



**HAL**  
open science

# Résultats à 2 ans de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche en 2 temps pour infection de site opératoire

Thomas Nicolai

► **To cite this version:**

Thomas Nicolai. Résultats à 2 ans de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche en 2 temps pour infection de site opératoire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04261440

**HAL Id: dumas-04261440**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04261440v1>**

Submitted on 27 Oct 2023

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

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



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Résultats à 2 ans de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche en 2 temps pour infection de site opératoire**

# **T H E S E     A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 18 Octobre 2023**

**Par Monsieur Thomas NICOLAÏ**

**Né le 13 mars 1994 à Strasbourg (67)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur ARGENSON Jean-Noël**

**Président**

**Monsieur le Professeur FLECHER Xavier**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur OLLIVIER Matthieu**

**Assesseur**

**Madame le Docteur LE BARON Marie**

**Directeur**





Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Résultats à 2 ans de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche en 2 temps pour infection de site opératoire**

# **T H E S E     A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 18 Octobre 2023**

**Par Monsieur Thomas NICOLAÏ**

**Né le 13 mars 1994 à Strasbourg (67)**

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

**D.E.S. de CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur ARGENSON Jean-Noël**

**Président**

**Monsieur le Professeur FLECHER Xavier**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur OLLIVIER Matthieu**

**Assesseur**

**Madame le Docteur LE BARON Marie**

**Directeur**

# UNIVERSITE D'AIX-MARSEILLE

**Président : Yvon BERLAND**

## FACULTE DE MEDECINE

**Doyen : Georges LEONETTI**

**Vice-Doyen aux Affaires Générales : Patrick DESSI**  
**Vice-Doyen aux Professions Paramédicales : Philippe BERBIS**

**Asseseurs :**

- \* aux Etudes : Jean-Michel VITON
- \* à la Recherche : Jean-Louis MEGE
- \* aux Prospectives Hospitalo-Universitaires : Frédéric COLLART
- \* aux Enseignements Hospitaliers : Patrick VILLANI
- \* pour le Département Professionnel Continu : Fabrice BARLESI
- \* pour le Secteur Nord : Christian BRUNET

**Chargés de mission :**

- \* 1<sup>er</sup> cycle : Jean-Marc DURAND et Marc BARTHET
- \* 2<sup>ème</sup> cycle : Marie-Aleth RICHARD
- \* 3<sup>ème</sup> cycle DES/DESC : Gilles BOUVENOT et Pierre-Edouard FOURNIER
- \* Licences-Masters-Doctorat : Pascal ADALIAN
- \* DU-DIU : Gérard SEBAHOUN
- \* Sciences Humaines et Sociales : Pierre LE COZ
- \* Préparation à l'ECN : Stéphane BERDAH
- \* Démographie Médicale et Filiarisation : Roland SAMBUC
- \* Relations Internationales : Philippe PAROLA
- \* DPC Spécialités Médicales : Gilbert HABIB
- \* DPC Spécialités Chirurgicales : Jean-Luc JOUVE
- \* DPC Médecine Générale : Yves FRANCES
- \* DPC Paramédicaux : Catherine METZLER/GUILLEMAIN
- \* Personnel BIATSS : Emmanuelle CHARAFFE-JAUFFRET
- \* Etudiants : Lola LOUSSERT

**Chef des services généraux :**

- \* Pascale SOLO

**Chefs de service :**

- \* Communication : Ghislaine HANCY
- \* Examens : Marie-Thérèse ZAMMIT
- \* Scolarité Pédagogique : Christine GAUTHIER
- \* Maintenance : Philippe KOCK
- \* Intérieur : Joëlle FRAVEGA

### DOYENS HONORAIRES

M. Yvon BERLAND  
M. André ALI CHERIF  
M. Jean-François PELLISSIER

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	GEROLAMI-SANTANDREA André
	ALDIGHERI René		GIUDICELLI Roger
	ALLIEZ Bernard		GIUDICELLI Sébastien
	AQUARON Robert		GOUDARD Alain
	ARGEME Maxime		GOUIN François
	ASSADOURIAN Robert		GRIMAUD Charles
	BAILLE Yves		GRISOLI François
	BARDOT André		GROULIER Pierre
	BERARD Pierre		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BERGOIN Maurice		HASSOUN Jacques
	BERNARD Dominique		HEIM Marc
	BERNARD Pierre-Marie		HOUEL Jean
	BERTRAND Edmond		HUGUET Jean-François
	BISSET Jean-Pierre		JAQUET Philippe
	BLANC Bernard		JOUVE Paulette
	BONNEAU Henri		JUHAN Claude
	BONNOIT Jean		JUIN Pierre
	BORY Michel		KAPHAN Gérard
	BOURGEADE Augustin		KASBARIAN Michel
	BOUTIN Christian		KHALIL Richard
	BOUVENOT Gilles		KLEISBAUER Jean-Pierre
	BOUYALA Jean-Marie		LACHARD Jean
	BREMOND Georges		LAFFARGUE Pierre
	BRICOT René		LEVY Samuel
	BUREAU Henri		LOUCHET Edmond
	CAMBOULIVES Jean		LOUIS René
	CANNONI Maurice		LUCIANI Jean-Marie
	CARCASSONNE Yves		MAGALON Guy
	CARTOUZOU Guy		MAGNAN Jacques
	CHAMLIAN Albert		MALLAN- MANCINI Josette
	CHARREL Michel		MALMEJAC Claude
	CHOUX Maurice		MATTEI Jean François
	CIANFARANI François		MERCIER Claude
	CLEMENT Robert		METGE Paul
	CODACCIONI Jean-Louis		MICHOTEY Georges
	COMBALBERT André		MILLET Yves
	CORRIOL Jacques		MIRANDA François
	COTTE Gérard		MONFORT Gérard
	DALMAS Henri		MONGES André
	DESANTI Etienne		MONGIN Maurice
	DEVIN Robert		MONTIES Jean-Raoul
	DEVRED Philippe		NICOLI René
	DJIANE Pierre		NOIRCLERC Michel
	DONNET Vincent		OLMER Michel
	DUCASSOU Jacques		OREHEK Jean
	DUFOUR Michel		PAPY Jean-Jacques
	FARISSE Jacques		PAULIN Raymond
	FARNARIER Georges		PELLET William
	FAVRE Roger		PELOUX Yves
	FIECHI Marius		PENAUD Antony
	FIGARELLA Jacques		PENE Pierre
	FRANCOIS Georges		PERRIMOND Henri
	FUENTES Pierre		PIANA Lucien
	GABRIEL Bernard		PICAUD Robert
	GALINIER Louis		PIGNOL Fernand
	GALLAIS Hervé		POGGI Louis
	GAMERRE Marc		PONCET Michel
	GARCIN Michel		POYEN Danièle
	GASCARD Emile		PRIVAT Yvan
	GAUTHIER André		QUILICHINI Francis
	GERARD Raymond		RANQUE Jacques

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM RANQUE Philippe  
REBOUD Eugène  
RICHAUD Christian  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUF Henri  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Henry  
SARLES Jean-Claude  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITE Raymond  
SERRATRICE Georges  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TOURNIGAND Pierre  
TRIFAUD André  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIGOUROUX Robert  
WEILLER Pierre-Jean

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017



## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI Aubert	CHIARONI Jacques	GRANEL/REY Brigitte
ALBANESE Jacques	CHARPIN Denis	GRILLO Jean-Marie
ALESSANDRINI Pierre <i>Surnombre</i>	CHAUMOITRE Kathia	GRIMAUD Jean-Charles
ALIMI Yves	<i>CHAUVEL Patrick Surnombre</i>	GROB Jean-Jacques
AMABILE Philippe	CHINOT Olivier	GUEDJ Eric
AMBROSI Pierre	CHOSSEGROS Cyrille	GUIEU Régis
ARGENSON Jean-Noël	CLAVERIE Jean-Michel	GUIS Sandrine
ASTOUL Philippe	COLLART Frédéric	GUYE Maxime
ATTARIAN Shahram	<i>CONTE-DEVOLX Bernard Surnombre</i>	GUYOT Laurent
AUDOUIN Bertrand	COSTELLO Régis	GUYSS Jean-Michel
<i>AUFFRAY Jean-Pierre Surnombre</i>	<i>COULANGE Christian Surnombre</i>	HABIB Gilbert
AUQUIER Pascal	COWEN Didier	HARDWIGSEN Jean
AUTILLO/TOUATI Amapola	CRAVELLO Ludovic	HARLE Jean-Robert
AVIERINOS Jean-François	CUISSET Thomas	HEIM Marc
AZORIN Jean-Michel	CURVALE Georges	HOFFART Louis
AZULAY Jean-Philippe	DA FONSECA David	HOUVENAEGHEL Gilles
BAILLY Daniel	DANIEL Laurent	JACQUIER Alexis
BARDOT Jacques	DARMON Patrice	<i>JAMMES Yves Surnombre</i>
BARLESI Fabrice	D'ERCOLE Claude	JOLIVET/BADIER Monique
BARLIER-SETTI Anne	D'JOURNO Xavier	JOUVE Jean-Luc
BARTHET Marc	DE LAGAUSIE Pascal	KAPLANSKI Gilles
BARTOLI Jean-Michel	<i>DE MICCO Philippe Surnombre</i>	KARSENTY Gilles
BARTOLI Michel	DEHARO Jean-Claude	KERBAUL François
BARTOLIN Robert	DELARQUE Alain	KREITMANN Bernard
BARTOLOMEI Fabrice	DELPERO Jean-Robert	LAFFORGUE Pierre
BASTIDE Cyrille	DENIS Danièle	LANCON Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DESSEIN Alain	LA SCOLA Bernard
BERBIS Philippe	DESSI Patrick	LAUGIER René
BERDAH Stéphane	DISDIER Patrick	LAUNAY Franck
BERLAND Yvon	DODDOLI Christophe	LAVIEILLE Jean-Pierre
BERNARD Jean-Louis	DRANCOURT Michel	LE CORROLLER Thomas
BERNARD Jean-Paul	DUBUS Jean-Christophe	LE TREUT Yves-Patrice
BEROUD Christophe	DUFFAUD Florence	LECHEVALLIER Eric
BERTUCCI François	DUFOUR Henry	LEGRE Régis
BLADOU Franck	DURAND Jean-Marc	LEONE Marc
BLAISE Didier	DUSSOL Bertrand	LEONETTI Georges
<i>BLANC Jean-Louis Surnombre</i>	ENJALBERT Alain	LEPIDI Hubert
BLIN Olivier	FAUGERE Gérard	LEVY Nicolas
<i>BOLLINI Gérard Surnombre</i>	FELICIAN Olivier	MACE Loïc
BONGRAND Pierre	FENOLLAR Florence	MAGNAN Pierre-Edouard
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FIGARELLA/BRANGER Dominique	MARANINCHI Dominique
BONNET Jean-Louis	FLECHER Xavier	MARTIN Claude
<i>BOTTA Alain Surnombre</i>	FONTES Michel	MEGE Jean-Louis
BOTTA/FRIDLUND Danielle	FOURNIER Pierre-Edouard	MERROT Thierry
BOUBLI Léon	FRAISSE Alain	METELLUS Philippe
BRETELLE Florence	FRANCES Yves	MEYER/DUTOUR Anne
BROUQUI Philippe	FUENTES Stéphane	MICHEL Gérard
BRUDER Nicolas	GABERT Jean	MICHELET Pierre
BRUE Thierry	GAINNIER Marc	MONCLA Anne
BRUNET Christian	GARCIA Stéphane	MORANGE Pierre-Emmanuel
BRUNET Philippe	GARIBOLDI Vlad	MOULIN Guy
BURTEY Stéphane	<i>GARNIER Jean-Marc Surnombre</i>	MOUTARDIER Vincent
CASANOVA Dominique	GENTILE Stéphanie	MUNDLER Olivier
<i>CAU Pierre Surnombre</i>	GERBEAUX Patrick	NAUDIN Jean
CECCALDI Mathieu	GEROLAMI/SANTANDREA René	<i>NAZARIAN Serge Surnombre</i>
CHABOT Jean-Michel	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	NICOLLAS Richard
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch	NICCOLI/SIRE Patricia
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine	OLIVE Daniel
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte	OREHEK Jean
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony	OUAFIK L'Houcine

# PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

CHARREL Rémi

GORINCOUR Guillaume

PAGANELLI Franck

PANUEL Michel  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PARRATTE Sébastien  
PAUT Olivier  
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PETIT Philippe  
PHAM Thao  
PIARROUX Renaud  
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique  
PIQUET Philippe  
PIRRO Nicolas  
POINSO François  
*POITOUT Dominique Surnombre*  
*POUGET Jean Surnombre*  
RACCAH Denis  
RAOULT Didier  
REGIS Jean  
REYNAUD/GAUBERT Martine  
REYNAUD Rachel  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth

RIDINGS Bernard  
ROCHE Pierre-Hugues  
ROCH Antoine  
ROCHWERGER Richard  
ROSSI Dominique  
ROSSI Pascal  
ROUDIER Jean  
SALAS Sébastien  
SAMBUC Roland  
SARLES Jacques  
SARLES/PHILIP Nicole  
*SASTRE Bernard Surnombre*  
SCAVARDA Didier  
SCHLEINITZ Nicolas  
SEBAG Frédéric  
SEITZ Jean-François  
*SERMENT Gérard Surnombre*  
SERRATRICE Jacques  
SIELEZNEFF Igor  
SIMON Nicolas  
STEIN Andréas  
TARANGER Colette

THIRION Xavier  
THOMAS Pascal  
*THOMASSIN Jean-Marc Surnombre*  
THUNY Franck  
TRIGLIA Jean-Michel  
TROPANO Patrick  
TSIMARATOS Michel  
VACHER-COPONAT Henri  
VALERO René  
VEY Norbert  
*VIALETES Bernard Surnombre*  
VIDAL Vincent  
VIENS Patrice  
VILLANI Patrick  
VITON Jean-Michel  
VITTON Véronique  
VIEHWEGER Heide Elke  
VIVIER Eric  
XERRI Luc

---

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

## PROFESSEUR CERTIFIE

BRANDENBURGER Chantal

## PRAG

TANTI-HARDOUIN Nicolas

## PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE A MI-TEMPS

DUMOND-HUSSON Monique  
FILIPPI Simon

## PROFESSEUR ASSOCIE A TEMPS PARTIEL

ALTAVILLA Annagrazia  
BURKHART Gary

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

ACHARD Vincent	DUFOUR Jean-Charles	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
ANDRE Nicolas	FABRE Alexandre	MICALLEF/ROLL Joëlle
ATLAN Catherine	FARAUT Françoise	MICHEL Fabrice
BACCINI Véronique	FAUGERE Bernard	MOTTOLA GHIGO Giovanna
BALIQUE Hubert	FOUILLOUX Virginie	NGUYEN PHONG Karine
BARTHELEMY Pierre	FRERE Corinne	NINOVE Laetitia
BARTOLI Christophe	GABORIT Bénédicte	OUAISSI Medhi
BEGE Thierry	GASTALDI Marguerite	PAULMYER/LACROIX Odile
BELIARD Sophie	GAUDART Jean	PERRIN Jeanne
BERBIS Julie	GAUDY/MARQUESTE Caroline	RANQUE Stéphane
BERGE-LEFRANC Jean-Louis	GAVARET Martine	REY Marc
BLONDEL Benjamin	GELSI/BOYER Véronique	ROBAGLIA/SCHLUPP Andrée
BONELLO Laurent	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	ROBERT Philippe
BOUCRAUT Joseph	GOURIET Frédérique	ROLL Patrice
BOULAMERY/VELLY Audrey	GREILLIER Laurent	SARI/MINODIER Irène
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GRISOLI Dominique	SARLON BARTOLI Gabrielle
BREGEON Fabienne	GUIDON Catherine	SAVEANU Alexandru
BUFFAT Christophe	HAUTIER/KRAHN Aurélie	SECQ Véronique
CALAS/AILLAUD Marie-Françoise	HRAIECH Sami	SOULA Gérard
CAMILLERI Serge	JOURDE CHICHE Noémie	TAIEB David
CARRON Romain	KRAHN Martin	TOGA Caroline
CASTINETTI Frédéric	LABIT/BOUVIER Corinne	TOGA Isabelle
CHAUDET Hervé	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	TREBUCHON/DA FONSECA Agnès
CHICHEPORTICHE Colette	LAGIER Aude	TROUSSE Delphine
COURBIERE Blandine	LAGIER Jean-Christophe	VALLI Marc
COZE Carole	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	VELLY Lionel
<i>DADOUN Frédéric (disponibilité)</i>	LE HUCHER-MICHEL Marie-Pascale	VELY Frédéric
DAHAN ALCARAZ Laëtitia	LEJEUNE Pierre-Jean	VION-DURY Jean
DALES Jean-Philippe	LEVY/MOZZICONACCI Annie	ZATTARA/CANNONI Hélène
DEGEORGES/VITTE Joëlle	LOOSVELD Marie	
DEL VOLGO/GORI Marie-José	MANCINI Julien	
DELLIAUX Stéphane	MARGOTAT Alain	
DESPLAT/JEGO Sophie	MARY Charles	
DEVEZE Arnaud	MATONTI Frédéric	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZINEH Mohammad	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	DUBOIS Christophe	STEINBERG Jean-Guillaume
BERLAND/BENHAIM Caroline	LIMERAT/BOUDOURESQUE Françoise	THOLLON Lionel
BERAUD/JUVEN Evelyne	MARANINCHI Marie	THIRION Sylvie
BOUCAULT/GARROUSTE Françoise	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	
DEGIOANNI/SALLE Anna	POGGI Marjorie	

