

Université de Poitiers

Faculté de Médecine et Pharmacie

ANNEE 2019-2020

THESE

**POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE
(décret du 16 janvier 2004)**

présentée et soutenue publiquement
le 03 Juillet 2020 à Poitiers
par **Florian SAINT-GENEZ**

**Remaniements osseux radiologiques métaphysaires à moyen terme
après arthroplastie anatomique d'épaule non cimentée de première
intention : stemless vs short stem**

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Louis-Etienne GAYET

Membres :

Monsieur le Professeur Pierre PRIES
Monsieur le Docteur Thierry JOUDET
Monsieur le Professeur Nicolas BONNEVIALLE

Directeurs de thèse :

Monsieur le Docteur Thierry JOUDET
Monsieur le Professeur Nicolas BONNEVIALLE



Le Doyen,

Année universitaire 2019 - 2020

LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers

- BOULETI Claire, cardiologie (**absente jusque début mars 2020**)
- BRIDOUX Frank, néphrologie
- BURUCOA Christophe, bactériologie – virologie
- CHEZE-LE REST Catherine, biophysique et médecine nucléaire
- CHRISTIAENS Luc, cardiologie
- CORBI Pierre, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- DAHYOT-FIZELIER Claire, anesthésiologie – réanimation
- DEBAENE Bertrand, anesthésiologie réanimation
- DEBIAIS Françoise, rhumatologie
- DROUOT Xavier, physiologie
- DUFOUR Xavier, Oto-Rhino-Laryngologie
- FAURE Jean-Pierre, anatomie
- FRASCA Denis, anesthésiologie-réanimation
- FRITEL Xavier, gynécologie-obstétrique
- GAYET Louis-Etienne, chirurgie orthopédique et traumatologique
- GERVAIS Elisabeth, rhumatologie
- GICQUEL Ludovic, pédopsychiatrie
- GILBERT Brigitte, génétique
- GOMBERT Jean-Marc, immunologie
- GOUJON Jean-Michel, anatomie et cytologie pathologiques
- GUILLEVIN Rémy, radiologie et imagerie médicale
- HAUET Thierry, biochimie et biologie moléculaire
- HOUETO Jean-Luc, neurologie
- INGRAND Pierre, biostatistiques, informatique médicale
- ISAMBERT Nicolas, cancérologie
- JAAFARI Nematollah, psychiatrie d'adultes
- JABER Mohamed, cytologie et histologie
- JAYLE Christophe, chirurgie thoracique t cardio-vasculaire
- KARAYAN-TAPON Lucie, cancérologie
- KEMOUN Gilles, médecine physique et de réadaptation (**en détachement**)
- KRAIMPS Jean-Louis, chirurgie générale
- LECLERE Franck, chirurgie plastique, reconstructrice
- LECRON Jean-Claude, biochimie et biologie moléculaire
- LELEU Xavier, hématologie
- LEVARD Guillaume, chirurgie infantile
- LEVEQUE Nicolas, bactériologie-virologie
- LEVEZIEL Nicolas, ophtalmologie
- MACCHI Laurent, hématologie
- MCHEIK Jiad, chirurgie infantile
- MEURICE Jean-Claude, pneumologie
- MIGEOT Virginie, santé publique
- MILLOT Frédéric, pédiatrie, oncologie pédiatrique
- MIMOZ Olivier, anesthésiologie – réanimation
- NEAU Jean-Philippe, neurologie
- ORIOT Denis, pédiatrie
- PACCALIN Marc, gériatrie
- PERAULT Marie-Christine, pharmacologie clinique
- PERDRISOT Rémy, biophysique et médecine nucléaire
- PIERRE Fabrice, gynécologie et obstétrique
- PRIES Pierre, chirurgie orthopédique et traumatologique
- RAMMAERT-PALTRIE Blandine, maladies infectieuses
- RICHER Jean-Pierre, anatomie
- RIGOARD Philippe, neurochirurgie

- ROBERT René, réanimation
- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie
- SAULNIER Pierre-Jean, thérapeutique
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- SILVAIN Christine, hépato-gastro-entérologie
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie
- THILLE Arnaud, réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- WAGER Michel, neurochirurgie
- XAVIER Jean, pédopsychiatrie

Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers

- ALBOUY-LLATY Marion, santé publique
- BEBY-DEFAUX Agnès, bactériologie – virologie
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail (**en détachement**)
- BILAN Frédéric, génétique
- BOISSON Matthieu, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- BOURMEYSTER Nicolas, biologie cellulaire
- CASTEL Olivier, bactériologie - virologie – hygiène
- CAYSSIALS Emilie, hématologie
- COUDROY Rémy, réanimation
- CREMNITER Julie, bactériologie – virologie
- DIAZ Véronique, physiologie
- FROUIN Eric, anatomie et cytologie pathologiques
- GARCIA Magali, bactériologie-virologie
- JAVAUQUE Vincent, néphrologie
- KERFORNE Thomas, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- LAFAY Claire, pharmacologie clinique
- MARTIN Mickaël, médecine interne
- PALAZZO Paola, neurologie
- PERRAUD Estelle, parasitologie et mycologie
- SAPANET Michel, médecine légale
- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire

Professeur des universités

- PELLERIN Luc, biochimie et biologie moléculaire

Professeur des universités de médecine générale

- BINDER Philippe

Professeurs associés de médecine générale

- BIRAULT François
- FRECHE Bernard
- MIGNOT Stéphanie
- PARTHENAY Pascal
- VALETTE Thierry
- VICTOR-CHAPLET Valérie

Maitres de Conférences associés de médecine générale

- AUDIER Pascal
- ARCHAMBAULT Pierrick
- BRABANT Yann

Enseignants d'Anglais

- DEBAIL Didier, professeur certifié

Professeurs émérites

- ALLAL Joseph, thérapeutique (08/2020)
- BATAILLE Benoît, neurochirurgie (08/2020)
- CARRETIER Michel, chirurgie générale (08/2021)
- DORE Bertrand, urologie (08/2020)
- GIL Roger, neurologie (08/2020)
- GOMES DA CUNHA José, médecine générale (08/2021)
- GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion (08/2020)
- HERPIN Daniel, cardiologie (08/2020)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire (16/02/2021)
- MARECHAUD Richard, médecine interne (24/11/2020)
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire (08/2021)
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire (08/2020)
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (08/2020)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (08/2021)

Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires

- AGIUS Gérard, bactériologie-virologie
- ALCALAY Michel, rhumatologie
- ARIES Jacques, anesthésiologie-réanimation
- BABIN Michèle, anatomie et cytologie pathologiques
- BABIN Philippe, anatomie et cytologie pathologiques
- BARBIER Jacques, chirurgie générale (ex-émérite)
- BARRIERE Michel, biochimie et biologie moléculaire
- BECQ-GIRAUDON Bertrand, maladies infectieuses, maladies tropicales (ex-émérite)
- BEGON François, biophysique, médecine nucléaire
- BOINOT Catherine, hématologie – transfusion
- BONTOUX Daniel, rhumatologie (ex-émérite)
- BURIN Pierre, histologie
- CASTETS Monique, bactériologie -virologie – hygiène
- CAVELLIER Jean-François, biophysique et médecine nucléaire
- CHANSIGAUD Jean-Pierre, biologie du développement et de la reproduction
- CLARAC Jean-Pierre, chirurgie orthopédique
- DABAN Alain, oncologie radiothérapie (ex-émérite)
- DAGREGORIO Guy, chirurgie plastique et reconstructrice
- DESMAREST Marie-Cécile, hématologie
- DEMANGE Jean, cardiologie et maladies vasculaires
- EUGENE Michel, physiologie (ex-émérite)
- FAUCHERE Jean-Louis, bactériologie-virologie (ex-émérite)
- FONTANEL Jean-Pierre, Oto-Rhino Laryngologie (ex-émérite)
- GRIGNON Bernadette, bactériologie
- GUILLARD Olivier, biochimie et biologie moléculaire
- GUILLET Gérard, dermatologie
- JACQUEMIN Jean-Louis, parasitologie et mycologie médicale
- KAMINA Pierre, anatomie (ex-émérite)
- KLOSSEK Jean-Michel, Oto-Rhino-Laryngologie
- LAPIERRE Françoise, neurochirurgie (ex-émérite)
- LARSEN Christian-Jacques, biochimie et biologie moléculaire
- LEVILLAIN Pierre, anatomie et cytologie pathologiques
- MAIN de BOISSIERE Alain, pédiatrie
- MARCELLI Daniel, pédopsychiatrie (ex-émérite)
- MARILLAUD Albert, physiologie
- MENU Paul, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire (ex-émérite)
- MORICHAU-BEAUCHANT Michel, hépato-gastro-entérologie
- MORIN Michel, radiologie, imagerie médicale
- PAQUEREAU Joël, physiologie
- POINTREAU Philippe, biochimie
- POURRAT Olivier, médecine interne (ex-émérite)
- REISS Daniel, biochimie
- RIDEAU Yves, anatomie
- SULTAN Yvette, hématologie et transfusion
- TALLINEAU Claude, biochimie et biologie moléculaire
- TANZER Joseph, hématologie et transfusion (ex-émérite)
- TOURANI Jean-Marc, oncologie
- VANDERMARCO Guy, radiologie et imagerie médicale

**Remaniements osseux radiologiques
métaphysaires à moyen terme après
arthroplastie anatomique d'épaule non cimentée
de première intention : stemless vs short stem**

Table des matières

TABLE DES MATIERES	5
REMERCIEMENTS	6
INTRODUCTION	9
MATERIEL ET METHODES	10
A. POPULATION ETUDIEE	10
B. TECHNIQUE OPERATOIRE ET CARACTERISTIQUES DES IMPLANTS UTILISES	11
1) <i>Prothèse sans tige en céramique : Affinis® Short (Mathys Ltd. Bettlach, Switzerland)</i>	11
2) <i>Prothèse à tige courte : Aequalis® Ascend Flex (Wright Medical, Memphis, TN, USA)</i>	12
C. ÉVALUATION CLINIQUE	15
D. ÉVALUATION RADIOLOGIQUE	16
E. ANALYSE STATISTIQUE	23
RESULTATS	24
A. POPULATION ETUDIEE	24
B. CARACTERISTIQUES PRE-OPERATOIRES.....	25
C. COMPLICATIONS	28
1) <i>Série globale</i>	28
2) <i>Affinis Short</i>	28
3) <i>Ascend Flex</i>	28
D. ÉVALUATION CLINIQUE	29
1) <i>Série globale</i>	29
2) <i>Affinis Short</i>	29
3) <i>Ascend Flex</i>	29
4) <i>Satisfaction des patients</i>	30
5) <i>Comparaison des deux groupes</i>	30
E. ANALYSE RADIOLOGIQUE	31
1) <i>Série globale</i>	31
2) <i>Affinis Short</i>	34
3) <i>Ascend Flex</i>	37
4) <i>Comparaison des deux groupes</i>	41
F. CORRELATIONS RADIO-CLINIQUES	43
1) <i>Série globale</i>	43
2) <i>Affinis Short</i>	47
3) <i>Ascend Flex</i>	51
G. ANALYSES SPECIFIQUES / ANALYSES EN SOUS-GROUPES	54
1) <i>Liserés glénoïdiens des prothèses totales (n=49)</i>	54
2) <i>PTE vs Hémiarthroplasties</i>	56
3) <i>Remaniements métaphysaires en fonction de l'étiologie</i>	58
4) <i>Prothèses totales (n=49)</i>	59
5) <i>Hémiarthroplasties (n = 19)</i>	60
6) <i>Prothèses anatomiques chez les patients de plus de 70 ans (n=36)</i>	61
DISCUSSION	62
CONCLUSION	68
BIBLIOGRAPHIE	69
RESUME	74
ABREVIATIONS	76
SERMENT D'HIPPOCRATE	77

Remerciements

A ma famille,

A ma Lolo,

Merci de m'avoir toujours soutenu dans ce long périple, et de m'avoir poussé à aller au bout des choses. Je suis comblé de partager ces aventures avec toi.

Tu es l'Amour de ma vie.

Continue de faire de moi le plus heureux des hommes.

A mes parents,

Merci pour votre soutien et votre amour. Merci d'être des parents aussi cool. Merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui. J'espère vous rendre fiers. Je vous aime.

A ma sœur Emilie et sa petite famille Fred, Axel et Jeanne,

Merci d'avoir toujours été là pour moi. Je suis fier de toi et de tout ce que tu as accompli.

A ma petite sœur Chloé,

Merci d'être la petite sœur idéale, toujours enthousiaste et de bonne humeur. Ne changes jamais.

A ma belle-famille,

Merci de m'avoir accueilli parmi les vôtres et de m'avoir confié la petite Lolo, c'est un réel plaisir de faire partie de votre famille.

A mes amis de toujours,

Aurel, tellement d'aventures partagées, je ne me lasserais jamais de ces sessions à vadrouiller, à la recherche de vagues ou de bonnes choses à partager ! Je suis fier d'être le parrain de ta petite beauté.

Nanard, depuis les premiers surf en 4^{ème}, jusqu'à mon mariage 15 ans après, en passant par les surftrips en Indo, au Maroc ou aux Canaries, on peut toujours compter sur toi !

Gabo, rencontrés sur les bancs du lycée, les deux Flo sont toujours là ! Merci pour ton amitié infaillible !

Phonphon, mon acolyte bon vivant, c'est toujours un plaisir de partager des côtes de bœuf mûries avec toi ! Fais gaffe à la prochaine sortie vélo.

Quentin, best MC ever ! Tu nous as tellement fait rêver, merci pour ton amitié sans failles.

Mehdi, merci de nous accueillir chaque année dans ton petit paradis, ta générosité et ta spiritualité sont un bonheur inestimable.

Clydos, sacré Hubert, toujours le mot pour rire.

Tucker, au bon temps de la coloc Genesta, toujours prêt pour une session entre collègues, ou une bonne vieille caisse des familles, on sera arrivé au bout de ces études interminables !

Justin, ravi de te compter parmi les membres de la famille, j'apprécie toujours ta sympathie et ton bon coup de fourchette !

Marie, Caca, Manou, Lola, Lisa, un peu de féminité dans ce monde de sauvages, merci d'être là depuis toutes ces années, je vous kiffe les meufs !
Loulou & Greg, une bien belle rencontre de l'internat, une amitié qui va durer !

A la génération 2.0, Mahaut, Victoire, Bao ! Demain vous appartient, comme c'est beau de vous voir tous évoluer !

A tous les potos qui ont compté, des line-up des côtes girondines aux comptoirs des bars bordelais.

A mon jury de thèse,

A Monsieur le Professeur Louis-Etienne GAYET,
Merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse. Votre expérience, votre disponibilité, votre soutien et votre gentillesse ont été un atout précieux tout au long de ma formation. Je suis heureux de revenir terminer ma formation dans votre service. Je vous souhaite le meilleur pour votre nouvelle vie outre-mer.

A Monsieur le Professeur Pierre PRIES,
Je vous remercie de faire partie de mes juges pour ce travail. C'est un réel plaisir d'apprendre à vos côtés. Soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Nicolas BONNEVIALLE,
Merci d'avoir accepté de diriger cette thèse, et d'avoir pensé à ce sujet passionnant. Mon semestre Toulousain a été extrêmement enrichissant, tant pour ma formation à vos côtés que pour les rencontres humaines qui en ont découlé. J'espère que ce travail sera à la hauteur de vos attentes.

A Monsieur le Docteur Thierry JOUDET,
Merci de diriger ce travail, et merci de m'avoir fait partager ta grande expérience et ton aisance chirurgicale au cours de ces six mois. Tu es pour moi un modèle de calme, de sérénité, et d'expérience chirurgicale que j'espère un jour approcher.

A tous ceux qui ont compté durant ce long internat,

A tous les chirurgiens du service d'orthopédie du CHU de Poitiers, qui ont tous joué un rôle dans mon parcours, les Docteurs Hamid HAMCHA, Pierre BOUGET (C'est quand tu veux pour aller shooter du 4 mètres de nuit à la frontale !), Paul BROSSARD, Guillaume ROTH, Abdollah-Yassine MOUFID, Simon TEYSSEDOU, Tanguy VENDEUVRE. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté.

Aux chefs de clinique et assistants actuels et passés :
Le Docteur Mathieu GRUNBERG, en souvenir de ces nuits passées à enclouer des fémurs sur du gros rap au BU !

Le Docteur François BATISSE, merci pour tous ces bons moments passés au bloc comme en dehors !

Le Docteur Adrien DELAVEAU, à notre semestre passé de référents de l'Unité Membre Supérieur de Poitiers ! Je suis ravi de passer ce dernier semestre d'interne à tes côtés.

Les Docteurs Alexandre LOSSON et Christopher KONEAZNY, les meilleurs cointernes, je suis ravi que vous soyez mes chefs pour ce dernier semestre poitevin !

A notre belle équipe d'internes, cointernes passés et actuels, JB (la nonchalance talentueuse), NicoMich (sous les biceps, un mec en or !), Charles, André, Amélie, Juliette, Benj, Johanne, Arthur, Louis, Victor, Thomas, et tous ceux avec qui je n'ai pas eu la chance de partager un semestre. Un vrai plaisir de bosser avec vous, dans la joie et la déconne. Des amitiés qui vont rester. On peut être fiers de notre école poitevine !

A tout le personnel du service d'orthopédie du CHU (infirmières, aides-soignants, secrétaires) et du bloc opératoire.

Aux orthopédistes du Centre Hospitalier d'Angoulême, les Docteurs Paul LEBRIS (avec qui ma passion pour la Chirurgie de l'Épaule est née), Alain MULLER, Franck BAHUET, Charles MAHIEU et Alexandre PICOULLEAU, je suis très heureux de pouvoir intégrer votre équipe pour la suite de mon parcours.

Merci aux Docteurs Maxence LIOT et Camille POUJARDIEU, pour m'avoir donné goût à la Chirurgie de la Main, et m'avoir accueilli dans leur bloc.

A toute l'équipe de La Rochelle, les Docteurs BEYA, VASSE, BEN LARBI, SAM WING, NEBOUT SAGET, DOS REMEDIOS. Merci pour ce semestre formateur et très agréable !

A l'équipe d'Orthopédie Pédiatrique du CHU de Bordeaux, le Professeur Yan LEFEVRE, Clémence, Abdelfetah. Merci pour ce semestre. A la superbe team d'internes qui m'a accompagné : Leco, Yohan, Pinpin, Danny, Pauline et Sarah, très heureux d'avoir partagé ce semestre avec vous.

Aux Toulousains, merci pour votre accueil dans cette belle école d'Orthopédie. Merci tout particulièrement au Professeur Pierre MANSAT, avec qui j'ai passé 3 mois extrêmement formateurs. Merci à tous les chirurgiens et chefs de clinique pour votre accueil et la qualité de vos conseils, merci à tous les cointernes Toulousains.

Aux Nantais de l'Institut de la Main, les Docteurs BELLEMERE, GAISNE, LOUBERSAC, KERJEAN, ARDOUIN, LEROY, FOURNIER, BOUJU (j'espère que ta légendaire chance chirurgicale me sourira aussi !), LECOQ, CHAVEZ, LESTIENNE. Merci à tous pour tous ces précieux conseils et l'accueil chaleureux que vous m'avez réservé. Regi et Djadja, on s'est bien marré les meufs !

A toutes ces belles rencontres qui ont fait de cet internat une aventure inoubliable.

Introduction

Depuis la première série de prothèses d'épaule publiée par Neer en 1974(1), l'arthroplastie d'épaule anatomique a fait ses preuves dans le traitement de l'omarthrose centrée à coiffe continentale ou l'ostéonécrose aseptique de la tête humérale, avec des résultats satisfaisants à long terme, et un taux de complications acceptables(2–8).

Cependant, les taux de révision ne sont pas négligeables, avec environ 10% de reprise à 10 ans, et 20 à 30% de reprise à 20 ans(9,10).

Les reprises de prothèse d'épaule présentent des difficultés techniques importantes, notamment pour l'ablation de la tige humérale, qui nécessite souvent de réaliser une humérotomie (11–15). Les taux de complication sont également plus élevés que pour les chirurgies de première intention. (13–15)

Ainsi, l'impératif potentiel de reprise à long terme, et le taux élevé de complications lors de ces reprises a orienté les chirurgiens vers l'utilisation de prothèses à tiges plus courtes, pour préserver le capital osseux, et ainsi faciliter la chirurgie de reprise.

Nagels et al. ont bien montré que le stress shielding était une complication fréquente des prothèses d'épaule anatomiques, et entraînait des pertes de substance osseuses importantes.(16)

Des phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant ont également été décrits comme résultant de réactions macrophagiques aux débris d'usure de polyéthylène ou de ciment. (5,17–19)

Une analyse par éléments finis des contraintes osseuses a permis de démontrer que l'utilisation de tiges plus courtes dans les prothèses totales d'épaule reproduisait mieux les contraintes osseuses de l'os natif, et réduirait ainsi le stress shielding au niveau de l'humérus proximal, et ce, d'autant plus que la tige était courte. (20)

De nombreuses études cliniques ont également montré une diminution des remaniements osseux dus au stress shielding lorsque l'on utilise des tiges courtes (21–31), ou des prothèses sans tige (32–48), avec des résultats fonctionnels équivalents au gold standard qu'est la prothèse anatomique à tige standard.

A notre connaissance, aucune série à l'heure actuelle n'a comparé les remaniements osseux métaphysaires des prothèses à tige courte et des prothèses sans tige.

L'objectif principal de cette étude était donc de comparer les remaniements huméraux métaphysaires à moyen terme entre les prothèses non cimentées à tige courte et les prothèses sans tige. Notre hypothèse était que les prothèses sans tige entraînaient moins de remaniements osseux métaphysaires à moyen terme que les prothèses à tige courte. L'objectif secondaire était d'analyser les résultats cliniques de ces deux types de prothèse. Notre hypothèse secondaire était que les résultats cliniques à moyen terme sont équivalents au gold standard des prothèses anatomiques à tige standard.

Matériel et méthodes

A. Population étudiée

Il s'agit d'une étude rétrospective comparative bicentrique, étudiant des patients de la Clinique du Libournais (33) et du CHU de Toulouse (31).

Critères d'inclusion

Les patients ayant bénéficié d'une arthroplastie totale d'épaule anatomique, ou d'une hémiarthroplastie, entre août 2009 et septembre 2017, dont les éléments radio-cliniques pré-opératoires étaient accessibles, ont été inclus dans l'étude. Les prothèses utilisées étaient soit une prothèse sans tige, Affinis Short du laboratoire Mathys, soit une prothèse à tige courte non cimentée, Ascend Flex du laboratoire Wright. Le recul minimum nécessaire était de 24 mois.

