Concernant les fuites intramusculaires, leur caractère symptomatique n'est présent que lorsqu'elles sont au contact d'une racine nerveuse. Meachim<sup>73</sup> a étudié la réponse tissulaire à l'injection intramusculaire de particules acryliques chez l'animal. Il ne retrouve, avec un suivi de deux ans, qu'une réaction inflammatoire avec une accumulation neutrophilique et macrophagique au contact des particules acryliques, sans nécrose, réaction d'hypersensibilité ni métaplasie.

## 3. COMPLICATIONS VASCULAIRES

Dans notre étude, nous avons uniquement mis en évidence un hématome pelvien secondaire à une plaie de l'artère épigastrique sur un abord antérieur. Il n'a pas nécessité de transfusion.

Un cas hors centre a également retrouvé un pseudo-anévrisme de l'artère glutéale supérieure secondaire à une plaie artérielle sur la voie d'abord.



**FIGURE 45. COMPLICATIONS VASCULAIRES**

**EN HAUT :** HEMATOME PELVIEN (X), SECONDAIRE A LA LESION DE L'ARTERE EPIGASTRIQUE (→) SUR LA VOIE D'ABORD ANTERIEUR

**EN BAS :** PSEUDO-ANEVRISME SUR LA VOIE D'ABORD POSTERIEURE (←)

Ces complications non spécifiques de la cimentoplastie du cotyle sont des complications rares mais classiques. Elles peuvent se produire suite à une plaie artérielle sur n'importe quel abord percutané ou chirurgical.

Concernant l'hémorragie, elle est traitée soit par simple surveillance, transfusions voir embolisation endovasculaire. Les pseudo-anévrismes, en fonction de leur taille, sont généralement traités par embolisation préventive devant le risque hémorragique, même à distance.

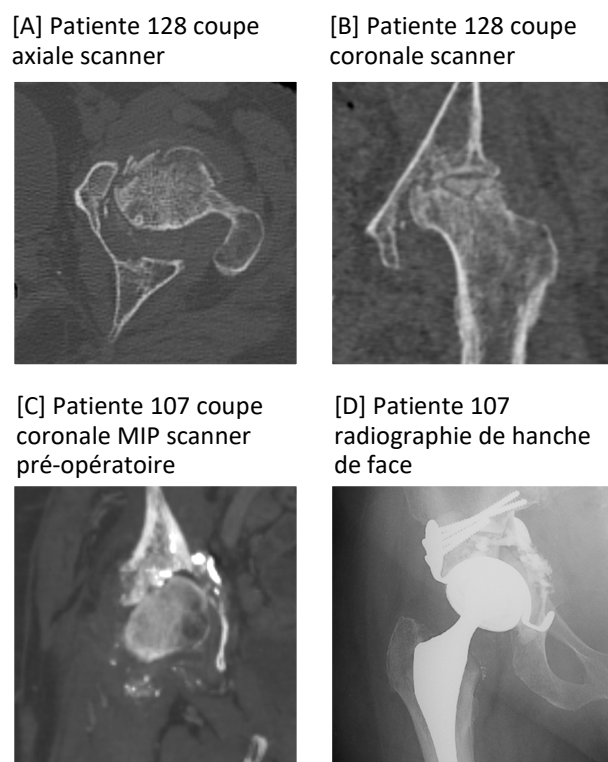
## D. EVOLUTION DE LA TETE FEMORALE

Nous avons mis en évidence 28 déformations de la tête fémorale. La complexité de cette analyse vient du fait que les étiologies devant la perte de la sphéricité de la tête fémorale sont multiples, et intriquées. Ces différentes étiologies, pour la plupart bénignes, sont largement étudiées dans la littérature mais très rarement dans le cadre oncologique. La pathologie bénigne est en effet souvent sous-estimée dans la prise en charge du patient cancéreux, alors qu'elle peut être la principale responsable d'une douleur ou d'une impotence fonctionnelle.

Nous avons pris le parti de ne pas étudier les atteintes fémorales sans déformation de tête. Selon nous, les complications mécaniques secondaires à la perte de la sphéricité de la tête fémorale sur l'articulation sont graves et peuvent être traitées chirurgicalement si l'état général du patient le permet.

La difficulté de l'étude de la tête fémorale repose également sur le fait que les imageries étaient en majorité des scanners ; ceci a limité fortement nos interprétations (en effet, l'œdème osseux et la synovite sont peu ou pas décelables sur le scanner). De plus, le diagnostic était fait régulièrement à un stade tardif séquellaire, aspécifique ne permettant pas de présager de la pathologie d'origine.

Trois patients ayant présentés une déformation de la tête fémorale ont bénéficié ensuite d'une mise en place de PTH adaptée à l'atteinte cotyloïdienne. L'analyse anatomopathologique était disponible pour deux des trois arthroplasties.



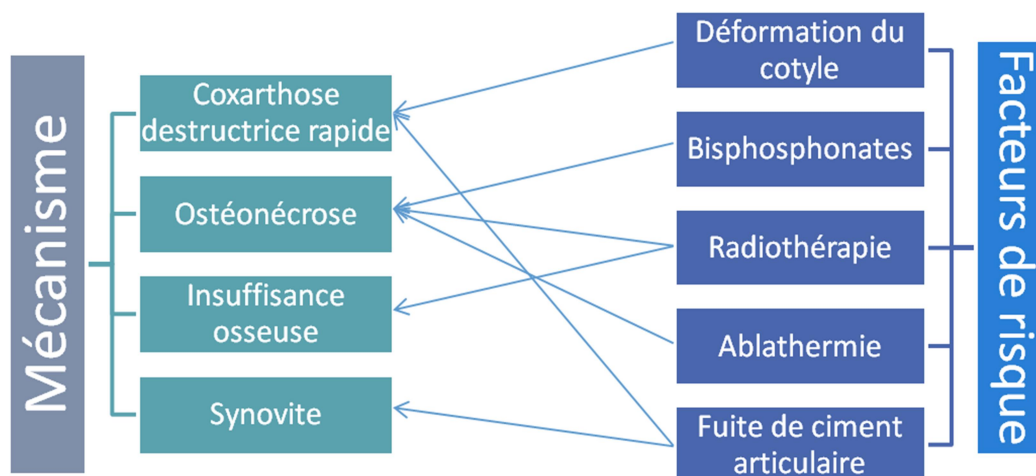
**FIGURE 46. IMAGERIES DES DEUX PATIENTES AYANT BENEFICIE D'UNE ARTHROPLASTIE**

Concernant la patiente 128 (images [A] et [B]), l'analyse anatomopathologique retrouve du tissu fibreux aspécifique avec des vaisseaux ectasiques. L'analyse immunohistochimique à l'aide d'anticorps AE1, AE3 ne retrouve pas de marquage, témoignant de l'absence de prolifération tumorale du cancer du sein. A l'imagerie, on décrit un aspect d'ostéonécrose stade IV avec une tête fémorale en coxa plana. La patiente avait uniquement bénéficié de radiothérapie avant sa cimentoplastie.

L'analyse anatomopathologique de la deuxième patiente (images [C] et [D]) retrouve du tissu osseux remanié par d'importantes zones de fibrose, des zones de nécrose, des zones hémorragiques, avec présence d'une prolifération tumorale constituée de cellules fusiformes présentant des atypies cytonucléaires correspondant à une localisation osseuse d'une tumeur léiomyosarcomateuse (primitif connu).

A l'imagerie, il existe une fracture du cotyle déplacée, une déformation de la tête fémorale, une synovite d'inclusion et des débris osseux intra articulaires. La patiente a bénéficié de radiothérapie concomitante à la cimentoplastie uniquement. Ce cas est plus complexe, regroupant proba-

blement plusieurs phénomènes : ostéoarthrite post-traumatique, infiltration tumorale, insuffisance osseuse, synovite ; le tout responsable d'une arthropathie destructrice.



**FIGURE 47 MODELISATION DES MECANISMES ET FACTEURS DE RISQUE D'ATTEINTE DESTRUCTRICE DE LA TETE FÉMORALE**

Une étude dédiée, analysant les facteurs de risque connus « bénins » (corticothérapie, surpoids, ménopause...) et les facteurs de risque « oncologiques » parfois moins évalués (radiothérapie, bisphosphonates, métastases sur l'autre versant articulaire, synovite...) pourrait permettre une meilleure compréhension des mécanismes.

### 1. IATROGENE : LESION DE RADIOFREQUENCE

Parmi les 14 procédures d'ablation réalisées sur le cotyle en association avec le traitement de cimentoplastie, nous avons noté deux ostéonécroses thermiques sur la tête fémorale responsable d'une déformation de celle-ci. Les lésions qui n'étaient pas responsables d'une perte de la sphéricité de la tête n'ont pas été recherchées.

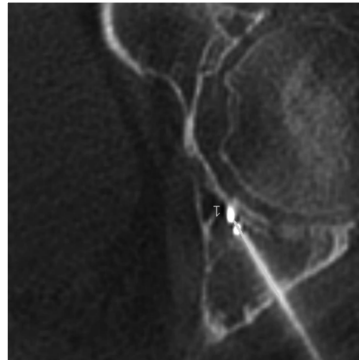
Chaque cas d'ostéonécrose thermique a compliqué une ablathermie par radiofréquence. Nous n'avons dénombré qu'un traitement par cryothérapie au total, ce qui peut expliquer l'absence de cas de déformation secondaire à cette technique.

Dans certains cas, un recul assez important permet de visualiser l'évolution à long terme de la zone d'ostéonécrose thermique. Dans la figure ci-dessous, nous mettons en évidence un collapsus progressif de la zone d'ostéonécrose. Il apparait alors une discontinuité avec une encoche à la limite os sain-ostéonécrose à la surface articulaire de l'os fémoral. \*

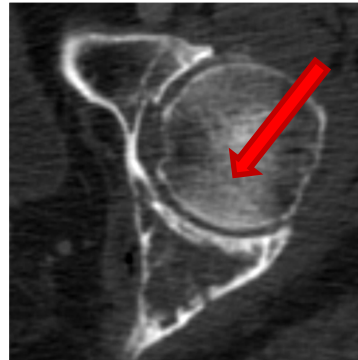
De plus, sur l'image [C], on note en regard de la zone atteinte un pincement de l'interligne articulaire témoignant d'une chondrolyse complète. Le fait qu'il ne soit plus décelable sur la dernière est en rapport avec une excentration de la tête fémorale au sein du cotyle.



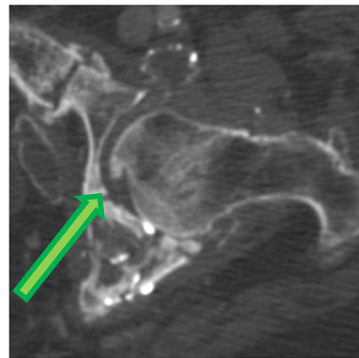
[A] J0 : radiofréquence d'une métastase du mur postérieur



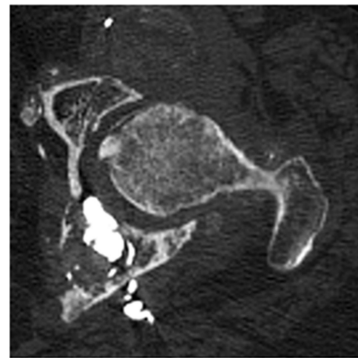
[B] 3 mois plus tard : Scanner coupe axiale



[C] 15 mois plus tard: Scanner coupe axiale



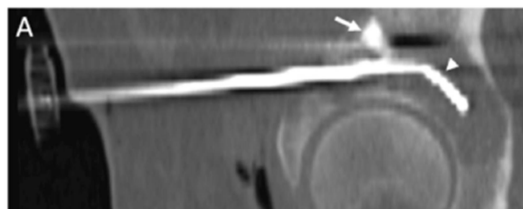
[D] 21 mois plus tard: Scanner coupe axiale



**FIGURE 48. PATIENTE 28 TRAITEE PAR RADIOFREQUENCE D'UNE METASTASE DU MUR POSTERIEUR DU COTYLE. LA ZONE D'ABLATION AYANT ATTEINT LA TETE FEMORALE (FLECHE ROUGE), RESPONSABLE D'UNE ZONE NETTE D'OSTEONECROSE THERMIQUE. ENFONCEMENT PROGRESSIF DE LA ZONE DE NECROSE THERMIQUE, AVEC ENCOCHE NETTE ENTRE L'OS SAIN ET L'OS NECROSE (FLECHE VERTE) ET CHONDROLYSE.**

En théorie, la corticale osseuse est considérée comme un bon isolant thermique. Néanmoins, dans ces cas de cotyle pathologique, il peut exister une lyse corticale qui n'isole plus les tissus en arrière.