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

ADNOT Sébastien  
BONNET Pierre-André  
CHEVALLIER Pierre-François  
GENTILE Gaëtan  
GUIDA Pierre  
RAKOTO Jean-Claude

## MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

MAJ 01.11.2014

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS  
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

BRUNET Christian (PU-PH)  
CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
NAZARIAN Serge (PU-PH) *Sumombre*  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

LAGIER Aude (MCU-PH)

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section Service Pr BRUNET C.)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
TARANGER-CHARPIN Colette (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
AUFFRAY Jean-Pierre (PU-PH) *Sumombre*  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
KERBAUL François (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MARTIN Claude (PU-PH)  
MICHELET Pierre (PU-PH)  
PAUT Olivier (PU-PH)

GUIDON Catherine (MCU-PH)  
MICHEL Fabrice (MCU-PH)  
VELLY Lionel (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE)

BURKHART Gary (PAST)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
*DE MICCO Philippe (PU-PH) Sumombre*  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)

NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)  
RAOULT Didier (PU-PH)

GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)  
LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
ENJALBERT Alain (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
MARGOTAT Alain (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

AUTILLO/TOUATI Amapola (PU-PH)  
*CAU Pierre (PU-PH) Sumombre*  
FONTES Michel (PU-PH)

GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
LEVY/MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)  
ROBAGLIA/SCHLUPP Andrée (MCU-PH)  
ROLL Patrice (MCU-PH)

DUBOIS Christophe (MCF) (65ème section)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)  
GUYE Maxime (PU-PH)  
MUNDLER Olivier (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMILLERI Serge (MCU-PH)  
TAIEB David (MCU-PH)  
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatISTIQUES, InFORMATIQUE MEDICALE  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

CLAVERIE Jean-Michel (PU-PH)  
GIORGI Roch (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)  
GAUDART Jean (MCU-PH)  
GIUSIANO Bernard (MCU-PH)  
MANCINI Julien (MCU-PH)  
SOULA Gérard (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
CURVALE Georges (PU-PH)  
FLECHER Xavier (PU-PH)  
PARRATTE Sébastien (PU-PH)  
*POITOUT Dominique (PU-PH) Surnombre*  
ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
TROPANO Patrick (PU-PH)

BLONDEL Benjamin (MCU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
CHINOT Olivier (PU-PH)  
COWEN Didier (PU-PH)  
DUFFAUD Florence (PU-PH)  
GONCALVES Anthony (PU-PH)  
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
MARANINCHI Dominique (PU-PH)  
SALAS Sébastien (PU-PH)  
VIENS Patrice (PU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
CUISSSET Thomas (PU-PH)  
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
FRAISSE Alain (PU-PH)  
HABIB Gilbert (PU-PH)  
PAGANELLI Franck (PU-PH)  
THUNY Franck (PU-PH)

BONELLO Laurent (MCU-PH)

**CHIRURGIE DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
LE TREUT Yves-Patrice (PU-PH)  
*SASTRE Bernard (PU-PH) Surnombre*  
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)

OUAISSI Medhi (MCU-PH)

**CHIRURGIE GENERALE 5302**

DELPERO Jean-Robert (PU-PH)  
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
SEBAG Frédéric (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

*ALESSANDRINI Pierre (PU-PH) Surnombre*  
*BOLLINI Gérard (PU-PH) Surnombre*  
DE LAGAUSIE Pascal (PU-PH)  
GUYS Jean-Michel (PU-PH)  
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
LAUNAY Franck (PU-PH)  
MERROT Thierry (PU-PH)  
VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

*BLANC Jean-Louis (PU-PH) Surnombre*  
CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
GUYOT Laurent (PU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 KREITMANN Bernard (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)

FOUILLOUX Virginie (MCU-PH)  
 GRISOLI Dominique (MCU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,****RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

BARDOT Jacques (PU-PH)  
 CASANOVA Dominique (PU-PH)  
 LEGRE Régis (PU-PH)

HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)

SARLON BARTOLI Gabrielle (MCU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
 BERNARD Jean-Paul (PU-PH)  
 BOTTA/FRIDLUND Danielle (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GRIMAUD Jean-Charles (PU-PH)  
 LAUGIER René (PU-PH)  
 SEITZ Jean-François (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

DAHAN ALCARAZ Laetitia (MCU PH)

**CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE 4202**

GRILLO Jean-Marie (PU-PH)

ACHARD Vincent (MCU-PH)  
 CHICHEPORTICHE Colette (MCU-PH)  
 LEPIDI Hubert (MCU-PH)  
 PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704****DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

GAUDY/MARQUESTE Caroline (MCU-PH)

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 MONCLA Anne (PU-PH)  
 SARLES/PHILIP Nicole (PU-PH)

KRAHN Martin (MCU-PH)  
 NGYUEN Karine (MCU-PH)  
 TOGA Caroline (MCU-PH)  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CONTE-DEVOLX Bernard (PU-PH) *sumombre*  
 NICCOLI/SIRE Patricia (PU-PH)

CASTINETTI Frédéric (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403****EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601**

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 CHABOT Jean-Michel (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)  
 SAMBUC Roland (PU-PH)  
 THIRION Xavier (PU-PH)

BALIQUE Hubert (MCU-PH)  
 BERBIS Julie (MCU-PH)  
 LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
 BOUBLI Léon (PU-PH)  
 BRETTELE Florence (PU-PH)  
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

COURBIERE Blandine (MCU-PH)

**IMMUNOLOGIE 4703**

BONGRAND Pierre (PU-PH)  
 KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BERAUD/JUVEN Evelyne (MCF) 65ème section)

BOUCAULT/GARROUSTE Françoise (MCF) 65ème section)

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

LAGIER Jean-Christophe (MCU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU  
VIEILLISSEMENT ; MEDECINE GENERALE ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
 FRANCES Yves (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)  
 SERRATRICE Jacques (PU-PH)

DUMON-HUSSON Monique (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

FILIPPI Simon (PR associé Méd. Gén. à mi-temps)

ADNOT Sébastien (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
 BONNET Pierre-André (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
 CHEVALLIER Pierre-François (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
 GENTILE Gaëtan (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
 GUIDA Pierre (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)  
 RAKOTO Jean-Claude (MCF associé Méd. Gén. à mi-temps)

**HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701**

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

BACCINI Véronique (MCU-PH)  
 CALAS/AILLAUD Marie-Françoise (MCU-PH)  
 FRERE Corinne (MCU-PH)  
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER/ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

BARTOLI Christophe (MCU-PH)

BERLAND/BENHAIM Caroline (MCF) (1ère section)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 DELARQUE Alain (PU-PH)

VITON Jean-Michel (PU-PH)

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

BOTTA Alain (PU-PH) *Sumombre*

BERGE-LEFRANC Jean-Louis (MCU-PH)  
 LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (MCU-PH)  
 SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

**NEPHROLOGIE 5203**

BERLAND Yvon (PU-PH)  
 BRUNET Philippe (PU-PH)  
 BURTEY Stéphanne (PU-PH)  
 DUSSOL Bertrand (PU-PH)  
 TSIMARATOS Michel (PU-PH)  
 VACHER-COPONAT Henri (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (MCU PH)

**NUTRITION 4404**

DARMON Patrice (PU-PH)  
 RACCAH Denis (PU-PH)  
 VALERO René (PU-PH)  
 VIALETTES Bernard (PU-PH) *Surnombre*

ATLAN Catherine (MCU-PH)  
 BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)  
 FUENTES Stéphane (PU-PH)  
 METELLUS Philippe (PU-PH)  
 REGIS Jean (PU-PH)  
 ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)  
 SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)  
 SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DENIS Danièle (PU-PH)  
 HOFFART Louis (PU-PH)  
 RIDINGS Bernard (PU-PH)

MATONTI Frédéric (MCU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)  
 GIOVANNI Antoine (PU-PH)  
 LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)  
 NICOLLAS Richard (PU-PH)  
 THOMASSIN Jean-Marc (PU-PH) *Surnombre*  
 TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

DEVEZE Arnaud (MCU-PH)

REVIS Joana (MAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)  
 AUDOIN Bertrand (PU-PH)  
 AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)  
 CECCALDI Mathieu (PU-PH)  
 FELICIAN Olivier (PU-PH)  
 NICOLI François (PU-PH)  
 PELLETIER Jean (PU-PH)  
 POUGET Jean (PU-PH) *Surnombre*

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)  
 POINSO François (PU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)  
 FAUGERE Gérard (PU-PH)  
 SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY/VELLY Audrey (MCU-PH)  
 MICALLEF/ROLL Joëlle (MCU-PH)  
 VALLI Marc (MCU-PH)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**

DESSEIN Alain (PU-PH)  
 DUMON Henri (PU-PH) *en surnombre*  
 PIARROUX Renaud (PU-PH)

FARAUT Françoise (MCU-PH)  
 FAUGERE Bernard (MCU-PH)  
 MARY Charles (MCU-PH)  
 RANQUE Stéphane (MCU-PH)  
 TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)  
 ALTAVILLA Annagrazia (PR Associé à mi-temps)



BERNARD Jean-Louis (PU-PH)  
 CHAMBOST Hervé (PU-PH)  
 DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)  
 GARNIER Jean-Marc (PU-PH) *sumombre*  
 GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)  
 MICHEL Gérard (PU-PH)  
 REYNAUD Rachel (PU-PH)  
 SARLES Jacques (PU-PH)

ANDRE Nicolas (MCU-PH)  
 COZE Carole (MCU-PH)  
 FABRE Alexandre (MCU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)  
 CHAUVEL Patrick (PU-PH) *Sumombre*  
 JAMMES Yves (PU-PH) *Sumombre*  
 JOLIVET/BADIER Monique (PU-PH)  
 MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

BARTHELEMY Pierre (MCU-PH)  
 BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)  
 BREGEON Fabienne (MCU-PH)  
 DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)  
 DEL VOLGO/GORI Marie-José (MCU-PH)  
 DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)  
 GABORIT Bénédicte (MCU-PH)  
 GAVARET Martine (MCU-PH)  
 REY Marc (MCU-PH)  
 TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (MCU-PH)

#### PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

AZORIN Jean-Michel (PU-PH)  
 BAILLY Daniel (PU-PH)  
 LANCON Christophe (PU-PH)  
 NAUDIN Jean (PU-PH)

LIMERAT/BOUDOURESQUE Françoise (MCF) (40ème section)  
 RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)  
 STEINBERG Jean-Guillaume (MCF) (66ème section)  
 THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

#### PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16

AGHABABIAN Valérie (PR)

#### PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

ASTOUL Philippe (PU-PH)  
 BARLESI Fabrice (PU-PH)  
 CHANEZ Pascal (PU-PH)

#### RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)  
 CHAGNAUD Christophe (PU-PH)  
 CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)  
 GIRARD Nadine (PU-PH)  
 GORINCOUR Guillaume (PU-PH)  
 JACQUIER Alexis (PU-PH)  
 MOULIN Guy (PU-PH)  
 PANUEL Michel (PU-PH)  
 PETIT Philippe (PU-PH)  
 VIDAL Vincent (PU-PH)

CHARPIN Denis (PU-PH)  
 REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

GREILLIER Laurent (MCU PH)

#### THERAPEUTIQUE . MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

AMBROSI Pierre (PU-PH)  
 BARTOLIN Robert (PU-PH)  
 VILLANI Patrick (PU-PH)

#### REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

GAINNIER Marc (PU-PH)  
 GERBEAUX Patrick (PU-PH)  
 PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
 ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

#### UROLOGIE 5204

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
 COULANGE Christian (PU-PH) *Sumombre*  
 KARSENTY Gilles (PU-PH)  
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
 ROSSI Dominique (PU-PH)  
 SERMENT Gérard (PU-PH) *sumombre*

#### RHUMATOLOGIE 5001

GUIS Sandrine (PU-PH)  
 LAFFORGUE Pierre (PU-PH)  
 PHAM Thao (PU-PH)  
 ROUDIER Jean (PU-PH)

# **Remerciements**

A MON PRESIDENT DE JURY

**Monsieur le Professeur Jean-Noël ARGENSON,**

Merci de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse. Votre leadership et votre rigueur professionnelle sont des exemples pour moi.

Je vous remercie également de votre implication et votre disponibilité dans notre parcours d'interne.

Veillez accepter mon plus profond respect.

A MA DIRECTRICE DE THESE

**Madame le Docteur Marie LE BARON,**

Merci de me faire l'honneur de diriger cette thèse. Merci pour tous tes conseils qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je loue tes qualités professionnelles, tant pour ton sérieux que pour ton efficacité.

Je t'adresse tout mon respect.

A MES JUGES

**Monsieur le Professeur Xavier FLECHER,**

Merci de me faire l'honneur de juger mon travail. Vous m'avez permis de profiter de vos enseignements à travers votre grande pédagogie. Votre sérénité est une qualité que j'admire.

Veillez accepter mon profond respect.

**Monsieur le Professeur Matthieu OLLIVIER,**

Merci de me faire l'honneur de juger mon travail. Votre incroyable énergie alliée à votre adresse chirurgicale font de vous un chirurgien unique que j'ai aimé côtoyer.

Veillez accepter mon profond respect.

Au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CH d'Aix-en-Provence

**Olivier, Johannes, Mathieu, Vincent, Paul et Philippe,**

Je suis éternellement reconnaissant d'avoir, grâce à vous, découvert le monde de la chirurgie orthopédique. Vous m'avez offert le cadre idéal pour faire mes premiers pas dans ce nouveau monde. Je n'oublierai jamais votre gentillesse et tous vos bons conseils.

Au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du rachis du CHU Timone

**Pr TROPIANO, Pr BLONDEL, Solène et Mathieu,**

Merci de m'avoir permis de réaliser mes premiers pas dans les Hôpitaux de Marseille. J'ai dans votre service appris énormément dans le domaine de la traumatologie avec le poste du téléphone, bien connu des internes en orthopédie marseillaise. J'ai également appris à gérer un service et j'ai pris la pleine mesure de ce qu'être interne en chirurgie signifiait.

Mention spéciale à Solène pour son aide lors de ce difficile premier semestre au CHU.

Au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CHU Sainte Marguerite

**Pr ARGENSON, Pr OLLIVIER, Dr PINELLI, Damien, Maxime, Jean-Charles, Pierre et Delphine,**

Merci de m'avoir enseigné la rigueur que se doit d'avoir un chirurgien durant mon année passée chez vous. Tout en m'enseignant que celle-ci pouvait aller de pair avec une bonne ambiance de travail. J'ai grâce à vous eut la chance de côtoyer l'excellence. J'espère être capable de me hisser un jour à votre niveau.