Critères d'exclusion

Les patients dont la tige a dû être cimentée en per-opératoire ont été exclus.

Un certain nombre de prothèses anatomiques dans un des deux centres étaient des reprises de resurfaçage huméral présentant une glénoïdite. Il a été décidé de les exclure de l'étude.

B. Technique opératoire et caractéristiques des implants utilisés

1) Prothèse sans tige en céramique : Affinis® Short (Mathys Ltd. Bettlach, Switzerland)

Toutes les prothèses Affinis Short implantées l'ont été dans un même centre, la Clinique du Libournais, par un seul opérateur expert, le Docteur Thierry Joudet, par une voie d'abord supéro-latérale, trans-deltaïdienne, avec ténotomie-réparation du sous scapulaire.

L'implant sans tige utilisé était la prothèse Affinis® Short (Mathys Ltd. Bettlach, Switzerland), qui possède un design de fixation métaphysaire à quatre ailettes (Figure 1). Ces ailettes sont en Titane, à surface poreuse, recouvertes de phosphate de calcium, afin de faciliter l'ostéo-intégration. Cette embase est disponible en 6 tailles, sur laquelle on vient encliquer via un cône morse, une tête prothétique centrée, en céramique inerte Bionit®.

La calotte prothétique en céramique est disponible en 8 tailles différentes, pour s'adapter à l'anatomie de chaque épaule.

Le resurfaçage glénoïdien dans les prothèses totales était réalisé grâce à une glène Affinis® Glenoid Vitamys, en polyéthylène vitaminé hautement réticulé (HXLPE), à fond convexe. Celle-ci était cimentée, par l'intermédiaire de deux plots. Elle est disponible en 4 tailles différentes.

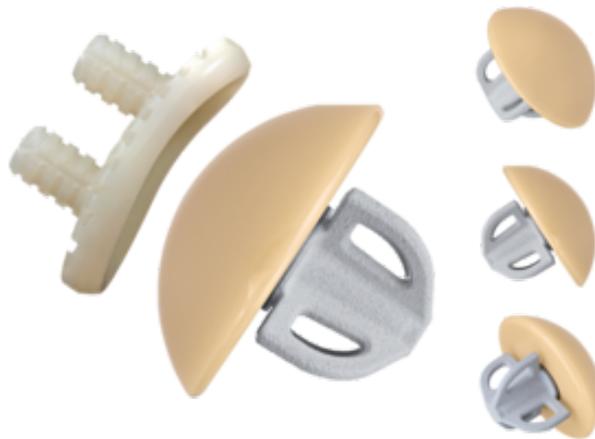


Figure 1 : Prothèse stemless Affinis® Short (Mathys Ltd. Bettlach, Bettlach, Switzerland)



Figure 2 : Représentation schématique d'une PTE stemless Affinis® Short



Figure 3 : Aspect radiologique post-opératoire d'une prothèse totale sans tige Affinis® Short

2) Prothèse à tige courte : Aequalis® Ascend Flex (Wright Medical, Memphis, TN, USA)

Toutes les prothèses Ascend Flex utilisées étaient posées dans un deuxième centre, au Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse par deux opérateurs experts, le Professeur Nicolas Bonneville, et le Professeur Pierre Mansat, par une voie d'abord delto-pectorale avec ténotomie-réparation du sous scapulaire.

La prothèse à tige courte utilisée était la tige humérale Aequalis® Ascend Flex (Wright Medical, Memphis, TN, USA), une tige courte convertible, qui peut être utilisée de façon indifférente

dans le cadre de prothèses anatomiques ou inversées. Elle existe en 9 tailles. La partie métaphysaire présente un traitement de surface par pulvérisation de titane destiné à améliorer l'ostéo-intégration. Chaque taille d'implant est disponible en 3 angulations différentes (A=127°5, B=132°, ou C=137°5). Un cône morse femelle sur la tige humérale permet la fixation d'une calotte céphalique en Chrome-Cobalt (Cr-Co) disponible en 6 tailles. Chaque taille de calotte céphalique existe en grande et petite excentration (Figure 4). Ce choix d'implants permet d'obtenir une prothèse modulaire et adaptable afin de reproduire au mieux l'anatomie.



Figure 4 : Tige humérale courte Aequalis® Ascend Flex (Wright Medical, Memphis, TN, USA). Petite et grande excentration de la calotte céphalique.

Pour les indications d'hémiarthroplasties, une calotte prothétique en pyrocarbone pouvait également être utilisée. (Figure 5)



Figure 5 : Tête prothétique en Pyrocarbone (Wright®)

L'implant glénoïdien utilisé pour les PTE était une glène à plots cimentés Perform[®] (Wright Medical, Memphis, TN, USA) en polyéthylène de haut poids moléculaire, à fond convexe et rayon de courbure variable (1 plot central + 3 plots périphériques). (Figure 6)



Figure 6 : Glène à plots cimentés Perform[®] (Wright Medical, Memphis, TN, USA)



Figure 7 : Aspect radiologique post-opératoire d'une prothèse totale à tige courte Aequalis[®] Ascend Flex

C. Évaluation clinique

L'évaluation clinique préopératoire comprenait l'âge au moment de la chirurgie, l'indication opératoire, le côté dominant, la consommation tabagique, l'Indice de Masse Corporelle (IMC), les antécédents d'intervention chirurgicale sur l'épaule opérée, le type de prothèse utilisée, l'activité professionnelle.

La présence d'une ostéoporose a été recherchée, en prenant comme critère soit un diagnostic d'ostéoporose déjà établi avec une ostéodensitométrie, soit un antécédent de fracture ostéoporotique (fracture du col du fémur, fracture de l'extrémité inférieure du radius, fracture-tassement vertébral), soit un indice de Tingart < 4mm sur les radiographies post-opératoires(49).

L'évaluation fonctionnelle préopératoire de l'épaule a été réalisée grâce au score de Constant, regroupant une évaluation subjective de la douleur (/15) et de l'activité (/20), et une évaluation objective de la mobilité (/40), et de la force (/25), par l'examen clinique. Le score minimal est de 0/100, le maximal de 100/100. (50) (Annexe 1) et au Subjective Shoulder Value (SSV) correspondant à une évaluation subjective de la fonction globale de l'épaule exprimée en pourcentage d'une épaule totalement normale, qui serait notée 100% (51).

Les éventuelles complications peropératoires ont été relevées, comme la survenue d'une fracture peropératoire. Le resurfaçage ou non de la glène a été noté. Dans le cadre d'une hémiarthroplastie pour les tiges courtes Ascend Flex, l'utilisation d'une tête classique en Chrome-Cobalt, ou d'une tête en pyrocarbone a été précisée.

Lors de la consultation au dernier recul, les scores de Constant et le SSV ont été recueillis, ainsi que la satisfaction des patients vis-à-vis de leur intervention, en quatre niveaux de satisfaction.

Quelques patients âgés n'ont pas accepté de se rendre à la consultation du dernier recul. Ceux-ci ont réalisé des radiographies en ville, qu'ils nous ont fait parvenir, et ont bénéficié d'un entretien téléphonique pour le recueil des données cliniques au dernier recul, le score de Constant ayant été calculé grâce à l'« Auto-Constant », score utilisable en pratique courante, publié par Chelli en 2019. (52)

D. *Évaluation radiologique*

Classiquement, pour les arthroplasties à tige standard ou courte, le remplissage métaphysio-diaphysaire de l'implant est évalué en mesurant le remplissage de l'implant par rapport à l'humérus au niveau de deux lignes perpendiculaires à l'axe diaphysaire, en métaphysaire et diaphysaire. (28)

Afin de pouvoir comparer les deux types d'implant de cette série, nous avons choisi de calculer le ratio de remplissage métaphysaire (RRM) au niveau du plan de coupe de la tête humérale. Ainsi, sur les radiographies post-opératoires de face, le ratio de remplissage métaphysaire correspondait au rapport entre la longueur de la tige ou de la corolle prothétique au niveau du plan de coupe, et la longueur de coupe humérale. (Figure 8)

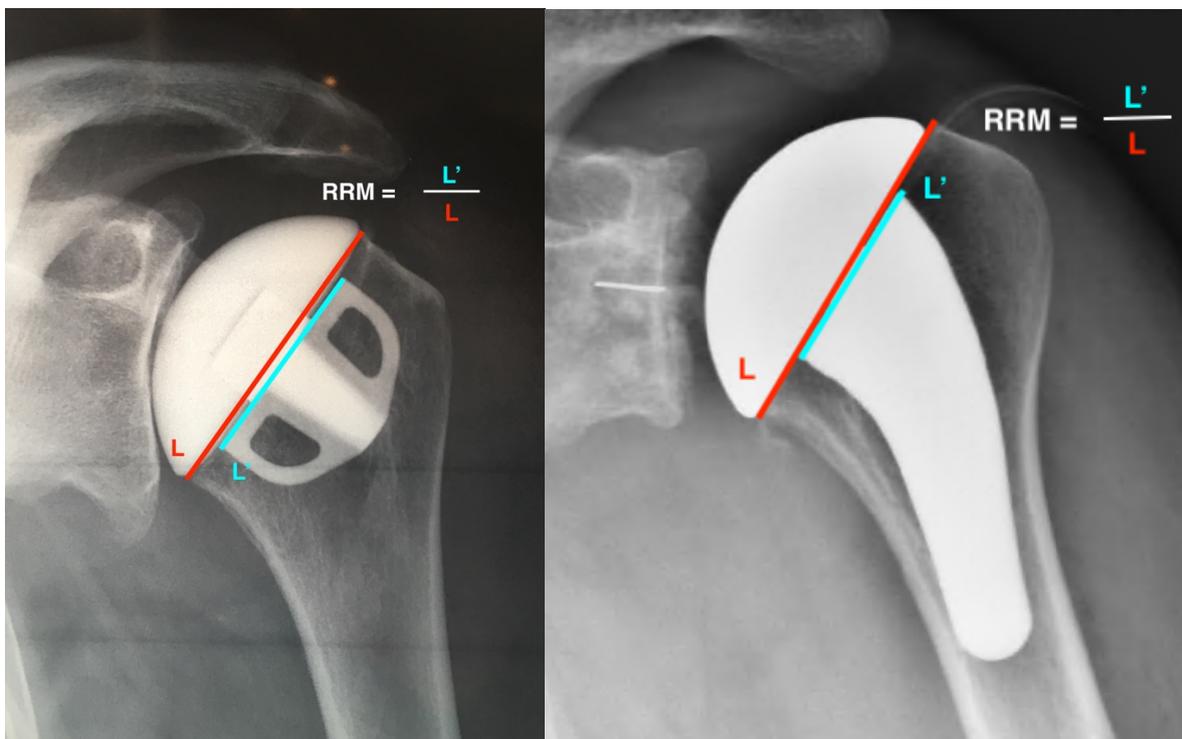


Figure 8 : Mesure du Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM)

L'indice de Tingart a également été calculé sur les radiographies post-opératoires afin d'évaluer la qualité osseuse métaphysaire. Celui-ci correspond à la mesure sur une radiographie de l'épaule de face, de l'épaisseur des corticales médiale et latérale de l'humérus, au point où les corticales deviennent parallèles, et 2 cm en dessous. Pour les deux niveaux de mesure, une épaisseur cumulée des 2 corticales inférieure à 4mm est corrélée à une densité minérale osseuse basse, et témoigne d'une ostéoporose.(49)

Au dernier recul, des radiographies de face et un profil de Bernageau étaient réalisées, et comparées aux clichés post-opératoires, ou à la première consultation de suivi (1 mois post-opératoires).

Denard et al. ont établi des recommandations pour standardiser l'analyse des remaniements radiologiques des implants huméraux des prothèses d'épaule.(53)

Cependant, la division de l'humérus en zones telles qu'elles sont décrites dans cet article ne permettent pas de comparer les prothèses sans tiges avec les prothèses à tiges standard ou courtes. En effet, de face et de profil, ils recommandent une division en 5 zones pour les prothèses à tige, et en 3 zones pour les prothèses sans tige.

Nous nous intéressons plus particulièrement aux remaniements métaphysaires, nous avons donc établi une division en zones communes comme suit, en regroupant les 3 zones diaphysaires en une seule (figures 9 et 10) :

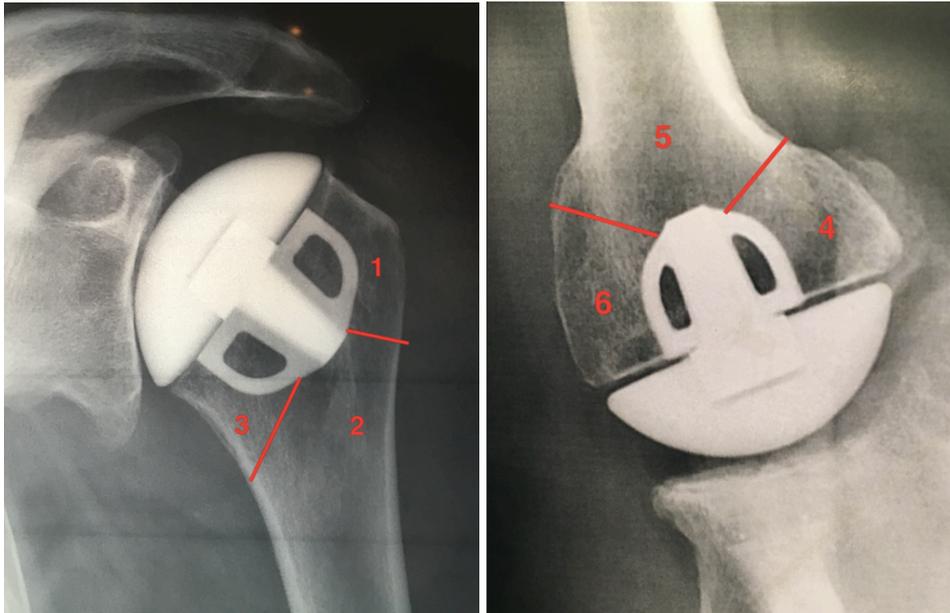


Figure 9 : Division en 6 zones sur les radiographies de face et de profil de Bernageau pour la prothèse Affinis Short

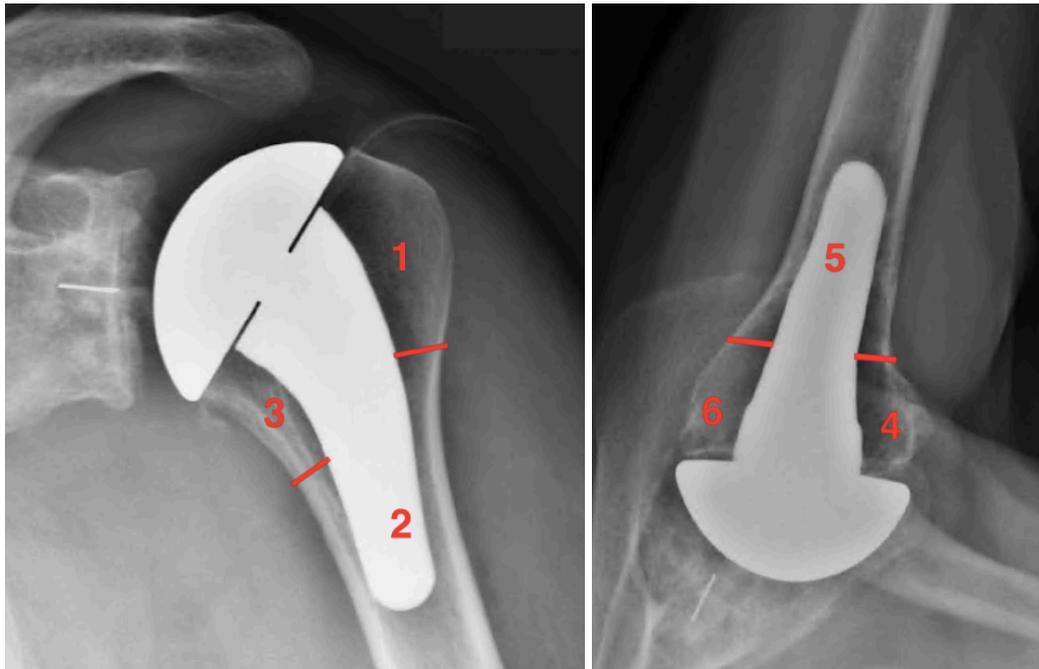


Figure 10 : Division en 6 zones sur les radiographies de face et de profil de Bernageau pour la prothèse Ascend Flex

Zone 1 : Face – sous la partie supérieure de la tête + grande tubérosité

Zone 2 : Face – partie distale de l'implant

Zone 3 : Face – sous la partie inférieure de la tête + calcar

Zone 4 : Profil axillaire – sous la partie antérieure de la tête + petite tubérosité

Zone 5 : Profil axillaire – partie distale de l'implant

Zone 6 : Profil axillaire – sous la partie postérieure de la tête + métaphyse postérieure

Au dernier recul, conformément aux recommandations de Denard (53), pour chaque zone et en comparaisons aux radiographies post-opératoires, étaient analysées les liserés radiotransparents péri-prothétiques (RLL), dont l'épaisseur était mesurée en millimètre, ainsi que les amincissements corticaux (partiels ou totaux). Nous avons considéré les liserés radiotransparents (RLL) comme des ostéolyses autour de l'implant. Les spot welds et lignes de condensation ne semblant pas influencer les résultats (53), ils n'ont pas été pris en compte dans l'analyse radiographique.

Nous avons également analysé la présence d'ostéolyse du calcar ou des tubérosités (partielle ou totale).

Dans certains cas, un liseré condensant sous la tête de l'implant a été remarqué, et la présence de celui-ci a donc été analysée.

Enfin, nous avons étudié s'il existait une migration de l'implant (enfoncement, varus, valgus), en comparant la position de l'implant sur les radiographies post-opératoires, et les radiographies au dernier recul.

Nous avons regroupé les liserés périprothétiques (RLL) et les ostéolyses des tubérosités et du calcar pour définir un niveau d'ostéolyse autour de l'implant, qui ne prend pas en compte les amincissements corticaux.

Nous les avons classés en 3 groupes :

- Aucune ostéolyse : Aucune RLL ni ostéolyses des tubérosités ou du calcar
- Ostéolyse modérée : RLL < 2mm, ou ostéolyse partielle des tubérosités ou du calcar.
- Ostéolyse élevée : RLL > 2mm, ou ostéolyse totale du trochiter, du trochin ou du calcar.

Les remaniements radiologiques ont ensuite été classés en 4 groupes selon Denard (53) :

- Aucun : 0 à 1 modifications
- Faible : 2 à 3
- Modéré : 4 à 6
- Avancé : > 6

D'après Sperling (54), les implants étaient considérés à risque de descellement s'il existait :

- Migration de l'implant (enfouissement/varus/valgus)
- Ou RLL \geq 2mm dans \geq 3 zones

Afin d'analyser plus précisément les ostéolyses du calcar, nous avons établi une classification radiologique qui en décrit l'importance, en 3 stades A, B et C.

Sur les radiographies d'épaule de face, nous avons divisé la partie médiale de la calotte prothétique en 3 zones A, B et C, et classer ces ostéolyses selon la zone qu'atteignait la ligne d'ostéolyse (figures 11 et 13).

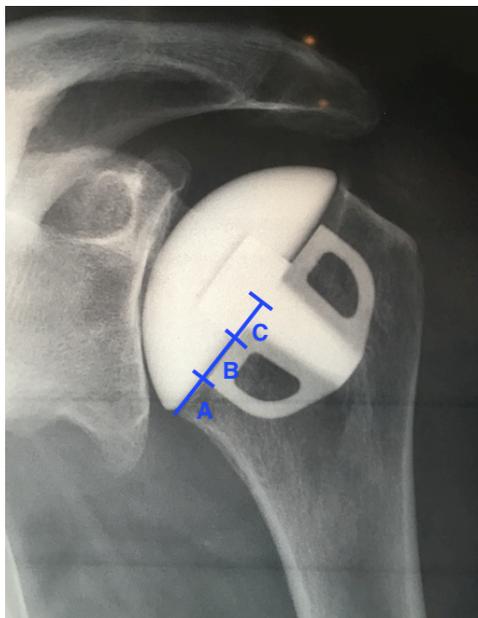
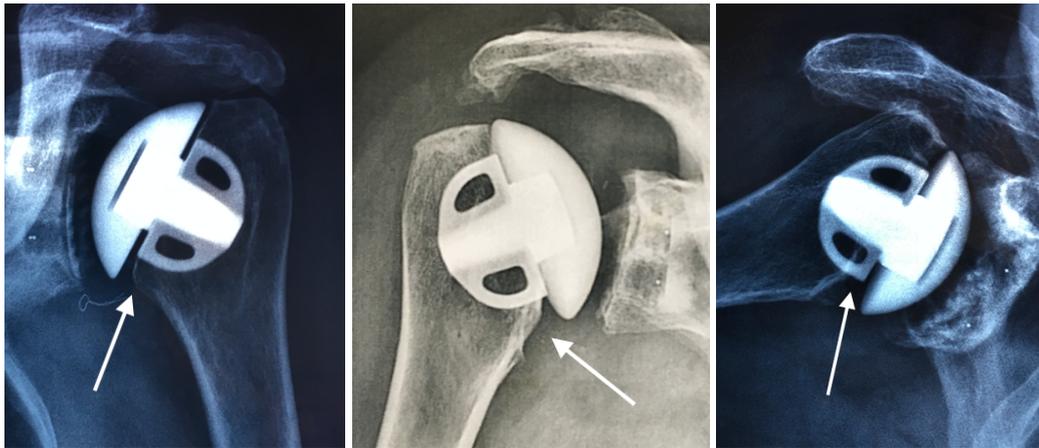


Figure 11 : Radiographie de l'épaule de face, montrant les zones limites sur la calotte prothétique, marquant le niveau d'ostéolyse du calcar, pour une prothèse Affinis Short.



Type A

Type B

Type C

Figure 12 : Exemples d'ostéolyses du calcar, type A, B et C, pour des prothèses Affinis Short.