Wallace<sup>12</sup> qui étudie 12 procédures de radiofréquence couplées à la cimentoplastie ne renseigne aucun élément concernant une éventuelle thermo-protection articulaire. Or, il procède à des radiofréquences proches de l'articulation, avec une corticale pathologique comme le montre sa figure 47 ci-dessous. Il ne dénote aucune complication à l'ablathermie dans son étude.



**FIGURE 49 SONDE DE RADIOFREQUENCE AU SEIN D'UNE LESION LYTICQUE DU MUR POSTERIEURE ET TOIT DU COTYLE, D'APRES N. WALLACE.**

Friedman<sup>74</sup> a étudié la survenue d'ostéonécrose ou chondrolyse de la tête fémorale après cryothérapie sur métastase du cotyle. Il retrouve un taux de 33% (4/12 cotyles), corrélé significativement à la proximité de la sonde à l'articulation. Bien qu'il suppose également que le facteur



de risque d'une corticale pathologique soit « non-isolante », ce facteur n'est pas significativement lié.

La littérature, à de nombreuses reprises, a démontré l'intérêt de réaliser une protection thermique des structures nobles (nerveuses, digestives...) présentes dans la zone théorique d'ablation, quelle que soit la cible (vertèbre, rein...). En revanche, la littérature concernant la protection des articulations est nettement moins étendue.

Il existe probablement des idées-reçues erronées concernant la résistance de l'os, par rapport aux structures nerveuses, secondaires à l'atteinte retardée de l'os par rapport aux lésions nerveuses immédiates.

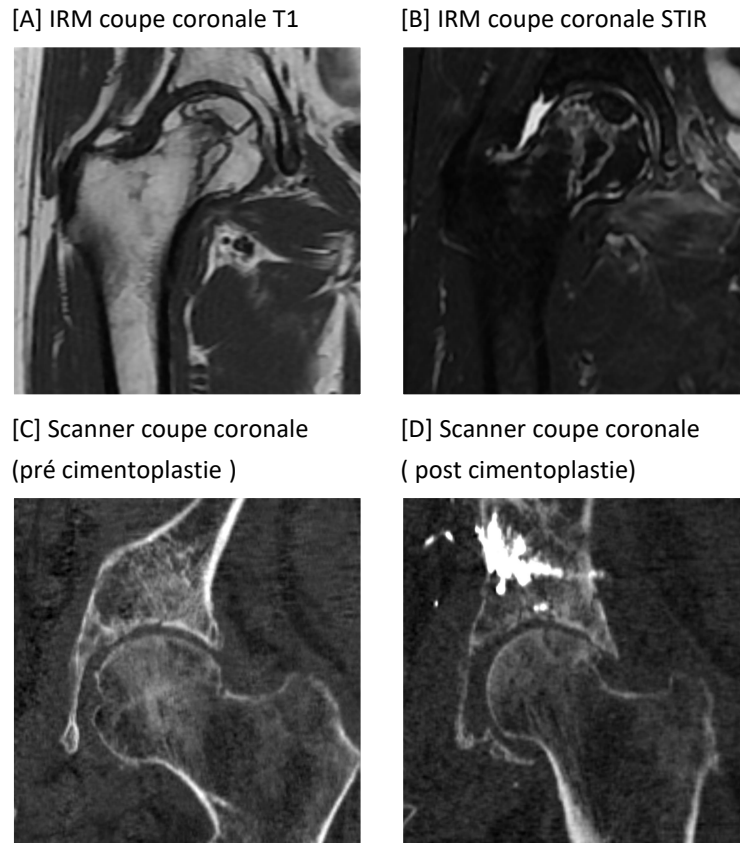
L'utilisation d'une thermo-protection spécifique s'avère indispensable, soit par injection lente et continue de sérum durant la phase d'ablation soit par isolation au CO<sub>2</sub>.

## 2. OSTEONECROSE ASEPTIQUE

L'ostéonécrose aseptique, dite également avasculaire est bien connue. Les facteurs de risques reconnus sont multiples ; parmi eux, la corticothérapie, le surpoids, la radiothérapie <sup>75</sup>, la chimiothérapie... Des facteurs mécaniques s'ajoutent, expliquant que les fractures sous-chondrales apparaissent à la partie supérieure de la tête fémorale qui supporte la majorité des charges.

Il est difficile d'estimer l'incidence de l'ostéonécrose dans la population générale. Une étude japonaise<sup>76</sup> l'estime à 1.34 cas sur 100 000 habitants, donc très faible. La population des patients cancéreux, en étant donc certainement sujette à plusieurs des facteurs de risque, nécessite une attention particulière.

Six cas compatibles avec une ostéonécrose de la tête fémorale ont été mis en évidence dans notre étude. Il existe certainement un biais de détection notamment dû au fait que la modalité d'imagerie principale soit le scanner et non l'IRM. De plus, nous n'avons pris en compte que les ostéonécrose de grade III ou IV responsable d'une déformation de la tête fémorale. Ces biais sous-estiment le nombre d'ostéonécroses, alors qu'il est déjà nettement supérieur à celui de la population générale. En effet, le patient cancéreux cumule généralement au moins trois facteurs de risques (radiothérapie, chimiothérapie et corticothérapie) lorsqu'il est atteint d'une métastase du cotyle.



**FIGURE 50 OSTÉONECROSE AVASCULAIRE DE LA TÊTE FÉMORALE**

**[A] ET [B] PATIENTE 13 AYANT BÉNÉFICIE D'UNE CIMÉTOPLASTIE DU MUR POSTÉRIEUR. L'IRM MET EN ÉVIDENCE LA LIGNE DE DÉMARCATIION EN HYPOTSIGNAL T1 ET HYPERTSIGNAL T2 SANS PERTE DE LA SPHERICITE, ASSOCIE A UN EPANCHEMENT ARTICULAIRE.**

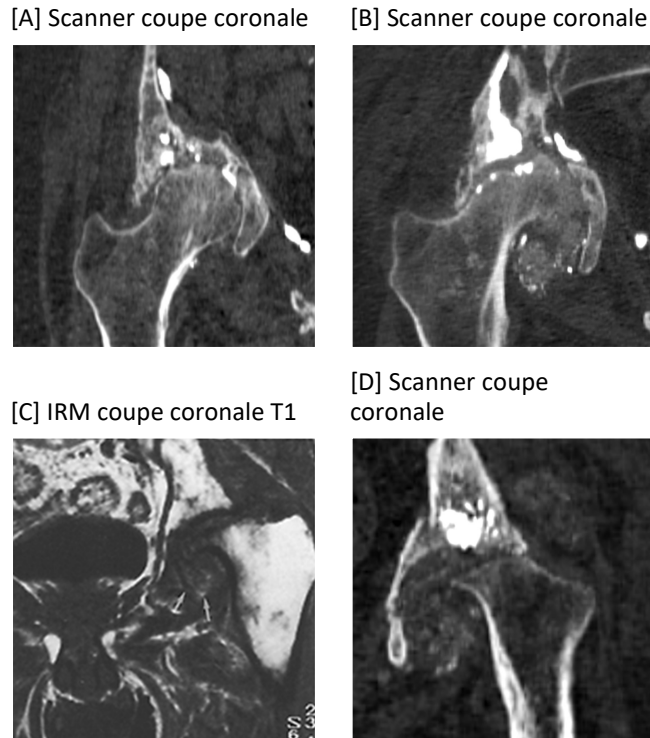
**[C] ET [D] PATIENTE 6 AYANT BÉNÉFICIE D'UNE CIMÉTOPLASTIE DU TOIT DU COTYLE. OSTÉONECROSE VISIBLE SOUS LA FORME D'UNE BANDE OSTEOCONDENSANTE DÉMARCANTE LA ZONE NECROSEE HYPERCLAIRE. UN PINCEMENT ARTICULAIRE EN FACE DE LA RÉGION ATTEINTE TÉMOIGNE D'UNE CHONDROLYSE ASSOCIEE. A NOTER L'ASPECT DISCRET DÉJÀ VISIBLE AVANT LA CIMÉTOPLASTIE.**

### 3. CAS PARTICULIER D'OSTÉONECROSE : L'ÉVOLUTION RAPIDEMENT DESTRUCTRICE

Resnick<sup>65</sup> décrit une présentation atypique de l'ostéonécrose de la tête fémorale lorsqu'elle implique la nécrose de la totalité de la tête fémorale.

Il ne précise pas de facteur de risque ou d'étiologie particulière à cette forme atypique d'ostéonécrose de la tête fémorale. Il pose l'hypothèse d'ostéonécrose diagnostiquée très tardivement dans l'histoire de la maladie. Nous pouvons supposer que l'importance et la multiplicité des facteurs de risques altèrent les vaisseaux de manière plus proximale. Ainsi, la nécrose atteint une plus grande proportion de la tête fémorale.

Nous avons nous même observé 6 cas réunissant ces critères sémiologiques. Les images C et D de la figure ci-dessous montrent la forte ressemblance entre l'une de nos patientes et une des figures illustrant l'article de Resnick.



**FIGURE 51 OSTÉONÉCROSE DE LA TÊTE FÉMORALE ENTIÈRE**

**COXOPATHIE DESTRUCTIVE RAPIDE [A] ET [B] PATIENTE 5 : SCANNERS ESPACES DE 6 MOIS MONTRANT UNE DESTRUCTION MAJEURE DE LA TÊTE FÉMORALE, UNE EXCENTRATION DE CELLE-CI, UNE DÉFORMATION DU COTYLE, DES DÉBRIS OSSEUX INTRA-ARTICULAIRE. SYNOVITE D'INCLUSION CONCOMITANTE.**

**[C] FIGURE TIRÉE DE RESNICK<sup>65</sup>, D'ASPECT SIMILAIRE AVEC L'IMAGE [D] MONTRANT UNE DESTRUCTION TOTALE DE LA TÊTE, ASCENSIONNÉE DANS LE COTYLE, ASSOCIÉE À DES DÉBRIS OSSEUX INTRA-ARTICULAIRES, ET D'UNE CAPSULE DISTENDUE CHEZ LA PATIENTE 98.**

#### 4. FRACTURE SUR INSUFFISANCE OSSEUSE

L'étiologie était généralement difficilement discernable, notamment sur le scanner qui était notre principale modalité d'imagerie. De plus, la fracture sous-chondrale dans l'ostéonécrose et dans la coxarthrose destructrice rapide apparaît à des stades avancés, où les pathologies peuvent s'intriquer (le stade IV de l'ostéonécrose se complique de coxarthrose secondaire, la fracture incomplète sous chondrale et la coxarthrose rapidement destructrice peuvent se compliquer d'ostéonécrose mécanique).

Dans le cadre oncologique, la radiothérapie est un facteur de risque d'insuffisance osseuse<sup>37</sup>, bien qu'elle soit moins reconnue que les thérapies hormonales par exemple. En diminuant l'ostéoforumation, la radiothérapie augmente la susceptibilité de l'os aux stress extérieurs. L'ostéoporose secondaire est décrite avec une diminution de 11% de densitométrie minérale osseuse (DMO), majorée avec l'association à la chimiothérapie (-24 % de DMO). La radiothérapie est donc un facteur surajouté chez des patients pouvant présenter d'autres facteurs de risques (dénutrition, femme ménopausée, âge élevé, corticothérapie, traitements hormonaux...)

Tout comme pour l'ostéonécrose de la tête fémorale, il a été décrit des coxopathies destructrices rapides secondaire à une fracture sous chondrale par insuffisance osseuse<sup>77</sup>.

Dans notre étude, près de la moitié de la population a eu une radiothérapie (avec un champ d'irradiation contenant les hanches). Il est donc indispensable de considérer ce facteur de risque et les complications qui peuvent en découler. Chez ces patients chez qui l'amélioration de la qualité de vie est l'objectif principal, une surveillance systématique par imagerie n'est probablement pas recommandée. En revanche, elle est nécessaire dès l'apparition de symptômes (douleurs, difficulté à la marche...). L'IRM est l'imagerie la plus adaptée pour rechercher ces complications.