Au service de chirurgie orthopédique pédiatrique du CHU Timone

**Pr JOUVE, Pr LAUNAY, Pr PESENTI, Dr CHOUFANI, Dr GUILLAUME, Emilie, Adrien et Antoine,**

Merci de m'avoir fait découvrir votre bienveillance et de m'avoir enseigné d'autres techniques chirurgicales, propre à la pédiatrie. C'est dans votre service que j'ai commencé à prendre confiance en moi.

Mention spéciale au Pr PESENTI : Merci pour ton implication de tous les instants dans l'enseignement et dans notre formation.

Au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CHU Nord

**Pr FLECHER, Pr ROCHWARGER, Dr VOLPI, Dr MAMAN, Dr LE BARON, Mathieu, Valentin,**

**Pauline et Léo,**

Merci de m'avoir accueilli avec simplicité et de m'avoir permis de découvrir les véritables « chantiers » de la chirurgie orthopédique, que ce soit en traumatologie, en chirurgie du bassin ou les reprises prothétiques. Plus grand chose ne me fait peur depuis que je suis passé chez vous.

Au service de chirurgie de la main et de reconstruction des membres du CHU Timone

**Pr LEGRE, Dr JALOUX, Alice, Najib et Paul,**

Merci de m'avoir fait découvrir cette spécialité passionnante qu'est la chirurgie de la main. Vous m'avez enseigné quantité de choses même s'il m'en reste encore bien plus à apprendre.

J'ai également pu découvrir votre gentillesse et votre humilité. En espérant pouvoir de nouveau travailler avec vous pour profiter de vos enseignements.

Aux co-internes de ma promotion de chirurgie orthopédique marseillaise

Paul, Julien et Bastien,

Tout ce chemin parcouru depuis notre rencontre sur le toit de l'Hôpital de la Conception. Ces années sont passées si vite. Nous nous sommes rencontrés alors que nous n'étions pas encore réellement des internes et aujourd'hui, je vais soutenir ma thèse comme vous l'avez fait durant les jours précédents. Je suis fier de vous avoir eu à mes côtés pour parcourir tous ce chemin, et heureux d'avoir eu l'occasion de vous côtoyer en stage durant notre internat.

A mes co-internes

Quentin qui a été comme un grand frère durant mon 1<sup>er</sup> semestre, Max, Yvan, Romain, Emile, Henri, Théo, Bernard, Codrin, Dim, Baptiste, Guillaume, Santi, Robin, Martin, Mihai, Khaled, Batiste, Nico, Sacha, Adé, Camille, Alice, Marius, Cyril, Greg, Victor, Clarisse, Marie et JB.

Merci de m'avoir accompagné au travers des joies mais également des épreuves qui ont jalonné ma vie d'interne.

Aux équipes paramédicales des services dans lesquelles je suis passé, pour un semestre ou  
un avis

Merci à tous pour vos conseils, votre bonne humeur lorsqu'elle était présente, et surtout  
votre aide dans la prise en charge parfois difficile des patients. Un médecin seul ne peut rien  
sans votre travail acharné, alors merci de m'avoir aidé à réaliser le mien.

## **A mes amis de Polliat**

Mathis, plus de 25 ans maintenant que nous nous connaissons... De potes à amis, d'amis à meilleurs amis, de meilleurs amis à parrain de ta fille. Tu m'as fait faire partie intégrante de ta famille et tu sais que tu fais depuis longtemps déjà partie de la mienne. A tous ces délires sans queue ni tête. Merci pour toutes ces années d'amitié.

Antho, Laura, Guigui, Alex et Lion, vous m'offrez à chaque fois que je rentre à Polliat un véritable bol d'air, me rappelant d'où je viens et où se trouve mon véritable chez moi.

Behaine, Thib, PQ, Nenes, Koss, Mut, Deb, Max, Sim, Coco, Dadou, si les chemins de nos vies nous ont éloigné, je n'oublie pas tous ces moments passés avec vous de la petite maternelle au lycée. C'est ensemble que les petits bambins turbulents que nous étions sont devenus des hommes. Je prendrai toujours un grand plaisir à partager un verre avec vous, ou un bon repas, comme au bon vieux temps.

## **A mes amis lyonnais a.k.a Les N°10**

Martin alias 2B, tu es ma première rencontre de l'externat et quelle rencontre. Une pause clope partagée qui s'est transformée en une discussion animée d'une demi-journée. Merci de m'avoir offert ton amitié si simplement. J'espère que tu ne perdras jamais ta fougue et ta motivation car elles te permettront d'apporter ta pierre à l'édifice, et que celle-ci soit la clé de voûte.

Adrian alias KingYaz, mon Irano-Polonais préféré ! De quelques instants passer ensemble à la corpo s'en est suivi une véritable amitié. Merci pour ton calme durant la journée et tes folies nocturnes lorsque DarkYaz prenait ta place. A tous nos fous rires et nos discussions. J'espère avoir la chance de te revoir très bientôt.

Ewen alias Le Doucle alias Lewende, ton imagination m'impressionnera toujours, qu'elle soit dirigée vers de magnifiques projets ou vers les plus belles conneries que j'ai pu voir. Merci pour ton amitié sans faille et d'avoir toujours pris le temps de m'écouter sur des sujets plus ou moins sérieux. A travers ton honnêteté, tu as toujours su me donner de bons conseils.

Nicolas alias NRG, l'énergie que tu mets pour t'investir avec les gens que tu aimes impose un énorme respect. Tes capacités à alterner entre d'innombrables frasques en soirée et des discussions beaucoup plus sérieuses (comme sur le débat Chirac-Mitterrand) m'ont toujours laissé sans voix. Merci de m'avoir tendu la main lorsque j'en avais besoin. Je ne l'oublierai jamais.

Léo alias La Miche, tu es pour moi la définition même du bon vivant. Ton association avec Le Doucle nous aura fournis les décors et les délires de soirée les plus amusants et les plus aboutis que j'ai eu l'occasion de contempler. Merci pour ta joie de vivre, ta simplicité et tous les grands crus que tu m'as fait découvrir.

Thibaut alias Qwichon, avec toi, le mot « problème » ne semble pas exister. J'envie ton calme et ta sérénité (et probablement aussi tes compétences en matière de gente féminine). Merci pour ta bonne humeur constante et tous ces moments chill passés ensemble. Tu t'es imposé comme un véritable ami.

Jeff alias Jeffron James, ta détermination lors de l'externat m'a inspiré. Mes résultats aux ECN n'auraient surement pas été les mêmes sans ta présence et notre jeu de « qui partira le plus tard ». Merci d'avoir participé à ma réussite. Je suis heureux de t'avoir vu débarquer ces derniers mois dans la cité Phocéenne et d'avoir pu ajouter de nouveaux souvenirs à notre amitié.

Jordane alias Le Coltart, tes talents de dessinateur m'ont toujours permis de voyager. Merci pour toutes ces discussions partagées notamment sur le dessin et l'écriture. Tu es l'un de mes amis les plus sûrs car je sais que, quoi que nous fassions avec les autres débilos, tu seras toujours en back up pour veiller sur nous (#Dour)



## A mes amis marseillais

Polo, tu es en peu de temps, devenu l'un de mes plus proches amis. Tu m'as toujours ouvert ta porte et accueilli à ta table sans jamais rien me demander en retour. Tu m'as montré à quel point les valeurs de l'amitié étaient importantes pour toi. Merci de ton soutien et ton amitié.

Le R, pour compléter notre fameux trio a.k.a PTT. Ton génie créatif ne cessera jamais de me surprendre. Tu es l'artiste le plus accompli que je connais. A toute nos aventures passées et à venir. Merci pour ta gentillesse sans limite, et bien sûr pour tous ces délicieux repas que tu prépares à la coloc.

Mon très cher (ancien) colocataire, Thomas. Ces deux années passer en colocation avec toi ont été source de joie mais également d'inspiration. A ce grain de folie qui te caractérise. Merci de m'avoir prouvé à maintes reprises que l'expression « quand on veut, on peut » était une réalité. Il s'agit de l'un des enseignements les plus importants de ma vie marseillaise.

Laura, nous avons exploré le monde côte à côte. Des réserves naturelles suédoises à Trolltunga, en passant par Chichén Itza. Merci pour ta douceur et tes conseils pour me ramener dans le droit chemin lorsque cela s'avère nécessaire.

Tony, si je devais personnifier l'expression « avoir le diable au corps » c'est à toi que je penserais en premier. Certaines de tes histoires plus abracadabrantes les unes que les autres m'ont donné quelques crampes au ventre. Mais tu es avant tout un ami sur qui je sais pouvoir compter. A ce voyage incroyable au Mexique que tu as organisé, merci.

El Professor François, tu es probablement la personne la plus marrante que j'ai rencontré à Marseille. Merci pour tous ces fous rires et de m'avoir fait découvrir Kemar, la NBA et le monde du skate qui m'étaient encore inconnu.

Je te souhaite tout le bonheur du monde avec Camille à tes côtés.

Popo, merci pour ton soutien au travail comme en dehors. Tu t'es imposée avec le temps comme une véritable amie. Tu sais que je serai toujours disponible pour partager un verre avec toi le lundi soir, au même endroit que d'habitude.

Juliette, merci pour ta gentillesse, ta bonne humeur et ton sourire qui ne te quitte jamais. Je te remercie également pour les précieux conseils que tu m'as donné tout au long de cette année.

Suzanne, je suis heureux de t'avoir rencontré à l'occasion de ton année à Marseille durant laquelle tu es devenue une amie. Tu n'imagines pas le bien fou que ça m'a fait d'avoir toutes ces discussions avec une personne extérieure au monde médical. J'espère avoir l'occasion de te revoir à Paris, à Marseille ou à Nantes.

A l'équipe de l'internat d'Aix-en-Provence

Merci pour ce premier semestre à vos côtés qui restera graver dans ma mémoire. Ce confinement historique passé ensemble. A tous nos délires partagés, nos soirées, nos discussions, nos barbecues, nos jeux (« Ici la voix ») et notre fresque.

## A ma famille

A mes parents, pour tout l'amour que vous m'avez donné et pour l'éducation que vous m'avez offerte. Pour votre soutien inébranlable. Je ne vous remercierai jamais assez.

Papa, merci pour tous tes conseils et toute ton expérience que tu as bien voulu partager avec moi. J'admire ton parcours et l'homme que tu es à un point que tu ne peux imaginer. Tu es la personne la plus forte que j'ai eu la chance de croiser en ce monde.

Maman, merci pour ta douceur et pour ta disponibilité sans limite pour les gens que tu aimes. Tu as toujours été la première personne vers qui je me tourne lorsque quelque chose me tracasse, que ce soit important ou pas. Tu es la plus belle personne que j'ai eu la chance de croiser en ce monde.

A mes petits frères que j'ai eu la chance de voir grandir.

Benoît, merci pour tous ces moments partagés de notre plus tendre enfance à nos 4 ans de colocation à Lyon. A toutes nos discussions sur ce bon vieux clic-clac.

Depuis quelques temps, ton avis sur la vie sonne à mes oreilles comme de précieux conseils et je te remercie pour cela.

Petit frère est devenu grand.

Félix, merci pour ces magnifiques aventures et moments partagés dans les réserves naturelles suédoises et lors de ce trek en Norvège. J'en garde des souvenirs impérissables. A toute nos discussions sans fin, dès que l'occasion se présente.

Je te souhaite de trouver la voie qui te permettra de t'épanouir pleinement. Tu le mérites amplement.

Je ne doute pas que tu deviendras plus grand que tes 2 aînés.

A mes 2 grands-mères, Martine et Hélène, je profite de chaque instant passé en votre compagnie. Merci pour votre amour et toutes vos attentions.

A la mémoire de mes 2 grands-pères.

Gilbert et Jean-Baptiste.

## Table des matières

<b>REVUE DE LA LITTERATURE</b> .....	<b>2</b>
I.    GENERALITES .....	2
II.   LES REPRISES DE PROTHESE TOTALE DE HANCHE .....	4
III.  LES INFECTIONS DE PROTHESE TOTALE DE HANCHE .....	9
IV.  LE TRABECULAR METAL .....	17
V.   METHODES DE MESURE .....	25
VI.  REFERENCES .....	28
<b>THESE ARTICLE (VERSION FRANÇAISE)</b> .....	<b>34</b>
RESUME .....	35
INTRODUCTION .....	37
MATERIEL ET METHODES .....	38
RESULTATS .....	40
DISCUSSION .....	41
CONCLUSION .....	44
REFERENCES .....	45
TABLEAUX ET FIGURES .....	50
<b>THÈSE ARTICLE (VERSION ANGLAISE)</b> .....	<b>57</b>
ABSTRACT .....	58
INTRODUCTION .....	60
MATERIALS AND METHODS .....	61
RESULTS .....	63
DISCUSSION .....	64
CONCLUSION .....	66
REFERENCES .....	67
TABLES AND FIGURES .....	72

## Revue de la littérature :

### Résultats à 2 ans de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche en 2 temps pour infection de site opératoire

#### I. Généralités :

La prothèse totale de hanche est l'une si ce n'est la chirurgie programmée la plus courante dans le domaine de la chirurgie orthopédique<sup>1</sup>. Que cette intervention soit réalisée dans le cadre d'une destruction articulaire chronique (coxarthrose, ostéonécrose aseptique...) ou dans le cadre de la traumatologie (fracture du col fémoral), celle-ci a depuis longtemps fait la preuve de son efficacité. Cette intervention ayant même été qualifiée d'intervention du siècle par Learmonth et son équipe dans le Lancet en 2007<sup>2</sup>.

Du fait notamment du vieillissement de la population et de l'allongement de la durée de vie moyenne, le volume de cette intervention n'a fait qu'augmenter ces dernières années et les différentes études épidémiologiques réalisées s'accordent toutes pour dire que cette augmentation devrait se poursuivre durant les prochaines années<sup>3</sup>.

Cette intervention est, certes, une intervention avec des résultats fonctionnels exceptionnellement satisfaisants mais elle n'est cependant, comme pour tout geste chirurgical, pas exempte de complication.

Les complications les plus fréquemment retrouvées sont en première position la luxation, suivi des descellements aseptiques<sup>1</sup>. Les descellements septiques après une prothèse totale de hanche primaire ont, quant à eux, une incidence oscillant autour de 1% selon les études. Si l'infection n'est pas la complication la plus fréquente, elle est cependant la plus redoutée par les chirurgiens de part ces lourdes conséquences<sup>4,5</sup>.

L'ensemble de ces complications peuvent, bien souvent, imposer une reprise chirurgicale au bloc opératoire avec dans un certain nombre de cas, l'obligation de changer les implants (fémoral et/ou cotyloïdien).

Ces reprises chirurgicales avec changement d'implant représentent un véritable challenge pour les équipes de chirurgie car il leur faut faire face à une articulation non vierge d'intervention, avec une possible diminution du stock osseux du patient, imposant à minima l'augmentation de taille des implants. La présence de parties molles le plus souvent fibrosées pouvant compliquer le geste et impacter les résultats fonctionnels futurs. De plus, toute nouvelle chirurgie entraîne un risque augmenté d'infection de site opératoire<sup>1</sup> et expose le patient à toutes les complications liées à la chirurgie que nous connaissons, tant sur le plan chirurgical que sur le plan anesthésique.

## II. Les reprises de prothèse totale de hanche :

### II.1. Généralités

Les reprises de prothèse totale de hanche, qu'elles soient de causes septiques ou aseptiques, représentent comme dit précédemment un véritable challenge pour les équipes de chirurgie.

Le nombre de prothèse totale de hanche primaire ayant pour tendance une augmentation, le nombre de reprise devrait également augmenter<sup>1</sup>.

Ceci représente un véritable problème de santé publique car cela augmente le coût de la prise en charge globale du patient, du fait de l'augmentation de la durée globale d'hospitalisation, de la réalisation d'une ou de plusieurs chirurgies et anesthésies supplémentaires, de l'impact important sur la qualité de vie du patient avec des résultats fonctionnels plus précaires que lors de la réalisation d'une prothèse totale de hanche primaire et programmée.