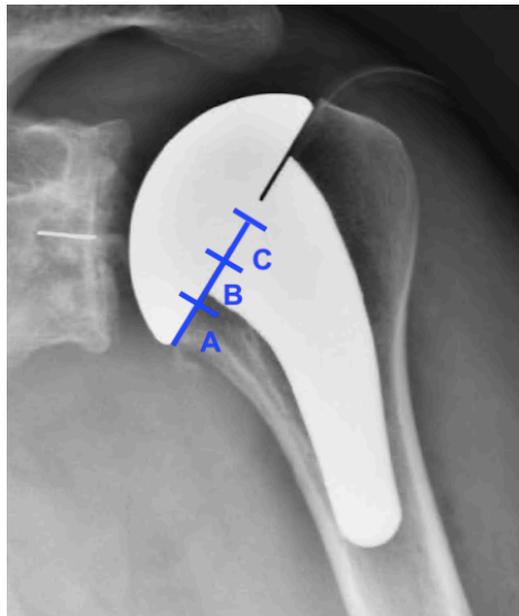


Figure 13 : Radiographie de l'épaule de face, montrant les zones limites sur la calotte prothétique, marquant le niveau d'ostéolyse du calcar, pour une prothèse Ascend Flex.

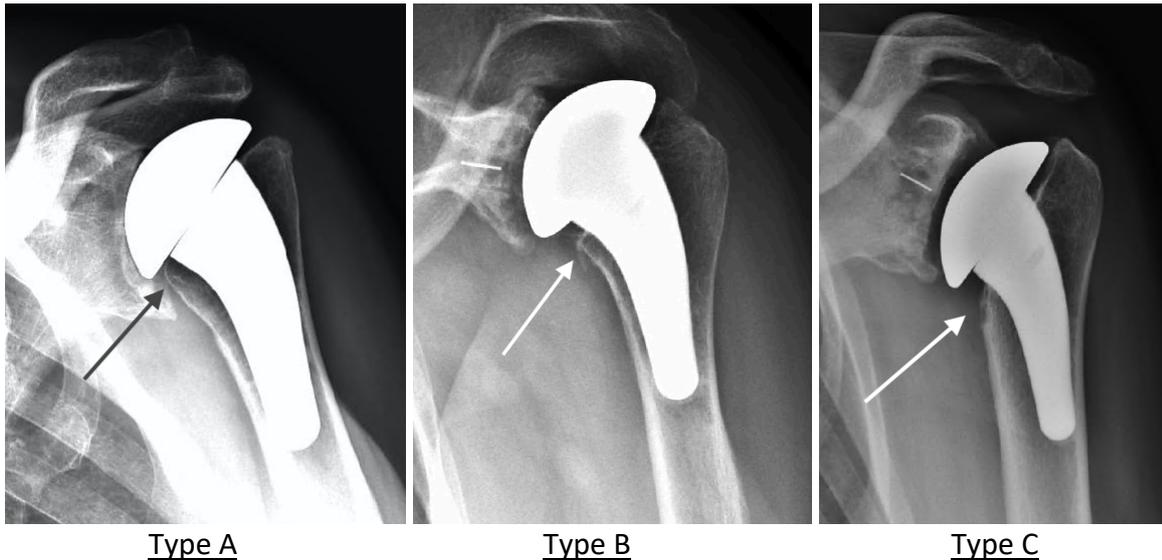


Figure 14 : Exemples d'ostéolyses du calcar, type A, B et C, pour des prothèses Ascend Flex.

La fiabilité inter- et intra-observateur de cette classification radiologique a été réalisée en utilisant le Coefficient de Corrélation Intraclasse (ICC) (55). Les valeurs de l'ICC inférieures à 0,40 étaient considérées comme mauvaises, acceptables entre 0,40 et 0,59, bonnes entre 0,60 et 0,74, et excellentes entre 0,75 et 1,00.(56)

La fiabilité intra-observateur de cette classification était excellente (0.90 (0.84-0.94)). La fiabilité inter-observateur était bonne (0.72 (0.59-0.82)). (Tableau 1)

Type de prothèse	INTRACLASS CORRELATION (ICC)	
Affinis	<i>Fiabilité intra-observateur</i>	0.91(0.82-0.96)
	<i>Fiabilité inter-observateur</i>	0.82 (0.66-0.91)
Ascend Flex	<i>Fiabilité intra-observateur</i>	0.90 (0.81-0.94)
	<i>Fiabilité inter-observateur</i>	0.64 (0.41-0.79)
Série globale	<i>Fiabilité intra-observateur</i>	0.90 (0.84-0.94)
	<i>Fiabilité inter-observateur</i>	0.72 (0.59-0.82)

Tableau 1 : Détails de la fiabilité intra- et inter-observateur de la classification en fonction du type de prothèse.

Bien que notre étude se porte sur les remaniements huméraux, nous avons également relevé sur les radiographies au dernier recul, la présence ou non de liseré glénoïdien pour les prothèses totales. En effet, nous voulions étudier une éventuelle association entre l'usure de l'implant glénoïdien et l'apparition de remaniements huméraux, et notamment l'ostéolyse du calcar.

Nous avons classé ces liserés glénoïdiens selon les 6 stades de Lazarus.[\(57\)](#) (figure 15)

0	pas de liseré
1	liseré sous la base mais n'affectant pas la quille
2	liseré incomplet autour de la quille
3	liseré complet autour de la quille non évolutif et inférieur à 2mm d'épaisseur
4	liseré complet autour de la quille supérieur à 2mm d'épaisseur
5	migration du composant glénoïdien

Figure 15 : Score de Lazarus

E. Analyse statistique

La collecte des données et toutes les analyses statistiques de cette étude ont été réalisées grâce au logiciel en ligne EasyMedStat (www.easymedstat.com; Neuilly-Sur-Seine; France)

Le risque Alpha était fixé à 0,05.

Les tests d'indépendance du χ^2 , de Wilcoxon-Mann-Whitney, le test de Fisher, ou le test de Student ont été utilisés pour comparer les groupes entre eux, et pour comparer les données pré et post-opératoires.

Les tests de corrélation de Pearson et de Spearman ont été utilisés pour rechercher des associations entre les différentes données.

Afin de mettre en évidence des facteurs favorisant l'apparition d'ostéolyses, nous avons choisi de comparer deux groupes : un premier groupe contenant les prothèses présentant un phénomène d'ostéolyse autour de l'implant, le deuxième sans ostéolyse. Nous avons réalisé ces analyses pour la série globale, puis pour les deux types de prothèse indépendamment. Ces deux groupes ont été comparés, à l'aide de tests de Mann-Whitney, de Fisher, ou du χ^2 en fonction du type de variable étudiée.

Résultats

A. Population étudiée

86 épaules ont été étudiées sur les deux centres, chez 82 patients (4 patients ont bénéficié d'arthroplasties bilatérales).

Parmi les 37 prothèses Affinis Short étudiées, 8 patients étaient perdus de vue, pour lesquels on ne disposait pas de données pour le recul minimum de 2 ans. Parmi les 49 implants Ascend Flex, 2 patients ont été perdus de vue avant le recul minimum de 2 ans nécessaire, un implant a dû être cimenté en cours d'intervention pour une fracture peropératoire, et 7 prothèses étaient des reprises de resurfaçage huméral, qui ont été exclus.

L'analyse des résultats a donc été faite sur 29 prothèses Affinis Short et 39 Ascend Flex, soit un total de 68 prothèses. (Figure 16)

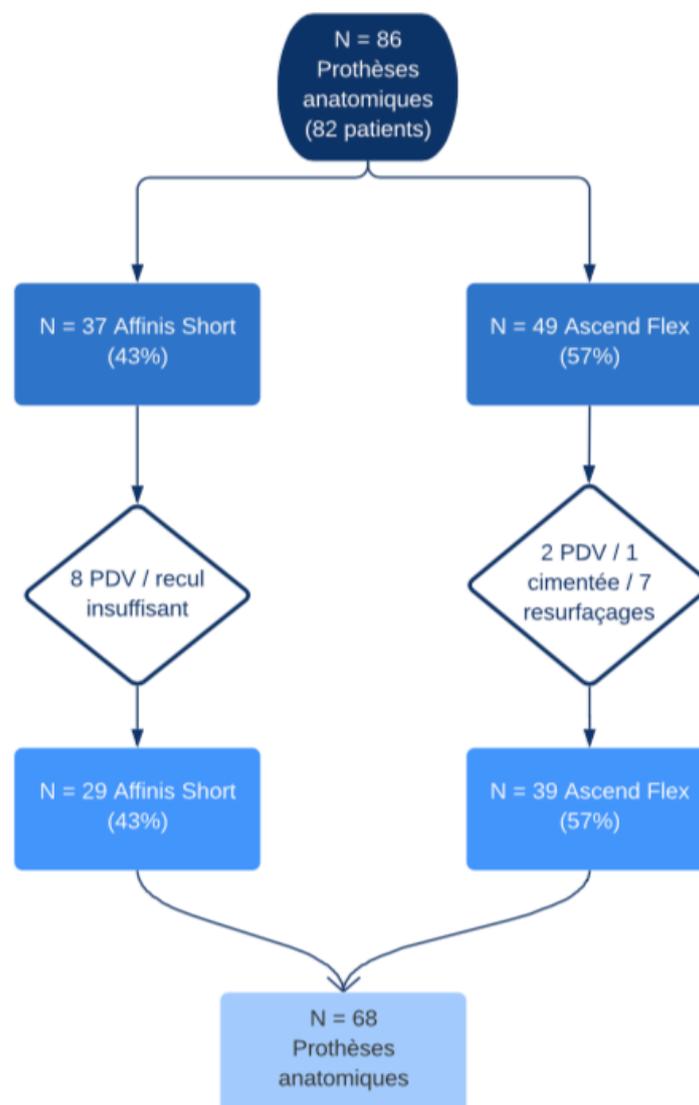


Figure 16 : Diagramme des flux

Les patients ont donc été répartis en 2 groupes, en fonction du type d'implant utilisé

B. Caractéristiques pré-opératoires

La population globale était composée de 57% de retraités actifs (n=39), 31% de retraités sédentaires (n=21), 6% de travailleurs manuels (n=4) et 6% de travailleurs non manuels, ou sans emploi (n=4).

La répartition des activités professionnelles dans les deux séries est répartie comme suit (figure 17) :

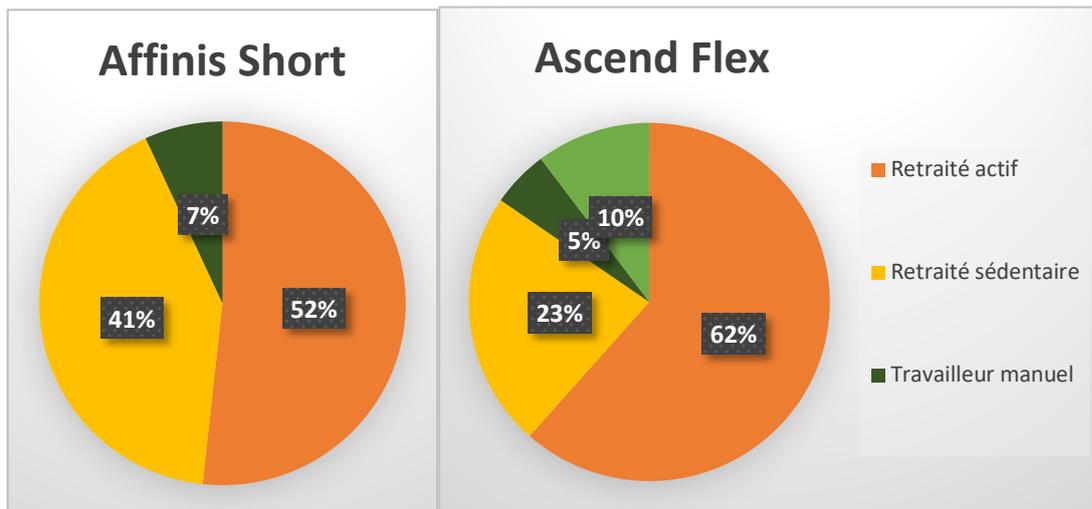


Figure 17 : Activités professionnelles

Parmi les étiologies retrouvées, 79% des patients présentaient une omarthrose primitive centrée (n=54), 9% une ostéonécrose aseptique de la tête humérale (n=6), 7% une omarthrose post-traumatique (4 fractures de l'extrémité proximale de l'humérus, 1 fracture de glène), et 4% présentaient une omarthrose centrée post-instabilité (n=3).

La répartition des indications chirurgicales entre les deux séries est présentée dans la figure 18.

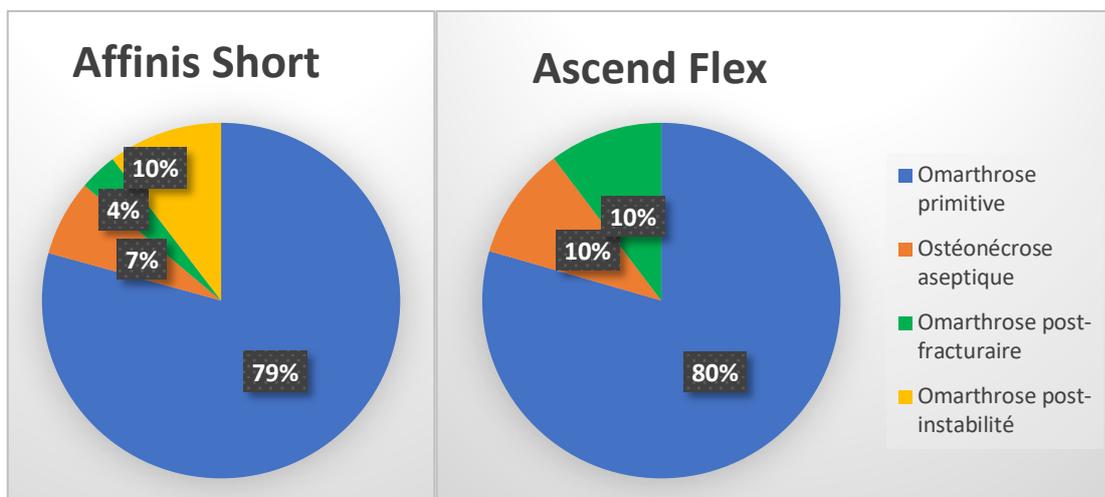


Figure 18 : Indications chirurgicales

88% des patients n'avaient jamais été opéré de l'épaule concernée.

Parmi les prothèses Affinis Short, deux patients avaient des antécédents chirurgicaux : une dysjonction acromio-claviculaire, et une butée coracoïdienne selon Latarjet.

Parmi les prothèses Ascend Flex, 6 patients avaient des antécédents chirurgicaux : 4 avaient bénéficié d'une arthroscopie d'épaule, dont une réparation de la coiffe des rotateurs, 2 avaient bénéficié d'une ostéosynthèse de fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus.

Sur les 68 prothèses mises en place, il s'agissait dans 72% des cas d'une prothèse totale d'épaule (PTE) (n=49), et dans 28% des cas d'une hémiarthroplastie (n = 19), dont 7 hémiarthroplasties avec une tête prothétique en pyrocarbone.

La répartition est visible sur la figure 19.

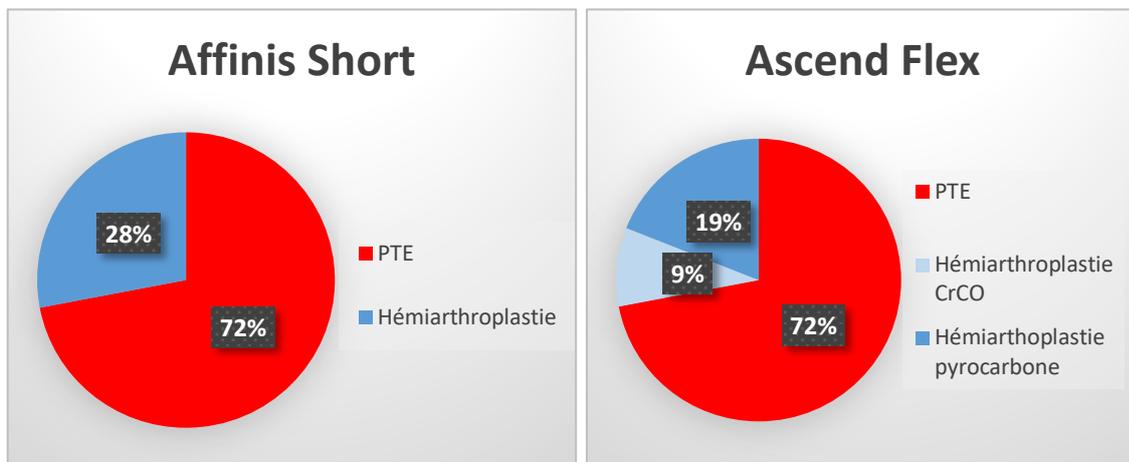


Figure 19 : Répartition du type d'arthroplastie

Les autres caractéristiques préopératoires des patients de la série sont présentées dans le tableau suivant. (Tableau 2)

Caractéristiques préopératoires	Série globale (n=68)	Affinis Short (n=29)	Ascend Flex (n=39)	p-value
Âge moyen au moment de la chirurgie	67,3 (25-85)	70,48 (39 - 85)	64,90 (25 - 85)	0,0032
Recul moyen (mois)	61,5 (24-120)	83.28 (26 - 120)	44.41 (24 - 74)	<0,0001
Homme	41%	34.5%	46%	0,3334
Femme	59%	65.5%	54%	0,3334
IMC	28,68 (19,92 - 43)	30.01 (22 - 43)	27.87 (19.92 - 41.4)	0,0756
Tabac	9%	7%	10%	>0,99
Côté dominant atteint	54%	52%	56%	0,7012
Constant pré-opératoire	36 (12 - 69)	35 (12 - 54)	38 (17 - 69)	0,6598
SSV pré-opératoire	35% (10 - 60)	38% (20 - 50)	34% (10 - 60)	0,2104
Ostéoporose	18%	24%	13%	0,3357

Tableau 2 : Caractéristiques préopératoires

Les caractéristiques pré-opératoires des deux groupes étaient donc comparables, sauf pour l'âge au moment de la chirurgie, le groupe Affinis Short étant plus âgé (70 ans (39 – 85) contre 65 ans (25 – 85), $p=0,0032$), et pour le recul clinique et radiologique, le groupe Affinis Short ayant un recul plus important (83,28 mois (26 – 120) contre 44,41 mois (24 – 74), $p<0,0001$).

C. Complications

1) Série globale

Le taux de complications total était de 7% (n=5). Le taux de reprise chirurgicale de 6% (n=4). Il n'y avait dans cette série aucune infection de matériel, aucun déscollement aseptique selon les critères de Sperling (Sperling), aucune luxation, aucune fracture périprothétique.

2) Affinis Short

Le taux de complications était de 10% (n=3). Il s'agissait dans tous les cas de ruptures de la coiffe des rotateurs, survenues à 2,2 ans, 2,7 ans et 5,4 ans de la chirurgie. Deux ont nécessité une reprise par prothèse totale d'épaule inversée (PTEI), la dernière patiente préférait attendre pour une éventuelle reprise chirurgicale.

3) Ascend Flex

Le taux de complications était de 5% (n=2). Il s'agissait d'une rupture de coiffe survenue à 3,1 ans de la chirurgie, ayant nécessité une reprise par PTEI. Un patient a du bénéficier d'une reprise chirurgicale précoce pour malposition de l'implant huméral (fausse route).

D. *Évaluation clinique*

1) Série globale

Il existait une augmentation significative du score de Constant et du SSV entre l'évaluation préopératoire, et l'évaluation au dernier recul (p=0,0001).

	Pré-opératoire	Dernier recul	Evolution	p-value
Score de Constant	36 (12 – 69)	77 (26 – 96)	+ 41 points	0,0001
SSV	35% (10 – 60)	83% (20 – 100)	+ 48%	0,0001

Tableau 3 : Résultats cliniques de la série globale, à 5 ans de recul moyen.

2) Affinis Short

Il existait une augmentation significative du score de Constant et du SSV entre l'évaluation préopératoire, et l'évaluation au dernier recul (p=0,0001).

	Pré-opératoire	Dernier recul	Evolution	p-value
Score de Constant	35 (12 – 54)	77 (54 – 96)	+ 43 points	0,0001
SSV	38% (20 – 50)	83% (60 – 100)	+ 45%	0,0001

Tableau 4 : Résultats cliniques des prothèses Affinis Short à 7 ans de recul moyen

3) Ascend Flex

Il existait une augmentation significative du score de Constant et du SSV entre l'évaluation préopératoire, et l'évaluation au dernier recul (p=0,0001).

	Pré-opératoire	Dernier recul	Evolution	p-value
Score de Constant	38 (17 – 69)	78 (26 – 94)	+ 40 points	0,0001
SSV	34% (10 – 60)	83% (20 – 100)	+ 49 %	0,0001

Tableau 5 : Résultats cliniques des prothèses Ascend Flex à 4 ans de recul moyen

4) Satisfaction des patients

	Série globale (n=68)	Affinis Short (n=29)	Ascend Flex (n=39)
Non satisfait	0%	0%	0%
Peu satisfait	4% (3)	7% (2)	3% (1)
Satisfait	13% (9)	7% (2)	18% (7)
Très satisfait	82% (56)	86% (25)	79% (31)

Tableau 6 : Satisfaction des patients au dernier recul

Les trois patients peu satisfaits correspondaient aux patients ayant subi une rupture de coiffe à distance de la mise en place de leur prothèse anatomique, et ayant bénéficié d'une reprise chirurgicale par PTEI.

5) Comparaison des deux groupes

Il n'existait pas de différence significative entre les deux groupes concernant l'amélioration clinique évaluée par le score de Constant et le SSV.

	Affinis Short	Ascend Flex	p-value
Constant préop	35pts (12 – 54)	38pts (17 – 69)	0,6598
SSV préop	38% (20 – 50)	34% (10 – 60)	0,2104
Constant dernier recul	77pts (54 – 96)	78pts (26 – 94)	0,5352
SSV dernier recul	83% (60 – 100)	83% (20 – 100)	0,5642
Gain Constant	+ 43 points	+40 points	0,687
Gain SSV	+ 45%	+ 49%	0,1706

Tableau 7 : Comparaison des résultats cliniques entre les deux groupes

E. Analyse radiologique

1) Série globale

Sur les radiographies post-opératoires, 9% des patients (n=6) avaient un indice de Tingart < 4mm. (49) Cette donnée faisait partie de nos critères pour définir les patients ostéoporotiques.

Le Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM) moyen était de 0,63 (0,44 – 0,81).

Au dernier recul, aucune tige n'était déscellée, ni à risque de déscellement d'après les critères de Sperling. (54)

▪ Amincissements corticaux

Il existait au moins une zone avec un amincissement cortical dans 26,47% des cas (n=18).

La répartition des zones d'amincissements corticaux était assez homogène, avec une prédominance au niveau du calcar (41% d'amincissements corticaux en zone 3, n=16), et autour de la tige (33% en zone 2, n = 13, et 33% en zone 5, n=13).