## 5. OSTEO-ARTHROPATHIE POST-TRAUMATIQUE

Une fracture acétabulaire non réduite peut être responsable de plusieurs complications au niveau de la tête fémorale : nécrose cartilagineuse, ostéonécrose, arthropathie post-traumatique, pseudarthrose, ossification hétérotopique... L'incidence de ces complications est corrélée à l'incongruence du cotyle avec la tête fémorale, donc au déplacement du foyer de fracture<sup>78</sup>.

Seo<sup>79</sup> a décrit la survenue d'ostéolyses massives de la tête fémorale post traumatique. Leur physiopathologie est probablement multifactorielle. Il évoque une contusion osseuse post-traumatique parmi les différentes hypothèses.

Dans notre étude, la majorité des fractures est probablement secondaire à l'insuffisance osseuse, l'hypothèse de la contusion fémorale est donc rejetée. La physiopathologie de la destruction de la tête fémorale semble secondaire à l'incongruence du cotyle et de la tête fémorale.



FIGURE 52. DEFORMATION PROGRESSIVE D'UNE TETE FEMORALE FACE A LA FRACTURE DU COTYLE. PLAGES HYPERCLAIRES CORRESPONDANT A UNE ZONE D'OSTEONECROSE MECANIQUE QUI SE COLLABE PROGRESSIVEMENT.

## 6. SYNOVITES

Il existe différentes étiologies aux synovites. Dans notre étude, nous différencions la *synovite d'inclusion* secondaire au traitement par cimentoplastie des synovites secondaires à une métastase sous chondrale (synovite réactionnelle ou néoplasique<sup>80</sup>).

Lors d'une synovite, il existe une prolifération synoviale et la sécrétion d'enzymes protéolytiques, dont les métalloprotéases, les prostaglandines et les dérivés oxygénés favorisant la chondrolyse. Il existe également un déséquilibre de l'ostéogenèse. De plus, les phénomènes de réparation osseuse seraient antagonisés.

Cette destruction articulaire secondaire à une synovite est bien connue dans la polyarthrite rhumatoïde et la synovite villo-nodulaire par exemple.

La synovite apparaît donc également comme un facteur aggravant à la destruction articulaire.

Les images de TEP-TDM suivantes (Figure 51) correspondent aux imageries de suivi de la patiente 128 ayant bénéficié d'une PTH. Alors que l'analyse immunohistochimique ne retrouve pas de prolifération tumorale, la TEP-TDM met en évidence un hypermétabolisme franc au sein de la cavité articulaire. Le caractère hypermétabolique témoigne de l'activité de la synovite associée à l'ostéonécrose<sup>81</sup>.

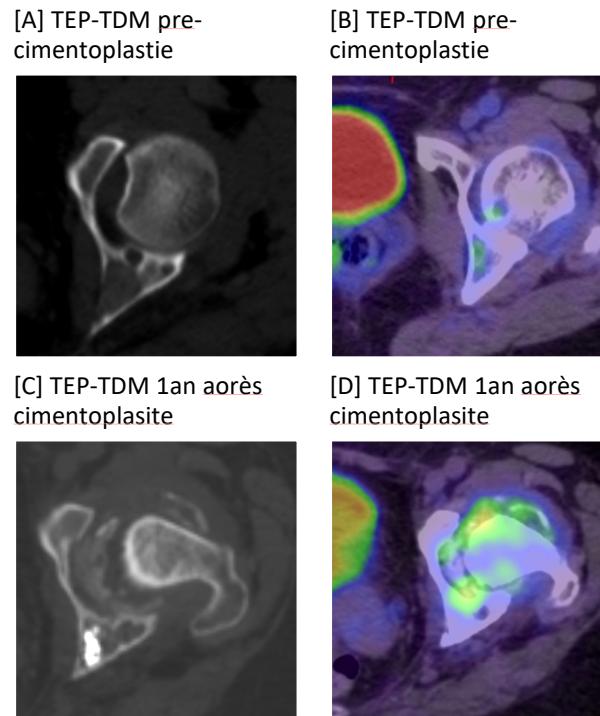


FIGURE 53 HYPERMETABOLISME DE LA SYNOVITE ASSOCIEE A L'OSTEONECROSE DE LA TETE FEMORALE

La distension synoviale décrit par Resnick était bien visible chez deux patients sur les 6 ayant présenté cette pathologie.

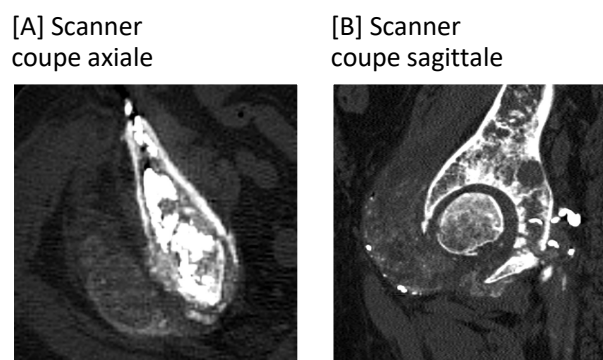


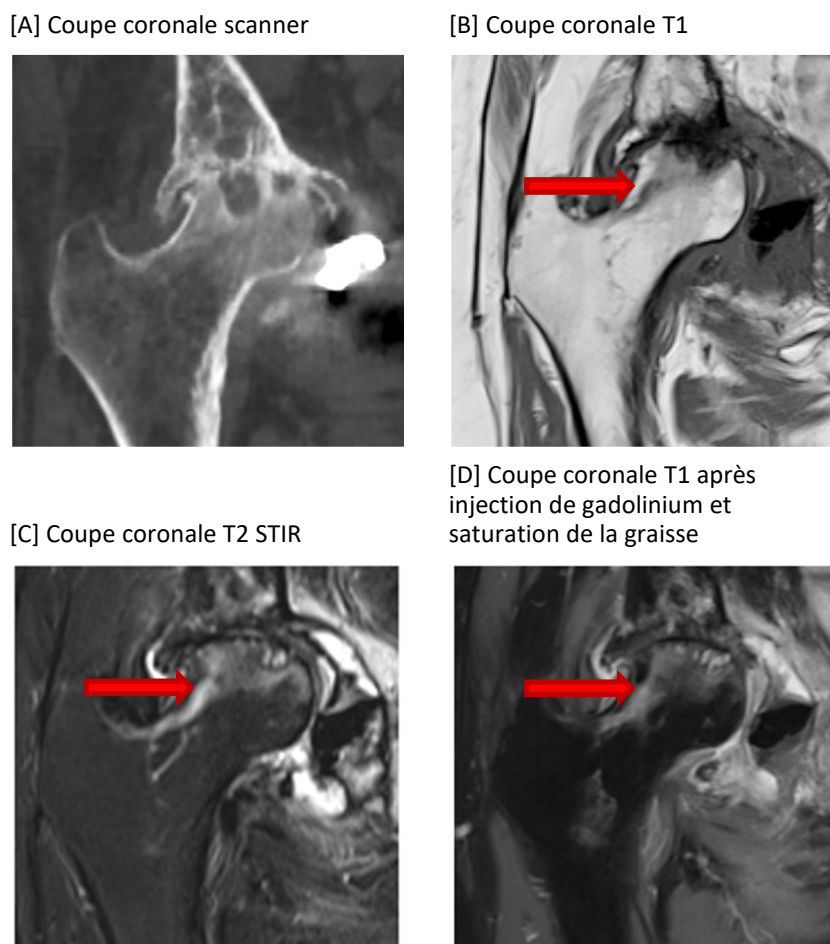
FIGURE 54 DISTENSION SYNOVIALE AVEC CONTENU ARTICULAIRE HYPERDENSE CORRESPONDANT AUX DEBRIS ARTICULAIRES

## 7. COXARTHROSE DESTRUCTRICE RAPIDE<sup>82</sup>

Elle est une forme clinique de la coxarthrose et non une entité particulière. Elle est singulière par sa rapidité d'évolution. Elle contraste avec l'évolution très lente de la coxarthrose commune avec un pincement de l'ordre de 0.25mm par an.

Il semble exister un rapport entre la coxarthrose destructrice rapide et les fractures incomplètes sous chondrales par insuffisance osseuse, bien qu'on ne sache encore laquelle est la conséquence de l'autre. Cela souligne l'intrication des différents facteurs de destruction articulaire que nous décrivons.

Dans notre étude, les cas évoquant des coxarthroses destructrices rapides étaient présents dans des cas de cotyles très pathologiques, avec une atteinte sous chondrale majeure.



**FIGURE 55. PATIENTE 79 : COXARTHROSE DESTRUCTRICE RAPIDE : PINCEMENT ARTICULAIRE MARQUE SANS OSTÉOPHYTES, FACE A UN COTYLE PATHOLOGIQUE. OEDEME OSSEUX MAJEUR DE LA TETE FEMORALE NETTEMENT VISIBLE SUR L'IRM [B], [C] ET [D] (→)**

## 8. EN RESUME

Selon nous, ces différentes atteintes (exceptés les cas ostéonécroses thermiques et les synovites d'inclusions) ne sont pas secondaires à la cimentoplastie. Nous avons par exemple une patiente hors étude, chez laquelle on décrit une évolution destructrice majeure, sans avoir bénéficié d'une cimentoplastie. De plus, des signes précoces d'atteinte fémorale étaient parfois décelables avant la cimentoplastie. La littérature ne décrit aucune évolution de la tête fémorale face à un cotyle métastatique. Nous avons donc indirectement pu décrire ces complications.

Une mauvaise évolution de la tête fémorale peut être une explication à l'aggravation de douleurs chez des patients ayant bénéficié d'une cimentoplastie avec une efficacité temporaire. D'une manière générale, les douleurs de hanche des patients présentant des métastases du

cotyle doivent faire rechercher non seulement une aggravation des lésions cotyloïdiennes mais aussi une altération bénigne du fémur proximal.

## E. LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude descriptive rétrospective, mono-centrique présente plusieurs biais.

### 1. POPULATION

Il existe un biais d'échantillonnage. En effet, l'échantillon est représentatif de la population des malades traités à l'Institut Bergonié. En revanche, l'Institut ne présente pas une population représentative de la population française des patients atteints de cancer, dû à une répartition des patients en fonction des types de cancer entre plusieurs institutions bordelaises. Ainsi, le cancer du sein est très largement majoritaire dans cette série. Il correspond aussi à un type de cancer où l'espérance de vie reste importante malgré la présence de métastases osseuses.

Il existe également un biais de recrutement. En effet, l'absence d'information permettant de connaître les patients contre-indiqués à un traitement par cimentoplastie du cotyle peut limiter l'interprétation des résultats.

Il existe également un biais d'évaluation et de lecture. En effet, l'interprétation des imageries était réalisée par un seul observateur, confronté à l'absence de grille de lecture standardisée.

Nous avons inclus les deux cotyles chez 12 patients. Nous pouvons discuter l'indépendance de l'évolution des deux cotyles. Nous savons par exemple que l'atteinte bilatérale lors de l'ostéonécrose des têtes fémorales est estimée à 37% des cas<sup>83</sup>. Néanmoins, nous avons décidé d'inclure chaque cotyle car les facteurs étudiés (hormis les bisphosphonates) sont des facteurs locaux. Dans une étude prospective étudiant en plus les aptitudes à la marche du patient, il faudra en revanche s'assurer que le cotyle controlatéral est sain pour ne pas sous-estimer les effets de consolidation et d'antalgie de la cimentoplastie.

### 2. SUIVI

L'une des principales limites de cette étude est le suivi radiologique hétérogène.

D'une part, certains patients étaient traités ponctuellement à l'Institut Bergonié pour leur cimentoplastie du cotyle, puis reprenaient leur suivi oncologique dans leur centre de soins habituel. Pour ces patients, l'imagerie de suivi n'était que rarement disponible. Ces patients étaient inclus pour la partie de l'étude correspondant au succès technique et à l'évaluation des complications précoce, mais étaient exclus pour la partie concernant l'évolution de la hanche. Ce biais est probablement responsable d'une surestimation de la gravité de l'évolution de la hanche. Si les patients présentaient une récurrence ou persistance des douleurs, il était généralement demandé un nouvel avis aux radiologues interventionnels de l'Institut Bergonié, pour un éventuel traitement complémentaire. En revanche, si le traitement par cimentoplastie s'avérait efficace dans le temps, le patient n'était pas ré-adressé à l'Institut.