De plus, ces reprises de prothèse totale de hanche sont techniquement plus compliquées, tout en conservant les mêmes objectifs qu'une prothèse totale de hanche primaire (stabilité des implants, fonction optimale pour le patient), avec pour but supplémentaire de corriger le problème ayant amené à cette révision.

### II.2. Challenge de la diminution du stock osseux

Une arthrose parfois avancée ou encore la répétition parfois nécessaire des chirurgies prothétiques dans les reprises de causes aseptiques ou septiques peuvent entraîner une diminution du stock osseux, tant au versant acétabulaire que fémoral. Ces pertes osseuses se doivent d'être restaurées du mieux possible pour permettre un positionnement optimal des implants, et espérer une récupération fonctionnelle la plus optimale possible. Nous nous intéresserons ici principalement aux pertes de stock osseux sur le versant acétabulaire.



Monsieur Paprosky et son équipe ont, en 1994, proposé une classification de ces défauts acétabulaires, tout en proposant différentes prises en charges en fonction du stade<sup>6</sup>. Cette classification était alors basée sur des analyses radiographiques. De nos jours, la généralisation du recours au TDM permet une évaluation plus précise. Cependant, si cette classification permet aux chirurgiens une certaine anticipation, il faudra se baser sur les constatations per-opératoires et donc les défauts osseux « réels » pour décider de la meilleure prise en charge possible.

Cette classification de Paprosky a été organisée selon 3 stades principaux, les stades 2 et 3 étant chacun respectivement déclinés en 3 et 2 sous-catégories.

- Stade 1 : Présence d'une ostéolyse autour du ciment/de l'implant, l'acétabulum étant constitué de plus de 50% d'os spongieux
- Stade 2 : Présence d'une ostéolyse du dôme, de l'anneau et/ou du mur médial donnant au cotyle une forme distordue, sans atteinte des colonnes, l'acétabulum étant constitué de moins de 50% d'os spongieux
  - o 2A : Présence d'un défaut osseux de la partie supérieure du dôme avec cependant l'anneau qui est intact, entraînant une migration supérieure de l'implant
  - o 2B : Présence d'un défaut osseux de la partie supérieure du dôme avec atteinte de la partie supérieure de l'anneau, entraînant une migration supéro-latérale de l'implant
  - o 2C : Présence d'un défaut osseux du mur médial entraînant une augmentation de la largeur de l'acétabulum, entraînant une migration médiale de l'implant
- Stade 3 : Présence d'une ostéolyse majeure entraînant une disparition de l'anneau, du dôme, et un mur sévèrement compromis. Présence d'une atteinte des colonnes qui ne remplissent plus leur rôle et un os spongieux remplacé par du tissu membraneux, sclérotique
  - o 3A : défaut osseux étendu entre 10h et 2h avec un mur médial toujours un peu présent et une lyse modérée de l'ischion, entraînant une migration supéro-médiale.

- 3B : défaut osseux étendu entre 9h et 5h avec un mur médial totalement détruit et une lyse sévère de l'ischion, entraînant une migration supéro-médiale de l'implant.

Cette classification est, encore de nos jours, largement utilisée par les chirurgiens orthopédiques devant faire face à ce type de problème.

Paprosky proposait également différentes prises en charges suivant le stade car il rapportait qu'un stade 1 pouvait supporter un implant simple type cotyle, un stade 2 pouvait partiellement y arriver, tandis qu'un stade 3 était dans l'impossibilité de fournir une stabilité à ce type d'implant.

Ainsi était proposé :

- Stade 1 : utilisation de greffe parcellaire.
- Stade 2A : utilisation de greffe parcellaire ou d'allogreffe de tête fémorale avec fixation à l'intérieur l'acétabulum à l'aide de vis spongieuse de diamètre 6,5mm.
- Stade 2B : utilisation d'allogreffe de tête fémorale avec fixation à l'extérieur de l'acétabulum à l'aide de vis ou plaque.
- Stade 2C : utilisation de greffe parcellaire ou de coupe d'allogreffe de tête fémorale.
- Stade 3A : utilisation d'allogreffe de fémur distal ou de tibia proximal avec fixation à l'extérieur de l'acétabulum à l'aide de vis ou plaque.
- Stade 3B : utilisation « d'arc » de greffe de fémur proximal avec fixation à l'aide de plaque.

### II.3. Comblement des défaut osseux

Pour prendre en charge ces défauts osseux parfois importants, plusieurs types de matériaux peuvent être utilisés. Ces matériaux peuvent être associés entre eux et regroupent, comme dit ci-dessus, divers types de greffe, l'utilisation de plaque et vis. Mais il est également possible d'avoir recours à des implants plus sophistiqués type anneaux de soutien.

D'abord, lorsque les pertes osseuses ne sont pas trop avancées, il est envisageable d'augmenter le diamètre de l'implant cotyloïdien ou de repositionner le centre de rotation en position plus élevée. Toutefois, ces options comportent le risque de provoquer une pression excessive sur l'implant acétabulaire, susceptible de conduire à un descellement, ou d'entraîner une augmentation des pertes osseuses et une réduction du bras de levier des muscles abducteurs, pouvant causer une boiterie<sup>7</sup>.

Par conséquent, les objectifs en matière de reconstruction acétabulaire dans la prise en charge des descellements aseptiques sont les suivants : restaurer un stock osseux suffisant à l'aide de greffes ou d'implants, permettre une stabilité satisfaisante de la cupule sans avoir à utiliser de ciment et rétablir un centre de rotation anatomique de la hanche. L'accomplissement de ces trois critères semble garantir une fiabilité clinique et radiologique à long terme<sup>7</sup>.

Différentes méthodes de comblement de ces pertes de substances osseuses sur le versant acétabulaire ont été développées. Tous d'abord, l'utilisation d'une greffe osseuse pouvant provenir du patient lui-même (auto-greffe avec utilisation d'une tête fémorale dans le cas d'une prothèse totale de hanche primaire par exemple) ou d'une greffe osseuse provenant d'un donneur (allo-greffe).

Les allo-greffes osseuses sur le versant acétabulaire ont été largement utilisées dans les reprises de prothèse totale de hanche pour restaurer la stabilité et la fonction de l'articulation de la hanche, en restaurant un centre de rotation le plus anatomique possible, tout en tentant de combler les pertes osseuses. Elles sont le plus souvent impactées et soutiennent le cotyle mis en place, comme l'os natif. La mise en place d'un os non vascularisé expose cependant à un risque de mauvaise intégration de celui-ci, voir à une résorption de la greffe, pouvant conduire à un échec de la prise en charge et un déplacement des implants. Paratte et al.<sup>7</sup> dans une étude publiée en 2007 retrouvaient un taux de survie de 91,3% à 10 ans (2 échecs de causes septiques) chez les 34 hanches inclus dans leur étude et ayant été reprises pour causes aseptiques, ne notant que 8% de cas de luxation. D'autres études ont cependant noté un taux élevé de migration et de descellement.

Les allo-greffes peuvent également être associées à l'utilisation d'anneaux de soutien qui sont des implants pouvant également être nommés « anneaux acétabulaires renforcés ». Ces dispositifs, qui peuvent être utilisés sans greffe osseuse associée, sont placés dans la cavité acétabulaire pour compenser les pertes osseuses et fournir un support supplémentaire à la prothèse. Ces anneaux sont généralement en métal (acier ou titane) et sont conçus pour être fixés de manière sécurisée à l'os restant. Ils ont pour but d'offrir une surface solide et stable sur laquelle la cupule acétabulaire de la prothèse peut être implantée.

Nous nommerons les anneaux de Ganz, de Müller et de Burch Schneider et la croix de Kerboull. Ces différents types d'implants sont composés de métal non trabéculaire comme le Titane, utilisé notamment dans la composition de l'anneau de Burch Schneider. Les études réalisées sur ces types d'implants retrouvaient des résultats assez variables<sup>7,8,9,10</sup>.

Ces différentes méthodes de reconstruction ont fait la preuve d'une certaine efficacité dans les reprises de prothèse totale de hanche de causes aseptiques. Les reprises de causes septiques ont les mêmes enjeux, que ce soit sur le plan de la stabilité des implants ou sur le plan fonctionnel avec, en plus, comme objectif primordial d'obtenir une guérison de l'infection. Infection qui, du fait de sa présence, présente un milieu hostile aux différents matériaux précédemment cités pouvant d'une part, gêner leur ostéointégration et entraîner un descellement, et d'autre part entraîner une résorption osseuse, et donc un échec de la greffe mise en place<sup>11,12</sup>. Un milieu septique rend donc leur mise en place encore plus périlleuse.

### III. Les infections de prothèse totale de hanche

#### III.1. Généralités

L'infection de site opératoire avec présence de matériel en place n'est pas la complication la plus fréquente après réalisation d'une prothèse totale de hanche primaire. Elle est cependant la complication la plus redoutée du chirurgien. En effet, une telle complication expose le patient à une ou plusieurs nouvelles chirurgies ou, a minima, à la prise prolongée d'antibiotique. Cela entraîne une augmentation de la durée d'hospitalisation, une augmentation du risque de complications tant médicales que chirurgicales, entraînant une augmentation de la morbi-mortalité, et par conséquent une augmentation importante du coût lié aux soins. Tout cela en fait donc un réel problème de santé publique<sup>13,14</sup>.

L'incidence des infections après prothèse totale de hanche rapportée dans la littérature varie selon les études et est estimée entre 0,5 et 2%<sup>15</sup>.

De plus, nous devrions connaître une augmentation du nombre de prothèse totale de hanche réalisée chaque année<sup>3</sup> et une augmentation du nombre de reprise de prothèse totale de hanche<sup>1</sup> qui, rappelons-le, ont un risque augmenté d'infection du site opératoire. On peut donc imaginer que le nombre d'infection sur prothèse totale de hanche va également tendre à augmenter, bien que l'incidence et le coût des infections de prothèse aient été globalement stables entre 2002 et 2017<sup>13</sup>.

Comme cela a été décrit par Urquhart et al.<sup>4</sup> en 2010, un certain nombre de facteurs de risques ont été identifiés tel qu'un âge avancé, la présence d'une ou plusieurs comorbidités associées, la mise en place d'une prothèse dans un contexte post-traumatique, une longue durée de chirurgie, la présence d'une ou plusieurs pathologies sévères, une station allongée de plus de 2 jours en préopératoire, un Risk Index de 1 ou 2 selon la National Nosocomial Infections Surveillance ou encore la nécessité pour le patient d'une assistance médicale. Les 2 facteurs de risques les plus

« fort » retrouvés dans cette étude sont la longueur de la chirurgie et l'existence d'une pathologie sévère (ASA 3 ou plus).

A noter que le sexe, la race ethnique et l'indication initiale dans un contexte de chirurgie programmée ne sont pas considérés comme des facteurs de risques.

Ces infections de sites opératoires peuvent se manifester par différents signes cliniques et/ou biologiques et/ou radiographiques<sup>16,17</sup>.

### III.2. Différents types d'infection de site opératoire

La contamination d'une articulation prothétique peut avoir des origines différentes : inoculation directe, hématogène ou par contiguïté. Le développement d'une infection après une contamination est un phénomène multifactoriel qui est encore aujourd'hui mal compris. Ce dernier peut être très schématiquement défini par l'équation d'Altemeier<sup>5</sup> :

$$\text{Infection} = \text{Importance de la contamination} \times \text{Virulence du germe} / \text{Résistance de l'hôte}$$

Un certain nombre de classifications concernant les infections existent. Cependant, la grande majorité ne propose pas de stratégie thérapeutique permettant de préciser si le matériel prothétique peut être ou non conservé. Hors, il n'y a qu'avec une classification pragmatique que pourra être adoptée la bonne attitude stratégique pour tenter de guérir l'infection de prothèse, au moindre coût pour la société, et avec le moins de séquelles pour le patient.

L'un d'entre elle a été décrite par Tsukayama et son équipe<sup>18</sup> distinguant 4 situations :

- Infection aiguë post-opératoire jusqu'à 1 mois de la date d'implantation
- Infection chronique au-delà
- Infection secondaire hématogène
- Découverte fortuite d'un germe lors d'une réintervention qui a priori ne semblait pas septique

De cette classification découle des stratégies chirurgicales différentes.

Les infections aiguës post-opératoires sont généralement traitées par synovectomie, lavage et changement des pièces mobiles de la prothèse.

Nous décrirons plus en détails les différents types de prises en charge possible des infections chroniques, ne pouvant être prises en charge par « simple » synovectomie-lavage.

Les infections par voie hématogène peuvent être traitées, en fonction de la datation possible ou pas de l'apparition de l'agent infectieux, soit comme des infections aiguës, soit comme des infections chroniques.

La découverte fortuite d'un germe lors d'une réintervention entraîne le plus souvent un traitement initial uniquement médical par le biais des antibiotiques. Avant d'envisager une prise en charge supplémentaire par chirurgie si le traitement médical se révèle insuffisant.

Enfin, ces différents modes de prises en charge sont à pondérer en fonction du patient. Tant par rapport à l'état clinique de celui-ci, et donc la lourdeur des traitements qu'il pourra assumer, que par rapport à son souhait. Certains patients pouvant par exemple demander un « simple » traitement médical suppressif ou ne pas vouloir qu'un projet chirurgical trop ambitieux soit entrepris, du fait de la lourdeur et de la longueur des suites.

Cette classification de Tsukoyama nous paraît judicieuse, car elle tient compte de la formation du biofilm bactérien dans le temps<sup>5,15,18</sup>. Biofilm apparaissant lors de toute infection sur matériel et qui, après avoir atteint sa maturité, rend insuffisant le lavage si le matériel est laissé en place. De plus, ce biofilm empêche la bonne action des antibiotiques.

### III.3. Physiopathologie

Une infection de site opératoire peut donc survenir à la suite d'une inoculation directe, ayant lieu dans la majorité des cas lors de la précédente chirurgie, ou par contamination par voie hématogène.

Une fois que le germe incriminé est présent au niveau du site opératoire, l'infection va se développer avec la multiplication de celui-ci, entraînant ainsi une augmentation de l'inoculum qui deviendra symptomatique dès lors que la population bactérienne sera suffisamment importante.

Le corps infecté mettra alors en place différentes réponses pour se défendre et lutter contre ces agents infectieux, notamment via son système immunitaire et l'inflammation.

Southwood<sup>19</sup> expliquait dans une étude publiée en 1985 que la gravité de l'infection dépendait du type d'incubation, de la dose d'inoculum et de la présence ou non de matériel au site infecté. En effet, dans son étude, il avait constitué 4 groupes composés de 30 lapins subissant une infection, les 3 premiers groupes étant tous porteur d'une prothèse totale de hanche (prothèse en acier inoxydable). L'inoculum était composé de germes type *Staphylococcus Aureus* prélevés lors de la prise en charge d'une infection de prothèse totale de hanche humaine.

Le but de cette étude étant de trouver la « dose infectieuse » entraînant respectivement l'infection de 50% de la population de chaque groupe. Ces résultats montraient qu'il y avait un plus haut taux d'infection si la contamination avait lieu en per-opératoire et si celle-ci était directe. Il mettait également en place l'hypothèse que la présence de matériel entraîne l'inhibition de certaines réponses du corps pour se défendre.

De plus, il a été montré que lorsque du matériel était présent, les germes adhèrent à ce matériel et forment progressivement un biofilm bactérien<sup>5,15,18</sup>. La création de ce biofilm débute dès J0 de l'inoculation du site infecté et arrive à maturité en moyenne à 1 mois. C'est la présence de ce biofilm qui transforme la prise en charge des infections sur matériel en véritable défi, car celui-ci enraye l'action des antibiotiques rendant insuffisante une « simple » prise en charge médicale.

Dans les infections aiguës, le biofilm n'est pas encore arrivé à maturité. Celui-ci peut être éliminé par lavage et synovectomie, auxquels on ajoute un traitement antibiotique adapté aux germes présents.



Dans les infections chroniques, une fois que le biofilm a acquis sa maturité, il devient alors imperméable au lavage-synovectomie, rendant cette méthode inefficace et donc insuffisante, rendant alors indispensable le retrait du matériel en place.