Zone radiologique	Pourcentage d'amincissements corticaux
1	15% (n=10) dont 1 amincissement cortical total
2	19% (n=13) dont 1 amincissement cortical total
3	24% (n=16) d'amincissements corticaux partiels
4	12% (n=8) d'amincissements corticaux partiels
5	19% (n=13) dont 1 amincissement cortical total
6	15% (n=10) d'amincissements corticaux partiels

Tableau 8 : Répartition des amincissements corticaux selon les 6 zones radiologiques, sur la série globale.

▪ Liserés radiotransparents (RLL)

7 implants présentaient des liserés radiotransparents (RLL), soit 10,29% des tiges. Dans un seul cas il s'agissait d'un liseré > 2mm. Les liserés étaient retrouvés en zone 1 sur 2 prothèses, en zone 2 sur 4 prothèses, en zone 4 sur 2 prothèses, en zone 5 sur une seule prothèse. Aucun liseré n'était retrouvé en zone 3 (calcar) et en zone 6.

▪ Ostéolyse du calcar

Il existait une ostéolyse du calcar dans 50% des cas (n=34). D'après notre classification, 34% étaient des ostéolyses du calcar de type A (n=23), 13% de type B (n=9), et 3% de type C (n=2).

Ostéolyse du calcar	n = 68	%
Aucune	34	50%
Type A	23	34%
Type B	9	13%
Type C	2	3%

Tableau 9 : Répartition des types d'ostéolyses du calcar sur la série globale

- *Ostéolyse de la grande tubérosité*

Une ostéolyse du tubercule majeur était retrouvée pour 10% des tiges (n=7). Elle était totale dans un seul cas (1,5%).

- *Ostéolyse de la petite tubérosité*

Le tubercule mineur présentait une ostéolyse partielle sur 2 prothèses (3%). Aucune ostéolyse totale de la petite tubérosité n'était retrouvée.

- *Ligne de condensation sous la tête prothétique*

Une ligne condensante sous la tête prothétique était retrouvée pour 76% des implants (n=52).

- *Niveau de remodelage osseux selon Denard.(53)*

Au dernier recul, 71% (n=48) des tiges ne présentaient aucunes modifications radiologiques. 9% (n=6) des prothèses présentaient un remodelage osseux faible, 13% (n=9) un remodelage osseux modéré, et 6% (n=5) présentaient un remodelage avancé.

Niveau de remodelage osseux selon Denard	
Aucun (0 à 1)	71% (n=48)
Faible (2 à 3)	9% (n=6)
Modéré (4 à 6)	13% (n=9)
Avancé (> 6)	6% (n=5)

Tableau 10 : Répartition en niveaux de remodelage osseux selon Denard, dans la série globale

- *Niveau d'ostéolyse autour de l'implant*

Au dernier recul, 54% des tiges présentaient au moins un phénomène d'ostéolyse autour de l'implant. Un tiers de ceux-ci présentaient un niveau élevé d'ostéolyse.

Niveau d'ostéolyse	
Aucune	46%(n=31)
Modérée	37% (n=25)
Élevée	17% (n=12)

Tableau 11 : Niveau d'ostéolyse sur la série globale

- *Liserés glénoïdiens*

Sur 49 prothèses totales, 18 présentaient un liseré glénoïdien au dernier recul (37%).

Selon Lazarus(57), il y avait 31 glènes de stade 0 (absence de liseré), 13 glènes de stade 1 (liseré uniquement sous l'embase), 4 glènes de stade 2 (liseré incomplet au niveau des plots), et une glène de stade 3.

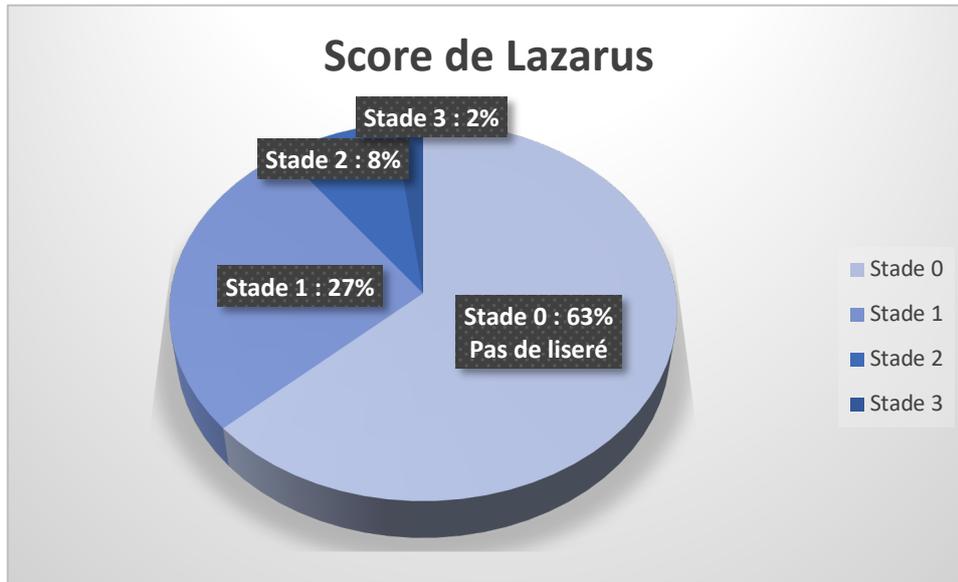


Figure 20 : Répartition du score de Lazarus dans la série globale

2) Affinis Short

Sur les radiographies post-opératoires, 10% des patients (n=3) avaient un indice de Tingart < 4mm.(49)

Le Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM) moyen était de 0,69 (0,49 – 0,81).

Au dernier recul, aucune pièce humérale n'était déscellée, ni à risque de déscellement d'après les critères de Sperling.(54)

- *Amincissements corticaux*

Aucun amincissement cortical n'était retrouvé dans les différentes zones analysées.

- *Liserés radiotransparents périprothétiques (RLL)*

Aucun liseré périprothétique n'était retrouvé sur les radiographies au dernier recul.

- *Ostéolyse du calcar*

Une ostéolyse du calcar était retrouvée dans 45% des cas (n = 13), avec 28% d'ostéolyse partielle (n = 8), et 17% d'ostéolyse totale (n = 5).

On retrouvait 28% d'ostéolyses du calcar de type A (n=8), 14% d'ostéolyses de type B (n=4), et 3% d'ostéolyses de type C (n=1).

Ostéolyse du calcar	n = 29	%
Aucune	16	55%
Type A	8	28%
Type B	4	14%
Type C	1	3%

Tableau 12 : Répartition des types d'ostéolyses du calcar dans les prothèses Affinis Short

- *Ostéolyse de la grande tubérosité*

Aucune ostéolyse de la grande tubérosité n'était retrouvée.

- *Ostéolyse de la petite tubérosité*

Aucune ostéolyse de la petite tubérosité n'était recensée.

- *Ligne de condensation sous la tête prothétique*

Dans 100% des cas, il existait une ligne condensante sous la tête prothétique, visible sur au moins une incidence au cours du suivi. (n=29) (Figure 21)

Nous n'avons pas considéré ce remaniement comme une ostéolyse, mais plutôt comme une condensation physiologique de l'os spongieux, au niveau de la surface de coupe.



Figure 21 : Exemple de ligne condensante sous la tête prothétique témoignant d'un remaniement adaptatif de l'os spongieux sous la calotte prothétique.

- *Niveau de remodelage osseux selon Denard (53)*

Le nombre de remaniements osseux était inférieur ou égal à 1 pour toutes les prothèses analysées, car les seuls remaniements constatés étaient les ostéolyses du calcar.

Pour 100% des tiges, il n'y avait donc aucun remodelage métaphysaire.

- *Niveau d'ostéolyse autour de l'implant*

Au dernier recul, 45% des tiges présentaient une ostéolyse autour de l'implant. Un peu plus d'un tiers de ceux-ci présentaient un niveau élevé d'ostéolyse.

Niveau d'ostéolyse	
Aucune	55%(n=16)
Modérée	28% (n=8)
Élevée	17% (n=5)

Tableau 13 : Niveau d'ostéolyse autour de l'implant pour les prothèses Affinis Short

- *Liserés glénoïdiens*

Sur 21 prothèses totales, 12 présentaient un liseré glénoïdien au dernier recul (57%).

Selon Lazarus(57), il y avait 9 glènes de stade 0 (absence de liseré), 9 glènes de stade 1 (liseré uniquement sous l'embase), 2 glènes de stade 2 (liseré incomplet au niveau des plots), et 1 glène de stade 3 (liseré complet < 2mm, non évolutif).

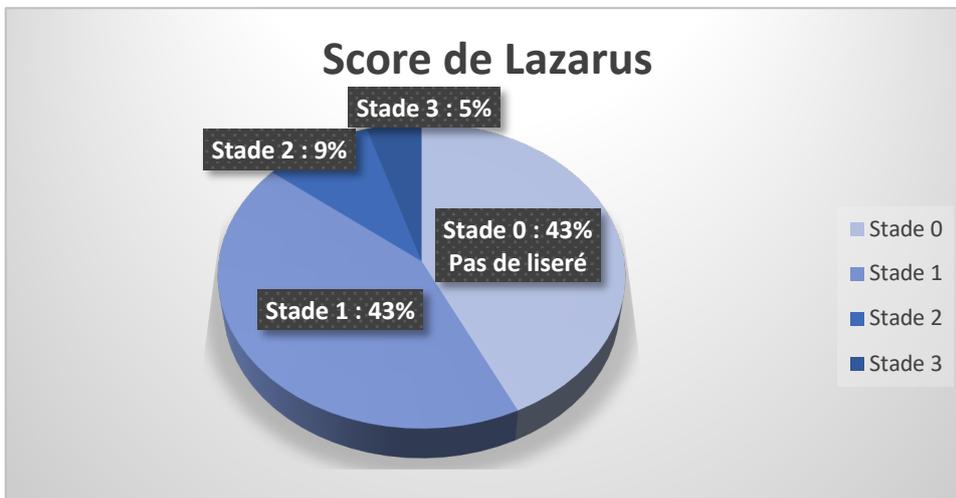


Figure 22 : Répartition du score de Lazarus pour les prothèses Affinis Short

La patiente présentant un stade 3 de Lazarus n'avait aucun retentissement clinique, avec à 9 ans et 8 mois de recul, un score de Constant à 76/100, un SSV évalué à 80%, et était très satisfaite de sa prothèse.

3) Ascend Flex

Sur les radiographies post-opératoires, 8% des patients (n=3) avaient un indice de Tingart < 4mm. (49)

Le Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM) moyen était de 0,59 (0,44 – 0,73).

Au dernier recul, aucune tige n'était déscellée, ni à risque de déscellement d'après les critères de Sperling. (54)

▪ *Amincissements corticaux*

Il existait au moins une zone avec un amincissement cortical dans 46% des cas (n=18).

La répartition des zones d'amincissements corticaux était assez homogène, avec une prédominance au niveau du calcar (41% d'amincissements corticaux en zone 3, n=16), et autour de la tige (33% en zone 2, n = 13, et 33% en zone 5, n=13).

Zone radiologique	Pourcentage d'amincissements corticaux
1	26% (n=10) dont 1 amincissement cortical total
2	33% (n=13) dont 1 amincissement cortical total
3	41% (n=16) d'amincissements corticaux partiels
4	21% (n=8) d'amincissements corticaux partiels
5	33% (n=13) dont 1 amincissement cortical total
6	26% (n=10) d'amincissements corticaux partiels

Tableau 14 : Répartition des amincissements corticaux selon les 6 zones radiologiques, dans les prothèses à tige courte.

▪ *Liserés radiotransparents (RLL)*

7 implants présentaient des liserés radiotransparents (RLL), soit 18% des tiges. Dans un seul cas il s'agissait d'un liseré > 2mm. Les liserés étaient retrouvés en zone 1 sur 2 prothèses, en zone 2 sur 4 prothèses, en zone 4 sur 2 prothèses, en zone 5 sur une seule prothèse. Aucun liseré n'était retrouvé en zone 3 (calcar) et en zone 6.

- *Ostéolyse du calcar*

Il existait une ostéolyse du calcar dans 54% des cas (n=21), partielle dans 38% des cas (n=15), totale dans 13% des cas (n=5).

La classification établie pour les Affinis Short a été adaptée ici. Il existait 38% d'ostéolyse du calcar de type A (n=15), 13% de type B (n=5), et 3% de type C (n=1).

Ostéolyse du calcar	n = 39	%
Aucune	18	46%
Type A	15	38%
Type B	5	13%
Type C	1	3%

Tableau 15 : Répartition des types d'ostéolyses du calcar dans les prothèses Affinis Short

- *Ostéolyse de la grande tubérosité*

Une ostéolyse du tubercule majeur était retrouvée pour 18% des tiges (n=7). Elle était totale dans un seul cas (3%).

- *Ostéolyse de la petite tubérosité*

Le tubercule mineur présentait une ostéolyse partielle sur 2 prothèses (5%). Aucune ostéolyse totale de la petite tubérosité n'était retrouvée.

- *Ligne condensante sous la tête prothétique*

Une ligne condensante sous la tête prothétique était retrouvée pour 59% des tiges prothétiques (n=23).

- *Niveau de remodelage osseux selon Denard. (53)*

Au dernier recul, 48% (n=19) des tiges ne présentaient aucunes modifications radiologiques. 15% (n=6) des prothèses présentaient un remodelage osseux faible, 23% (n=9) un remodelage osseux modéré, et 14% (n=5) présentaient un remodelage avancé.

Niveau de remodelage osseux selon Denard	
Aucun (0 à 1)	48% (n=19)
Faible (2 à 3)	15% (n=6)
Modéré (4 à 6)	23% (n=9)
Avancé (> 6)	14% (n=5)

Tableau 16 : Répartition en niveaux de remodelage osseux selon Denard, dans les prothèses Ascend Flex.

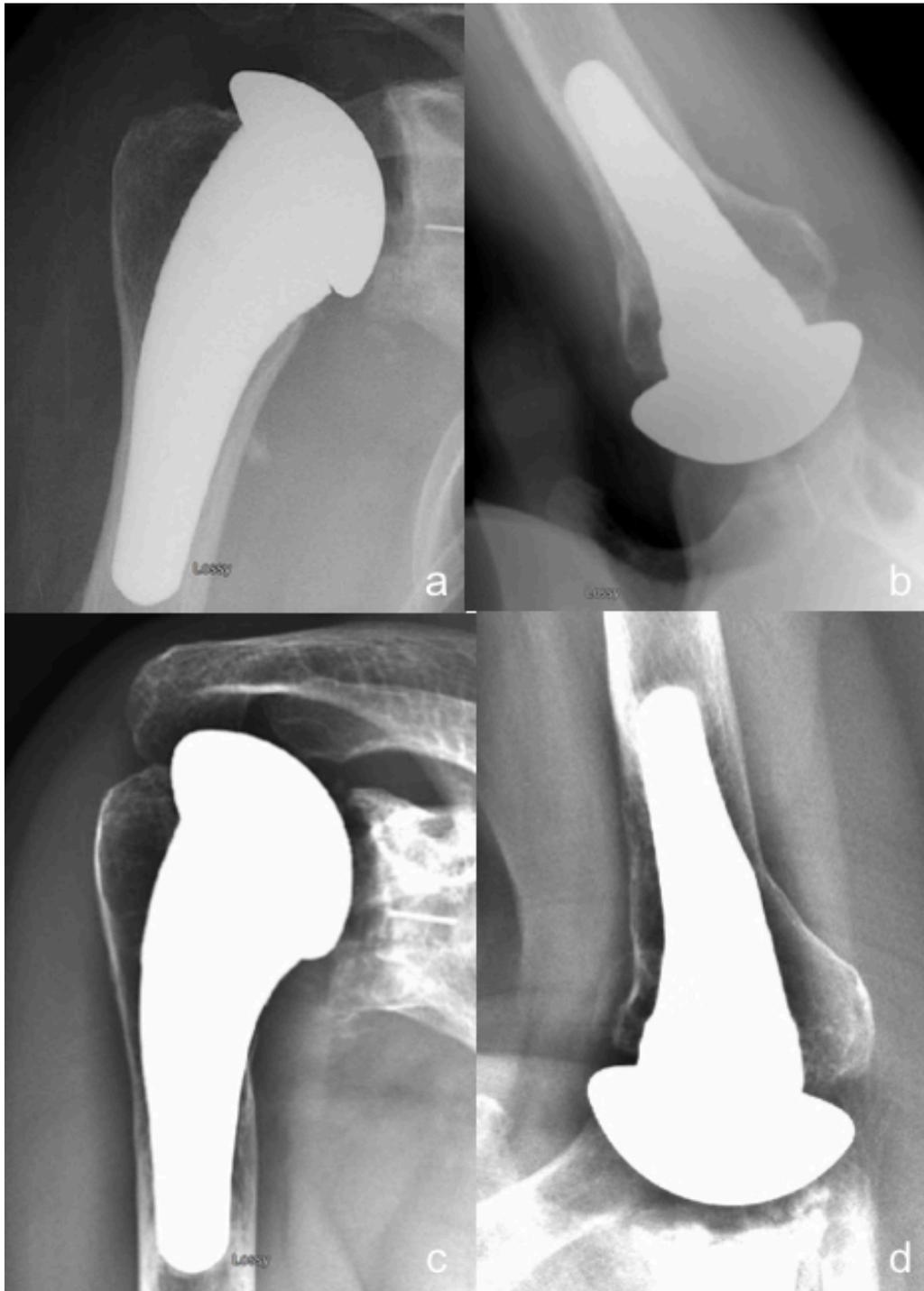


Figure 23 : Cas d'une patiente présentant un stade de remaniements métaphysaires avancé selon Denard (ostéolyse totale du calcar (type C), ostéolyse partielle de la petite tubérosité, RLL<2mm en zones 4 et 6, amincissement cortical partiel en zones 2, 5 et 6, et total en zone 3).

a, b : clichés de face et de profil (Bernageau) en post-opératoire
 c, d : clichés de face et de profil (Bernageau) au dernier recul

- *Niveau d'ostéolyse autour de l'implant*

Au dernier recul, 61,54% des tiges présentaient une ostéolyse autour de l'implant (n=24). Un peu moins d'un tiers de ceux-ci présentaient un niveau élevé d'ostéolyse.

Niveau d'ostéolyse	
Aucune	38,46%(n=15)
Modérée	43,59% (n=17)
Élevée	17,95% (n=7)

Tableau 17 : Niveau d'ostéolyse autour de l'implant pour les prothèses Ascend Flex

- *Liserés glénoïdiens*

Sur 28 prothèses totales, 6 présentaient un liseré glénoïdien au dernier recul (21%). Selon Lazarus, il y avait 22 glènes de stade 0 (absence de liseré), 4 glènes de stade 1 (liseré uniquement sous l'embase), 2 glènes de stade 2 (liseré incomplet au niveau des plots).

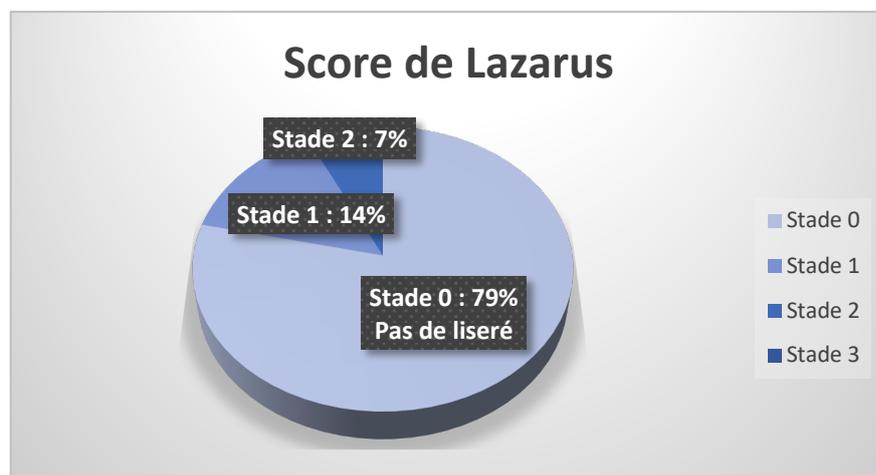


Figure 24 : Répartition du score de Lazarus pour les prothèses Ascend Flex

4) Comparaison des deux groupes

Le ratio de remplissage métaphysaire (RRM) était significativement plus élevé dans le groupe Affinis Short (0,69 (0,49-0,81) contre 0,59 (0,44-0,73), $p < 0,0001$).

Le nombre moyen de remaniements radiologiques huméraux était significativement plus important dans le groupe Ascend Flex (2,79 (0 – 9) contre 0,45 (0 – 1), $p = 0,0016$). Il en est de même pour le nombre de zones d'amincissement cortical (1,79 (1 – 6) contre 0, $p = 0,012$), et la présence d'une ostéolyse de la grande tubérosité (18% contre 0%, $p = 0,01748$).

Le niveau d'ostéolyse autour de l'implant semblait plus élevé dans le groupe Ascend Flex, avec plus d'ostéolyses modérées, plus d'ostéolyse de la petite tubérosité, du calcar, et plus de RLL, mais ces résultats n'étaient pas statistiquement significatifs, avec $p > 0,005$.

Il existait significativement plus de lignes condensantes sous la tête prothétique dans le groupe Affinis Short (100% contre 59%, $p < 0,0001$).

Analyse radiologique	Affinis Short (n=29)	Ascend Flex (n=39)	p value
Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM)	0,69 (0,49-0,81)	0,59 (0,44-0,73)	< 0,0001
Nombre de remaniements radiologiques huméraux	0,45	2,79	0,0016
Présence d'au moins un remaniement radiologique	45%	67%	0,0718
Nombre de zones RLL	0	0,23	0,2082
Présence d'au moins une zone de RLL	0	18%	0,01748
Nombre de zones d'amincissement cortical	0	1,79	0,0012
Présence d'au moins un amincissement cortical	0%	46%	< 0,0001
Présence d'une ostéolyse du trochiter	0%	18%	0,01748
Présence d'une ostéolyse du trochin	0%	5%	0,50351
Présence d'une ostéolyse du calcar	45%	54%	0,462
Présence d'ostéolyse autour de l'implant	45%	61%	0,1712
Aucune ostéolyse	55%	38%	0,33585
Ostéolyse modérée	28%	44%	0,33585
Ostéolyse élevée	17%	18%	0,33585
Présence d'une résorption millimétrique sous la tête	100%	59%	< 0,0001

Tableau 18 : Analyse radiologique humérale comparative des deux groupes

Ostéolyse du calcar	Affinis Short (n=29)	Ascend Flex (n=39)
Non	55%	46%
Type A	28%	38%
Type B	14%	13%
Type C	3%	3%

Tableau 19 : Détail des ostéolyses du calcar

Concernant l'analyse de la glène pour les prothèses totales, il existait significativement plus de liserés glénoïdiens dans le groupe Affinis Short (57,10% contre 26,10%, $p=0,0282$), avec un score de Lazarus moyen à 0,76 (0 – 3), contre 0,29 (0 – 2), $p=0,0374$.