D'autre part, le nombre d'examen de suivi et le temps les séparant étaient hétérogènes. Notre suivi était soit réglé sur le suivi oncologique (par exemple, un scanner thoraco-abdomino-pelvien tous les 3 mois), soit par un événement intercurrent (douleurs, complications d'un traitement...) concernant le cotyle ou un organe de voisinage nécessitant un bilan d'imagerie.

La modalité d'imagerie était également hétérogène, et parfois inadaptée pour le diagnostic recherché. En effet, pour rechercher les inclusions de particules de ciment au sein de la synoviale ou un trait de fracture, le scanner offre une meilleure sensibilité. Pour rechercher une atteinte métastatique, un œdème osseux, un épanchement articulaire, l'IRM offre une meilleure sensibilité.

Enfin, utiliser la date du premier scanner sur lequel l'évènement est visible sous-estime le délai d'apparition de celui-ci.

### 3. ABSENCE DE MARQUEUR CLINIQUE DE LA DOULEUR ET MOTRICITE

La seconde limite majeure de l'étude est l'absence de connaissance de l'intensité de la douleur de la hanche et de la motricité du patient.

Ce choix a été fait pour deux raisons. Tout d'abord, les informations cliniques disponibles dans les dossiers médicaux informatisés étaient trop pauvres pour réaliser une évaluation de qualité. En effet, le suivi clinique des patients par leur oncologue jugeait généralement l'état général du patient, et non l'état local de la hanche. De plus, des données reproductibles et évaluables telles que l'échelle visuelle analogique étaient rarement précisées dans les courriers de suivi systématiques. Ensuite, il a été prouvé dans chaque étude évaluant l'efficacité clinique de la cimentoplastie du cotyle un bénéfice antalgique significatif. Nous avons donc décidé de concentrer notre analyse sur des problématiques encore jamais étudiées jusque-là dans la littérature.

Enfin, l'étude de la douleur via la prise d'antalgique (soit qualitatif par le palier de l'antalgique, soit quantitatif par la dose) ne s'est jamais révélée contributive au cours des différentes études sur la cimentoplastie du cotyle. Cela est facilement justifié par le caractère diffus des métastases osseuses avec fréquemment la présence de douleurs en dehors du cotyle nécessitant la prise d'antalgiques.

Devant la découverte de plusieurs évolutions péjoratives peu ou pas décrites dans la littérature, il serait dorénavant intéressant de corréliser la douleur et la capacité à la marche des patients présentant ces complications.

## F. POINTS FORTS DE L'ETUDE

### 1. TAILLE ET QUALITE DE L'ECHANTILLON

Le plus grand point fort de cette étude est qu'elle réunit au total 128 patients, 140 cotyles et 196 interventions. La revue de la littérature sur les études de cohorte ne rapporte que des séries de 30 cotyles au maximum<sup>3</sup>. Les onze études publiées (hors case report) sur les trente dernières années décomptent 135 cotyles au total.

L'une des particularités de notre échantillon est son biais de recrutement. En effet, la complexité des cas ne représente pas la population des lésions néoplasiques du cotyle pouvant bénéficier d'une cimentoplastie. La plupart des cas sont adressés très tard aux radiologues interventionnels, en « dernier recours ». Les autres études, en excluant les cotyles fracturés ou ayant des extensions articulaires ou extra-osseuses trop avancées représentent probablement mieux la population générale des cotyles néoplasiques. Néanmoins, nous considérons que ce « biais de recrutement » est un avantage dans l'étude. Ces cotyles complexes n'ont jamais été étudiés. Pourtant ce sont des pathologies auxquelles des algologues sont confrontés fréquemment en oncologie. La radiologie interventionnelle –et particulièrement la cimentoplastie– est souvent le



seul traitement encore réalisable chez ces patients très douloureux et en mauvais état général. Notre étude permet donc de confirmer la faisabilité de la cimentoplastie sur ces cotyles complexes.

## 2. SUIVI PAR IMAGERIE

Le second point fort est la durée du suivi des patients de notre étude. En effet, notre suivi radiologique médian est de 13.2 mois. Dans notre revue de la littérature, bien que le suivi clinique médian varie de 24h (Lane<sup>7</sup>) à 26 mois<sup>4</sup>, le suivi radiologique est bien plus court. Il est rarement décrit, mais au mieux, Cotten<sup>2</sup> décrit un suivi par radiographie d'un an maximum. Le suivi radiologique médian n'est disponible dans aucune étude.

Grâce à notre suivi par imagerie à long terme, nous avons, entre autres, mis en évidence une complication jamais décrite à l'imagerie –*la synovite d'inclusion*– dans le cadre de la cimentoplastie percutanée, décrit la complexité de l'évolution de la tête fémorale face à un cotyle pathologique, et estimé un taux de fractures de novo et aggravées après cimentoplastie du cotyle.

## VI. CONCLUSION

### A. SYNTHÈSE

En oncologie, la cimentoplastie a déjà prouvé à de nombreuses reprises son efficacité antalgique quelque soit la localisation mais notamment au niveau du cotyle. Concernant cette localisation, les données concernant son efficacité en termes de consolidation est bien plus pauvre. Nous avons prouvé un effet stabilisateur significatif ( $p=0.031$ ) de la cimentoplastie du cotyle par rapport au risque fracturaire. A 669 jours (notre médiane de survie), la probabilité qu'une fracture soit apparue ou aggravée est respectivement de 19% et d'environ 15%. Notre étude vient donc conforter la recommandation de la cimentoplastie dans le cotyle dans le cadre néoplasique.

La radiothérapie a été évaluée comme à la limite de la significativité ( $p=0.055$ ) comme facteur de risque d'apparition ou aggravation de fracture. Notre théorie est que la radiothérapie altère la trame osseuse en diminuant l'ostéogenèse. Ainsi, malgré l'immobilisation du foyer de fracture par la cimentoplastie, l'os non néoplasique n'est plus capable de consolider la fracture. Des pseudarthroses seraient l'évolution majoritaire des fractures pré-existantes traitées par cimentoplastie et radiothérapie.

Néanmoins, la présence d'une fracture initiale est un facteur de risque ( $p<0.001$ ) de fuite de ciment articulaire. Nous avons mis en évidence une complication synoviale de la fuite articulaire, se présentant sous la forme d'une *synovite d'inclusion*, correspondant à une synovite resorptive à corps étranger.

Par ailleurs, nous avons mis en évidence des atteintes fémorales, parfois allant jusqu'à une destruction complète de la tête. Cette évolution est selon nous indépendante de la cimentoplastie, mais est une complication secondaire à l'atteinte néoplasique cotyloïdienne, aux traitements multiples (chimiothérapie, radiothérapie, corticothérapie..) et à l'état du patient (dénutrition...). Toutefois, la synovite d'inclusion, en entretenant un liquide synoviale inflammatoire, peut être un facteur aggravant. Ces mauvaises évolutions peuvent expliquer les cas d'échec sur le plan antalgique de certaines cimentoplasties, décrits dans la littérature.

### B. MODIFICATION DE LA PRATIQUE CLINIQUE

La cimentoplastie du cotyle ayant prouvé son efficacité avec une morbidité minime et une mortalité nulle doit être un traitement systématiquement proposé aux patients présentant une lésion du cotyle. Plus le traitement sera réalisé précocement, dès le diagnostic de lésion cotyloïdienne, plus il sera efficace. En effet, attendre que la lésion évolue jusqu'à l'articulation ou le périoste (qui est vraisemblablement le facteur déclenchement des douleurs) augmente le risque de complications et d'atteinte de la tête fémorale ; en plus de complexifier l'intervention.

Le vissage percutané est une nouvelle technique de radiologie interventionnelle permettant d'offrir des résultats quasiment de niveau chirurgical en oncologie, sans les complications de l'abord chirurgical. Le traitement combiné cimentoplastie et ostéosynthèse percutanée dans le traitement et la prévention des fractures pathologiques doit s'intégrer de plus en plus dans la pratique courante, pour espérer diminuer le taux de fracture de novo, et particulièrement d'aggravation de fracture.

Ensuite, nous avons mis en évidence des évolutions inattendues et rarement décrites de la hanche métastatique traitée par cimentoplastie. Nous devons alors modifier nos techniques de surveillance, qui doivent être plus régulières et adaptées pour savoir proposer un complément

de traitement radiologique interventionnel si possible, ou bien orienter le patient vers une prise en charge rhumatologique.

### C. PROCHAINES ETUDES...

De nouvelles études ciblées seraient intéressantes pour approfondir les données de notre étude.

Concernant les fractures, une étude comparant l'incidence de celles-ci entre un groupe cimentoplastie et cimentoplastie-radiothérapie pourrait évaluer l'effet suspecté de la radiothérapie sur la consolidation au niveau du cotyle.

Une étude prospective des patients ayant présenté une fuite articulaire permettrait, grâce à un suivi clinique et radiologique régulier, de connaître le caractère symptomatique ou non de la synovite d'inclusion. La chondrolyse associée suspectée pourrait être étudiée également.

Une étude ciblant les évolutions négatives des têtes fémorales face à un cotyle néoplasique serait intéressante. Déterminer si la présence d'une lésion cotyloïdienne est un facteur de risque de pathologie de la tête fémorale, en plus des facteurs de risques iatrogènes (radiothérapie), directes (synovite, atteinte cartilagineuse...), et « classiques » (indice de masse corporelle, âge...) permettrait une meilleure prise en charge de ces pathologies.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Pradier, O., Boucekoua, M., Albargach, N., Muller, M. & Malhaire, J.-P. Radiothérapie des métastases osseuses : quel est le meilleur schéma de radiothérapie ? *Cancer/Radiothérapie* **12**, 837–841 (2008).
2. Cotten, A. *et al.* Malignant acetabular osteolyses: percutaneous injection of acrylic bone cement. *Radiology* **197**, 307–310 (1995).
3. Maccauro, G. *et al.* Percutaneous acetabuloplasty for metastatic acetabular lesions. *BMC Musculoskelet. Disord.* **9**, (2008).
4. Durfee, R. A., Sabo, S. A., Letson, G. D., Binitie, O. & Cheong, D. Percutaneous Acetabuloplasty for Metastatic Lesions to the Pelvis. *Orthopedics* **40**, e170–e175 (2017).
5. Gupta, A. C. *et al.* Evaluating the safety and effectiveness of percutaneous acetabuloplasty. *J. Neuro-Interventional Surg.* **4**, 134–138 (2012).
6. Weill, A. & Chiras, Jacques. Acetabulum malignancies: technique and impact on pain of percutaneous injection of acrylic surgical cement. (1996).
7. Lane, M. D. *et al.* Combination radiofrequency ablation and cementoplasty for palliative treatment of painful neoplastic bone metastasis: experience with 53 treated lesions in 36 patients. *Skeletal Radiol.* **40**, 25–32 (2011).
8. Marcy, P.-Y. *et al.* Percutaneous cementoplasty for pelvic bone metastasis. *Support. Care Cancer* **8**, 500–503 (2000).
9. Iannessi, A., Amoretti, N., Marcy, P.-Y. & Sedat, J. Percutaneous cementoplasty for the treatment of extraspinal painful bone lesion, a prospective study. *Diagn. Interv. Imaging* **93**, 859–870 (2012).
10. Sun, G., Jin, P., Liu, X., Li, M. & Li, L. Cementoplasty for managing painful bone metastases outside the spine. *Eur. Radiol.* **24**, 731–737 (2014).
11. Basile, A. *et al.* Cementoplasty in the management of painful extraspinal bone metastases: our experience. *Radiol. Med. (Torino)* **113**, 1018–1028 (2008).
12. Wallace, A. N., Huang, A. J., Vaswani, D., Chang, R. O. & Jennings, J. W. Combination acetabular radiofrequency ablation and cementoplasty using a navigational radiofrequency ablation device and ultrahigh viscosity cement: technical note. *Skeletal Radiol.* **45**, 401–405 (2016).
13. Galasko C. The anatomy and pathways of skeletal metastases. In: Weiss L, Gilbert A, editors. Bone metastases. Boston: GK Hall; 1981. p. 49 - 63.
14. Yamashiro, H. *et al.* Prevalence and risk factors of bone metastasis and skeletal related events in patients with primary breast cancer in Japan. *Int. J. Clin. Oncol.* **19**, 852–862 (2014).
15. Yong, M. *et al.* Survival in breast cancer patients with bone metastases and skeletal-related events: a population-based cohort study in Denmark (1999–2007). *Breast Cancer Res. Treat.* **129**, 495–503 (2011).
16. Delea, T. *et al.* The Cost of Treatment of Skeletal-Related Events in Patients with Bone Metastases from Lung Cancer. *Oncology* **67**, 390–396 (2005).
17. Decroisette, C. *et al.* Epidemiology and treatment costs of bone metastases from lung cancer: a French prospective, observational, multicenter study (GFPC 0601). *J. Thorac. Oncol.* **6**, 576–582 (2011).
18. Ratasvuori, M. *et al.* Insight opinion to surgically treated metastatic bone disease: Scandinavian Sarcoma Group Skeletal Metastasis Registry report of 1195 operated skeletal metastasis. *Surg. Oncol.* **22**, 132–138 (2013).
19. Alexander, D. D. *et al.* Multiple myeloma: a review of the epidemiologic literature. *Int. J. Cancer* **120 Suppl 12**, 40–61 (2007).
20. Costa, L., Badia, X., Chow, E., Lipton, A. & Wardley, A. Impact of skeletal complications on patients' quality of life, mobility, and functional independence. *Support. Care Cancer Off. J. Multinat. Assoc. Support. Care Cancer* **16**, 879–889 (2008).
21. Front, D., Schneck, S. O., Frankel, A. & Robinson, E. Bone metastases and bone pain in breast cancer. Are they closely associated? *JAMA* **242**, 1747–1748 (1979).
22. Schulman, K. L. & Kohles, J. Economic burden of metastatic bone disease in the U.S. *Cancer* **109**, 2334–2342 (2007).
23. Batson, O. V. The role of the vertebral veins in metastatic processes. *Ann. Intern. Med.* **16**, 38–45 (1942).
24. Roodman, G. D. Mechanisms of bone metastasis. *N. Engl. J. Med.* **350**, 1655–1664 (2004).
25. Russell, R. G. G. Bisphosphonates: The first 40years. *Bone* **49**, 2–19 (2011).