### III.4. Stratégies de prise en charge des infections chroniques

Différentes méthodes pour traiter au mieux les infections de site opératoire, avec présence d'une prothèse articulaire, ont été développées au cours du temps. Parmi celles-ci, nous pouvons citer la technique de débridement précoce, encore utilisé en présence d'une infection qualifiée d'aiguë, et intervenant moins d'un mois après la mise en place de la prothèse, l'utilisation d'une antibiothérapie suppressive à très long terme voir à vie, encore utilisée dans certains cas d'une infection chronique en échec de prise en charge et permettant alors de « contrôler » les symptômes infectieux sans obtenir de véritable guérison infectieuse.

La présence d'une infection chronique, se déclarant plus d'un mois après la mise en place du matériel prothétique, impose le plus souvent le changement complet des implants du fait de la formation du biofilm bactérien.

La prise en charge en deux temps est le Gold Standard dans ce type de prise en charge<sup>20</sup>. Celle-ci consiste dans un premier temps au retrait de tous les matériaux présents au site infecté, en y associant des gestes de lavage et de débridement des parties molles. Il est alors possible de mettre en place un spacer en ciment pouvant être imprégné aux antibiotiques<sup>21,22,23</sup>, ou de procéder à une dépose des implants sans mise en place du spacer en question. Le but étant de supprimer la présence de matériel au site opératoire infecté et, après diminution importante de l'inoculum bactérien par le biais des autres gestes réalisés, de le rendre favorable aux traitements antibiotiques introduits par la suite. Il faudra alors envisager dans un second temps la réalisation d'une réimplantation prothétique dans le but de redonner le plus de fonctionnalités possible au patient. Cet intervalle de temps étant dans le meilleur des cas compris au minimum entre 6 semaines et 3 mois. Celui-ci peut être plus long et s'étendre sur plusieurs mois ou années en fonction de l'état général du patient et de

sa réponse aux thérapeutiques, ou encore lorsqu'un second temps n'est pas envisagé initialement.

Cette méthode de prise en charge en deux temps a fait la preuve de son efficacité. Romano<sup>24</sup> dans une étude publiée en 2010 comparait les reprises de prothèse totale de hanche de causes septiques aux reprises de causes aseptiques. Celui-ci comparait ainsi respectivement 40 patients dans chaque groupe avec un suivi minimum de 2 ans. Il ne retrouvait pas de différence en termes de résultats type descellement aseptique et/ou réinfection entre les deux groupes et émettait l'hypothèse qu'une reprise septique en 2 temps bien conduite pouvait avoir la même efficacité qu'une reprise aseptique en 1 temps. Il notait également un meilleur score fonctionnel (WOMAC) dans le groupe des patients infectés mais cela provenait probablement du fait que les patients devant subir 2 chirurgies, dans un contexte d'infection, présentaient une plus haute résilience. Il notait également un plus haut taux de complication dans le groupe des patients infectés.

Haddad<sup>25</sup> dans une étude publiée en 2000 ne retrouvait que 4 échecs du traitement en deux temps chez les 50 patients inclus dans son étude, dont 2 dont la guérison a pu être obtenue après la réalisation d'un nouveau 2 temps (taux de réinfection de 8% à 5,8 ans de suivi). Petis et al.<sup>26</sup> dans une étude publiée en 2019 retrouvait un taux de réinfection proche de celui de Haddad puisqu'il faisait état d'un taux de récurrence d'infection de 14% à 5 ans chez les 162 patients (164 hanches) inclus dans son étude. Cela nous montre que, si la méthode de prise en charge en 2 temps chirurgicaux distincts est efficace, celle-ci n'est pas parfaite. De plus, la réalisation de 2 chirurgies, en plus de la présence de l'infection, entraîne un surcoût lié aux soins pour la société, une augmentation de la durée d'hospitalisation du patient, et une rançon fonctionnelle déjà importante dans les suites d'une infection sur prothèse.

Depuis quelques années, un certain nombre d'équipes se sont penchées sur l'intérêt et les possibles avantages de réaliser cette reprise septique non pas en deux mais en un temps<sup>27,28,29</sup>. Les avantages de cette méthode de prise en charge étant de supprimer une hospitalisation et une chirurgie et donc d'augmenter le confort du patient. Les résultats de ces études sont disparates. Leonard<sup>28</sup> dans une étude publiée

en 2013 expliquait que la méthode en 2 temps permettait d'obtenir de plus grande chance de guérison de l'infection mais entraînait de moins bons résultats fonctionnels que la méthode en 1 temps. Tandis que Kunutsor<sup>29</sup> dans une étude publiée en 2018 comparant 44 cohortes de patients traités soit par la méthode en un temps, soit par la méthode en deux temps, retrouvait un taux de guérison de l'infection plus élevé avec la méthode en 1 temps avec des cohortes composées de patients considérés comme plus lourd à prendre en charge, et donc théoriquement plus difficile à traiter (patient plus âgés, plus grande proportion de patient avec antécédent d'infection sur prothèse ou de chirurgie de la hanche, augmentation initiale plus importante de la CRP ou encore de plus nombreux cas de fistules ou d'abcès). La prise en charge en un temps était dans cette étude associée à une durée de l'antibiothérapie plus longue.

La méthode de prise en charge en un temps dans ces cas de reprises de causes septiques semble donc avoir de plus en plus sa place du fait d'une efficacité certaine, tout en permettant de meilleurs résultats fonctionnels et une diminution du coût lié aux soins. Celle-ci doit cependant être réservée à des patients choisis au cas par cas et ne semble pas être indiquée pour tous les types de patients.

En cas d'échec des méthodes citées ci-dessus, le patient peut en dernier recours se voir proposer la réalisation d'une dépose des implants sans réimplantation.

### III.5. Influence du type de matériel

Nous avons vu précédemment que la présence de matériel favorisait la survenue d'une infection. Il semblerait que le type de matériel y joue également un rôle du fait de biocompatibilités différentes tant pour l'hôte que pour les germes.

Arens<sup>30</sup> dans une étude publiée en 1996 obtenait un taux significativement supérieur d'infection lors de l'utilisation de matériel en acier par rapport à du matériel en titane. Il expliquait que le risque d'infection dépend notamment de plusieurs caractéristiques du matériel : la taille et la forme de l'implant, la technique de fixation utilisée et sa stabilité, les caractéristiques de la surface du matériel et également sa biocompatibilité. De plus, il notait que le type de matériaux utilisés est important dans

la réaction des tissus et l'adhésion des bactéries. Il concluait que le matériau idéal devait avoir une bonne biocompatibilité avec les tissus environnants, des caractéristiques d'adhésion optimales pour éviter la formation d'espaces morts propices au développement d'un inoculum et l'irritation/l'inflammation des tissus avoisinants, ne pas contenir de composants allergéniques et avoir un risque de corrosion moindre<sup>31</sup>. Dans son étude, il retrouvait une adhésion plus importante des tissus mous au titane. L'acier quant à lui, entraînait la formation de capsule fibreuse formant des espaces morts contenant du liquide. Dans ces espaces morts, les germes pouvaient diffuser et se multiplier tout en étant moins accessibles aux mécanismes de défenses (mécanismes internes à l'être vivant et/ou traitement antibiotique)

Sheehan<sup>32</sup> dans une étude publiée en 2004 concluait également à une différence en fonction du type de matériel utilisé. Tout comme Arens, il retrouvait un taux d'infection plus important avec l'utilisation d'acier par rapport au titane sans modification du résultat s'il y ajoutait un revêtement par film d'argent. Son explication tenait au fait que le titane possède une surface moins électrochimiquement active que l'acier. La surface de ce dernier a plus d'énergie libre ( $>40\text{nN/m}$ ) et présente donc plus de ligands disponibles pour se lier aux cellules bactériennes et tissulaires, qui entrent en compétition pour coloniser la surface des biomatériaux.

Le type de matériau utilisé est donc important tant sur le plan de l'ostéointégration de l'implant que sur la diminution du risque d'infection du site opératoire.

## IV. Le Trabecular Metal

### IV.1. : Caractéristiques

Le Trabecular Metal est un matériau développé majoritairement par la société Zimmer Bionmet dans le domaine médical.

Comme décrit dans le rapport de la CNEDiMTS du 21 mai 2019, le Trabecular Metal est constitué à 98% de tantale et à 2% de carbone vitreux. Il a une structure spongieuse, trabéculaire, formant des pores ou vacuoles d'environ 500 micromètres. La porosité du matériau est supérieure à 80%, ce qui vise à favoriser la croissance osseuse au sein du réseau tridimensionnel de trabécules. Sa résistance à la compression est de 60 +/- 18MPa. De plus, son faible module d'élasticité est le même que celui de l'os sous-chondral, limitant ainsi théoriquement le risque de descellement aseptique<sup>9</sup>. Enfin, il possède un très haut coefficient de friction. Ces différentes caractéristiques suggèrent une amélioration et une accélération de l'ostéointégration des implants fait à partir de ce type de matériau<sup>9</sup>.

Différents types d'implants ont été mis au point permettant aux chirurgiens orthopédiques de faire face à un grand nombre de situation impliquant des pertes osseuses majeures ou pas.

### IV.2. Type d'implants

- Cotyles : Ces implants se présentent sous forme hémisphérique conçue pour s'adapter à la morphologie de l'acétabulum. Par exemple, l'implant acétabulaire TMARS est utilisé sans ciment et peut être fixé dans l'acétabulum du patient à l'aide de vis, et peut être combiné avec les autres cales en Trabecular Metal disponibles. Cet implant cotyloïdien permet la mise en place d'un cotyle monobloc en polyéthylène qui est cimenté en place et orienté de façon

indépendante. Il s'associe à un implant fémoral standard. Ce cotyle est produit en différentes tailles allant de 48 à 70mm de diamètre, avec un incrément de 2mm

- Cales hémisphériques : Ces cales sont conçues pour offrir un support suffisant en augmentant la zone de contact os-implant. Elles ont une forme d'hémisphère tronqué. Ces cales comportent également deux ouvertures et des trous qui favorisent la croissance osseuse et l'ostéointégration du matériel. Elles sont disponibles en plusieurs tailles, de 50 à 70mm, avec un incrément de 4mm, et en trois épaisseurs de 10, 20 et 30mm
  
- Cales de renforts : elles sont utilisées pour combler les pertes osseuses présentes en périphérie de l'acétabulum (colonnes et toit). Des cales obliques, droite ou gauche, ont été développées pour la gestion des défauts osseux présents à la colonne postérieure ou à la colonne antérieure. Pour la reconstruction du toit de l'acétabulum, des cales en taille 54mm et 58mm ont été développées.
  
- Cales en coin : ces cales peuvent être mises en place entre les cales de renforts détaillées ci-dessus et l'os iliaque pour augmenter la stabilité du montage. Elles se déclinent en trois tailles avec une angulation de 5, 10 et 15 degrés entre leurs surfaces supérieure et inférieure.
  
- Obturateurs : ils peuvent être utilisés pour empêcher les effractions de ciment dans la cavité pelvienne mais également pour boucher d'éventuels défauts dans la cavité acétabulaire du patient. Ils se présentent avec un design de disque, avec une face convexe permettant de combler le défaut osseux et une face concave soutenant le cotyle de reprise. Ils sont disponibles en diamètres 26, 32 et 38mm

Tous ces types d'implants peuvent être associés entre eux mais ou à des implants n'étant pas en Trabecular Metal tel que l'anneau de Burch Schneider dont nous avons déjà parlé, ou encore des allogreffes structurelles.

### IV.3. Etude expérimentale

Le Trabecular Metal, du fait de sa haute porosité (75-80%), ces pores interconnectés et son module d'élasticité très proche de celui de l'os spongieux entraîne un meilleur transfert des charges et une diminution du stress-shielding.

Sambaziotis<sup>33</sup> dans une étude publiée en 2012 réalise des analyses histologiques sur l'ostéointégration d'implants cimentés (tibial, fémoral et patellaire) et d'implant tibial non cimenté dans des prothèses totales de genoux. Il retrouvait une meilleure ostéointégration de l'implant tibial non cimenté, plus marquée dans la zone postérieure par rapport à la zone centrale du tibia proximal. Les données suggèrent que ceci est dû à la viabilité de l'os avec présence de plus de moëlle osseuse saine, d'ostéocytes et d'os lamellaire.

Ceci est également retrouvé en cas d'infection, comme dans le case-report mentionné dans cette même étude, chez une patiente ayant subi une infection de prothèse totale de genou. Cette patiente était porteuse d'implant fémoral et patellaire cimenté et d'un implant tibial en Trabecular Metal non cimenté. Les constatations per-opératoires montraient des implants, fémoral et patellaire, descellés tandis que l'implant tibial était quant à lui toujours bien fixé. L'analyse histologique retrouvait la présence de Trabecular Metal dans le tissu osseux tibial et également la présence d'os dans le Trabecular Metal. L'infection n'ayant pas entraîné de descellement de cet implant. Cela sous-entend également que le retrait d'un implant en Trabecular Metal, s'il est nécessaire, peut s'avérer plus complexe.

#### IV.4. Intérêts dans la prise en charge des destructions osseuses acétabulaires aseptiques (PTH primaire ou secondaire)

Le Trabecular Metal a, par le biais de ces caractéristiques très proches de celle de l'os spongieux, des capacités d'ostéointégration (théoriquement) supérieures à celle des autres matériaux utilisés dans les chirurgies prothétiques de hanches<sup>34,35</sup>.

Dans le cadre des prothèses totales de hanches primaires, Matharu<sup>34</sup> en 2017 a réalisé une étude comparant à 5 ans 9100 prothèses avec utilisation du Trabecular Metal (3490 TM Modular et 5610 TM Continuum) à 9100 prothèses avec utilisation du Titane (6144 Titanium Trilogy et 2956 Trilogy IT). Ces résultats retrouvaient de manière significative une diminution du taux de reprise acétabulaire (toutes causes, aseptiques ou septiques) lors de l'utilisation d'implants composés de Trabecular Metal, avec une meilleure probabilité de survie à 5 ans. Il notait cependant que cet écart était faible et que celui-ci pourrait être plus important en s'intéressant à des cas plus complexes (reprise aseptique ou septique, défaut osseux acétabulaire important).

Dans le cadre des révisions de prothèse totale de hanche de causes aseptiques, l'usage du Trabecular Metal a également été étudié. C'est notamment le cas de Konan<sup>36</sup> en 2016 qui étudiait les résultats de l'utilisation de Trabecular Metal à 10 ans de la chirurgie de reprise, chez des patients classés Paprosky 2 ou 3. Celui-ci retrouvait une survie à 10 ans comprise entre 92% (échec toutes causes) et 96% (échec de causes acétabulaires) associée à d'excellents résultats fonctionnels via les scores WOMAC pain, WOMAC fonction, SF-12 physique et SF-12 mental.

Jenkins<sup>37</sup> dans une étude publiée en 2017 étudiait l'utilisation à 5 ans de Trabecular Metal (cotyle et augment) chez des patients avec une destruction osseuse plus importante que dans l'étude de Konan. En effet, tous les patients inclus dans cette étude étaient classés Paprosky 3. Ces résultats étaient également excellents puisqu'il retrouvait une survie de 100% à 5 ans et de 97% à 10 ans (si non prise en compte des patients perdus de vue), une augmentation significative du Mayo Hip Score entre le pré- et le post-opératoire. Il ne faisait état que de 2 cas de descellement aseptique à 6



et 7 ans du début du suivi (pour 58 hanches incluses). Il ne notait pas de migration d'implant entre le post-opératoire immédiat et les radiographies réalisées à 5 ans. Les valeurs d'abduction de la cup, de la distance centre-tête fémoral anatomique de l'horizontal et de la distance centre-tête fémoral anatomique de la verticale étaient similaires ou non significativement différentes.

Löchel<sup>35</sup> dans une étude publiée en 2019 étudiait également les résultats de l'utilisation de cotyle et d'augment en Trabecular Metal dans les reprises de prothèses totale de hanche à 10 ans, chez des patients classés Paprosky 2 et 3. Celui-ci retrouvait une survie de 92,5%. Il retrouvait également une augmentation significative du score fonctionnel HHS entre la période pré-opératoire et la période post-opératoire, à 10 ans de la chirurgie.