Analyse radiologique de la glène au dernier recul	Affinis Short (n=21)	Ascend Flex (n=28)	p value
Présence d'un liseré glénoïdien	57%	21%	0,0102
Score de Lazarus moyen	0,76 (0 - 3)	0,29 (0 - 2)	0,0374

Tableau 20 : Analyse radiologique de la glène comparative des deux groupes

F. Corrélations radio-cliniques

1) Série globale

Il se dégage deux phénomènes distincts dans les remaniements huméraux que nous avons observé.

D'une part, nous avons retrouvé des ostéolyses autour de l'implant, touchant les deux types de prothèse, et intéressant principalement la métaphyse, regroupant les liserés péri-prothétiques (RLL), et les ostéolyses du calcar et des tubérosités.

D'autre part, il existait des amincissements corticaux, qui concernaient uniquement les prothèses à tige courte, et étaient plus diaphysaires que métaphysaires.

Pour mettre en évidence des facteurs influençant la survenue d'ostéolyses, nous avons donc constitué deux groupes, un avec ostéolyse autour de l'implant huméral, l'autre sans.

Dans le groupe avec ostéolyse, il y avait 13 implants Affinis Short et 24 implants Ascend Flex. Dans le groupe sans ostéolyse, il y avait 16 implants Affinis Short et 15 implants Ascend Flex. Les caractéristiques pré-opératoires étaient globalement équilibrées entre les deux groupes, avec néanmoins un âge au moment de la chirurgie légèrement plus élevé dans le groupe présentant une ostéolyse, mais la différence n'était pas significative (69 ans vs 65 ans, p=0,139). On note également que le côté dominant est plus fréquemment atteint, que l'IMC est plus bas, et que le sex ratio est plus élevé dans le groupe avec ostéolyse, toujours de manière non significative.

Données pré-opératoires	Présence d'ostéolyse autour de l'implant (n=37)	Absence d'ostéolyse autour de l'implant (n=31)	p value
Recul moyen (mois)	60,51 (24 - 116)	61,55 (24 - 120)	0,889
Age au moment de la chirurgie	69 (40 - 85)	65,23 (25 - 79)	0,139
Sexe féminin	65%	52%	0,2688
IMC	27,77 (19,92 - 41,4)	29,76 (21,25 - 43)	0,1536
Côté dominant atteint	62%	45%	0,161
Tabac	8%	10%	>0,99
Ostéoporose	16%	19%	0,7352
Affinis Short	35%	52%	0,1712
Ascend Flex	65%	48%	0,1712
PTE	73%	71%	
Hémiarthroplastie	27%	29%	
Constant préopératoire	35,2 (14 - 62)	37,50 (12 - 69)	0,465
SSV préopératoire	35,41% (10 - 60)	35,32%(10 - 50)	0,984

Tableau 21 : Données préopératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, dans la série globale

Concernant les indications, nous avons noté que toutes les prothèses sur cal vicieux de l'extrémité supérieure de l'humérus, opérés ou non, présentent une ostéolyse au dernier recul.

Indication	Présence d'ostéolyse autour de l'implant (n=37)	Absence d'ostéolyse autour de l'implant (n=31)
Omarthrose primitive	78%	81%
Ostéonécrose aseptique	5%	13%
Omarthrose post-instabilité	3%	6%
Omarthrose sur cal vicieux huméral	11%	0%
Omarthrose post-fracture de glène	3%	0%

Tableau 22 : Répartition des indications opératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, dans la série globale

La présence d'ostéolyse autour de l'implant sur les radiographies au dernier recul ne fait pas diminuer les résultats cliniques significativement, ceux-ci restant excellents, avec un score de Constant supérieur à 75/100 et un SSV supérieur à 80%. On note néanmoins une tendance à des résultats meilleurs chez les patients ne présentant pas d'ostéolyse (Score de Constant 79,27 points contre 75,97 en moyenne, $p=0,238$, et score SSV 86,10% contre 81,05% en moyenne, $p=0,107$).

Résultats cliniques	Présence d'ostéolyse autour de l'implant (n=37)	Absence d'ostéolyse autour de l'implant (n=31)	p =
Constant dernier recul	75,97 (26 - 92)	79,27 (54-96)	0,238
SSV dernier recul	81,05% (20 -100)	86,10% (60 - 100)	0,107
Gain score de Constant	+40,77 points (1 - 67)	+41,77 points (18 - 74)	0,779
Gain SSV	+45,65% (0 - 90)	+50,77% (20 - 80)	0,234
Complication	8%	6%	

Tableau 23 : Résultats cliniques des prothèses avec ou sans ostéolyse, dans la série globale

L'encombrement métaphysaire de l'implant représenté par le Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM) n'influence pas la survenue d'un phénomène d'ostéolyse ($p=0,757$). On retrouve une association significative entre la présence de phénomènes d'ostéolyse et le nombre moyen d'amincissements corticaux autour de la tige. En toute logique, le nombre global de remaniements radiologiques, incluant les amincissements corticaux, est plus élevé dans le groupe avec ostéolyse.

Parmi les différents types de phénomènes d'ostéolyse, on note que le plus fréquent est l'ostéolyse du calcar, avec une fréquence de 89,2%.

Résultats radiologiques	Présence d'ostéolyse autour de l'implant (n=37)	Absence d'ostéolyse autour de l'implant (n=31)	p =
Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM)	0,63 (0,44 - 0,78)	0,64 (0,49 - 0,81)	0,757
Nombre de remaniements radiologiques	3,08 (1 - 9)	0,26 (0 - 5)	0,0002
Nombre de zones RLL	0,24 (0-2)	0	0,015
Nombre de zones d'amincissement cortical	1,68 (0-6)	0,26 (0 - 5)	0,001
Ostéolyse grande tubérosité	19%	0%	0,01333
Ostéolyse petite tubérosité	5%	0%	0,49649
Ostéolyse du calcar	92%	0%	<0,0001

Tableau 24 : Résultats radiologiques huméraux des prothèses avec ou sans ostéolyse, dans la série globale

Parmi les prothèses totales, on note une fréquence plus élevée d'ostéolyse humérale chez les patients présentant un liseré glénoïdien, même si cette différence n'est pas significative (48% contre 22,7%, $p=0,08158$). On remarque également que l'intensité de ces liserés (score de Lazarus moyen) est plus élevée dans le groupe des patients avec ostéolyse humérale (0,70 contre 0,23, $p=0,077$).

Résultats radiologiques	PTE avec ostéolyse autour de l'implant (n=27)	PTE sans ostéolyse autour de l'implant (n=22)	p =
Liseré glénoïdien	48%	23%	0,08158
Score de Lazarus moyen	0,70 (0 - 3)	0,23 (0 - 1)	0,077

Tableau 25 : Résultats radiologiques sur l'implant glénoïdien dans les prothèses totales avec ou sans ostéolyse autour de l'implant huméral, dans la série globale

Concernant l'intensité de l'ostéolyse, on s'aperçoit que plus l'ostéolyse est importante, plus la proportion de liserés autour de l'implant glénoïdien augmente (Figure 25).

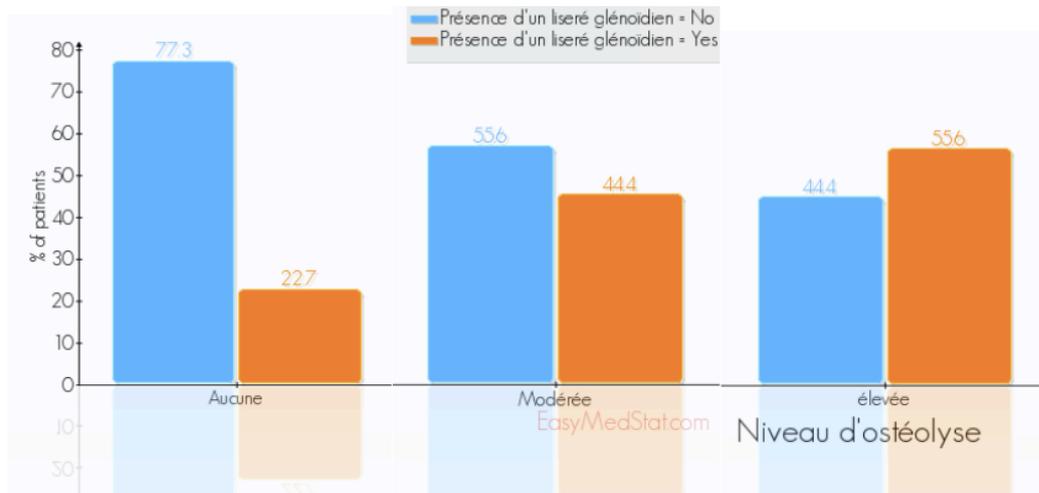


Figure 25 : Proportion de liserés glénoïdiens en fonction du niveau d'ostéolyse humérale dans la série globale.

On remarque également que plus le score de Lazarus est élevé, plus l'ostéolyse autour de l'implant huméral est fréquente. (Figure 26)

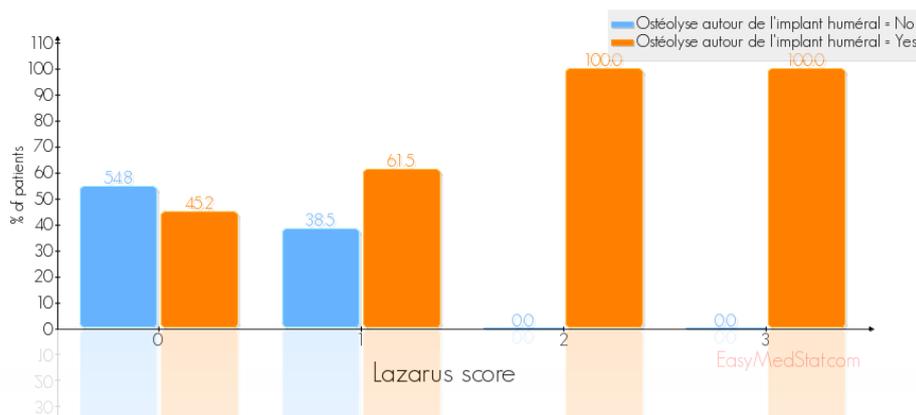


Figure 26 : Proportion d'ostéolyse autour de l'implant huméral en fonction du score de Lazarus dans la série globale.

2) Affinis Short

Nous avons comparé sur le même principe deux groupes, avec ou sans phénomène d'ostéolyse autour de l'implant, dans les prothèses sans tige. Dans cet échantillon, le seul type d'ostéolyse autour de l'implant était des ostéolyses du calcar.

En pré-opératoire, les deux groupes étaient comparables, sans aucune différence significative entre les deux groupes. On retrouve là encore, une légère prédominance du sexe féminin, et un âge plus élevé dans le groupe avec apparition d'ostéolyse. Étonnamment, le recul semble plus important dans le groupe sans ostéolyse. Les patients atteints d'ostéoporose n'avaient pas plus d'ostéolyse autour de l'implant que les autres.

Données préopératoires	Affinis Short avec ostéolyse (n=13)	Affinis Short sans ostéolyse (n=16)	p =
Recul moyen (mois)	80,46 (26 - 116)	85,56 (36 - 120)	0,9476
Age au moment de la chirurgie	74,23 (60 - 85)	67,44 (39 - 79)	0,051
Sexe féminin	76,90%	56,30%	0,43348
IMC	29,4 (22 - 34,4)	30,45 (23 - 43)	0,9068
Côté dominant atteint	61,50%	43,80%	0,46214
Tabac	8,30%	6,30%	1
Ostéoporose	23,10%	25%	1
PTE	76,90%	68,80%	
Hémiarthroplastie	23,10%	31,30%	
Constant préopératoire	31,77 points (14 - 51)	36,75 points (12 - 54)	0,3804
SSV préopératoire	38,85% (20 - 50)	36,88%(20 - 50)	0,5538

Tableau 26 : Données préopératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Affinis Short

La répartition des indications opératoires était homogène dans les deux groupes.

Indication	Affinis Short avec ostéolyse (n=13)	Affinis Short sans ostéolyse (n=16)
Omarthrose primitive	84,60%	75,00%
Ostéonécrose aseptique	0,00%	12,50%
Omarthrose post-instabilité	7,70%	12,50%
Omarthrose sur cal vicieux huméral	0,00%	0%
Omarthrose post-fracture de glène	7,70%	0%

Tableau 27 : Répartition des indications opératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Affinis Short

Les résultats cliniques au dernier recul étaient similaires dans les deux groupes, la survenue d'ostéolyses du calcar ne diminuait pas les résultats fonctionnels, qui restaient excellents, avec un score de Constant supérieur à 75/100 et un SSV estimé à plus de 80%.

Résultats cliniques	Affinis Short avec ostéolyse (n=13)	Affinis Short sans ostéolyse (n=16)	p =
Constant dernier recul	77,15 points (66 - 92)	77 points (54-96)	0,8436
SSV dernier recul	80,31% (70 -100)	85,56% (60 - 100)	0,1248
Gain score de Constant	45,38 points (15 - 65)	40,25 points (18 - 66)	0,357
Gain SSV	41,46% (20 - 80)	48,69% (20 - 80)	0,3924
Complication	7,70%	12,50%	

Tableau 28 : Résultats cliniques des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Affinis Short

Le seul remaniement radiologique observé dans ce type de prothèses étaient des ostéolyses du calcar.

Le remplissage métaphysaire évalué par la mesure du RRM n'avait aucune influence sur la survenue ou non d'ostéolyses du calcar.

Résultats radiologiques	Affinis Short avec ostéolyse (n=13)	Affinis Short sans ostéolyse (n=16)	p =
Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM)	0,69 (0,57 - 0,78)	0,69 (0,49 - 0,81)	0,614
Nombre de remaniements radiologiques	1 (1 - 1)	0	0
Nombre de zones RLL	0	0	1
Nombre de zones d'amincissement cortical	0	0	1
Ostéolyse grande tubérosité	0%	0%	1
Ostéolyse petite tubérosité	0%	0%	1
Ostéolyse du calcar	100%	0%	<0,0001

Tableau 29 : Résultats radiologiques huméraux des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Affinis Short

Si on s'intéresse à l'implant glénoïdien dans les prothèses totales, on remarque qu'il y avait beaucoup plus d'ostéolyse chez les patients présentant des liserés radiotransparents derrière la glène en polyéthylène cimentée. (80% contre 36,4%, $p=0,0805$).

La survenue d'ostéolyse humérale est directement liée au score de Lazarus, évaluant l'intensité des liserés glénoïdiens, et ce de manière significative. Le score de Lazarus moyen dans le groupe avec ostéolyse humérale était significativement plus élevé que dans le groupe sans ostéolyse (1,2 contre 0,36, $p=0,0346$). Plus l'implant glénoïdien présente de liserés radiotransparents, plus il y a un risque d'ostéolyse autour de l'implant huméral.

Résultats radiologiques	PTE Affinis Short avec ostéolyse autour de l'implant (n=10)	PTE Affinis Short sans ostéolyse autour de l'implant (n=11)	p =
Liseré glénoïdien	80%	36,40%	0,0805
Score de Lazarus moyen	1,2 (0 - 3)	0,36 (0 - 1)	0,0346

Tableau 30 : Résultats radiologiques glénoïdiens des prothèses avec ou sans ostéolyse autour de l'implant huméral, pour les implants Affinis Short

Concernant l'importance de l'ostéolyse du calcar, on remarque que pour les ostéolyses de type A, il existe un liseré glénoïdien dans 55,6% des cas. Les patients présentant une ostéolyse du calcar de type B ou C présentaient tous des liserés autour de la glène. (Figure 26).

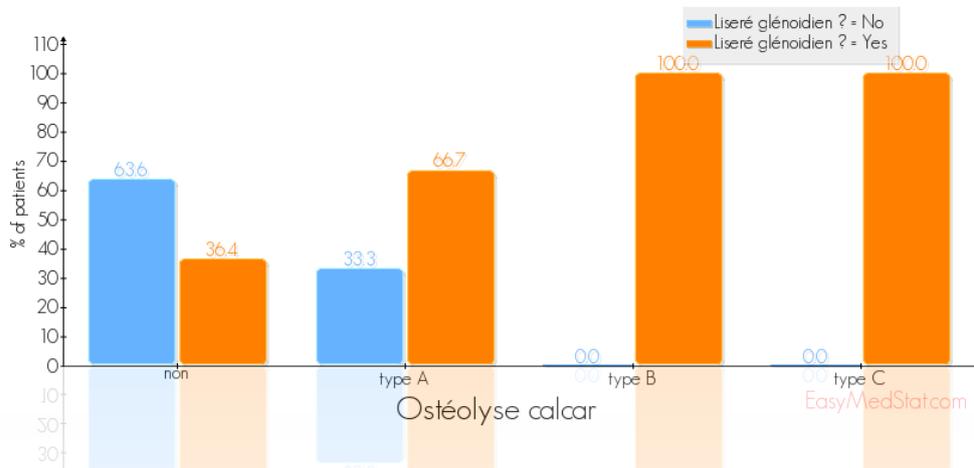


Figure 27 : Répartition du type d'ostéolyse du calcar, selon la présence de liseré glénoïdien ou non

Seulement 22,2% des patients ne présentant pas de liseré glénoïdien (Lazarus 0), avaient une ostéolyse du calcar. Plus de la moitié des patients ayant un score de Lazarus à 1 avaient une ostéolyse du calcar. Tous les patients ayant un score de Lazarus supérieur à 1 avaient une ostéolyse du calcar.

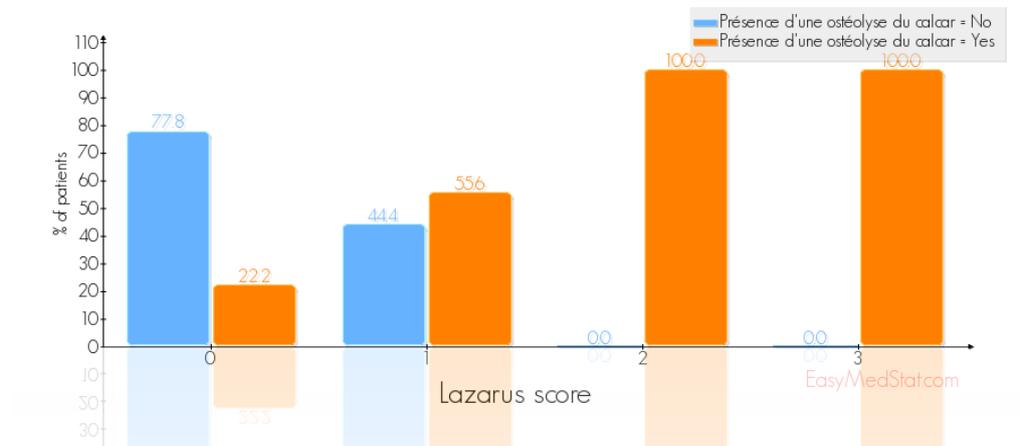


Figure 28 : Répartition du score de Lazarus en fonction de la présence ou non d'une ostéolyse du calcar.

Cependant, il existe aussi des cas d'ostéolyses du calcar dans les hémiarthroplasties (37,5%, soit n = 3).

3) Ascend Flex

Nous avons réalisé la même analyse sur les prothèses Ascend Flex.

On remarque que spécifiquement dans ce groupe des prothèses à tige courte, le recul moyen est significativement plus élevé dans le groupe avec ostéolyse autour de l'implant. (50 mois contre 36 mois, $p=0,0102$).

On note une tendance, comme pour les implants sans tige, et la série globale, à un âge plus élevé et une prédominance du sexe féminin dans le groupe avec ostéolyse.

L'ostéoporose n'a une fois de plus aucune influence sur la survenue d'ostéolyse humérale.

Données préopératoires	Ascend Flex avec ostéolyse (n=24)	Ascend Flex sans ostéolyse (n=15)	p value
Recul moyen (mois)	49,71 (24 - 74)	35,93 (24 - 58)	0,0102
Age au moment de la chirurgie	66,17 (40 - 85)	62,87 (25 - 76)	0,3556
Sexe féminin	58,30%	46,70%	0,477
IMC	27,09 (19,92 - 41,4)	29,12 (21,25 - 41,4)	0,2254
Côté dominant atteint	62,50%	46,70%	0,332
Tabac	8,30%	13,30%	0,63089
Ostéoporose	12,50%	13,30%	1
PTE	70,80%	73,30%	
Hémiarthroplastie	29,20%	26,70%	
Constant préopératoire	37,06 points (18 - 62)	38,30 points (17 - 69)	0,977
SSV préopératoire	33,54% (10 - 60)	33,67% (10 - 50)	0,9884

Tableau 31 : Données préopératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Ascend Flex

L'effectif de prothèses sur omarthrose post-traumatique, consécutive à un cal vicieux de l'humérus proximal était trop faible pour interpréter ces résultats statistiquement, mais on note que toutes les omarthroses sur cal vicieux huméral présentent des ostéolyses humérales.

Indication	Ascend Flex avec ostéolyse (n=24)	Ascend Flex sans ostéolyse (n=15)
Omarthrose primitive	75,00%	86,70%
Ostéonécrose aseptique	8,30%	13,30%
Omarthrose post-instabilité	0,00%	0,00%
Omarthrose sur cal vicieux huméral	16,70%	0%
Omarthrose post-fracture de glène	0,00%	0%

Tableau 32 : Répartition des indications opératoires des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Ascend Flex

La présence d'ostéolyse autour de l'implant huméral dans les prothèses à tige courte n'influçait pas de manière significative les résultats cliniques, avec des résultats qui étaient excellents dans les deux groupes. Il existait néanmoins une tendance à de meilleurs résultats dans le groupe sans ostéolyse.

Résultats cliniques	Ascend Flex avec ostéolyse (n=24)	Ascend Flex sans ostéolyse (n=15)	p value
Constant dernier recul	75,33 points (26 - 91)	81,7 points (55-94)	0,0712
SSV dernier recul	81,46% (20 - 100)	86,67% (70 - 100)	0,3264
Gain score de Constant	38,27 points (1 - 67)	43,40 points (21 - 74)	0,3632
Gain SSV	47,92% (0 - 90)	53% (20 - 80)	0,3336
Complication	8,30%	0,00%	

Tableau 33 : Résultats cliniques des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Ascend Flex

On ne retrouvait toujours pas de lien entre le RRM et la survenue d'ostéolyse autour de l'implant.