26. *Metastatic bone disease: an integrated approach to patient care.* (Springer, 2016).
27. Mhaskar, R. *et al.* Bisphosphonates in multiple myeloma: a network meta-analysis. *Cochrane Database Syst. Rev.* CD003188 (2012). doi:10.1002/14651858.CD003188.pub3
28. Mahindra, A., Pozzi, S. & Raje, N. Clinical trials of bisphosphonates in multiple myeloma. *Clin. Adv. Hematol. Oncol. HO* **10**, 582–587 (2012).
29. Brown, J. P. *et al.* Effects of up to 5 years of denosumab treatment on bone histology and histomorphometry: the FREEDOM study extension. *J. Bone Miner. Res. Off. J. Am. Soc. Bone Miner. Res.* **29**, 2051–2056 (2014).
30. Shane, E. *et al.* Atypical subtrochanteric and diaphyseal femoral fractures: second report of a task force of the American Society for Bone and Mineral Research. *J. Bone Miner. Res. Off. J. Am. Soc. Bone Miner. Res.* **29**, 1–23 (2014).
31. Savaridas, T., Wallace, R. J., Salter, D. M. & Simpson, A. H. R. W. Do bisphosphonates inhibit direct fracture healing?: A laboratory investigation using an animal model. *Bone Jt. J.* **95–B**, 1263–1268 (2013).
32. Leysalle A, Fric D, Lagrange JL, Thariat J. Prise en charge par radiothérapie des métastases osseuses et de leurs complications : les standards. *Bull Cancer* 2013 ; 100 : 1175-85.
33. Uezono, H. *et al.* Pelvic insufficiency fracture after definitive radiotherapy for uterine cervical cancer: retrospective analysis of risk factors. *J. Radiat. Res. (Tokyo)* **54**, 1102–1109 (2013).
34. Chow, E. *et al.* Update on the Systematic Review of Palliative Radiotherapy Trials for Bone Metastases. *Clin. Oncol.* **24**, 112–124 (2012).
35. Chow, E., Harris, K., Fan, G., Tsao, M. & Sze, W. M. Palliative radiotherapy trials for bone metastases: a systematic review. *J. Clin. Oncol. Off. J. Am. Soc. Clin. Oncol.* **25**, 1423–1436 (2007).
36. Hui, S. K. *et al.* Longitudinal assessment of bone loss from diagnostic computed tomography scans in gynecologic cancer patients treated with chemotherapy and radiation. *Am. J. Obstet. Gynecol.* **203**, 353.e1-7 (2010).
37. Higham, C. E. & Faithfull, S. Bone Health and Pelvic Radiotherapy. *Clin. Oncol.* **27**, 668–678 (2015).
38. Wernle, J. D., Damron, T. A., Allen, M. J. & Mann, K. A. Local irradiation alters bone morphology and increases bone fragility in a mouse model. *J. Biomech.* **43**, 2738–2746 (2010).
39. Murray, J. A., Bruels, M. C. & Lindberg, R. D. Irradiation of polymethylmethacrylate. In vitro gamma radiation effect. *J. Bone Joint Surg. Am.* **56**, 311–312 (1974).
40. Damron, T. A. & Sim, F. H. Surgical treatment for metastatic disease of the pelvis and the proximal end of the femur. *Instr. Course Lect.* **49**, 461–470 (2000).
41. Pointillart, V. & Fabre, T. Traitement chirurgical des métastases osseuses. *EMC - Tech. Chir. - Orthopédie - Traumatol.* **4**, 1–12 (2009).
42. Tillman, R. M., Myers, G. J. C., Abudu, A. T., Carter, S. R. & Grimer, R. J. The three-pin modified ‘Harrington’ procedure for advanced metastatic destruction of the acetabulum. *J. Bone Jt. Surg. - Br. Vol.* **90–B**, 84–87 (2008).
43. Shahid, M., Saunders, T., Jeys, L. & Grimer, R. The outcome of surgical treatment for peri-acetabular metastases. *Bone Jt. J.* **96–B**, 132–136 (2014).
44. Colman, M. W. *et al.* Percutaneous Acetabuloplasty Compared With Open Reconstruction for Extensive Periacetabular Carcinoma Metastases. *J. Arthroplasty* **30**, 1586–1591 (2015).
45. Iannessi, A., Garnon, J., Cormier, É., Clarencon, F. & Chiras, J. [Interventional radiology for bone metastases]. *Bull. Cancer (Paris)* **100**, 1163–1173 (2013).
46. Gangi, A. *et al.* Radiofrequency and laser ablation of spinal lesions. *Semin. Ultrasound. CT MR* **26**, 89–97 (2005).
47. Mathis, J. M. & Wong, W. Percutaneous vertebroplasty: technical considerations. *J. Vasc. Interv. Radiol. JVIR* **14**, 953–960 (2003).
48. Combination radiofrequency ablation and cementoplasty for palliative treatment of painful neoplastic bone metastasis: experience with 53 treated lesions in 36 patients. Available at: <http://scihub.cc/10.1007/s00256-010-1010-5>. (Accessed: 26th February 2017)
49. De Vrind, H. H., Wondergem, J. & Haveman, J. Hyperthermia-induced damage to rat sciatic nerve assessed in vivo with functional methods and with electrophysiology. *J. Neurosci. Methods* **45**, 165–174 (1992).
50. Pazonis, T. J. C., Papanastassiou, I. D., Maybody, M. & Healey, J. H. Embolization of Hypervascular Bone Metastases Reduces Intraoperative Blood Loss: A Case-control Study. *Clin. Orthop. Relat. Res.* **472**, 3179–3187 (2014).
51. Owen, R. J. T. Embolization of Musculoskeletal Tumors. *Radiol. Clin. North Am.* **46**, 535–543 (2008).

52. Cheng, X. *et al.* Transarterial (chemo)embolization for curative resection of hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analyses. *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* **140**, 1159–1170 (2014).
53. Mavrogenis, A. F., Rossi, G., Rimondi, E., Papagelopoulos, P. J. & Ruggieri, P. Embolization of Bone Tumors. *Orthopedics* **34**, 303–310 (2011).
54. Jacquemaire, B. *Rappel des principales notions de biomécanique.* (Springer, 1991).
55. Galibert, P., Deramond, H., Rosat, P. & Le Gars, D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie.* **33**, 166–168 (1987).
56. Palussière, J. *et al.* [Interventional radiology procedures in the treatment of bone metastasis]. *Bull. Cancer (Paris)* **96**, 1117–1126 (2009).
57. Marchetti E., Girard J., May O., Hildebrand H.-F., Migaud H., Pasquier G. Biomatériaux en chirurgie orthopédique. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales - Orthopédie-Traumatologie, 44-012, 2010.
58. Lee, A. J. C. Properties of bone cement: The mechanical properties of PMMA bone cement. *Breusch SJ Malchau H Edrs Well-Cem. Total Hip Arthroplasty Heidelbg. Springer* 60–66 (2005).
59. Bauones, S., Freire, V. & Moser, T. P. Retrograde Transpubic Approach for Percutaneous Radiofrequency Ablation and Cementoplasty of Acetabular Metastasis. *Case Rep. Radiol.* **2015**, 1–5 (2015).
60. Bombelli, R., Santore, R. F. & Poss, R. Mechanics of the normal and osteoarthritic hip. A new perspective. *Clin. Orthop.* 69–78 (1984).
61. Kaufmann, T. J., Trout, A. T. & Kallmes, D. F. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* **27**, 1933–1937 (2006).
62. Nussbaum, D. A., Gailloud, P. & Murphy, K. A review of complications associated with vertebroplasty and kyphoplasty as reported to the Food and Drug Administration medical device related web site. *J. Vasc. Interv. Radiol. JVIR* **15**, 1185–1192 (2004).
63. Vats, H. S. & McKiernan, F. E. Infected vertebroplasty: case report and review of literature. *Spine* **31**, E859–862 (2006).
64. Cotten, A. *Imagerie musculosquelettique: pathologies locorégionales.* (Elsevier Masson, 2008).
65. Ryu, K. N. *et al.* Ischemic necrosis of the entire femoral head and rapidly destructive hip disease: potential causative relationship. *Skeletal Radiol.* **26**, 143–149 (1997).
66. Fournay, D. R. *et al.* Spinal Instability Neoplastic Score: An Analysis of Reliability and Validity From the Spine Oncology Study Group. *J. Clin. Oncol.* **29**, 3072–3077 (2011).
67. Molloy, S., Mathis, J. M. & Belkoff, S. M. The effect of vertebral body percentage fill on mechanical behavior during percutaneous vertebroplasty. *Spine* **28**, 1549–1554 (2003).
68. Cazzato, R. L., Buy, X., Eker, O., Fabre, T. & Palussiere, J. Percutaneous long bone cementoplasty of the limbs: experience with fifty-one non-surgical patients. *Eur. Radiol.* **24**, 3059–3068 (2014).
69. Dierselhuis, E. F., Jutte, P. C., van der Eerden, P. J. M., Suurmeijer, A. J. H. & Bulstra, S. K. Hip fracture after radiofrequency ablation therapy for bone tumors: two case reports. *Skeletal Radiol.* **39**, 1139–1143 (2010).
70. Deschamps, F. *et al.* Percutaneous osteosynthesis in the pelvis in cancer patients. *Eur. Radiol.* **26**, 1631–1639 (2016).
71. Meachim, G. & Brooke, G. The synovial response to intra-articular acrylic cement particles in guinea pigs. *Biomaterials* **5**, 69–74 (1984).
72. Leclair, A. *et al.* Rapid chondrolysis after an intra-articular leak of bone cement in treatment of a benign acetabular subchondral cyst: an unusual complication of percutaneous injection of acrylic cement. *Skeletal Radiol.* **29**, 275–278 (2000).
73. Meachim, G., Brooke, G. & Pedley, R. B. The tissue response to acrylic particles implanted in animal muscle. *Biomaterials* **3**, 213–219 (1982).
74. Friedman, M. V., Hillen, T. J., Wessell, D. E., Hildebolt, C. F. & Jennings, J. W. Hip Chondrolysis and Femoral Head Osteonecrosis: A Complication of Periacetabular Cryoablation. *J. Vasc. Interv. Radiol.* **25**, 1580–1588 (2014).
75. Michalecki, Ł., Gabryś, D., Kulik, R., Wydmański, J. & Trela, K. Radiotherapy induced hip joint avascular necrosis—Two cases report. *Rep. Pract. Oncol. Radiother.* **16**, 198–201 (2011).
76. Ikeuchi, K. *et al.* Epidemiology of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head in Japan. *Mod. Rheumatol.* **25**, 278–281 (2015).
77. Yamamoto, T. Subchondral Insufficiency Fractures of the Femoral Head. *Clin. Orthop. Surg.* **4**, 173 (2012).
78. Berber, O., Foote, J., Sabharwal, S., Datta, G. & Bircher, M. D. The development and nature of femoral head cam lesions following acetabular fractures. *Hip Int.* **24**, 194–199 (2014).