Flecher<sup>38</sup> dans une étude publiée en 2016 et étudiant 51 patients avec des pertes osseuses importantes au versant acétabulaire (exclusivement classés Paprosky 2 ou 3), retrouvait un taux de survie à 64 mois de 86,3% toutes causes confondues et de 97,3% si l'échec était défini par la réalisation d'une nouvelle chirurgie. Il confirmait ainsi les résultats de ces précédentes études qui retrouvaient déjà d'excellents résultats des implants en Trabecular Metal dans la prise en charge des patients avec un défaut osseux Paprosky 3<sup>39</sup>, ainsi qu'une excellente stabilité de ce type d'implant<sup>40</sup>.

Ces 4 études précédentes ont montré que le Trabecular Metal pouvait permettre d'obtenir de très bons résultats avec un très haut taux de survie et également une réelle progression fonctionnelle, via les différents scores utilisés, dans les reprises de prothèse totale de hanche, y compris en présence de défauts osseux très importants sur le versant acétabulaire. D'autres études publiées, retrouvant des résultats similaires, vont également dans ce sens<sup>41,42,43</sup>.

Beckmann<sup>9</sup> dans une étude publiée en 2013, a réalisé une revue systématique de la littérature pour confronter les implants en Trabecular Metal aux différents anneaux de renforcement utilisés en pratique courante (anneau de Ganz, anneau de Müller, Burch-Schneider) chez des patients qui étaient tous classés Paprosky 3. Ces résultats montraient une diminution significative du risque d'échec de la chirurgie de reprise lors

de l'utilisation d'implants en Trabecular Metal, que le patient soit porteur ou non d'une discontinuité pelvienne. Il retrouvait également une meilleure survie des implants en Trabecular Metal, cependant significative seulement face aux implants de Burch Schneider. Le suivi était certes court puisque les patients étaient suivis en moyenne 3,7 ans dans le groupe Trabecular Metal et 6,1 ans dans le groupe anneaux de soutien. Mais si l'on se réfère à l'étude de Jafari<sup>44</sup> publiée en 2010, cette différence de durée de suivi n'était pas problématique car les implants en Trabecular Metal connaissent des échecs précoces, intervenant pour la plupart dans les 6 premiers mois post-opératoire, contrairement aux implants en titane dont les échecs interviennent après les 6 premiers mois post-opératoire.

#### IV.5. Intérêts dans la prise en charge des reprises de prothèse totale de hanche pour causes septiques

Le Trabecular Metal, du fait de ces propriétés particulières, permet d'obtenir d'excellents résultats dans les reprises de prothèse totale de hanche parfois complexes. De plus, la composition du matériel utilisé en milieu septique a son importance dans le développement d'une infection et la difficulté à éliminer les germes présents et adhérents au matériel.

La CNEDiMITS le 21 mai 2019, notait qu'en l'absence de données cliniques sur les conséquences du retrait de ce type de matériaux au niveau osseux, il était recommandé de ne pas l'utiliser chez des patients à risque infectieux et ceux nécessitant une reprise pour infection. Il est cependant licite de se poser la question de son efficacité devant ce type de challenge, d'autant plus au vu de ces excellents résultats face à l'utilisation d'allogreffe et/ou d'anneaux de soutien qui peuvent être utilisés dans les reprises septiques de prothèse totale de hanche.

Schildhaeur<sup>45</sup> dans une étude in vivo publiée en 2006 retrouvait une plus faible adhérence des germes de la famille des Staphylocoques sur le Trabecular Metal par rapport aux matériaux couramment utilisés dans les prothèses totales de hanches.

Cependant, d'autres études in vivo ne retrouvaient pas de supériorité du Trabecular Metal par rapport à ces mêmes matériaux<sup>46,47,48,49</sup>.

Tokarski<sup>14</sup> dans une étude publiée en 2015 se posait la question du caractère « protecteur contre les infections » du Trabecular Metal dans les reprises de prothèse totale de hanche. Il partait de l'hypothèse que, du fait de son très haut potentiel d'intégration, ce matériau pourrait diminuer de manière très importante le nombre d'espace mort propice au développement de l'infection. Les ostéoblastes intégrant le matériel plus facilement et de manière plus complète que les organismes infectieux, leur empêchant ainsi l'accès. Il expliquait également que la topographie tridimensionnelle de la structure du Trabecular Metal pouvait rendre difficile son accès et sa colonisation par un organisme. Il émettait l'hypothèse que ces implants, du fait de leur composition, pourraient s'avérer être des éléments hostiles aux organismes infectieux. Les résultats de son étude précédemment citée rapportaient ainsi une incidence plus faible de nouvelle infection dans le groupe avec utilisation de Trabecular Metal, tout en notant que ces implants étaient souvent utilisés dans des reprises plus complexes que les implants composés de Titanium.

Klatte<sup>50</sup> dans une étude publiée en 2014 étudiait directement l'utilisation du Trabecular Metal lors de reprises pour causes septiques et l'opposait à un groupe contrôle où les patients ne présentaient pas de destruction acétabulaire. Le nombre de récurrence infectieuse était similaire entre les deux groupes, avec des reprises théoriquement plus complexes dans le groupe avec utilisation de Trabecular Metal et avec présence de plus de matériel. Le nombre de complications étaient légèrement inférieur dans le groupe avec utilisation de Trabecular Metal.

Le Trabecular Metal semble donc montrer des résultats intéressants dans son utilisation en milieu septique, du fait de ces capacités d'ostéointégration supérieures aux autres matériaux, qui pourraient permettre de limiter l'apparition d'espaces morts propices au développement d'une infection par multiplication des germes dans un milieu « protégé ». Son organisation tridimensionnelle pourrait le rendre également plus hostile envers les organismes infectieux et enrayer sa colonisation par ces derniers<sup>34</sup>. De plus, si les capacités de Trabecular Metal à lutter contre les infections

se confirment, d'autres propriétés doivent encore nous être inconnues. Enfin, il est important de noter que du ciment imprégné aux antibiotiques est le plus souvent utilisé en association avec les implants en Trabecular Metal pour fixer l'implant cotyloïdien, ce qui pourrait augmenter indirectement l'efficacité du Trabecular Metal en milieu septique<sup>49</sup>.

## V. Méthodes de mesure

Classification de Paprosky :

- Stade 1 : Présence d'une ostéolyse autour du ciment/de l'implant, l'acétabulum étant constitué de plus de 50% d'os spongieux
- Stade 2 : Présence d'une ostéolyse du dôme, de l'anneau et/ou du mur médial donnant au cotyle une forme distordue, sans atteinte des colonnes, l'acétabulum étant constitué de moins de 50% d'os spongieux
  - o 2A : Présence d'un défaut osseux de la partie supérieure du dôme avec cependant l'anneau qui est intact, entraînant une migration supérieure de l'implant
  - o 2B : Présence d'un défaut osseux de la partie supérieure du dôme avec atteinte de la partie supérieure de l'anneau, entraînant une migration supéro-latérale de l'implant
  - o 2C : Présence d'un défaut osseux du mur médial entraînant une augmentation de la largeur de l'acétabulum, entraînant une migration médiale de l'implant
- Stade 3 : Présence d'une ostéolyse majeure entraînant une disparition de l'anneau, du dôme, et un mur sévèrement compromis. Présence d'une atteinte des colonnes qui ne remplissent plus leur rôle et un os spongieux remplacé par du tissu membraneux, sclérotique
  - o 3A : défaut osseux étendu entre 10h et 2h avec un mur médial toujours un peu présent et une lyse modérée de l'ischion, entraînant une migration supéro-médiale.
  - o 3B : défaut osseux étendu entre 9h et 5h avec un mur médial totalement détruit et une lyse sévère de l'ischion, entraînant une migration supéro-médiale de l'implant.

## Critères d'infection de prothèses articulaires MSIS :

Les critères d'infection de prothèses articulaires MSIS ont été rapportés par Parvizi<sup>17</sup> dans une étude publiée en 2018. Ceux-ci étaient définis par 2 critères majeurs et 7 critères mineurs.

1 : existence d'une fistule communiquant avec la prothèse

2 : Germe retrouvé sur au moins 2 prélèvements (tissulaire ou liquidien)

La présence de l'un de ces deux critères entraîne le diagnostic d'infection

3 : critères mineurs - sang (points) :

- CRP > 10mg/L (2)
- D-dimer > 860ng/mL (2)
- VS > 30 mm/heure (1)

3 : critères mineurs – liquide synovial (points)

- taux de leucocyte augmenté (++) (3)
- Compte des GB > 3 000 cellules/microlitres (3)
- Alpha-défensine : signal-to cutoff ratio > 1 (3)
- pourcentage de PNN > 80% (2)

Un score supérieur ou égal à 6 entraîne le diagnostic d'infection. Un score compris entre 2 et 5 requière une chirurgie pour valider ou pas le diagnostic d'infection.

Critères d'ostéointégration :

Moore<sup>51</sup> dans une étude publiée en 2006 rapportait 5 critères permettant d'évaluer la bonne ostéointégration d'un implant cotyloïdien en Trabecular Metal.

- 1 : absence de liseré
- 2 : présence d'une ostéocondensation supéro-latérale
- 3 : stress-shielding médial
- 4 : présence de trabécules radial
- 5 : présence d'une ostéocondensation inféro-médiale

Il notait que les 3 premiers critères étaient les plus sensibles pour juger de l'ostéointégration de l'implant.

Dans son étude, les cotyles qui présentaient 3 de ces 5 signes ou plus étaient pour 97% d'entre eux ostéointégrés.

Au contraire, les cotyles ne présentant pas ou 1 un seul de ces critères n'étaient que pour 83% d'entre eux ostéointégrés.

De plus, il expliquait également que l'échec de l'ostéointégration pouvait être remarqué par le biais de la présence d'un liseré et par la migration de la cup tout en notant qu'il pouvait être difficile de mettre en évidence la présence d'un liseré lors de l'utilisation de cotyle non cimenté. Si aucun de ces 2 signes n'est présent, cela veut dire que le cotyle est stable sans être forcément ostéointégré.

## VI. Références :

1. Schwartz AM, Farley KX, Guild GN, Bradbury Jr. TL, Projections and Epidemiology of Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States to 2030, *The Journal of Arthroplasty* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.02.030>.
2. Learmonth, I. D., Young, C., & Rorabeck, C. (2007). The operation of the century: total hip replacement. *The Lancet*, 370(9597), 1508-1519.
3. Erivan R, et al. Progression and projection for hip surgery in France, 2008-2070: Epidemiologic study with trend and projection analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.07.021>
4. Urquhart, D. M., Hanna, F. S., Brennan, S. L., Wluka, A. E., Leder, K., Cameron, P. A., ... & Cicuttini, F. M. (2010). Incidence and risk factors for deep surgical site infection after primary total hip arthroplasty: a systematic review. *The Journal of arthroplasty*, 25(8), 1216-1222.
5. Marmor S, Lhotellier L. Prothèse de hanche infectée : le point de vue du chirurgien. *Revue du rhumatisme monographies* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2019.05.001>
6. Paprosky, W. G., Perona, P. G., & Lawrence, J. M. (1994). Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *The Journal of arthroplasty*, 9(1), 33-44.
7. Parratte, S., Argenson, J. N., Flecher, X., & Aubaniac, J. M. (2007). Reprise des descellements acétabulaires aseptiques par cupule non cimentée, vissée et allogreffe morcelée impactée. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 93(3), 255-263.
8. van Koeveringe, A., & Ochsner, P. (2002). Revision cup arthroplasty using Burch-Schneider anti-protrusio cage. *International orthopaedics*, 26, 291-295.
9. Beckmann, N. A., Weiss, S., Klotz, M. C., Gondan, M., Jaeger, S., & Bitsch, R. G. (2014). Loosening after acetabular revision: comparison of trabecular metal and reinforcement rings. A systematic review. *The Journal of Arthroplasty*, 29(1), 229-235.



10. Regis, D., Sandri, A., & Bonetti, I. (2014). Acetabular reconstruction with the Burch-Schneider antiprotrusio cage and bulk allografts: minimum 10-year follow-up results. *BioMed research international*, 2014.
11. Berry, D. J., Chandler, H. P., & Reilly, D. T. (1991). The use of bone allografts in two-stage reconstruction after failure of hip replacements due to infection. *JBJS*, 73(10), 1460-1468.
12. Alexeeff, M., Mahomed, N., Morsi, E., Garbuz, D., Gross, A., & Latner, A. J. (1996). Structural allograft in two-stage revisions for failed septic hip arthroplasty. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(2), 213-216.
13. Premkumar A, Kolin DA, Farley KX, Wilson JM, McLawhorn AS, Cross MB, Sculco PK, Projected Economic Burden of Periprosthetic Joint Infection of the Hip and Knee in the United States, *The Journal of Arthroplasty* (2021), doi: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.12.005>.
14. Tokarski, A. T., Novack, T. A., & Parvizi, J. (2015). Is tantalum protective against infection in revision total hip arthroplasty?. *The bone & joint journal*, 97(1), 45-49.
15. Muller, Q., Mbuku, R. B., Poilvache, H., Van Cauter, M., Yombi, J. C., & Cornu, O. (2021). Infections de prothèses articulaires: principes généraux à l'attention du médecin de première ligne. *Louvain médical*, 140, 386.
16. Banaszkiwicz, P. A. (2013). Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. In *Classic Papers in Orthopaedics* (pp. 39-41). London: Springer London.
17. Parvizi, J., Tan, T. L., Goswami, K., Higuera, C., Della Valle, C., Chen, A. F., & Shohat, N. (2018). The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: an evidence-based and validated criteria. *The Journal of arthroplasty*, 33(5), 1309-1314.
18. T TSUKAYAMA, D. E. A. N., Estrada, R., & Gustilo, R. B. (1996). Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *JBJS*, 78(4), 512-23.

19. Southwood, R. T., Rice, J. L., McDonald, P. J., Hakendorf, P. H., & Rozenblids, M. A. (1985). Infection in experimental hip arthroplasties. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 67(2), 229-231.
20. Matthews, P. C., Berendt, A. R., McNally, M. A., & Byren, I. (2009). Diagnosis and management of prosthetic joint infection. *Bmj*, 338.
21. Fitzgerald Jr, R. H., & Jones, D. R. (1985). Hip implant infection: treatment with resection arthroplasty and late total hip arthroplasty. *The American Journal of Medicine*, 78(6), 225-228.
22. Toulson, C., Walcott-Sapp, S., Hur, J., Salvati, E., Bostrom, M., Brause, B., & Westrich, G. H. (2009). Treatment of infected total hip arthroplasty with a 2-stage reimplantation protocol: update on "our institution's" experience from 1989 to 2003. *The Journal of arthroplasty*, 24(7), 1051-1060.
23. Chen, A. F., & Parvizi, J. (2014). Antibiotic-loaded bone cement and periprosthetic joint infection. *Journal of long-term effects of medical implants*, 24(2-3).
24. Romano, C. L., Romano, D., Logoluso, N., & Meani, E. (2010). Septic versus aseptic hip revision: how different?. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 11(3), 167-174.
25. Haddad, F. S., Muirhead-Allwood, S. K., Manktelow, A. R. J., & Bacarese-Hamilton, I. (2000). Two-stage uncemented revision hip arthroplasty for infection. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 82(5), 689-694.
26. Petis, S. M., Abdel, M. P., Perry, K. I., Mabry, T. M., Hanssen, A. D., & Berry, D. J. (2019). Long-term results of a 2-stage exchange protocol for periprosthetic joint infection following total hip arthroplasty in 164 hips. *JBJS*, 101(1), 74-84.
27. Klouche, S., Leonard, P., Zeller, V., Lhotellier, L., Graff, W., Leclerc, P., ... & Sariali, E. (2012). Infected total hip arthroplasty revision: one-or two-stage procedure?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 98(2), 144-150.
28. Leonard, H. A., Liddle, A. D., Burke, O., Murray, D. W., & Pandit, H. (2014). Single-or two-stage revision for infected total hip arthroplasty? A systematic

- review of the literature. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 472, 1036-1042.
29. Kunutsor, S. K., Whitehouse, M. R., Blom, A. W., Board, T., Kay, P., Wroblewski, B. M., ... & Global Infection Orthopaedic Management Collaboration. (2018). One-and two-stage surgical revision of peri-prosthetic joint infection of the hip: a pooled individual participant data analysis of 44 cohort studies. *European journal of epidemiology*, 33, 933-946.
30. Arens, S., Schlegel, U., Printzen, G., Ziegler, W. J., Perren, S. M., & Hansis, M. (1996). Influence of materials for fixation implants on local infection: an experimental study of steel versus titanium DCP in rabbits. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(4), 647-651.
31. Perren, S. M. (1991). The concept of biological plating using the limited contact-dynamic compression plate (LC-DCP). Scientific background, design and application. *Injury*, 22, 1-41.
32. Sheehan, E., McKenna, J., Mulhall, K. J., Marks, P., & McCormack, D. (2004). Adhesion of Staphylococcus to orthopaedic metals, an in vivo study. *Journal of Orthopaedic Research*, 22(1), 39-43.
33. Sambaziotis, C., Lovy, A. J., Koller, K. E., Bloebaum, R. D., Hirsh, D. M., & Kim, S. J. (2012). Histologic retrieval analysis of a porous tantalum metal implant in an infected primary total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 27(7), 1413-e5.
34. Matharu GS, Judge A, Murray DW, Pandit HG, Trabecular metal acetabular components reduce the risk of revision following primary total hip arthroplasty: A propensity score matched study from the National Joint Registry for England and Wales, *The Journal of Arthroplasty* (2017), doi: 10.1016/j.arth.2017.08.036.
35. Löchel, J., Janz, V., Hipfl, C., Perka, C., & Wassilew, G. I. (2019). Reconstruction of acetabular defects with porous tantalum shells and augments in revision total hip arthroplasty at ten-year follow-up. *The bone & joint journal*, 101(3), 311-316.