Le nombre moyen de zones d'amincissement cortical augmentait de manière significative lorsqu'il existait un phénomène d'ostéolyse autour de l'implant (2,58 contre 0,53, p=0,0056).

Le type d'ostéolyse le plus fréquent était toujours les ostéolyses du calcar.

Résultats radiologiques	Ascend Flex avec ostéolyse (n=24)	Ascend Flex sans ostéolyse (n=15)	p value
Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM)	0,60 (0,44 - 0,73)	0,57 (0,5 - 0,71)	0,2726
Nombre de remaniements radiologiques	4,21 (1-9)	0,53 (0 - 5)	<0,0001
Nombre de zones RLL	0,38 (0 - 2)	0	0,1296
Nombre de zones d'amincissement cortical	2,58 (0 - 6)	0,53 (0 - 5)	0,0056
Ostéolyse grande tubérosité	29%	0%	0,03073
Ostéolyse petite tubérosité	8%	0%	0,51417
Ostéolyse du calcar	83%	0%	<0,0001

Tableau 34 : Résultats radiologiques huméraux des prothèses avec ou sans ostéolyse, pour les implants Ascend Flex

Concernant les prothèses totales, les liserés glénoïdiens augmentaient en fréquence et en intensité dans le groupe des PTE avec ostéolyse autour de l'implant huméral, mais de manière non significative.

Résultats radiologiques	PTE Ascend Flex avec ostéolyse autour de l'implant (n=17)	PTE Ascend Flex sans ostéolyse autour de l'implant (n=11)	p value
Liseré glénoïdien	29%	9,10%	0,35473
Score de Lazarus moyen	0,41 (0 - 2)	0,09 (0 - 1)	0,3468

Tableau 35 : Résultats radiologiques glénoïdiens des prothèses avec ou sans ostéolyse autour de l'implant huméral, pour les implants Ascend Flex

Les prothèses Ascend Flex présentaient de manière spécifique des phénomènes d'amincissements corticaux.

Pour tenter d'expliquer ce phénomène, nous avons recherché des liens statistiques avec les autres variables.

On s'est aperçu qu'il existait un lien statistique entre le ratio de remplissage métaphysaire (RRM) et la survenue d'amincissements corticaux.

Selon le coefficient de Pearson, il existe une corrélation linéaire positive entre le Ratio de Remplissage Métaphysaire (RRM) et le nombre de zones d'amincissement cortical autour de la tige ($\rho = +0,403$, $p=0,011$). Il existe également une relation monotone positive entre ces deux variables, d'après le coefficient de Spearman ($\rho = +0,323$, $p=0,046$). On peut donc conclure que plus le RRM est élevé, plus le nombre de remaniements radiologiques augmente, et ce de manière significative ($p<0,05$).

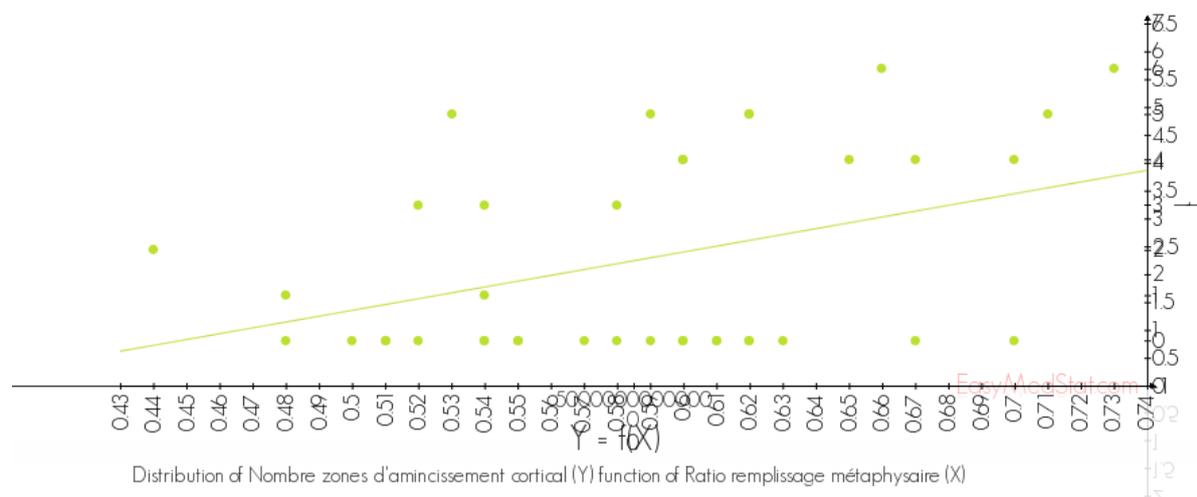


Figure 29 : Distribution du nombre de zones d'amincissement cortical en fonction du RRM.

Au moins une zone d'amincissement cortical était présente dans 46% des tiges courtes (n=18). D'après le test de Fisher, il n'y avait pas d'association significative entre la présence d'une ostéoporose, et la survenue d'amincissements corticaux ($p=1$).

G. Analyses spécifiques / Analyses en sous-groupes

Après analyse des résultats bruts, nous avons trouvé intéressant d'analyser des sous-groupes.

1) Liserés glénoïdiens des prothèses totales (n=49)

Bien qu'il semble y avoir plus d'ostéolyse autour de l'implant chez les patients ayant un liseré glénoïdien (Odds Ratio = 3,157) (Fig), le test de Fisher ne retrouve pas d'association significative entre la présence d'ostéolyse autour de l'implant et la présence de liserés glénoïdiens ($p=0,08158$).

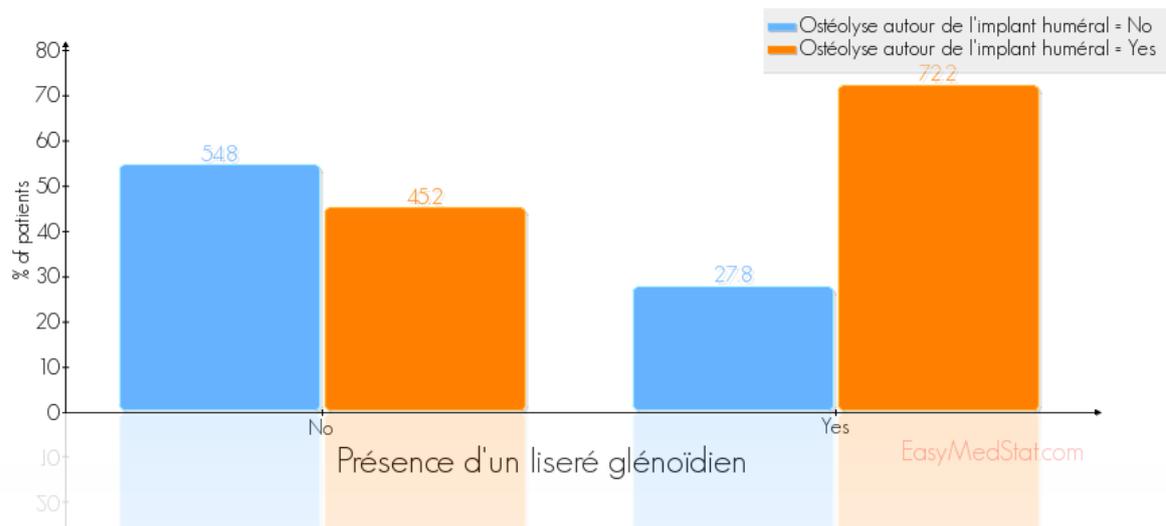


Figure 30 : Répartition de la présence d'ostéolyse autour de l'implant, en fonction de la présence de liserés glénoïdiens.

Tous implants confondus, si l'on compare le groupe présentant des liserés glénoïdiens au dernier recul, avec le groupe n'ayant aucun liseré, on se rend compte qu'il existe une différence entre les deux groupes concernant la durée de suivi. Plus la prothèse est ancienne, plus il apparait de liserés autour de l'implant glénoïdien ($p=0,0352$).

Comme nous l'avons déjà relevé, il y a plus de liserés glénoïdiens chez les patients du groupe Affinis Short ($p=0,0102$), mais la raison est probablement le recul plus long dans ce groupe. (tableau 36)

Données	Absence de liseré glénoïdiens (n = 31)	Présence de liserés glénoïdiens (n = 18)	p value
Recul moyen (mois)	54,74 (24 - 120)	74,33 (25 - 116)	0,0352
Age au moment de la chirurgie	69,23 (60 - 85)	70,39 (59 - 85)	0,5136
Sexe féminin	61,30%	77,80%	0,34578
IMC	29,39 (21,3 - 41,4)	28,63 (22 - 35)	0,8334
Côté dominant atteint	61,30%	44,40%	0,253
Tabac	9,70%	5,60%	>0,99
Prothèse Affinis Short	29%	66,70%	0,0102
Prothèse Ascend Flex	71%	33,30%	0,0102
Ostéoporose	9,70%	33,30%	0,05832
Gain score de Constant	41,54 points (18 - 74)	42,69 points (15 - 65)	0,626
Gain SSV	49,48% (20 - 80)	51,06% (20 - 90)	0,8928
Nombre de remaniements radiologiques	1,61 (0 - 7)	1,72 (0 - 6)	0,3952
Nombre de zones RLL	0,06 (0 - 1)	0,17 (0 - 1)	0,5544
Nombre de zones d'amincissement cortical	1,06 (0 - 6)	0,78 (0 - 4)	0,6334
Ostéolyse du calcar	38,70%	66,70%	0,0592
Ostéolyse grande tubérosité	9,70%	5,60%	>0,99
Ostéolyse petite tubérosité	0%	5,60%	0,36735
Présence d'ostéolyse autour de l'implant	45%	72,20%	0,08158

Tableau 36 : Comparaison entre présence et absence de liseré glénoïdiens au dernier recul

2) PTE vs Hémiarthroplasties

Les patients ayant bénéficié d'arthroplasties totales (PTE) étaient statistiquement plus âgés au moment de la chirurgie ($p=0,0452$), et le sexe féminin prédominait dans ce groupe, en comparaison aux hémiarthroplasties.

Il n'y avait pas de différence entre PTE et hémiarthroplasties concernant la durée de suivi, l'IMC, le côté dominant atteint ou non, le tabagisme, le type de prothèse, l'ostéoporose, ou les scores fonctionnels préopératoires. Le ratio de remplissage métaphysaire (RRM) était similaire dans les deux groupes.

Données pré-opératoires	PTE (n=49)	Hémi arthroplasties (n=19)	p value
Recul moyen (mois)	61,94 (24 - 120)	59,53 (24 - 106)	0,859
Age au moment de la chirurgie	69,65 (59 - 85)	61,16 (25 - 82)	0,0452
Sexe féminin	67,30%	36,80%	0,0218
IMC	29,11 (21,3 - 41,4)	27,43 (19,92 - 43)	0,142
Côté dominant atteint	55,10%	52,60%	0,8544
Tabac	8,20%	11,10%	0,65606
Prothèse Affinis Short	42,90%	42,10%	0,9552
Prothèse Ascend Flex	57,10%	57,90%	0,9552
Ostéoporose	18%	15,80%	1
Constant pré-opératoire	36,67 points (17 - 66)	35,16 points (12 - 69)	0,4816
SSV pré-opératoire	34,90% (10 - 50)	36,58 % (20 - 60)	0,702
RRM	0,63 (0,48 - 0,81)	0,63 (0,44 - 0,76)	0,7378

Tableau 37 : Comparaison des données préopératoires des prothèses totales, et des hémiarthroplasties.

Concernant les indications, le groupe des PTE est essentiellement composé d'omarthroses primitives (92%), alors que les indications sont diverses pour les hémiarthroplasties.

Indication	PTE (n = 49)	Hémiarthroplasties (n = 19)
Omarthrose primitive centrée	91,80%	47,40%
Ostéonécrose aseptique	2%	26,30%
Omarthrose centrée post-instabilité	2%	10,50%
Omarthrose centrée post-fracture	4,10%	15,80%

Tableau 38 : Comparaison des indications opératoires des prothèses totales, et des hémiarthroplasties.

Les résultats cliniques sont excellents, et comparables dans les deux groupes.
 Les résultats cliniques sont légèrement meilleurs dans les prothèses totales, pour le score de Constant et le SSV, mais ce de manière non significative.

Résultats cliniques	PTE (n = 49)	Hémiarthroplasties (n = 19)	p value
Constant dernier recul	78,63 points (54 - 96)	74,49 points (26 - 93)	0,3818
SSV dernier recul	84,96% (60 - 100)	79,21% (20 - 100)	0,2318
Gain score de Constant	41,96 points (15 - 74)	39,33 points (1 - 67)	0,436
Gain SSV	50,06% (20 - 90)	42,63% (0,80)	0,1632
Complication	6%	10%	

Tableau 39: Comparaison des résultats cliniques des prothèses totales, et des hémiarthroplasties.

Concernant les remaniements radiologiques, ils semblent légèrement plus importants dans les hémi-artthroplasties, sauf pour la présence globale d'ostéolyses autour de l'implant, mais les différences entre les deux groupes sont non significatives, avec des p très élevés.

Résultats radiologiques	PTE (n = 49)	Hémiarthroplasties (n = 19)	p value
Condensation sous la calotte	74%	84,20%	0,52611
Nombre de remaniements radiologiques	1,65 (0 - 7)	2,16 (0 - 9)	0,6618
Nombre de zones RLL	0,10 (0 - 1)	0,21 (0 - 2)	0,9292
Nombre de zones d'amincissement cortical	0,96 (0 - 6)	1,21 (0 - 6)	0,8482
Ostéolyse du calcar	49%	53%	0,787
Ostéolyse grande tubérosité	8%	16%	0,38958
Ostéolyse petite tubérosité	2%	5%	0,48376
Présence d'ostéolyse autour de l'implant	55%	53%	0,8544

Tableau 40: Comparaison des résultats radiologiques des prothèses totales, et des hémiarthroplasties.

3) Remaniements métaphysaires en fonction de l'étiologie

Les effectifs de patients ayant une étiologie autre que l'omarthrose primitive centrée sont trop faibles pour tirer des conclusions statistiquement significatives, mais la distribution du nombre de remaniements métaphysaires semble bien plus élevée dans le groupe des omarthroses post-fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, et dans une moindre mesure pour les ostéonécroses aseptiques. (Tableau et Figure)

Indication	N =	Nbre de remaniements radiologiques
Omarthrose primitive	54	1,41 (0-7)
Ostéonécrose aseptique	6	3 (0-8)
Omarthrose post-instabilité	3	0,33 (0-1)
Omarthrose post-fracture de l'humérus proximal	4	6,25(3-9)
Omarthrose post-fracture de glène	1	1 (1-1)

Tableau 41 : Nombre de remaniements radiologiques moyens selon l'étiologie

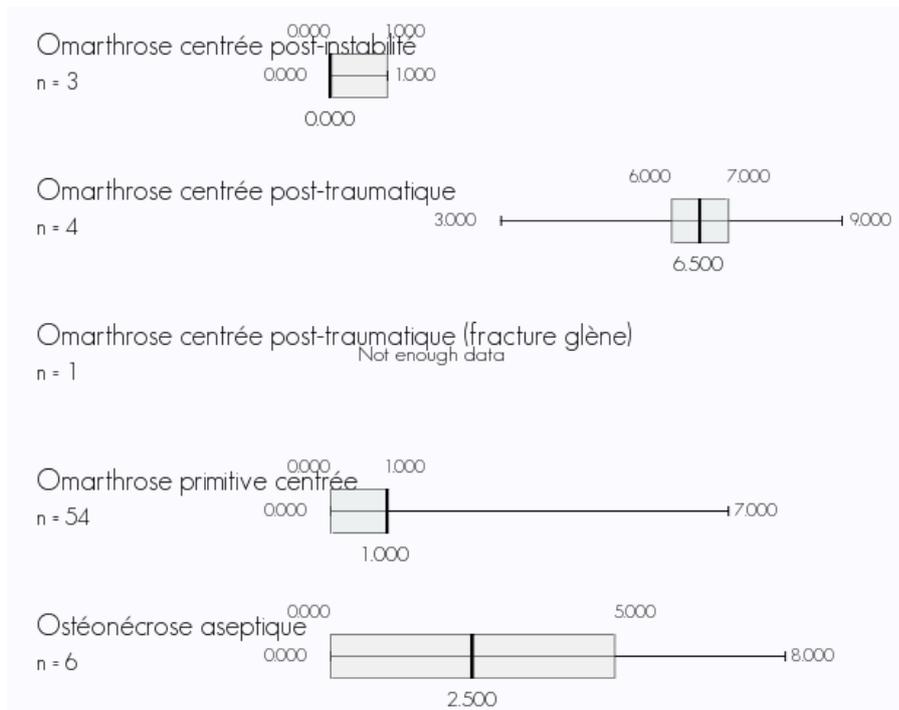


Figure 31 : Distribution du nombre de remaniements radiologiques selon l'étiologie

4) Prothèses totales (n=49)

Données pré-opératoires	PTE Affinis (n=21)	PTE Ascend Flex (n=28)	p value
Recul moyen (mois)	85,95 (26 - 120)	43,93 (24 - 74)	<0,0001
Age au moment de la chirurgie	71,38 (59 - 85)	68,36 (60 - 85)	0,066
Sexe féminin	81,00%	57%	0,12407
IMC	28,78 (22 - 34,4)	29,34 (21,3 - 41,4)	0,8794
Côté dominant atteint	48%	61%	0,3618
Tabac	5%	11%	0,62535
Ostéoporose	24%	14%	0,4698
Constant pré-opératoire	37,19 points (18 - 54)	36,29 points (17 - 66)	0,4986
SSV pré-opératoire	38,05% (20 - 50)	31,79% (10 - 50)	0,0588

Tableau 42 :

Indication	PTE Affinis (n = 21)	PTE Ascend Flex (n=28)
Omarthrose primitive centrée	90,50%	93%
Ostéonécrose aseptique	0%	4%
Omarthrose centrée post-instabilité	5%	0,00%
Omarthrose centrée post-fracture humérus	0,00%	4%
Omarthrose centrée post-fracture glène	5%	0,00%

Résultats cliniques	PTE Affinis (n = 21)	PTE Ascend Flex (n=28)	p value
Constant dernier recul	76,88 points (54 - 96)	79,95 points (66 - 94)	0,3372
SSV dernier recul	83,48% (60 - 100)	86,07% (70 - 100)	0,3962
Gain score de Constant	+39,69 points (15 - 65)	+43,66 points (19 - 74)	0,2332
Gain SSV	+44,43% (20 - 80)	+54,29% (30-90))	0,0356
Complication	14%	0,00%	

Résultats radiologiques	PTE Affinis (n = 21)	PTE Ascend Flex (n=28)	p value
RRM	0,70 (0,49 - 0,81)	0,58 (0,48 - 0,73)	<0,0001
Condensation sous la calotte	100%	53,60%	0,00017
Nombre de remaniements radiologiques	0,48 (0 - 1)	2,54 (0 - 7)	0,0212
Nombre de zones RLL	0	0,18 (0 - 1)	0,2888
Nombre de zones d'amincissement cortical	0	1,68 (0 - 6)	0,0058
Ostéolyse du calcar	48%	50,00%	0,869
Ostéolyse grande tubérosité	0,00%	14%	0,12488
Ostéolyse petite tubérosité	0%	4%	>0,99
Présence d'ostéolyse autour de l'implant	48%	61%	0,3618
Liseré glénoïdien	57%	21%	0,0102
Score de Lazarus moyen	0,76 (0 - 3)	0,29 (0 - 2)	0,0374

5) Hémiarthroplasties (n = 19)

Données	Hémi Affinis Short (n=8)	Hémi Ascend Flex (n=11)	p value
Recul moyen (mois)	76,25 (27 - 106)	45,64 (24 - 71)	
Age au moment de la chirurgie	68,13 (39 - 82)	56,09 (25 - 71)	
Sexe féminin	25% (n = 2)	45,5% (n = 5)	0,63325
IMC	34,70 (28,6 - 43)	24,13 (19,92 - 27,68)	
Côté dominant atteint	62,50%	45,50%	0,6499
Tabac	14%	9%	1
Ostéoporose	25%	9%	0,54592
Gain score de Constant	+50,06 points (30 - 66)	+31,53 points (1 - 67)	
Gain SSV	+48,13% (30 - 80)	+38,64% (0 - 70)	
Complication	0	18%	
RRM	0,68 (0,64 - 0,76)	0,60 (0,44 - 0,71)	
Nombre de remaniements radiologiques	0,38 (0 - 1)	3,45 (0 - 9)	
Nombre de zones RLL	0	0,36 (0 - 2)	
Nombre de zones d'amincissement cortical	0	2,09 (0 - 6)	
Ostéolyse du calcar	37,50%	64%	0,36985
Ostéolyse grande tubérosité	0	27%	0,22807
Ostéolyse petite tubérosité	0%	9%	1
Ostéolyse autour de l'implant	37,50%	64%	0,36985
Condensation sous la calotte	100%	73%	0,22807

6) Prothèses anatomiques chez les patients de plus de 70 ans (n=36)

Données pré-opératoires	Affinis Short (n=22)	Ascend Flex (n=14)	p value
Recul moyen (mois)	82,59 (26 - 120)	41,79 (24 - 71)	0,0002
Age au moment de la chirurgie	74,95 (70 - 85)	73,29 (70 - 85)	0,2056
Sexe féminin	73%	50,00%	0,1664
IMC	29,84 (22 - 43)	27,72 (19,92 - 35)	0,3624
Côté dominant atteint	50%	64%	0,50067
Tabac	5%	14%	0,5508
PTE	73%	86%	
Hémiarthroplastie	27%	14%	
Retraité actif	45,50%	64%	
Ostéoporose	32%	14%	0,43151
Constant pré-opératoire	31,91 points (12 - 54)	37,71 points (18 - 49)	0,3144
SSV pré-opératoire	37,05% (20 - 50)	34,64 % (10 - 50)	0,697
RRM	0,69 (0,49 - 0,81)	0,59 (0,51 - 0,7)	0,0006

Indication	Affinis Short (n = 22)	Ascend Flex (n = 14)
Omarthrose primitive centrée	86%	86%
Ostéonécrose aseptique	9%	0,00%
Omarthrose centrée post-instabilité	5%	0,00%
Omarthrose centrée post-fracture	0,00%	14%

Résultats cliniques	Affinis short (n = 22)	Ascend Flex (n = 14)	p value
Constant dernier recul	75,86 points (54 - 96)	77,59 points (67 - 91)	0,7702
SSV dernier recul	83,32% (60 - 100)	86,79% (70 - 100)	0,4266
Gain score de Constant	+43,95 points (15 - 66)	+39,88 points (19 - 67)	0,3636
Gain SSV	+46,27% (20 - 80)	+52,14% (20 - 90)	0,3144
Complication	14%	0,00%	

Résultats radiologiques	Affinis Short (n=22)	Ascend Flex (n=14)	p value
Condensation sous la calotte	100,00%	64%	0,00531
Nombre de remaniements radiologiques	0,45 (0 - 1)	3,21 (0,7)	0,0006
Nombre de zones RLL	0	0,21 (0 - 1)	0,2842
Nombre de zones d'amincissement cortical	0	2,0 (0 - 5)	0,0042
Ostéolyse du calcar	45,50%	57%	0,4942
Ostéolyse grande tubérosité	0,00%	36%	0,00531
Ostéolyse petite tubérosité	0,00%	7%	0,3889
Ostéolyse autour de l'implant	45,50%	79%	0,0833
Liseré glénoïdien	50%	33%	0,4589
Score de Lazarus moyen	0,69 (0 - 3)	0,50 (0 - 2)	0,5462

Discussion

Le phénomène de stress shielding est déjà bien connu, notamment dans les arthroplasties de hanche (58,59), et a également été décrit dans les arthroplasties d'épaule.(16,60) Il correspond à une adaptation de l'os au changement de la répartition des contraintes, suivant la loi de Wolff (61), et entraîne une perte osseuse au niveau cortical et spongieux. Dans un humérus sain, les forces proximales sont transmises à l'os sous-chondral, et diffusent vers la distalité par l'intermédiaire des trabécules spongieuses et des corticales périphériques. Dans le cas d'une arthroplastie, les forces sont transmises directement de l'implant à l'os spongieux par l'intermédiaire de la tige, avant de diffuser à l'os cortical en distalité de l'implant. C'est l'os situé autour de l'implant qui, étant sujet à moins de contraintes qu'habituellement, peut subir des phénomènes de résorption. (16)

Une étude in vitro réalisée par Razfar et al. (20) en 2016 a étudié les réactions de l'os cortical et spongieux sur des modèles réalisés à partir de reconstructions scannographiques. Ils ont comparé grâce à la méthode des éléments finis, les réactions osseuses sur 4 modèles : un humérus proximal intact, un humérus proximal avec tige standard, un autre avec une tige courte, et le dernier avec un implant huméral sans tige.