79. Seo, G. S., Dieudonne, G., Mooney, S. A. & Monu, J. U. Unexplained 'massive osteolysis of femoral head' (MOFH) after acetabular fracture: occurrence and suggested patho-etiology. *Acta Radiol.* (2016).
80. Marengo, M. F., Suarez-Almazor, M. E. & Lu, H. Neoplastic and Paraneoplastic Synovitis. *Rheum. Dis. Clin. N. Am.* **37**, 551–572 (2011).
81. Bruijnen, S. T. G., Gent, Y. Y. J., Voskuyl, A. E., Hoekstra, O. S. & van der Laken, C. J. Present Role of Positron Emission Tomography in the Diagnosis and Monitoring of Peripheral Inflammatory Arthritis: A Systematic Review: PET in Peripheral Inflammatory Arthritis. *Arthritis Care Res.* **66**, 120–130 (2014).
82. Richette, P. La coxarthrose destructrice rapide. *Rev. Rhum.* **76**, 341–345 (2009).
83. Kang, J. S. *et al.* Prevalence of osteonecrosis of the femoral head: a nationwide epidemiologic analysis in Korea. *J. Arthroplasty* **24**, 1178–1183 (2009).
84. Carrafiello, G. *et al.* Combined treatment of ablative therapy with percutaneous radiofrequency and cementoplasty of a symptomatic metastatic lesion of the acetabulum: RFA AND CEMENTOPLASTY OF BONE METASTASIS. *Australas. Radiol.* **51**, B344–B348 (2007).
85. Jakanani, G. C., Jaiveer, S., Ashford, R. & Rennie, W. Computed tomography-guided coblation and cementoplasty of a painful acetabular metastasis: an effective palliative treatment. *J. Palliat. Med.* **13**, 83–85 (2010).
86. Harris, K. Percutaneous cementoplasty of the lytic metastasis in left acetabulum. *Curr. Oncol.* **14**, (2007).

# ANNEXES



TABLEAU 9 : REVUE DE LA LITTÉRATURE DE LA CIMENTOPLASTIE DU COTYLE

Etude		Cohorte		Critères de jugement		Efficacité	Traitements associés	Complications				Suivi
Article	Type d'étude	Population	Effectif	Critères d'évaluation clinique	Critères d'évaluation radiologique	Résultats		Fuite articulaire	Fuite extra articulaire	Autres	Fractures	
<p><b>Malignant acetabular osteolyses : percutaneous injection of acrylic bone cement</b><sup>2</sup></p> <p>Cotten et Al. 1989</p>	Prospectif unicentrique	<p><u>Exclus</u> :</p> <p>-atteinte sous chondrale &gt; 5mm</p> <p>-extension extra osseuse (plus de trois fois la zone lytique)</p> <p><u>Non exclu</u> :</p> <p>fracture, lyse de la corticale extra articulaire</p>	12 cotyles (11 patients)	<p><u>1,3-6,12 mois</u></p> <p>examen clinique par rhumatologue</p>	<p><u>Pré-cimento</u> :</p> <p>-Radio et CT</p> <p><u>Post-cimento</u> :</p> <p>CT 1-6 heures post-injection</p> <p><u>1,3-6,12 mois</u> :</p> <p>Radio</p>	<p>Diminution marquée des douleurs (1 post-cimento immédiat, 8 après une majoration des douleurs, 2 douleurs moyennes équivalentes)</p> <p>Amélioration de la marche en moyenne à 72h</p>	RTT à 3 semaines en moyenne	1 fuite articulaire responsable de douleurs initiales, régressives (8%)	2 fuites dans la fossette acétabulaire (17%)	<p>5 hyperthermies (sans infection) dans les 72h.</p> <p>8 majorations initiales de la douleur</p> <p>1 majoration des douleurs sur progression tumorale à 6 mois</p>	1 fracture à un mois responsable d'une majoration des douleurs et difficultés à la marche	suivi médian : 7,2 mois
<p><b>Evaluating the safety and effectiveness of percutaneous acetabuloplasty</b><sup>5</sup></p> <p>Gupta et al. 2011</p>	Rétrospective unicentrique	Non décrit	11 cotyles (11 patients)	<p><u>Pré-op et à 3 semaines</u> :</p> <p>VAS, Functional Mobility Scale, Analgesic scale</p>	<p><u>Pré-op</u> :</p> <p>-CT ou IRM</p> <p><u>Post-op</u> :</p> <p>CT en post-cimento</p>	<p>Diminution significative de VAS et Functional Mobility Scale.</p> <p>Pas de diminution significative de la VAS</p>	RF associée chez un patient	Aucune reportée	Aucune reportée	Aucune reportée	Aucune reportée	21 +-11 jours
<p><b>*Combination radiofréquence ablation</b></p>	Rétrospective unicentrique	<u>Inclus</u> : métastases, douleurs locales	14 cotyles (53 ciment, toutes	<p><u>Pré-op et H24</u> :</p> <p>VAS</p>	<p><u>Pré-op</u> :</p> <p>-CT ou IRM dans les 4</p>	Diminution significative du VAS	RF associée systématiquement	<p><u>Cotyles</u> :</p> <p>-1 fuite articulaire asymp-</p>	<p><u>Cotyles</u> :</p> <p>-4 extra-articulaires</p>	Aucune	Aucune	24h

<p><b>and cementoplasty for palliative treatment of painful neoplastic bone metastasis: experience with 53 treated lesions in 36 patients</b><sup>7</sup></p> <p>Lane et al 2010</p>		<p>confirmées par imagerie, au moins en partie réfractaire aux analgésiques, espérance de vie &gt;1mois</p> <p><u>Non-inclus</u> : blastiques</p>	localisations comprises)		<p>semaines</p> <p><u>Post-op</u> : -CT post procédure</p> <p>-IRM à 1 mois pour lésions massive ou unique (zone d'ablation chez 14/36 patients)</p>	<p>Pas de résultats sur description imagerie</p>		tomatique 7%	<p>non douloureuses -1 sciatique régressive par fuite au contact du nerf sciatique 36%</p>	reportée	reportée	
<p><b>Acetabulum malignancies : technique and impact on pain of percutaneous injection of acrylic surgical cement</b><sup>6</sup></p> <p>Weill et al 1997</p>	Rétrospective unicentrique	Non décrit	18 cotyles	<p>Pré-op, court terme (72h) et long-terme (2-48 mois)</p> <p>Douleurs (3 grades)</p>	<p><u>Pré-op</u> : -CT</p>	<p>2 aggravations sur évolution métastatique.</p> <p>Globale amélioration de la douleur dans 83%</p> <p>1 patient : reconstruction chirurgicale car évolution métastatique</p>	Aucun décrit	<p>4 fuites articulaires dont 1 « symptomatique» 22%</p> <p>1 migration de ciment dans l'articulation nécessitant une extraction chirurgical</p>	<p>5 fuites extra-articulaires dont 1 symptomatique sur nerf sciatique (sciatique persistante) 27%</p>	Aucune reportée	Aucune reportée	<p>Suivi <u>médian</u> 9,4 mois</p>
<p><b>Percutaneous acetabuloplasty for metastatic acetabular lesions</b><sup>3</sup></p>	Rétrospective unicentrique	<p><u>Inclus</u> : chirurgie impossible</p> <p><u>Exclus</u> frac-</p>	30 cotyles sur 25 patients	<p><u>préop et post op</u> à 1, 3, 6,12 mois : Douleurs, mobilité, (VAS, ECOG, WOMAC,</p>	<p><u>Pré-op</u> : CT et IRM</p> <p><u>Post-op</u> : CT et Radio</p>	<p>Pas de Fractures</p> <p><u>Jusqu'à 3 mois</u> : amé-</p>	Aucun décrit	0 fuite	2 fuites 7%	<p><u>Post op 48h</u> : 8 patients augmentation douleurs, et</p>	Aucune reportée	<p>Pas de suivi moyen ou médian. Maximal à 1</p>

Maccauro et al. 2008		ture, discontinuité		Harris Hip Score) Type d'analgésiques		lioration des critères cliniques.  <u>De 3 mois à 1 an</u> aggravation.				hyperthermie		an. (pour 15 patients)
<b>*Percutaneous cementoplasty for pelvic bone metastasis</b> <sup>8</sup> Marcy et al. 2000	Rétrospective bi centrique (data base prospective)	Métastases osseuses douloureuses	12 cotyles (18 localisations au total au niveau du bassin)	<u>Préop et 24h, m1, m3-6, m12, m24 :</u> -Pain status : 0-5 -Walking status 0-4	<u>Pré-op :</u> Radio et CT	<u>A 1 mois :</u> Pain : 3,2 à 1,6 Walking : 1,1 à 2,2 (amélioration)	RTT 3 groupes : -douleurs après RTT -pas de douleurs après RTT -douleur sans RTT	0 fuite articulaire 8%	1 fuite extra articulaire douloureuse 8%	Aucune reportée	1 fracture acétabulaire douloureuse	<u>Suivi médian</u> 4,6 mois
<b>*Percutaneous cementoplasty for the treatment of extraspinal painful bone lesion, a prospective study</b> <sup>9</sup>  Iannessi et al. 2010	Prospectif multicentrique	Métastases osseuses lytiques	4 cotyles	<u>Per-op, J1, J7, Tous les mois :</u> douleur (VAS) amélioration fonctionnelle  <u>Après 3 mois :</u> analgésiques, PGIC	Aucun	Amélioration significative de la douleur et de la marche à court terme et 1 mois Diminution des antalgiques chez 1 patient	Radio-chimiothérapie		1 fuite extra articulaire non symptomatique 25%	Aucune reportée	Aucune reportée	
<b>Percutaneous acetabuloplasty for metastatic lesions to the pelvis</b> <sup>4</sup>  Durfee et al. 2017	Rétrospective unicentrique	<u>Inclus :</u> au moins 1 lésion métastatique <u>Exclus :</u> fracture ilium ou acetabulum, métastase de la tête fémorale, lésion autre que métastatique	11 patients 11 cotyles	<u>Complications post op</u> Clinique, douleurs (VAS) marche, traitements complémentaires, survie	Aucun décrit	<b>VAS :</b> diminution significative.	RTT, chimiothérapie	Pas de fuite	Aucune	1 complétée par reconstruction chirurgicale	Aucune reportée	<u>Suivi médian</u> : 26,4 mois

<b>*Cementoplasty for managing painful bone metastases outside the spine</b> <sup>10</sup>  Gang sun et al 2013	Rétrospective unicentrique	<u>Inclus</u> : métastases osseuses extra spinal traitée par cimentoplastie	7 cotyles (sur 65 localisations extra spinales au total)	<u>Pre-op, J3, 1 mois, 3 mois</u> Douleur (VAS), changement d'analgésiques, fractures « cliniquement évidente »	<u>Pré-op</u> : CT, radio et/ou IRM	Diminution significative des douleurs à chaque suivi	Non renseigné	0 fuite	8 fuites (sur la totalité des 65 procédures)	Aucune reportée	Aucune reportée	
<b>*Cementoplasty in the management of painful extraspinal bone metastases : our experience</b> <sup>11</sup>  Basile 2007	Rétrospective unicentrique	<u>Inclus</u> : douleurs >5 (VAS) ou réfractaire aux analgésiques	4 cotyles (14 localisations extra-spinal au total)	<u>Pré-op et post-op</u> de 2 à 14 mois		Diminution significative des douleurs	RTT chimiothérapie Ablathémie pour tumeur avec extension extra osseuse	0	0	72 h après la procédure : abcès sur l'abord (localisation de la lésion non renseignée)	Aucune reportée	2-14 mois
<b>Combination acetabular radiofrequency ablation and cementoplasty using a navigational radiofrequency ablation device and ultrahigh viscosity cement: technical note</b> <sup>12</sup> Wallace 2015	Rétrospective	Douleurs résistante aux antalgiques, instabilité acétabulaire Non indication ou refus de la chirurgie ; mauvais état général, espérance de vie <3mois	12 patients	<u>Pré et post procédure (J7, J11, J21)</u> : douleurs (Numeric Rating Scale) évaluées par téléphone	Non renseigné	Diminution significative des douleurs (médiane : 8 à 3)	RF concomitante a la cimentoplastie	1 fuite intra articulaire  8%		Aucune reportée	Aucune reportée	J21 max

\*études évaluant des cimentoplasties du cotyles entre autres localisations.