36. Konan, S., Duncan, C. P., Masri, B. A., & Garbuz, D. S. (2016). Porous tantalum uncemented acetabular components in revision total hip arthroplasty: a minimum ten-year clinical, radiological and quality of life outcome study. *The bone & joint journal*, 98(6), 767-771.
37. Jenkins, D. R., Odland, A. N., Sierra, R. J., Hanssen, A. D., & Lewallen, D. G. (2017). Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *JBJS*, 99(10), e49.
38. Flecher, X., Appy, B., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2017). Use of porous tantalum components in Paprosky two and three acetabular revision. A minimum five-year follow-up of fifty one hips. *International orthopaedics*, 41, 911-916.
39. Flecher, X., Sporer, S., & Paprosky, W. (2008). Management of severe bone loss in acetabular revision using a trabecular metal shell. *The Journal of arthroplasty*, 23(7), 949-955.
40. Flecher, X., Paprosky, W., Grillo, J. C., Aubaniac, J. M., & Argenson, J. N. (2010). Do tantalum components provide adequate primary fixation in all acetabular revisions?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 96(3), 235-241.
41. Davies, J. H., Laflamme, G. Y., Delisle, J., & Fernandes, J. (2011). Trabecular metal used for major bone loss in acetabular hip revision. *The Journal of arthroplasty*, 26(8), 1245-1250.
42. Del Gaizo, D. J., Kancherla, V., Sporer, S. M., & Paprosky, W. G. (2012). Tantalum augments for Paprosky IIIA defects remain stable at midterm followup. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 470, 395-401.
43. Whitehouse, M. R., Masri, B. A., Duncan, C. P., & Garbuz, D. S. (2015). Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 473, 521-527.

44. Jafari, S. M., Bender, B., Coyle, C., Parvizi, J., Sharkey, P. F., & Hozack, W. J. (2010). Do tantalum and titanium cups show similar results in revision hip arthroplasty?. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 468, 459-465.
45. Schildhauer, T. A., Robie, B., Muhr, G., & Köller, M. (2006). Bacterial adherence to tantalum versus commonly used orthopedic metallic implant materials. *Journal of orthopaedic trauma*, 20(7), 476-484.
46. Stavrakis, A. I., Niska, J. A., Loftin, A. H., Kwong, L. M., Billi, F., Miller, L. S., & Bernthal, N. M. An in vivo Assessment of the Bacterial Susceptibility of Porous Tantalum.
47. Sautet, P., Parratte, S., Mékidèche, T., Abdel, M. P., Flécher, X., Argenson, J. N., & Ollivier, M. (2019). Antibiotic-loaded tantalum may serve as an antimicrobial delivery agent. *The bone & joint journal*, 101(7), 848-851.
48. Griseti, Q., Jacquet, C., Sautet, P., Abdel, M. P., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2020). Antimicrobial properties of antibiotic-loaded implants: a comparative study of antimicrobial properties of antibiotic-loaded cement, tantalum, 3D-printed porous titanium, and titanium alloy. *The bone & joint journal*, 102(6 Supple A), 158-162.
49. Harrison, P. L., Harrison, T., Stockley, I., & Smith, T. J. (2017). Does tantalum exhibit any intrinsic antimicrobial or antibiofilm properties?. *The bone & joint journal*, 99(9), 1153-1156.
50. Klatte TO, et al, Tantalum Acetabular Augments in One-stage Exchange of Infected Total Hip Arthroplasty: A Casecontrol Study, *J Arthroplasty* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2014.01.011>
51. Moore, M. S., McAuley, J. P., Young, A. M., & Engh Sr, C. A. (2006). Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 444, 176-183.

## **Thèse article**

Résultats de la reconstruction acétabulaire à l'aide du Trabecular Metal dans les révisions de prothèse totale de hanche infectée, en deux temps, avec important défaut osseux

Auteurs : T. NICOLAÏ, M. LE BARON, J-N. ARGENSON, M. OLLIVIER, X. FLECHER

## Résumé :

### Introduction :

La reprise fémorale et acétabulaire de prothèse totale de hanche (PTH) pour infection articulaire péri-prothétique est le gold standard. Le Trabecular Metal (TM) peut être utilisé sur le versant acétabulaire pour une potentielle reconstruction avec des résultats à moyen terme encourageants. Même si de récentes publications semblent témoigner de son intérêt dans la lutte contre les infections, peu d'informations sont disponibles concernant l'utilisation de ce type de matériau spécifiquement dans les reprises septiques acétabulaires de PTH (rPTH). L'objectif de cette étude est d'observer les résultats des implants TM dans les rPTH, en 2 temps, pour infection. Notre hypothèse était que leur utilisation donne des résultats comparables à la littérature en permettant une reconstruction du versant acétabulaire avec perte osseuse importante.

### Matériel et méthodes :

Trente-deux rPTH pour infection (32 patients) effectuées entre le 1<sup>er</sup> janvier 2010 et le 31 juillet 2021 ont été incluses dans une étude rétrospective monocentrique. Les critères d'inclusion comportaient une chirurgie en 2 temps avec utilisation d'implants en TM au versant acétabulaire avec un suivi de 2 ans minimum. Selon Paprosky, il y avait 3 IIA, 8 IIB, 3 IIC, 12 IIIA et 6 IIIB, 13 présentaient une discontinuité pelvienne.

### Résultats :

Le taux de guérison de l'infection était de de 87,5% au suivi moyen de 30,2 +/- 10,9 mois (24, 69). Les germes de la famille des Staphylocoques étaient les plus fréquemment retrouvés (84,4%). Les complications comprenaient 6 (85,7%) réopérations dont 5 (71,4%) reprises avec changement d'implant. Le taux d'échec toutes causes confondues était de 21,9%. Le taux de survie global à 24 mois, toute cause confondue et pour reprise avec changement d'implants était respectivement de 78,1% et de 84,4%.

Conclusion :

L'utilisation d'implants TM dans les rPTH, en 2 temps, pour cause septique, chez des patients présentant des pertes osseuses importantes au versant acétabulaire a montré des résultats encourageants.

Niveau de preuve : IV

Mots clés : prothèse totale de hanche, trabecular metal, 2 temps, infection, défaut osseux



## Introduction :

L'infection articulaire péri-prothétique chronique des prothèses totales de hanche (PTH), du fait de l'arrivée à maturation du biofilm bactérien<sup>1,2</sup>, impose un changement des implants en un ou deux temps<sup>3,4,5,6,7</sup>.

Lors de ces reprises chirurgicales, le chirurgien devra faire face à une perte plus ou moins importante du stock osseux, notamment au versant acétabulaire<sup>8</sup>, qu'il lui faudra combler. De nombreuses méthodes ont été mise au point avec notamment l'utilisation d'allogreffes de tête fémorale<sup>9,10,11</sup>, morcelées ou pas, l'utilisation d'anneaux de soutien<sup>12,13,14</sup>, ou les métaux poreux de reconstruction tel que les implants en Trabecular Metal (Zimmer, Inc., Warsaw, Indiana, USA)<sup>13,16,16,17</sup>.

Le Trabecular Metal (TM) a, du fait de ces hautes capacités d'ostéointégration<sup>18</sup> et son organisation tridimensionnelle, montré son efficacité dans le comblement des pertes osseuses<sup>19,20,21</sup> et les reprises de PTH<sup>13,15,16,17</sup>. Ses résultats à moyen terme en présence de pertes osseuses importantes (Paprosky II et III) sont encourageants, avec des taux de reprises entre 0 et 5,3% et une survie entre 92 et 96% à 5-10 ans<sup>15,21,22,23,24</sup>. Dans le cas de pertes osseuses importantes (Paprosky 3), Beckmann<sup>13</sup> a montré en 2013, dans sa revue systématique, la supériorité des implants TM par rapport aux anneaux de renforcement.

Le type de matériel utilisé en milieu septique peut influencer la lutte contre l'infection<sup>25,26,27,28</sup>, selon son effet sur l'adhésion et la multiplication des germes ou la formation du biofilm bactérien, mais également sur le taux de persistance ou l'apparition de nouvelles infections, ou encore la survenue d'échec toute cause<sup>29</sup>. Les implants TM ont suscité un intérêt croissant dans ce contexte, avec l'hypothèse de sa capacité à limiter la présence d'espace mort propice au développement d'infection du fait de ces avantages que lui offrent ses hautes capacités d'ostéointégration et sa structure tridimensionnelle<sup>18,25,29,30,31</sup>. Schildhaeur<sup>30</sup> dans une étude in vivo montrait que le TM pouvait également limiter l'adhésion des germes du type Staphylocoque sur sa surface par rapport aux autres matériaux utilisés en chirurgie orthopédique.

Nous avons donc réalisé une étude descriptive rétrospective de rPTH en 2 temps pour infection articulaire péri-prothétique avec des implants acétabulaires en TM, avec pour objectif primaire d'observer le taux de guérison infectieuse. Nos objectifs secondaires étaient d'observer les résultats fonctionnels et radiographiques et les taux de complications.

Notre hypothèse était que l'utilisation d'implants en TM dans les révisions de PTH en 2 temps, pour cause septique, donnait des résultats comparables à la littérature en permettant une reconstruction du versant acétabulaire même en cas de pertes osseuses importantes.

Matériel et méthodes :

Tous les patients ayant bénéficié d'une reprise entre le 1<sup>er</sup> janvier 2010 et le 31 juillet 2021 en deux temps de PTH, avec mise en place d'implant en TM sur le versant cotyloïdien, suite au diagnostic d'infection articulaire péri-prothétique, avec un suivi minimum de 2 ans, ont été inclus. 10,3% (n = 32) des patients ont pu être inclus (voir Figure 1). Les patients ayant bénéficié d'une rPTH pour causes aseptiques, d'une rPTH pour causes septiques en 1 temps, ou d'une rPTH pour causes septiques en 2 temps sans utilisation d'implants TM ont été exclus. La présence d'un défaut osseux classé Paprosky I était également un critère d'exclusion.

Les données ont été récoltées par le biais du dossier patient informatisé. Neuf patients, dont le suivi s'interrompait avant 2 ans post-ré-implantation de la prothèse, ont été contactés par téléphone.

Pour répondre à notre objectif primaire, la guérison de l'infection était définie comme une non-récurrence de celle-ci ou l'absence d'apparition d'une nouvelle infection à 2 ans minimum du 2<sup>ème</sup> temps chirurgical, associé à un arrêt de l'antibiothérapie avant la fin du suivi. Nous avons également rapporté les éléments ayant fait suspecter puis confirmer le diagnostic d'infection<sup>32</sup> ainsi que le mode d'antibiothérapie réalisée.

Pour répondre à nos objectifs secondaires, nous avons recherché les complications toutes causes qui comportaient, en plus des complications infectieuses, les complications mécaniques ayant nécessité ou pas un nouveau changement d'implant. L'évaluation radiographique comportait une radiographie de bassin de face et des radiographies de hanche de face et de profil au dernier recul. La présence d'un liseré >1,5mm avec une continuité de 2mm ou plus dans l'une des 3 zones de DeLee Charnley<sup>33</sup> ou une migration avec une modification de l'inclinaison de la cupule de plus de 2 degrés étaient considérés comme un descellement. Nous nous sommes basés sur les critères de Moore<sup>34</sup> pour évaluer l'ostéointégration en milieu précédemment septique des implants en TM.

L'évaluation fonctionnelle était basée sur un score de Postel Merle d'Aubigné (PMA) réalisé lors du dernier contrôle clinique.

Notre cohorte était composée de 32 hanches, les données démographiques sont résumées dans le tableau 1.

Les caractéristiques des hanches étudiées sont résumées dans le tableau 2. Celles-ci présentaient toutes des pertes osseuses importantes (100% Paprosky II ou III). Lors de la réalisation du 1<sup>er</sup> temps, 100% (32/32) des hanches ont bénéficié de la mise en place d'un spacer imprégné aux antibiotiques. Le suivi moyen après le 2<sup>nd</sup> temps de chirurgie (ré-implantation prothétique) était de 30,2 +/- 10,9 mois.

Concernant le matériel implanté, les différents implants utilisés sont présentés dans le tableau 3.

La douleur était le symptôme le plus fréquemment retrouvé lors du diagnostic d'infection, rapportée chez 74,1% (20/27). Puis en 2<sup>ème</sup> position venait le descellement visible par imagerie, présent chez 48,1% (13/27) d'entre eux (voir tableau 4). Chez les 5 patients dont les critères cliniques ayant fait suspecter le diagnostic d'infection n'ont pas été retrouvés (du fait de l'ancienneté des dossiers), les prélèvements peropératoires étaient positifs, confirmant le diagnostic. Pour 56,3% (18/32) d'entre eux, une ponction avait été réalisée avant la réalisation du premier temps avec 77,8% (14/18) d'entre elles qui étaient contributives. Les germes ont été retrouvés chez

93,7% (30/32) des patients. Pour les 2 autres patients, du liquide purulent a été objectivé en per-opératoire. Les germes les plus souvent retrouvés étaient ceux de la famille des Staphylocoques, puisque retrouvés dans 84,4% des cas (voir tableau 5). L'infection était mono-microbienne chez 59,4% (19/32) des patients et polymicrobienne chez 40,6% (13/32). Concernant l'antibiothérapie réalisée, 84,4% (27/32) des patients ont été traité par 2 antibiotiques ou plus, les autres par un seul antibiotique. Chez 15,6% (5/32) des patients il fut nécessaire de modifier l'antibiothérapie au cours de la prise en charge du fait d'une mauvaise tolérance. La durée moyenne de l'antibiothérapie chez les patients guéris de leur infection était de 8,5 +/- 4,3 mois.

Les valeurs quantitatives ont été analysées en calculant leurs moyennes et leurs écarts-types, et les valeurs qualitatives en réalisant des pourcentages. Nous avons également réalisé des analyses de survie à l'aide de la méthode de Kaplan Meier.