Au niveau de la métaphyse humérale, cette étude montre des contraintes osseuses significativement plus importantes pour les implants sans tige, par rapport aux implants à tige courte (22% de plus), et aux implants à tige standard (43% de plus). Les contraintes dans la métaphyse étaient les plus importantes pour les humérus natifs. Les implants sans tige reproduisent donc mieux les contraintes osseuses physiologiques de l'humérus que les implants à tige courte, et d'autant plus que les implants de 3^{ème} génération à tige standard.

Les résultats de notre étude confirment notre hypothèse principale, puisqu'on retrouve significativement plus de remaniements osseux métaphysaires dans les prothèses à tige courte.

Nous avons distingué deux types de remaniements radiologiques : les amincissements corticaux, et les phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant.

Les amincissements corticaux, qui pouvaient être partiels ou totaux, impliquaient uniquement les prothèses à tige courte, et étaient présents sur près de la moitié de ces tiges (46%), et étaient liés au phénomène de stress shielding.

Ils étaient plus importants lorsque le remplissage métaphysaire par l'implant augmentait, tout comme on le retrouve dans la littérature (16,29,62,63). Nagels et al. (16), dans leur série étudiant les amincissements corticaux autour de 70 tiges humérales standards, à 5,3 ans de recul moyen retrouvent un amincissement cortical significatif chez 9% des patients. La taille de l'implant était un facteur important dans la survenue de ces amincissements corticaux dus au stress shielding.

Comme dans notre série, Inoue et al. (63) montre une influence du remplissage du fût par la tige sur la survenue d'amincissements corticaux, sur 147 implants huméraux à tige standard de 3^{ème} génération. Dans sa série, 86% des implants présentaient des phénomènes de résorption osseuse, et 18% présentaient des zones de disparition complète de la corticale. Langhor et al. (64) démontrent également l'intérêt de l'utilisation de tailles d'implants réduites, dans une analyse des éléments finis sur un modèle de tiges courtes, pour réduire les phénomènes de stress shielding.

Nous pensons donc que dans le cadre de l'utilisation de prothèses à tige courte, le choix de la taille de l'implant doit s'orienter vers les tailles les plus petites, sans aller au détriment de la stabilité de l'implant et de la fixation primaire.

Nous retrouvons dans notre série significativement plus de lignes condensantes sous la calotte prothétique dans les prothèses sans tige que dans les prothèses à tige courte. Nous considérons cette modification radiologique comme une adaptation physiologique de l'os spongieux au niveau de la surface de coupe, et non comme un phénomène pathologique. La différence entre les deux groupes est probablement due à la visibilité variable de cette ligne condensante en fonction des incidences radiologiques. La fréquence de lignes de condensation dans le groupe Ascend Flex est probablement sous estimée, notamment par le fait de l'encombrement de la tige en zone métaphysaire sur les radiographies, qui peut masquer cette zone selon l'incidence.

Contrairement aux amincissements corticaux, les ostéolyses autour de l'implant survenaient dans les deux groupes de notre étude. Ils concernaient 61% des prothèses à tige courte, et 45% des prothèses sans tige, sans que la différence entre les deux groupes ne soit significative. La localisation principale de ces ostéolyses était au niveau du calcar, comme l'ont également fait remarqué d'autres auteurs (19,23,63).

Aucun facteur de risque de survenue de ces phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant n'a pu être dégagé de manière significative dans notre étude en analyse univariée. On note néanmoins une prédominance féminine dans les cas où un phénomène d'ostéolyse est présent (65% contre 52%), un âge un peu plus élevé (69 ans contre 65 ans), et le côté dominant atteint prédominant (62% contre 45%).

L'unique type de remaniement radiologique retrouvé dans les prothèses sans tige était les ostéolyses du calcar.

Une étude tomoscintigraphique in vivo, réalisée par Berth et al. (65) en 2016 sur des prothèses Affinis Short, a démontré que la fixation primaire était atteinte au bout de 3 mois post-opératoire, avec une bonne ostéointégration, sur cet implant sans tige, dont la corolle est une surface poreuse, recouverte de phosphate de calcium.

Les ostéolyses de type A, présentes sur 28% des prothèses stemless, ne s'étendent pas au-delà de la corolle de fixation de l'implant, et ne sont donc pas préoccupantes sur la qualité de fixation de l'implant. A l'opposé, les ostéolyses de type B et C, présentes sur 17% des implants stemless interrogent sur la possible survenue de déscollement huméral à plus long terme. Ce risque semble d'autant plus important que la seule tenue de ces implants est métaphysaire. Au dernier recul, ces patients atteints d'ostéolyses de type B et C ne présentaient pas de retentissement clinique, et aucun critère radiologique de déscollement (enfouissement, déplacement en varus ou en valgus).

Comme l'évoquent Inoue et al. (63), la localisation préférentielle au niveau du calcar de ces phénomènes d'ostéolyses pourraient être expliquée par le fait que le calcar est une zone dépourvue d'insertions musculaires, contrairement aux grande et petite tubérosités, sièges de l'insertion des muscles de la coiffe des rotateurs. En effet, les forces de traction musculaire sur leur insertion osseuse entraînent des contraintes transmises à l'os par l'intermédiaire de l'enthèse. La zone du calcar dans le cas d'une arthroplastie ne serait donc

ni soumise aux forces de compression, qui sont court-circuitées par l'implant, ni à des forces de traction musculaire, et serait donc plus à risque de résorption osseuse, par phénomène de stress shielding.

Si on s'intéresse aux implants glénoïdiens, on remarque que les liserés étaient statistiquement plus importants dans les Affinis Short, mais la présence de ces liserés est fortement liée à la durée du recul, comme nous le montre notre analyse en sous-groupe sur les 49 prothèses totales de la série, et il existe une durée de suivi significativement plus longue pour ces prothèses stemless.

Pour le groupe des prothèses stemless, on retrouve des liserés glénoïdiens significativement plus importants pour les prothèses totales présentant une ostéolyse du calcar. Ce lien est également retrouvé dans la série globale sur la survenue d'ostéolyses autour de l'implant, mais de manière non significative.

Il semblerait donc que la survenue de ces ostéolyses soit influencée par le degré de déscollement glénoïdien, ou du moins la présence de liserés radiologiques autour de l'implant glénoïdien.

Raiss et al. (5) publient en 2014 une série de 395 prothèses totales et hémiarthroplasties pour omarthrose primitive, avec l'utilisation de tiges standards cimentées et non cimentées, au recul moyen de 8,2 ans. Ils distinguent les phénomènes d'ostéolyse des phénomènes de stress-shielding. Dans leur série, il existait 43% d'ostéolyses de la grande tubérosité et 43% d'ostéolyses du calcar. Ces phénomènes étaient retrouvés uniquement dans les prothèses totales, et étaient plus fréquents dans les implants glénoïdiens en polyéthylène cimentés présentant un déscollement, et dans les prothèses présentant une usure de l'insert en polyéthylène pour les implants glénoïdiens metal-back. Seulement 1% de déscollement de l'implant huméral était retrouvé.

Pour Raiss et al., les débris d'usure de polyéthylène ou de ciment sont donc responsables des phénomènes d'ostéolyse métaphysaires autour de l'implant huméral

La capacité des débris d'usure de polyéthylène à produire des réactions macrophagiques sur l'os périprothétique, entraînant des ostéolyses est un phénomène déjà décrit dans les arthroplasties de hanche et de genou. (66,67)

Wirth et al. (17) retrouvent ces débris de polyéthylène sur des analyses histologiques de membranes périprothétique sur des prothèses totales d'épaule retirées pour déscollement aseptique huméral en lien avec des phénomènes d'ostéolyse.

Abu-Amer et al. décrivent les cascades inflammatoires impliquant les ostéolyses à partir des débris d'usure. Cette cascade inflammatoire met en jeu des cytokines, qui activent la différenciation ostéoclastique et favorise la survenue d'ostéolyses. Cela ouvre la voie à d'éventuels traitements médicamenteux bloquant ces réactions, pour diminuer la survenue d'ostéolyse. (18)

Bell et al. (19) publient en 2019 une série de 62 prothèses totales d'épaule, étudiant les ostéolyses autour de l'implant huméral, en comparant la même prothèse stemless en céramique que notre étude, avec une tige standard en métal. Leur effectif était de 39 prothèses à tige standard, et 23 prothèses stemless, avec un recul moyen de 66 mois (56-

76), pour un âge moyen au moment de la chirurgie de 67,9 ans. Cette étude a l'avantage de comparer ces deux types d'implants huméraux, avec l'utilisation du même implant glénoïdien à plot, en polyéthylène cimenté, pour les deux types de prothèse. Cependant, le couple de frottement est différent (Céramique vs Métal).

Dans leur analyse radiologique, ils mesurent l'ostéolyse métaphysaire sur des radiographies standard, en classant les résultats en 4 grades selon l'importance de cette ostéolyse. Ils précisent la localisation de ces ostéolyses selon 6 zones métaphysaires, sur la face et le profil. Ils rapportent une ostéolyse autour de l'implant huméral dans 56% des PTE, avec plus d'ostéolyse humérale pour les prothèses à tige standard (72%), que pour les prothèses stemless (30%). Comme nous l'avons aussi remarqué, la zone où l'ostéolyse est la plus fréquente et la plus sévère se situe au niveau du calcar.

Ils apportent une explication tribologique au fait qu'il y ait plus d'ostéolyses dans les prothèses à tige standard que dans la prothèse stemless. En effet, la tête de la stemless étant en céramique, ce type d'interface diminue la friction avec le polyéthylène, et donc les débris d'usure, par rapport à une interface métal-polyéthylène.(68)

Nous n'avons pas retrouvé ces résultats dans notre étude, mais il est possible que la différence de recul entre nos deux groupes explique cette différence. En effet, dans le couple metal-polyethylene, le recul est moins important, et de ce fait, l'usure du polyéthylène est inférieure.

Nous pensons donc que ces ostéolyses peuvent en partie être expliquées par des phénomènes de réaction macrophagique aux débris d'usure de la glène.

Cependant, cette affirmation est contredite par le fait qu'il existe également dans notre série plus de 50% de phénomènes d'ostéolyse dans les hémiarthroplasties.

L'ostéoporose ainsi que la polyarthrite rhumatoïde, faisant baisser la densité minérale osseuse, peuvent augmenter le risque d'ostéolyse autour de l'implant, et de fractures périprothétiques .(16,69,70)

Ce n'était pas le cas dans notre série, qui comprenaient 18% de patients ostéoporotiques d'après des critères cliniques et radiologiques. La présence d'une ostéoporose n'influaient pas sur la survenue de phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant, ni sur la survenue d'amincissements corticaux dans les prothèses à tige courte. Une seule fracture périprothétique est survenue dans notre série, en per-opératoire, sur un cal vicieux de l'humérus proximal, chez une patiente n'ayant pas de critère d'ostéoporose.

Jordan et al.(70) publient en 2019 une série de 35 patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, qui ont bénéficié d'une arthroplastie totale ou d'une hémiarthroplastie avec l'utilisation d'implants Affinis Short. Ils comparent ces patients à un groupe contrôle de patients traités avec le même implant, pour des omarthroses primitives ou post-traumatiques. 19 patients avaient un recul supérieur à 2 ans. Les résultats cliniques étaient bons et comparables dans les deux groupes. Radiologiquement, il existait significativement plus d'ostéolyses chez les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde, et les radiographies de 3 patients montrent une ostéolyse très avancée. Un patient a du bénéficié d'une reprise chirurgicale pour un niveau d'ostéolyse jugé trop à risque de déscollement.

En 2014, Spormann et al. (62) étudient 132 tiges standards non cimentées, dont 37 pour omarthrose post-traumatique, au recul moyen de 5 ans. Le risque de résorption osseuse était 3,1 fois plus élevé dans le cas des omarthroses post-traumatiques.

Même si la taille de notre effectif ne nous permet pas de le prouver statistiquement, nous avons également constaté un nombre de remaniements beaucoup plus élevés chez les patients opérés sur cal vicieux de l'extrémité proximale de l'humérus.

La présence de modifications radiologiques et leur intensité n'avait pas d'influence sur les résultats cliniques dans notre série.

Au dernier recul, on constatait une amélioration significative des résultats cliniques par rapport aux données préopératoires, sur le score de Constant (36 points (12-69) contre 77 points (26-96)) et le SSV(35%(10-60) contre 83% (20-100)).

Les résultats étaient donc considérés comme excellents, avec un score de Constant moyen au dernier recul supérieur à 75/100, et une évaluation subjective par le SSV à plus de 80%. Plus de 95% des patients étaient satisfaits ou très satisfaits au dernier recul.

Il n'existait pas de différence significative entre les deux types de prothèse, sur les scores de Constant et le SSV au dernier recul.

Ces résultats sont similaires à ceux des prothèses de 3^{ème} génération (2,3,6–9) qui sont toujours le gold standard, ce qui confirme notre hypothèse secondaire. Cette équivalence est retrouvée dans la plus part des séries évaluant les résultats des prothèses stemless (19,34–37,39,45,46,71) et short stem (22,24,25,27,29,31).

Nous n'avons pas relevé de différence de résultats cliniques et radiologiques entre les hémiarthroplasties et les arthroplasties totales.

Gartsman et al. (72) a comparé prothèses totales et hémiarthroplasties dans une étude prospective randomisée, sur 51 épaules. Les résultats cliniques sont globalement meilleurs pour les prothèses totales, mais la seule donnée significative était une meilleure amélioration sur la douleur.

En 2004, Sperling et al. (73) compare chez des patients de moins de 50 ans, les résultats de 62 hémiarthroplasties et 28 prothèses totales, à 16,8 ans de recul moyen. Il n'existait pas de différence entre les deux groupes sur l'amélioration de la douleur, l'abduction et la rotation externe. Il y avait significativement plus de résorption osseuse humérale dans les prothèses totales. Cependant, il existait un taux de reprises des hémiarthroplasties pour glénoïdite non négligeable, avec un taux de survie de 75% à 20 ans.

Plus récemment, Heuberger et al. (37) retrouve également des résultats fonctionnels significativement meilleurs pour les prothèses totales, avec néanmoins de bons résultats, non affectés par les 37% de remaniements radiologiques.

Le taux de complication de notre série était de 7%, la grande majorité étant des ruptures secondaires de la coiffe des rotateurs, survenus en moyenne à 40,2 mois de la chirurgie initiale. 3 patients sur 4 ont bénéficié d'une reprise chirurgicale par PTEI.

L'incidence des ruptures de coiffes après prothèses anatomiques d'épaule est probablement plus importante, et n'est pas forcément symptomatique. Nous n'avons pas analysé la migration supérieure de l'humérus dans notre série.

Young et al. (74) retrouvent 29,7% de subluxation supérieure à 8,5 ans de recul dans leur série de 518 tiges standards de 3^{ème} génération. Dans une série plus récente de 49 prothèses

stemless à 9 ans de recul, Hawi et al. (35) retrouvent 14,7% de migration supérieure de l'implant huméral, seulement 2 patients ont dû bénéficier d'une reprise chirurgicale : 1 pour transfert de grand pectoral, l'autre pour PTEI.

Melis et al. (75) présentent en 2012 une série évaluant les résultats de 37 reprises de prothèses totales anatomiques par PTEI, à 75,3 mois de la chirurgie initiale en moyenne. Sur 37 patients réopérés pour faillite de l'implant glénoïdien, 24 présentaient une rupture secondaire de la coiffe des rotateurs. La reprise par PTEI était une bonne solution, pour compenser à la fois la perte osseuse glénoïdienne, et la déficience de la coiffe des rotateurs.

Notre étude présentait un certain nombre de limites.

Le recul plus faible des prothèses à tige courte (44,41 mois (24-74)) par rapport aux prothèses sans tige (83,28 mois (26-120)) a pu sous-estimer de potentielles modifications radiologiques ou complications qui seraient survenues plus tard dans le suivi.

Il existait également une différence d'âge significative entre les deux groupes : 70 ans en moyenne pour les stemless, contre 65 ans pour les short stem.

L'analyse radiographique sur des radiographies standards, provenant de différents centres et sur des supports différents a pu être perturbée. Il existait également une variabilité d'incidences des radiographies, pouvant rendre leur interprétation difficile. Peut-être qu'une analyse scannographique serait plus précise.

Conclusion

Les deux types d'implants huméraux utilisés offrent des solutions fiables dans le traitement des omarthroses et ostéonécroses humérales, avec des résultats cliniques excellents, et comparables au gold standard, et une absence de déscollement huméral à un recul moyen de 5 ans.

D'une manière générale, nous avons montré qu'il existait plus de remaniements osseux métaphysaires à moyen terme, avec l'utilisation de prothèses à tige courte, par rapport aux prothèses sans tige, sans pour autant diminuer les résultats cliniques et fonctionnels.

Contrairement aux prothèses Ascend Flex, nous n'avons pas constaté de phénomènes d'amincissements corticaux huméraux d'origine mécanique, sur les prothèses stemless Affinis Short. L'utilisation de prothèses sans tige permet donc de supprimer le phénomène de stress shielding. Cependant, nous avons constaté des phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant, d'origine probablement macrophagique, dans les deux types de prothèse. Dans les prothèses stemless, ce phénomène d'ostéolyse intéresse de manière exclusive la région du calcar.

L'intensité de ces ostéolyses chez certains patients pourraient faire craindre la survenue de déscollements huméraux dans l'avenir, et nécessitent une surveillance accrue.

Bien qu'aucun facteur de risque de survenue de ces ostéolyses n'ait pu être dégagé de manière significative dans notre étude, nous pensons qu'elles pourraient être en lien avec des réactions macrophagiques aux débris de polyéthylène. Nous avons mis en évidence un lien significatif entre l'importance de liserés glénoïdiens radiologiques, par le score de Lazarus, et la survenue d'ostéolyses du calcar dans l'échantillon de prothèses sans tige.

Il serait intéressant d'étudier spécifiquement ce lien entre implant glénoïdien et survenue d'ostéolyses macrophagiques au cours de prochains travaux.

Bibliographie

1. Neer CS. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* janv 1974;56(1):1-13.
2. Deshmukh AV, Koris M, Zurakowski D, Thornhill TS. Total shoulder arthroplasty: Long-term survivorship, functional outcome, and quality of life. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 sept 2005;14(5):471-9.
3. Khan A, Bunker TD, Kitson JB. Clinical and radiological follow-up of the Aequalis third-generation cemented total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 1 déc 2009;91-B(12):1594-600.
4. Raiss P, Schmitt M, Bruckner T, Kasten P, Pape G, Loew M, et al. Results of cemented total shoulder replacement with a minimum follow-up of ten years. *J Bone Joint Surg Am.* 5 déc 2012;94(23):e1711-1710.
5. Raiss P, Edwards TB, Deutsch A, Shah A, Bruckner T, Loew M, et al. Radiographic changes around humeral components in shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2 avr 2014;96(7):e54.
6. Verborgt O, El-Abiad R, Gazielly DF. Long-term results of uncemented humeral components in shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 mai 2007;16(3):S13-8.
7. Werthel J-D, Lonjon G, Jo S, Cofield R, Sperling JW, Elhassan BT. Long-term outcomes of cemented versus cementless humeral components in arthroplasty of the shoulder. *Bone Jt J.* 1 mai 2017;99-B(5):666-73.
8. Mansat P, Mansat M, Bellumore Y, Rongières M, Bonneville P. [Mid-term results of shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* oct 2002;88(6):544-52.
9. Raiss P, Bruckner T, Rickert M, Walch G. Longitudinal Observational Study of Total Shoulder Replacements with Cement. *J Bone Jt Surg.* 1 févr 2014;96(3):198-205.
10. Singh JA, Sperling JW, Cofield RH. Revision surgery following total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1 nov 2011;93-B(11):1513-7.
11. Van Thiel GS, Halloran JP, Twigg S, Romeo AA, Nicholson GP. The vertical humeral osteotomy for stem removal in revision shoulder arthroplasty: results and technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 déc 2011;20(8):1248-54.
12. Sahota S, Sperling JW, Cofield RH. Humeral windows and longitudinal splits for component removal in revision shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 oct 2014;23(10):1485-91.
13. Favard L. Revision of total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 1 févr 2013;99(1, Supplement):S12-21.
14. Johnston PS, Creighton RA, Romeo AA. Humeral component revision arthroplasty: outcomes of a split osteotomy technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 avr 2012;21(4):502-6.
15. Werner BS, Abdelkawi AF, Boehm D, Hudek R, Plumhoff P, Burkhart KJ, et al. Long-term analysis of revision reverse shoulder arthroplasty using cemented long stems. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 févr 2017;26(2):273-8.
16. Nagels J, Stokdijk M, Rozing PM. Stress shielding and bone resorption in shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 janv 2003;12(1):35-9.
17. Wirth MA, Agrawal CM, Mabrey JD, Dean DD, Blanchard CR, Miller MA, et al. Isolation and characterization of polyethylene wear debris associated with osteolysis following total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* janv 1999;81(1):29-37.
18. Abu-Amer Y, Darwech I, Clohisy JC. Aseptic loosening of total joint replacements: mechanisms underlying osteolysis and potential therapies. *Arthritis Res Ther.* 2007;9(Suppl 1):S6.
19. Bell SN, Christmas MUSI, Coghlan JA. Proximal humeral osteolysis and glenoid radiolucent lines in an anatomic shoulder arthroplasty: a comparison of a ceramic and a metal humeral head component. *J Shoulder Elbow Surg.* 31 déc 2019;
20. Razfar N, Reeves JM, Langohr DG, Willing R, Athwal GS, Johnson JA. Comparison of proximal humeral bone stresses between stemless, short stem, and standard stem length: a finite element analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2016;25(7):1076-83.
21. Routman HD, Becks L, Roche CP. Stemless and Short Stem Humeral Components in Shoulder Arthroplasty. *Bull Hosp Jt Dis* 2013. déc 2015;73 Suppl 1:S145-147.
22. Casagrande DJ, Parks DL, Torngren T, Schruppf MA, Harmsen SM, Norris TR, et al.