## Cas clinique : Revue

Article	Lésion initiale	Technique	Clinique	Imagerie	Suivi
<p><b>Combined treatment of ablative therapy with percutaneous radiofrequency and cementoplasty of a symptomatic metastatic lesion of the acetabulum</b><sup>84</sup></p> <p>Carrafiello 2007</p>	<p>Lésion ostéolytique, extension extra-osseuse</p>	RF et cimentoplastie	<p>Suivi clinique de 6 mois :</p> <p>Absence de douleur</p>	<p>CT post-opératoire</p> <p>Bonne répartition du ciment</p>	Pas de complications
<p><b>Computed Tomography-Guided Coblation and Cementoplasty of a Painful Acetabular Metastasis: An Effective Palliative Treatment</b><sup>85</sup></p> <p>George Chanetsa Jakanani</p>	<p>Métastase lytique du toit du cotyle avec atteinte sous chondrale majeure.</p> <p>Echec de la RTT</p> <p>Douleurs : VAS 10 / 10 Mobilité : Oxford Hip Score 6 / 48</p>	RF et cimentoplastie	<p>A 3 semaines :</p> <p>douleurs : VAS 1/10</p> <p>Mobilité : Oxford Hip Score 28/48</p>	Aucun	5 mois (décès)
<p><b>Percutaneous cementoplasty of lytic metastasis in left acetabulum</b><sup>86</sup></p> <p>K. Harris</p>	<p>Lésion lytique du cotyle, sans atteinte corticale.</p> <p>Echec de radiothérapie à 1 mois</p>	Cimentoplastie seule	<p>Douleurs (Brief Pain Inventory)</p> <p>4/10 à 2/10</p> <p>« Gène fonctionnelle due à la douleur » 4/7 à 0/7 à J2</p> <p>Post-cimentoplastie : par téléphone J1, J2, J4, S1, S2, S4</p>	CT post-cimentoplastie	4 semaines par téléphone
<p><b>Retrograde Transpubic Ap-</b></p>	Lésion lytique avec atteinte	Cimentoplastie et RF bipolaire	Amélioration clinique (douleurs)	IRM à 2 mois : récurrence tumorale	3 mois (décès)

<p><b>proach for Percutaneous Radiofrequency Ablation and Cementoplasty of Acetabular Metastasis</b><sup>59</sup></p>	<p>sous chondrale mineur, atteignant le mur antérieur</p>		<p>9/10 à 6/10)</p>	<p>rare, pas de fracture</p>	
<p>Salem Bauones 2015</p>	<p>Refus de la RTT et chirurgie</p> <p>Inefficacité des bisphosphonates et antalgiques aspécifiques</p>				

**Abréviations des tableaux**

CT : Scanner

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

PGIC : Patient's Global Impression of Change

Radio : Radiographie standard

RF : Radiofréquence

RTT : Radiothérapie

VAS : Visual Analogic Score

**TABLEAU 10 : SCORE DE MIREL**

Critères	Score de Mirel		
	1	2	3
<b>Site</b>	Membre supérieur	Membre inférieur	Péri trochanterique
<b>Douleur</b>	Légère	Modérée	Handicapante
<b>Lésion</b>	Condensant	Mixte	Lytique
<b>Taille</b>	<1/3 de la corticale	1/3-2/3 de la corticale	>2/3 de la corticale

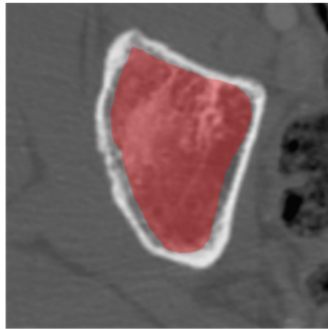
Score de Mirel	Risque Fracturaire	Recommandations
≤7	4,00%	Observation, radiothérapie
8	15,00%	RCP
≥9	>33%	Fixation prophylactique

**TABLEAU 11 : CLASSIFICATION DES EFFETS SECONDAIRES DE LA RADIOTHERAPIE**

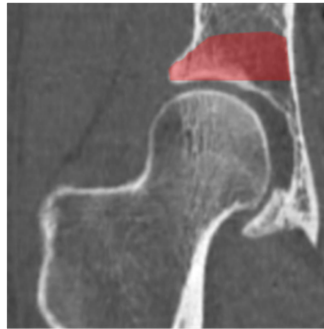
Grade	Effet
<b>Grade I</b>	effet bénin (inconfort temporaire, malaise, gêne)
<b>Grade II</b>	effet modéré (Inconfort prolongé, lésion ou atteinte réversible, nécessité d'un traitement médical, handicap temporaire)
<b>Grade III</b>	effet sévère (conséquence retardée mais lourde pour le patient, lésion ou atteinte irréversible, handicap permanent, risque vital non engagé)
<b>Grade IV</b>	effet grave menaçant la vie (conséquence mortelle à court terme pour le patient, risque vital engagé)
<b>Grade V</b>	décès

FIGURE 56 TOIT DU COTYLE : RECONSTITUTION MULTIPLANAIRE SUR UN SCANNER

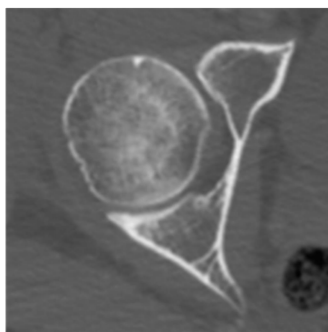
Axial superieur



Coronal



Axial inferieur



Sagittal

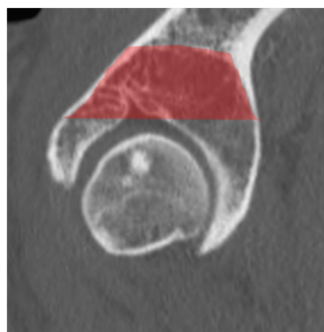
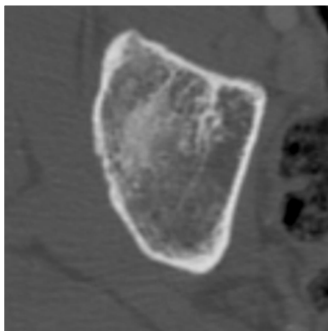


FIGURE 57 MUR ANTERIEUR DU COTYLE : RECONSTRUCTION MULTIPLANAIRE SUR UN SCANNER

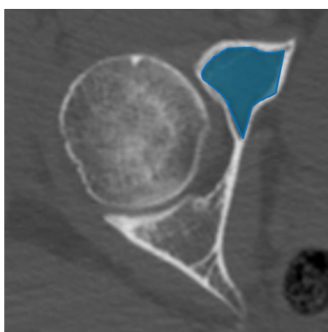
Axial supérieur



Coronal



Axial inférieur



Sagittal

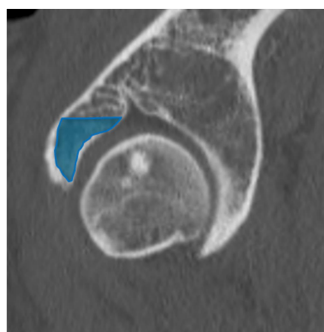
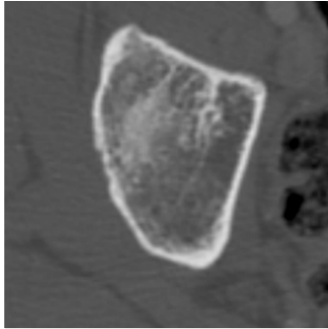


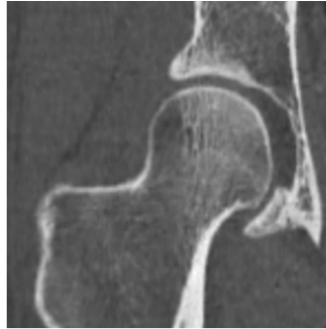


FIGURE 58 MUR POSTERIEUR DU COTYLE : RECONSTRUCTION MULTIPLANAIRE SUR UN SCANNER

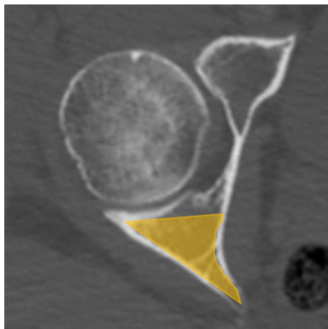
Axial supérieur



Coronal



Axial inférieur



Sagittal

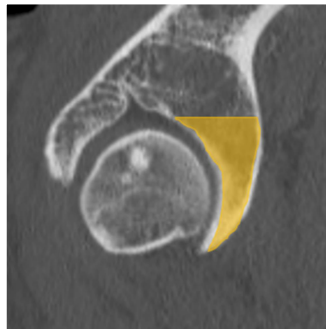
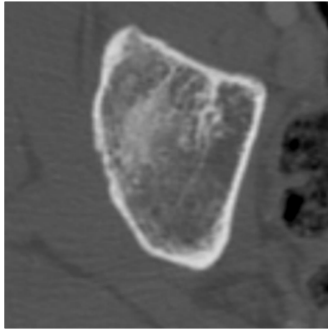


FIGURE 59 LAME QUADRILATERE DU COTYLE : RECONSTRUCTION MULTIPLANAIRE SUR UN SCANNER

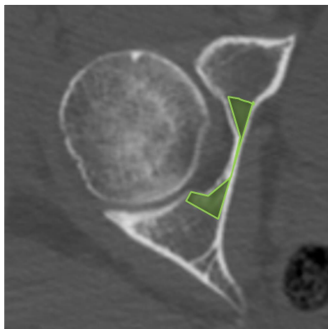
Axial supérieur



Coronal



Axial inférieur



Sagittal

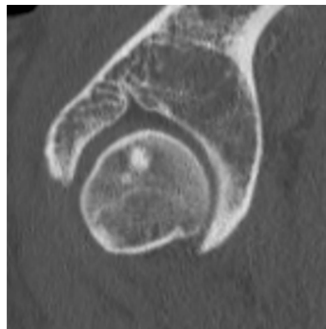
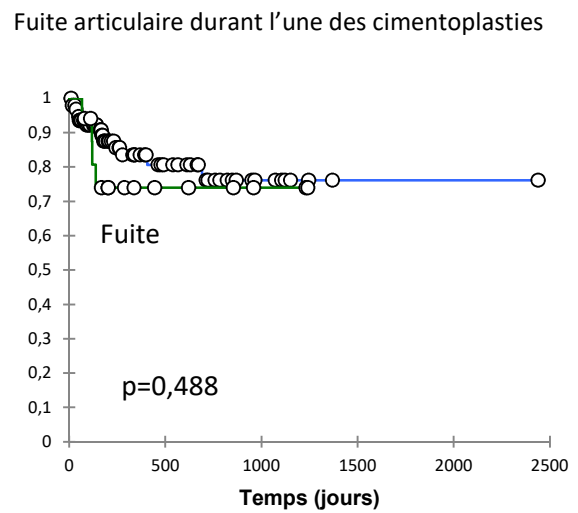
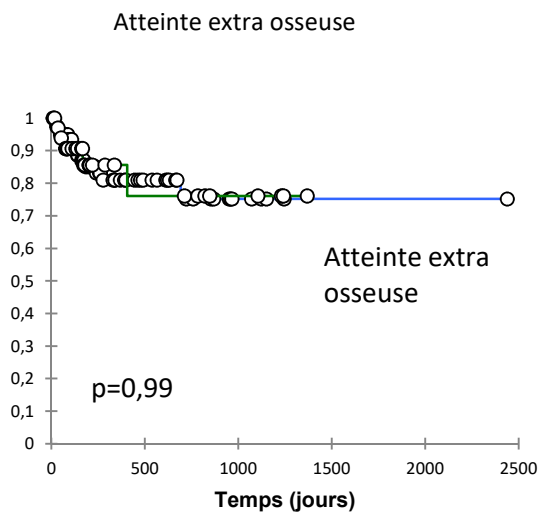
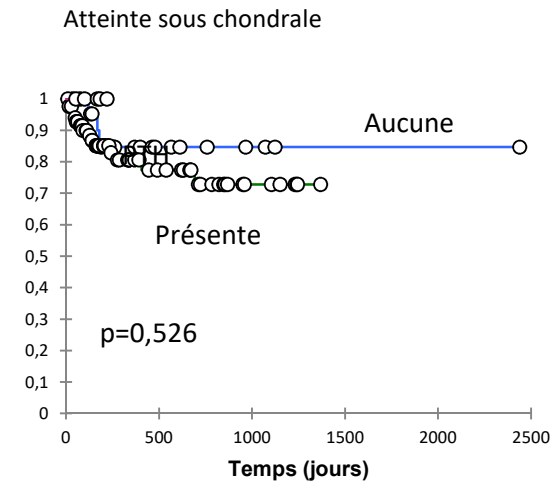
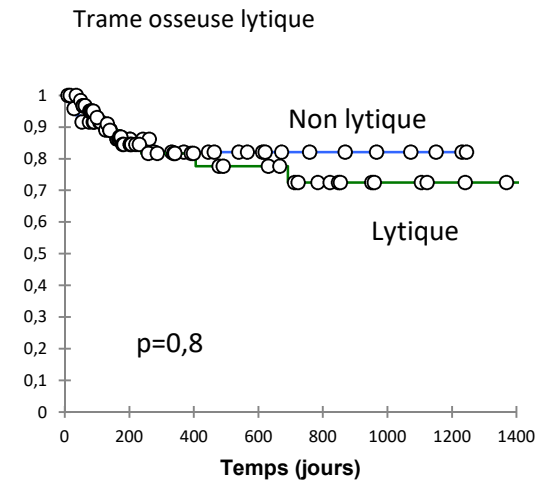
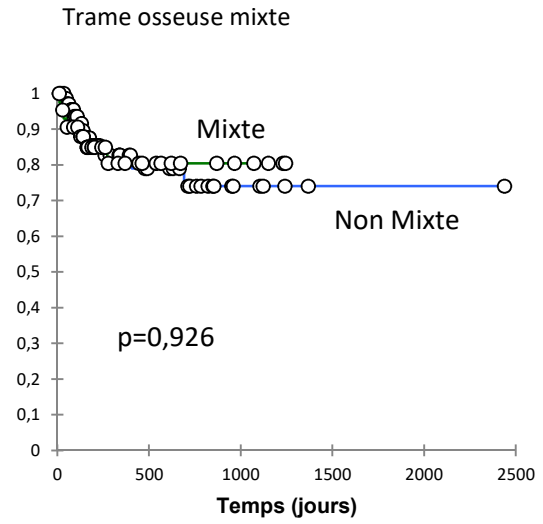
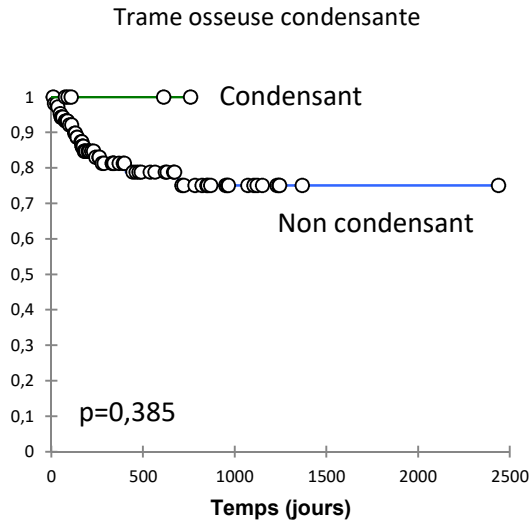
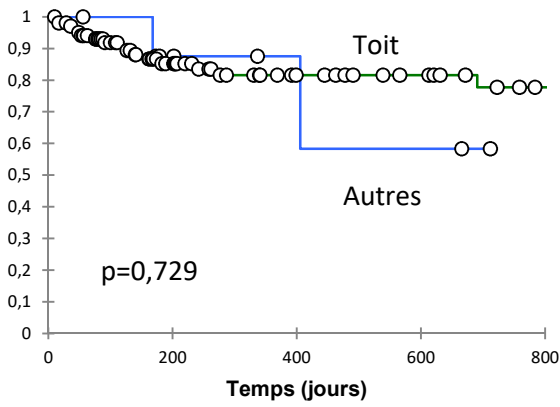


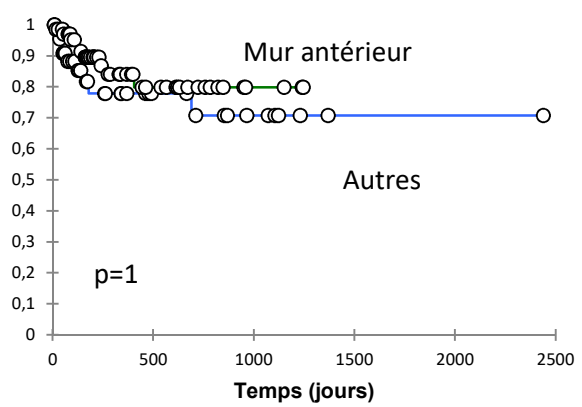
FIGURE 59 TEST LOGRANK DES FACTEURS DE RISQUES D'APPARITION OU AGGRAVATION DE FRACTURE



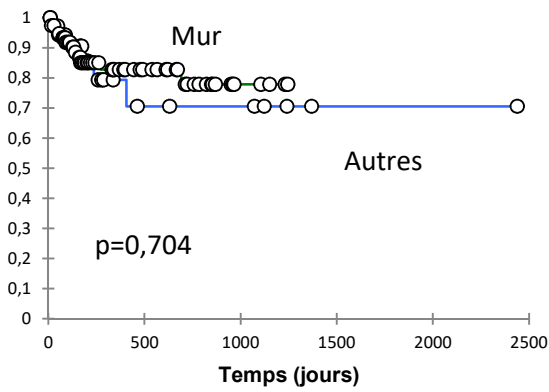
Localisation au niveau du toit



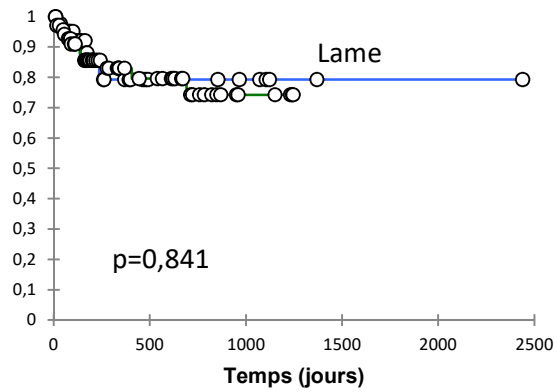
Localisation au niveau du mur antérieur



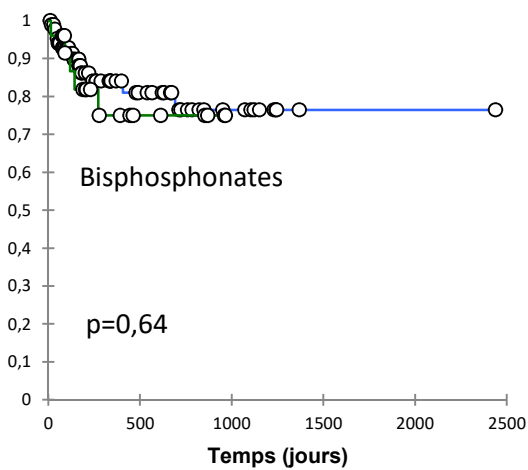
Localisation au niveau du mur postérieur



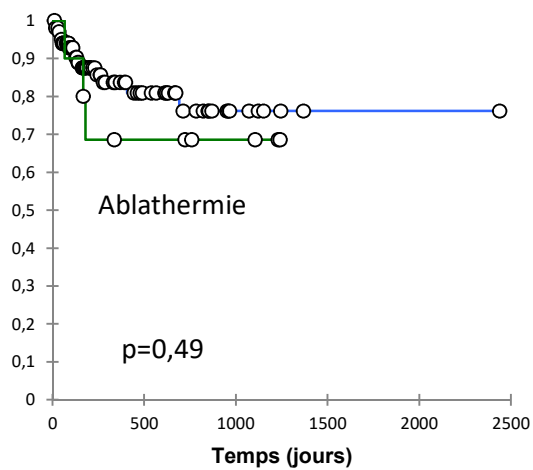
Localisation au niveau de la lame quadrilatère



Bisphosphonates



Ablathermie



## SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.





## RESUME

**Objectif** : Décrire l'évolution radiologique à court et moyen terme de la hanche après cimentoplastie du cotyle en oncologie et évaluer les facteurs de risque de complication. **Méthodes** : Nous avons inclus rétrospectivement et consécutivement les interventions de cimentoplasties du cotyle réalisées à l'Institut Bergonié de 2007 à 2015. Les caractéristiques initiales du cotyle, la qualité du remplissages et les traitements associés ont été décrits. Les complications immédiates et tardives ont été recherchées sur les imageries de suivi. **Résultats** : 140 cotyles (128 patients) ont été traités par cimentoplastie. 8.6% ont été compliquées d'une fuite articulaire. La présence d'une fracture articulaire en était un facteur de risque ( $p=0.009$ ). A moyen terme, la fuite de ciment articulaire était responsable d'une synovite d'inclusion ( $p<0.001$ ). Une fracture du cotyle est apparue dans 12.3% des cas, s'est aggravée dans 3.5% des cas et a consolidé dans 3.5% dans cas. Dans 50 % des cas, les fractures étaient localisées au niveau du toit. La cimentoplastie diminue l'incidence des fracture du cotyle ( $p=0.031$ ). La radiothérapie pourrait être un facteur de risque de fracture au niveau du cotyle ( $p=0.055$ ). Une déformation de la tête fémorale était visible dans 24.6% des cas. Les étiologies étaient multiples, principalement bénignes, et ne semblaient pas liées à la cimentoplastie. **Conclusion** : La cimentoplastie protège du risque de fracture. Une association au vissage percutanée pourrait renforcer son efficacité. La fuite articulaire, favorisée par la présence d'une fracture articulaire est responsable d'une synovite d'inclusion.

**Purpose** : Describe short and mild-term evolution on radiologic follow-up after percutaneous acetabuloplasty in oncology and assess risk factors for complications. **Methods** : We included retrospectively and consecutively acetabuloplasty from 2007 to 2015 at the Institut Bergonie. Initial acetabular characteristics, quality of filling and associated treatments were described. Instant and delayed out-comes were retrieved on radiologic follow-up. **Results** : 140 acetabuloplasty were reviewed. 8.6% were complicated of articular leakage. Articular fracture was a risk factor of articular leakage ( $p=0.009$ ). Inclusion synovitis was the mid-term evolution of articular leakage ( $p<0.001$ ). Acetabular fractures appeared in 12.3% cases, 3.5% increased their fractures, and 3.5% consolidated them. 50% cases were localised on the roof. Acetabuloplasty decrease the incidence of fracture ( $p=0.031$ ). Radiotherapy could be a risk factor of acetabulum fracture ( $p=0.055$ ). Femoral head deformation were seen in 24.6% cases. Etiologies were multiple, most of them were benign, and didn't appear to be related to acetabuloplasty. **Conclusion** : Percutaneous acetabuloplasty protect from fractures. Percutaneous osteosynthesis could increase its efficacy. Articular leakage, aided by articular fracture, is responsible of inclusion synovitis.

**Mots-clefs** : Cimentoplastie percutanée du cotyle, fracture articulaire, fuite articulaire, synovite, radiothérapie

**Keywords** : Percutaneous acetabuloplasty, articular fracture, articular leakage, synovitis, radiotherapy

Thèse de doctorat en médecine

Spécialité: Imagerie médicale diagnostique et interventionnelle

UFR des SCIENCES MEDICALES, Université de Bordeaux 46, rue Léo Saignat, 33076 Bordeaux CEDEX