- Radiographic evaluation of short-stem press-fit total shoulder arthroplasty: short-term follow-up. J Shoulder Elbow Surg. 1 juill 2016;25(7):1163-9.*
23. Denard PJ, Noyes MP, Walker JB, Shishani Y, Gobezie R, Romeo AA, et al. Radiographic changes differ between two different short press-fit humeral stem designs in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg. 1 févr 2018;27(2):217-23.*
 24. Denard PJ, Noyes MP, Walker JB, Shishani Y, Gobezie R, Romeo AA, et al. Proximal stress shielding is decreased with a short stem compared with a traditional-length stem in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg. 1 janv 2018;27(1):53-8.*
 25. Jost PW, Dines JS, Griffith MH, Angel M, Altchek DW, Dines DM. Total Shoulder Arthroplasty Utilizing Mini-Stem Humeral Components: Technique and Short-Term Results. *HSS J* ®. 1 oct 2011;7(3):213-7.
 26. Raiss P, Schnetzke M, Wittmann T, Kilian CM, Edwards TB, Denard PJ, et al. Postoperative radiographic findings of an uncemented convertible short stem for anatomic and reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg. 22 nov 2018;*
 27. Romeo AA, Thorsness RJ, Sumner SA, Gobezie R, Lederman ES, Denard PJ. Short-term clinical outcome of an anatomic short-stem humeral component in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg. 1 janv 2018;27(1):70-4.*
 28. Schnetzke M, Coda S, Raiss P, Walch G, Loew M. Radiologic bone adaptations on a cementless short-stem shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg. avr 2016;25(4):650-7.*
 29. Schnetzke M, Rick S, Raiss P, Walch G, Loew M. Mid-term results of anatomical total shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis using a short-stemmed cementless humeral component. *Bone Jt J. 01 2018;100-B(5):603-9.*
 30. Schnetzke M, Wittmann T, Raiss P, Walch G. Short-term results of a second generation anatomic short-stem shoulder prosthesis in primary osteoarthritis. *Arch Orthop Trauma Surg. 21 sept 2018;*
 31. Szerlip BW, Morris BJ, Laughlin MS, Kilian CM, Edwards TB. Clinical and radiographic outcomes after total shoulder arthroplasty with an anatomic press-fit short stem. *J Shoulder Elbow Surg. 1 janv 2018;27(1):10-6.*
 32. Bell SN, Coghlan JA. Short stem shoulder replacement. *Int J Shoulder Surg. juill 2014;8(3):72-5.*
 33. Churchill RS. Stemless shoulder arthroplasty: current status. *J Shoulder Elbow Surg. sept 2014;23(9):1409-14.*
 34. Habermeyer P, Lichtenberg S, Tauber M, Magosch P. Midterm results of stemless shoulder arthroplasty: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg. 1 sept 2015;24(9):1463-72.*
 35. Hawi N, Magosch P, Tauber M, Lichtenberg S, Habermeyer P. Nine-year outcome after anatomic stemless shoulder prosthesis: clinical and radiologic results. *J Shoulder Elbow Surg. sept 2017;26(9):1609-15.*
 36. Hawi N, Tauber M, Messina MJ, Habermeyer P, Martetschläger F. Anatomic stemless shoulder arthroplasty and related outcomes: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord. 30 2016;17(1):376.*
 37. Heuberer PR, Brandl G, Pauzenberger L, Laky B, Kriegleder B, Anderl W. Radiological changes do not influence clinical mid-term outcome in stemless humeral head replacements with hollow screw fixation: a prospective radiological and clinical evaluation. *BMC Musculoskelet Disord. 22 2018;19(1):28.*
 38. Harmer L, Throckmorton T, Sperling JW. Total shoulder arthroplasty: are the humeral components getting shorter? *Curr Rev Musculoskelet Med. 22 janv 2016;9(1):17-22.*
 39. Huguet D, DeClercq G, Rio B, Teissier J, Zipoli B, TESS Group. Results of a new stemless shoulder prosthesis: radiologic proof of maintained fixation and stability after a minimum of three years' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg. sept 2010;19(6):847-52.*
 40. Huguet D, Rio B, Tessier J, Zippoli B. Prothèse humérale sans tige : résultats préliminaires à plus de deux ans de recul. *Rev Chir Orthopédique Traumatol. 1 juin 2009;95(4, Supplement):97-100.*
 41. Kadum B, Hassany H, Wadsten M, Sayed-Noor A, Sjöden G. Geometrical analysis of stemless shoulder arthroplasty: a radiological study of seventy TESS total shoulder prostheses. *Int Orthop. avr 2016;40(4):751-8.*
 42. Maier MW, Lauer S, Klotz MC, Bühlhoff M, Spranz D, Zeifang F. Are there differences between

- stemless and conventional stemmed shoulder prostheses in the treatment of glenohumeral osteoarthritis? *BMC Musculoskelet Disord.* 1 oct 2015;16:275.
43. Mariotti U, Motta P, Stucchi A, Ponti di Sant'Angelo F. Stemmed versus stemless total shoulder arthroplasty: a preliminary report and short-term results. *Musculoskelet Surg.* déc 2014;98(3):195-200.
 44. Santos B, Quental C, Folgado J, Sarmiento M, Monteiro J. Bone remodelling of the humerus after a resurfacing and a stemless shoulder arthroplasty. *Clin Biomech.* 1 nov 2018;59:78-84.
 45. Spranz DM, Bruttel H, Wolf SI, Zeifang F, Maier MW. Functional midterm follow-up comparison of stemless total shoulder prostheses versus conventional stemmed anatomic shoulder prostheses using a 3D-motion-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 21 nov 2017;18(1):478.
 46. Uschok S, Magosch P, Moe M, Lichtenberg S, Habermeyer P. Is the stemless humeral head replacement clinically and radiographically a secure equivalent to standard stem humeral head replacement in the long-term follow-up? A prospective randomized trial. *J Shoulder Elbow Surg.* févr 2017;26(2):225-32.
 47. Berth A, Pap G. Stemless shoulder prosthesis versus conventional anatomic shoulder prosthesis in patients with osteoarthritis. *J Orthop Traumatol.* 1 mars 2013;14(1):31-7.
 48. Brunner UH, Fruth M, Rückl K, Magosch P, Tauber M, Resch H, et al. Die schafffreie Eclipse-Prothese – Indikation und mittelfristige Ergebnisse. *Obere Extrem.* 1 mars 2012;7(1):22-8.
 49. Tingart MJ, Apreleva M, von Stechow D, Zurakowski D, Warner JJ. The cortical thickness of the proximal humeral diaphysis predicts bone mineral density of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* mai 2003;85(4):611-7.
 50. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop.* janv 1987;(214):160-4.
 51. Gilbert MK, Gerber C. Comparison of the subjective shoulder value and the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg.* déc 2007;16(6):717-21.
 52. Chelli M, Levy Y, Lavoué V, Clowez G, Gonzalez J-F, Boileau P. L'« Auto-Constant » : peut-on estimer le score de Constant-Murley à l'aide d'un auto-questionnaire ? Étude pilote. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* 1 avr 2019;105(2):149-54.
 53. Denard PJ, Raiss P, Gobezie R, Edwards TB, Lederman E. Stress shielding of the humerus in press-fit anatomic shoulder arthroplasty: review and recommendations for evaluation. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 juin 2018;27(6):1139-47.
 54. Sperling JW, Cofield RH, O'Driscoll SW, Torchia ME, Rowland CM. Radiographic assessment of ingrowth total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 nov 2000;9(6):507-13.
 55. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* mars 1979;86(2):420-8.
 56. Reliability of Measurement. In: *The Design and Analysis of Clinical Experiments* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2011 [cité 13 mai 2020]. p. 1-32. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118032923.ch1>
 57. Lazarus MD, Jensen KL, Southworth C, Matsen FA. The radiographic evaluation of keeled and pegged glenoid component insertion. *J Bone Joint Surg Am.* juill 2002;84(7):1174-82.
 58. Dujovne AR, Bobynd JD, Krygier JJ, Miller JE, Brooks CE. Mechanical compatibility of noncemented hip prostheses with the human femur. *J Arthroplasty.* févr 1993;8(1):7-22.
 59. Engh CA, Bobynd JD, Glassman AH. Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br.* janv 1987;69(1):45-55.
 60. Quental C, Folgado J, Fernandes PR, Monteiro J. Bone remodelling analysis of the humerus after a shoulder arthroplasty. *Med Eng Phys.* 1 oct 2012;34(8):1132-8.
 61. Wolff J. *The Law of Bone Remodelling* [Internet]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1986 [cité 8 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.springer.com/gp/book/9783642710339>
 62. Spormann C, Durchholz H, Audigé L, Flury M, Schwyzer H-K, Simmen BR, et al. Patterns of proximal humeral bone resorption after total shoulder arthroplasty with an uncemented rectangular stem. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2014;23(7):1028-35.
 63. Inoue K, Suenaga N, Oizumi N, Yamaguchi H, Miyoshi N, Taniguchi N, et al. Humeral bone resorption after anatomic shoulder arthroplasty using an uncemented stem. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 nov 2017;26(11):1984-9.
 64. Langohr GDG, Reeves J, Roche CP, Faber KJ, Johnson JA. The effect of short-stem humeral

- component sizing on humeral bone stress. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 avr 2020;29(4):761-7.
65. Berth A, März V, Wissel H, Awiszus F, Amthauer H, Lohmann CH. SPECT/CT demonstrates the osseointegrative response of a stemless shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* avr 2016;25(4):e96-103.
66. Schmalzried TP, Jasty M, Harris WH. Periprosthetic bone loss in total hip arthroplasty. Polyethylene wear debris and the concept of the effective joint space. *J Bone Joint Surg Am.* juill 1992;74(6):849-63.
67. Nolan JF, Bucknill TM. Aggressive granulomatosis from polyethylene failure in an uncemented knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* janv 1992;74(1):23-4.
68. Mueller U, Braun S, Schroeder S, Schroeder M, Sonntag R, Jaeger S, et al. Influence of humeral head material on wear performance in anatomic shoulder joint arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1 oct 2017;26(10):1756-64.
69. Russell LA. Osteoporosis and Orthopedic Surgery: Effect of Bone Health on Total Joint Arthroplasty Outcome. *Curr Rheumatol Rep.* 2 oct 2013;15(11):371.
70. Jordan RW, Manoharan G, Van Liefland M, Dodenhoff R, Hay SM, Kelly CP, et al. Reliability of stemless shoulder arthroplasty in rheumatoid arthritis: observation of early lysis around the humeral component. *Musculoskelet Surg.* 6 nov 2019;
71. Churchill RS, Chuinard C, Wiater JM, Friedman R, Freehill M, Jacobson S, et al. Clinical and Radiographic Outcomes of the Simpliciti Canal-Sparing Shoulder Arthroplasty System: A Prospective Two-Year Multicenter Study. *J Bone Joint Surg Am.* 6 avr 2016;98(7):552-60.
72. Gartsman GM, Roddey TS, Hammerman SM. Shoulder arthroplasty with or without resurfacing of the glenoid in patients who have osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* janv 2000;82(1):26-34.
73. Sperling JW, Cofield RH, Rowland CM. Minimum fifteen-year follow-up of Neer hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients aged fifty years or younger. *J Shoulder Elbow Surg.* déc 2004;13(6):604-13.
74. Young AA, Walch G, Pape G, Gohlke F, Favard L. Secondary rotator cuff dysfunction following total shoulder arthroplasty for primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study with more than five years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 18 avr 2012;94(8):685-93.
75. Melis B, Bonneville N, Neyton L, Lévine C, Favard L, Walch G, et al. Glenoid loosening and failure in anatomical total shoulder arthroplasty: is revision with a reverse shoulder arthroplasty a reliable option? *J Shoulder Elbow Surg.* 1 mars 2012;21(3):342-9.

Annexe : Score de Constant

Score de Constant

D'après Constant CR, Murley AHG. *A clinical method of functional assessment of the shoulder.* Clin Orthop Relat Res 1987;(214):160-4. Traduction de M. Dougados, avec son aimable autorisation.

► Fiche de recueil des résultats

Nom :		Date :				
Prénom :		Médecin traitant :				
Date de naissance :		Médecin prescripteur :				
Date				Début	Milieu	Fin
Douleur (total sur 15 points)	A. Échelle verbale 0 = intolérable 5 = moyenne 10 = modérée 15 = aucune					
	B. Échelle algométrique Soustraire le chiffre obtenu du nombre 15					
	0 _____ 15 Absence de douleur _____ douleur sévère _____					
Total		A + B / 2 (15)				
Niveau d'activités quotidiennes (total sur 10 points)	Activités professionnelles/ occupationnelles	travail impossible ou non repris gêne importante gêne moyenne gêne modérée aucune gêne	0 point 1 point 2 points 3 points 4 points			
	Activités de loisirs	impossible gêne importante gêne moyenne	0 point ; 1 point ; 2 points	gêne modérée aucune gêne	3 points 4 points	
	Gêne dans le sommeil exemple : aux changements de position	douleurs insomniantes gêne modérée aucune gêne	0 point 1 point 2 points			
Niveau de travail avec la main (total sur 10 points)	À quelle hauteur le patient peut-il utiliser sa main sans douleur et avec une force suffisante ?	taille xiphoïde	2 points ; 4 points ;	cou tête au dessus de la tête	6 points 8 points 10 points	
Mobilité (total sur 40 points)	Antépulsion (total / 10)	0°-30° 31°-60° 61°-90°	0 point 2 points 4 points	91°-120° 121°-150° >150°	6 points 8 points 10 points	
	Abduction (total / 10)	0°-30° 31°-60° 61°-90°	0 point 2 points 4 points	91°-120° 121°-150° < 150°	6 points 8 points 10 points	
	Rotation latérale (total / 10)	main derrière la tête, coude en avant main derrière la tête, coude en arrière main sur la tête, coude en avant main sur la tête, coude en arrière élévation complète depuis le sommet de la tête	2 points 4 points 6 points 8 points 10 points			
	Rotation médiale (total / 10)	dos de la main niveau fesse dos de la main niveau sacrum dos de la main niveau L3 dos de la main niveau T12 dos de la main niveau T7-T8	2 points 4 points 6 points 8 points 10 points			
Force musculaire (total sur 25 points)	Abduction isométrique (élévation antéro-latérale de 90° dans le plan de l'omoplate)	si 90° n'est pas atteint en actif si maintien de 5 s, par 500g	0 point 1 point			
Total (total sur 100 points)	Valeur absolue (en points/100)					
	Valeur pondérée (%)					

Tableau 1 : Valeur fonctionnelle normale de l'épaule selon l'indice de Constant en fonction de l'âge et du sexe.

Âge	Hommes			Femmes		
	Droit	Gauche	Moyenne	Droit	Gauche	Moyenne
21/30	97	99	98	98	96	97
31/40	97	90	93	90	91	90
41/50	86	96	92	85	78	80
51/60	94	87	90	75	71	73
61/70	83	83	83	70	61	70
71/80	76	73	75	71	64	69
81/90	70	61	66	65	64	64
91/100	60	54	56	58	50	52

Résumé

Introduction

L'arthroplastie d'épaule anatomique a fait ses preuves dans le traitement de l'omarthrose centrée à coiffe continente ou l'ostéonécrose aseptique de la tête humérale. L'impératif potentiel de reprise à long terme, et le taux élevé de complications lors de ces reprises a orienté les chirurgiens vers l'utilisation de prothèses à tiges plus courtes, pour préserver le capital osseux, et ainsi faciliter la chirurgie de reprise.

Des phénomènes de stress shielding et d'ostéolyse autour de l'implant sont observés, et il semblerait que la diminution de la taille de la tige de l'implant huméral diminue ces phénomènes.

L'objectif principal de cette étude était de comparer les remaniements osseux métaphysaires autour de deux types d'implants huméraux : implants sans tige, et à tige courte. L'objectif secondaire était d'analyser les résultats cliniques de ces deux types de prothèse.

Matériel et Méthodes

Nous avons réalisé une étude comparative bicentrique rétrospective de 68 implants huméraux dans le cadre de prothèses totales anatomiques ou d'hémiarthroplasties, utilisant des implants sans tige, et des implants à tige courte. Une analyse clinique et radiologique a été réalisée avec un recul moyen de 5,12 ans (2 – 10ans). Les résultats cliniques ont été évalués grâce aux scores de Constant et SSV, et à la satisfaction subjective des patients. L'analyse radiologique a été réalisée en divisant l'humérus proximal en 6 zones, dans lesquelles étaient relevés les amincissements corticaux, les liserés radiotransparents (RLL), les ostéolyses des tubérosités et du calcar. Les liserés radiotransparents autour de l'implant glénoïdien étaient également analysés dans les prothèses totales.

Résultats

Le groupe des prothèses stemless contenait 29 implants (âge moyen 70,5ans), le groupe des short stem comprenait 39 implants (âge moyen 64,9ans).

Les résultats cliniques étaient excellents, et comparables dans les deux groupes. Aucune tige n'était déscellée au dernier recul.

Le nombre de remaniements radiologiques huméraux était significativement plus élevé dans le groupe des prothèses à tige courte (2,79 contre 0,45 en moyenne, $p=0,0016$).

46% des short stem présentaient au moins une zone d'amincissement cortical, contre 0% des stemless ($p<0,0001$).

45% des prothèses stemless présentaient des phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant ($n=13$), dont 1/3 étaient de niveau élevé. Tous ces phénomènes touchaient spécifiquement la région du calcar. 61% des prothèses à tige courte présentaient des phénomènes d'ostéolyse de localisations variables autour de l'implant ($n=24$), dont 1/3 étaient de niveau élevé. Cette différence entre les deux groupes n'était pas significative ($p=0,1712$).

Il existait une association significative entre l'intensité des liserés radiotransparents glénoïdiens et la présence d'ostéolyse du calcar (score de Lazarus moyen 1,2 (0 - 3) dans le groupe stemless avec ostéolyse du calcar, contre 0,36 (0 – 1) dans le groupe stemless sans ostéolyse du calcar ($p=0,0346$)).

Discussion

Les résultats confirment notre hypothèse principale, puisqu'on retrouve significativement plus de remaniements osseux métaphysaires dans les prothèses à tige courte.

Nous avons distingué deux types de remaniements radiologiques : les amincissements corticaux, et les phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant.

Les amincissements corticaux, impliquaient uniquement les prothèses à tige courte, et étaient présents sur près de la moitié de ces tiges. Ils sont liés au phénomène de stress shielding. Ils sont d'autant plus importants que la tige est remplissante en métaphysaire.

Contrairement aux amincissements corticaux, les ostéolyses autour de l'implant survenaient dans les deux groupes de notre étude. Ils concernaient 61% des prothèses à tige courte, et 45% des prothèses sans tige, sans que la différence entre les deux groupes ne soit significative. Elles étaient uniquement localisées au niveau du calcar pour les prothèses stemless. Ces phénomènes d'ostéolyse semblent être associés à l'importance des liserés autour de l'implant glénoïdien dans les prothèses totales. Une explication à ces phénomènes d'ostéolyse serait la présence de réactions macrophagiques aux débris d'usure du polyéthylène de l'implant glénoïdien.

Conclusion

Les deux types d'implants huméraux utilisés offrent des solutions fiables dans le traitement des omarthroses et ostéonécroses humérales, avec des résultats cliniques excellents et une absence de déscollement huméral à un recul moyen de 5 ans.

D'une manière générale, nous avons montré qu'il existait plus de remaniements osseux métaphysaires à moyen terme, avec l'utilisation de prothèses à tige courte, par rapport aux prothèses sans tige, sans pour autant diminuer les résultats cliniques et fonctionnels.

Contrairement aux prothèses Ascend Flex, nous n'avons pas constaté de phénomènes d'amincissements corticaux huméraux d'origine mécanique, sur les prothèses stemless Affinis Short. L'utilisation de prothèses sans tige permet donc de supprimer le phénomène de stress shielding. Cependant, nous avons constaté des phénomènes d'ostéolyse autour de l'implant, d'origine probablement macrophagique, dans les deux types de prothèse. Dans les prothèses stemless, ce phénomène d'ostéolyse intéresse de manière exclusive la région du calcar.

L'intensité de ces ostéolyses chez certains patients pourraient faire craindre la survenue de déscollements huméraux dans l'avenir, et nécessitent une surveillance accrue.

Il serait intéressant d'étudier spécifiquement ce lien entre implant glénoïdien et survenue d'ostéolyses macrophagiques au cours de prochains travaux.

Abréviations

PTE : Prothèses Totale d'Épaule

IMC : Indice de Masse Corporelle

SSV : Subjective Shoulder Value

RRM : Ratio de Remplissage Métaphysaire

RLL : Radiolucent Lines (Liserés Radiotransparents)

ICC : Intraclass Correlation (Coefficient de Corrélation Intraclasse)

PTEI : Prothèse Totale d'Épaule Inversée



UNIVERSITE DE POITIERS



Faculté de Médecine et de
Pharmacie

Serment d'Hippocrate



En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

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