#### Résultats :

Le taux de guérison de l'infection, à 2 ans minimum, était de 87,5% (28/32) (voir Figure 2) avec donc un taux de récurrence septique de 12,5% (4/32). Parmi ces 4 échecs, 3 ont nécessité une reprise chirurgicale. Pour 2 patients, de nouvelles séquences en 2 temps ont été réalisées respectivement à 16 et 25 mois post-réimplantation. Le patient ayant bénéficié d'un nouveau 2 temps à 25 mois ayant au préalable bénéficié d'un lavage articulaire à 10 mois post-réimplantation. Concernant le patient repris à 16 mois, la guérison a pu être obtenu à l'aide du maintien de l'antibiothérapie durant les 3 années suivantes. Pour l'autre patient, une dépose des implants a été réalisé 14 mois plus tard, permettant d'obtenir la guérison. Le 3<sup>ème</sup> patient ayant nécessité une reprise chirurgicale a bénéficié d'une dépose de ces implants sans réimplantation 14 mois après la réalisation du 2<sup>ème</sup> temps, permettant d'obtenir la guérison. Le dernier échec infectieux ne s'est pas vu proposer de reprise chirurgicale et a nécessité la mise en place d'une antibiothérapie suppressive à vie.

Deux patients ont subi une complication per-opératoire lors de la réalisation du 2<sup>ème</sup> temps. Il s'agissait de 2 fractures fémorales péri-prothétiques ostéosynthésées par plaque.

Lors du suivi, 3 patients (9,4%) ont connu des complications mécaniques. Tous ont nécessité une reprise chirurgicale. 2 patients pour instabilité, respectivement à 1 mois et 6 mois post-opératoire, et un patient pour descellement aseptique de cotyle ayant nécessité un changement du versant cotyloïdien à 20 mois post-ré-implantation. Le taux de guérison, toutes causes d'échecs comprises, était donc de 78,1% (25/32) (voir Figure 3) avec donc un taux d'échec toutes causes de 21,9% (taux de complications septiques = 12,5% (4/32) ; taux de complications mécaniques = 9,4% (3/32)).

Les radiographies au dernier contrôle permettaient de retrouver, selon les critères d'ostéointégration de Moore<sup>39</sup>, 2 critères chez 26,3% des patients, 3 critères chez 26,3% des patients, 4 critères chez 36,8% des patients et 5 critères chez 10,6% des patients. Si l'on considère qu'une bonne ostéointégration est mise en évidence par la présence de 3 critères ou plus, celle-ci était présente chez 73,7% des patients. Un liseré partiel et asymptomatique a été retrouvé chez 2 patients, 1 de 0,8mm en zone 2 de DeLee Charnley et 1 de 1,4mm en zone 3. Ces patients ne présentaient pas de migration de leurs implants sur les radiographies ou de signe clinique de descellement. Sur le plan fonctionnel au dernier contrôle clinique, le score de Postel Merle d'Aubigné était de 11,6 +/- 2. Ce score était très bon chez 68,2% des patients, bon chez 27,3% des patients et moyen chez 4,5% des patients.

Discussion :

Notre objectif primaire était d'observer le taux de guérison des reprises de prothèse totale de hanche, pour infection articulaire péri-prothétique chronique, avec de larges défauts osseux, en utilisant des implants en TM. Nos objectifs secondaires étaient d'observer les taux de complications mécaniques, infectieuses et toutes causes, ainsi que les résultats fonctionnels et radiographiques après utilisation du TM dans cette population. Notre hypothèse était que l'utilisation d'implants en TM dans les révisions

de PTH en 2 temps pour causes septiques donne des résultats comparables à la littérature en permettant une reconstruction du versant cotyloïdien, même en cas de défauts osseux importants. Notre cohorte était composée de patient présentant des pertes osseuses acétabulaires importantes (0% Paprosky I, 44% Paprosky II et 56% Paprosky III).

Le taux de guérison de l'infection à un minimum de 2 ans était de 87,5%, avec un taux de récurrence septique de 12,5%. Nos résultats sont comparables aux résultats globaux des reprise de prothèse totale de hanche pour les infections articulaires péri-prothétiques chroniques, allant de 78,1% (toutes causes confondus) à 87,5% (guérison de l'infection).

A notre connaissance, peu d'études se sont spécifiquement portées sur la reconstruction acétabulaire avec grands défauts osseux dans ce contexte. Comparativement à l'utilisation du TM dans les reprises aseptiques de PTH avec défaut osseux important (Paprosky II ou III), nos résultats étaient, comme l'on pouvait s'y attendre, moins bons. Les études de Jenkins<sup>16</sup>, Konan<sup>15</sup> et Löchel<sup>17</sup> retrouvaient ainsi respectivement un taux de survie des implants TM de 97% à 5 ans pour Jenkins et 92% et 92,5% à 10 ans pour Konan et Löchel (causes d'échecs septiques et mécaniques confondus). Ceci montre bien qu'un environnement septique augmente le risque d'échec y compris de cause non infectieuse.

Notre étude a montré une fixation stable sans récurrence de l'infection face à des défauts osseux Paprosky II ou III dans 87,5% des cas, avec un suivi moyen de 30,2 +/- 10,9 mois.

Ces résultats sont comparables à ceux présents dans la méta-analyse de Kunutsor<sup>5</sup> publiée en 2018 puisqu'il retrouvait un taux d'échec de guérison avec le 2 temps de 13,8%. Le suivi était plus long puisque de 4,2 ans en moyenne. Idem pour l'étude de Petis<sup>35</sup> publiée en 2019 qui retrouvait une récurrence de l'infection de 10% à 1 an et de 14% à 5 ans. D'autres études ont réussi à montrer de meilleurs résultats avec notamment celle de Klouche<sup>3</sup> publiée en 2011 qui retrouvait un taux de guérison à 2 ans de 97,8% avec une prise en charge en 2 temps.

Le taux d'échec toute causes confondues était de 21,9%. Ces résultats étaient moins bons que dans les études de Romano<sup>36</sup> publiée en 2010 et de Petis<sup>35</sup> en 2019 qui retrouvaient respectivement un taux de complication de 20,8% à 4 ans et une incidence de reprise de 15% à 5 ans.

Cependant, le type d'implant et l'ampleur des pertes osseuses n'ont pas été précisés dans la littérature. Dans notre étude, toutes les reprises de prothèse totale de hanche ont été réalisées avec de grands défauts osseux acétabulaires. Dans ce contexte, le taux d'échec pour descellement est couramment plus élevé, atteignant 5,3%<sup>24</sup>, voir même plus de 10%<sup>35</sup> dans les reprises de prothèse totale de hanche pour infection articulaire péri-prothétique chronique. On peut donc imaginer que les patients présents dans ces études ne présentaient pas de pertes osseuses sur leur versant acétabulaire aussi importantes que chez les patients de notre étude. De plus, les patients ayant déjà été opéré pour causes septiques avaient été exclu de l'étude de Petis, ce qui n'était pas le cas dans notre étude.

Certaines études in vivo n'ont pas retrouvé de supériorité du TM<sup>37,38,39,40</sup>, mais d'autres ont trouvé des résultats plus encourageants. Sambaziotis<sup>26</sup> dans un case-report de 2012 rapportait une meilleure ostéointégration de l'implant TM par rapport à des implants cimentés dans le cas d'une PTG infectée. Schildhauer<sup>30</sup> dans une étude publiée en 1996 retrouvait une plus faible adhésion des Staphylocoques au TM par rapport aux matériaux communément utilisés. De plus, une seule étude clinique a comparé le Trabecular Metal au Titane dans les révisions de prothèse totale de hanche<sup>29</sup>. Le taux de persistance ou de nouvelle infection chez les patients repris au bloc opératoire pour causes septiques, était significativement plus faible (3,1% PTH TM vs 17,5% PTH Titanium). Il retrouvait également une nette diminution de l'incidence d'échec toutes causes dans le groupe avec utilisation de TM (4,4% vs 9,9% dans le groupe PTH Titanium).

Notre étude présentait plusieurs limites à commencer par le fait qu'elle soit rétrospective non comparative. Notre cohorte était composée de patients hétérogènes et l'effectif était relativement faible. Nous n'avons pas réalisé de sélection sur les

implants fémoraux utilisés. Notre faible effectif ne nous permet pas de chercher des facteurs de risque d'échec. De plus, la durée de suivi était relativement courte. Cependant, notre étude présentait comme avantage d'être composée de patients présentant des pertes osseuses importantes (56% Paprosky III) qui ont tous été pris en charge en 2 temps. De plus, il existe peu d'étude sur les prises en charge en deux temps de PTH pour cause septique, et aucune avec utilisation uniquement de TM.

Conclusion :

Notre étude semble confirmer notre hypothèse : l'utilisation d'implants en TM dans les reprises de PTH en 2 temps pour cause septique semble montrer des résultats comparables à la littérature en permettant une reconstruction du versant cotyloïdien même en cas de pertes osseuses importantes (Paprosky II et III). La prise en charge des infections péri-prothétiques comporte néanmoins des risques d'échec septique et mécanique non négligeables. L'utilisation du TM dans ces indications reste prometteuse, mais ce potentiel impact positif reste à confirmer.



## Références :

1. Marmor S, Lhotellier L. Prothèse de hanche infectée : le point de vue du chirurgien. *Revue du rhumatisme monographies* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2019.05.001>
2. Muller, Q., Mbuku, R. B., Poilvache, H., Van Cauter, M., Yombi, J. C., & Cornu, O. (2021). Infections de prothèses articulaires: principes généraux à l'attention du médecin de première ligne. *Louvain médical*, 140, 386.
3. Klouche, S., Leonard, P., Zeller, V., Lhotellier, L., Graff, W., Leclerc, P., ... & Sariali, E. (2012). Infected total hip arthroplasty revision: one-or two-stage procedure?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 98(2), 144-150.
4. Leonard, H. A., Liddle, A. D., Burke, O., Murray, D. W., & Pandit, H. (2014). Single-or two-stage revision for infected total hip arthroplasty? A systematic review of the literature. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 472, 1036-1042.
5. Kunutsor, S. K., Whitehouse, M. R., Blom, A. W., Board, T., Kay, P., Wroblewski, B. M., ... & Global Infection Orthopaedic Management Collaboration. (2018). One-and two-stage surgical revision of peri-prosthetic joint infection of the hip: a pooled individual participant data analysis of 44 cohort studies. *European journal of epidemiology*, 33, 933-946.
6. Toulson, C., Walcott-Sapp, S., Hur, J., Salvati, E., Bostrom, M., Brause, B., & Westrich, G. H. (2009). Treatment of infected total hip arthroplasty with a 2-stage reimplantation protocol: update on "our institution's" experience from 1989 to 2003. *The Journal of arthroplasty*, 24(7), 1051-1060.
7. Matthews, P. C., Berendt, A. R., McNally, M. A., & Byren, I. (2009). Diagnosis and management of prosthetic joint infection. *Bmj*, 338.
8. Paprosky, W. G., Perona, P. G., & Lawrence, J. M. (1994). Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *The Journal of arthroplasty*, 9(1), 33-44.

9. Berry, D. J., Chandler, H. P., & Reilly, D. T. (1991). The use of bone allografts in two-stage reconstruction after failure of hip replacements due to infection. *JBJS*, 73(10), 1460-1468.
10. Alexeeff, M., Mahomed, N., Morsi, E., Garbuz, D., Gross, A., & Latner, A. J. (1996). Structural allograft in two-stage revisions for failed septic hip arthroplasty. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(2), 213-216.
11. Parratte, S., Argenson, J. N., Flecher, X., & Aubaniac, J. M. (2007). Reprise des descellements acétabulaires aseptiques par cupule non cimentée, vissée et allogreffe morcelée impactée. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 93(3), 255-263.
12. van Koeveringe, A., & Ochsner, P. (2002). Revision cup arthroplasty using Burch-Schneider anti-protrusio cage. *International orthopaedics*, 26, 291-295.
13. Beckmann, N. A., Weiss, S., Klotz, M. C., Gondan, M., Jaeger, S., & Bitsch, R. G. (2014). Loosening after acetabular revision: comparison of trabecular metal and reinforcement rings. A systematic review. *The Journal of Arthroplasty*, 29(1), 229-235.
14. Regis, D., Sandri, A., & Bonetti, I. (2014). Acetabular reconstruction with the Burch-Schneider antiprotrusio cage and bulk allografts: minimum 10-year follow-up results. *BioMed research international*, 2014.
15. Konan, S., Duncan, C. P., Masri, B. A., & Garbuz, D. S. (2016). Porous tantalum uncemented acetabular components in revision total hip arthroplasty: a minimum ten-year clinical, radiological and quality of life outcome study. *The bone & joint journal*, 98(6), 767-771.
16. Jenkins, D. R., Odland, A. N., Sierra, R. J., Hanssen, A. D., & Lewallen, D. G. (2017). Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *JBJS*, 99(10), e49.
17. Löchel, J., Janz, V., Hipfl, C., Perka, C., & Wassilew, G. I. (2019). Reconstruction of acetabular defects with porous tantalum shells and augments in revision total hip arthroplasty at ten-year follow-up. *The bone & joint journal*, 101(3), 311-316.

18. Matharu GS, Judge A, Murray DW, Pandit HG, Trabecular metal acetabular components reduce the risk of revision following primary total hip arthroplasty: A propensity score matched study from the National Joint Registry for England and Wales, *The Journal of Arthroplasty* (2017), doi: 10.1016/j.arth.2017.08.036.
19. Flecher, X., Sporer, S., & Paprosky, W. (2008). Management of severe bone loss in acetabular revision using a trabecular metal shell. *The Journal of arthroplasty*, 23(7), 949-955.
20. Flecher, X., Paprosky, W., Grillo, J. C., Aubaniac, J. M., & Argenson, J. N. (2010). Do tantalum components provide adequate primary fixation in all acetabular revisions?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 96(3), 235-241.
21. Flecher, X., Appy, B., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2017). Use of porous tantalum components in Paprosky two and three acetabular revision. A minimum five-year follow-up of fifty one hips. *International orthopaedics*, 41, 911-916.
22. Davies, J. H., Laflamme, G. Y., Delisle, J., & Fernandes, J. (2011). Trabecular metal used for major bone loss in acetabular hip revision. *The Journal of arthroplasty*, 26(8), 1245-1250.
23. Del Gaizo, D. J., Kancherla, V., Sporer, S. M., & Paprosky, W. G. (2012). Tantalum augments for Paprosky IIIA defects remain stable at midterm followup. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 470, 395-401.
24. Whitehouse, M. R., Masri, B. A., Duncan, C. P., & Garbuz, D. S. (2015). Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 473, 521-527.
25. Sambaziotis, C., Lovy, A. J., Koller, K. E., Bloebaum, R. D., Hirsh, D. M., & Kim, S. J. (2012). Histologic retrieval analysis of a porous tantalum metal implant in an infected primary total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 27(7), 1413-e5.

26. Southwood, R. T., Rice, J. L., McDonald, P. J., Hakendorf, P. H., & Rozenblids, M. A. (1985). Infection in experimental hip arthroplasties. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 67(2), 229-231.
27. Arens, S., Schlegel, U., Printzen, G., Ziegler, W. J., Perren, S. M., & Hansis, M. (1996). Influence of materials for fixation implants on local infection: an experimental study of steel versus titanium DCP in rabbits. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(4), 647-651.
28. Sheehan, E., McKenna, J., Mulhall, K. J., Marks, P., & McCormack, D. (2004). Adhesion of Staphylococcus to orthopaedic metals, an in vivo study. *Journal of Orthopaedic Research*, 22(1), 39-43.
29. Tokarski, A. T., Novack, T. A., & Parvizi, J. (2015). Is tantalum protective against infection in revision total hip arthroplasty?. *The bone & joint journal*, 97(1), 45-49.
30. Schildhauer, T. A., Robie, B., Muhr, G., & Köller, M. (2006). Bacterial adherence to tantalum versus commonly used orthopedic metallic implant materials. *Journal of orthopaedic trauma*, 20(7), 476-484.
31. Klatt TO, et al, Tantalum Acetabular Augments in One-stage Exchange of Infected Total Hip Arthroplasty: A Casecontrol Study, *J Arthroplasty* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2014.01.011>
32. Parvizi, J., Tan, T. L., Goswami, K., Higuera, C., Della Valle, C., Chen, A. F., & Shohat, N. (2018). The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: an evidence-based and validated criteria. *The Journal of arthroplasty*, 33(5), 1309-1314.
33. Banaszkiwicz, P. A. (2013). Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. In *Classic Papers in Orthopaedics* (pp. 39-41). London: Springer London.
34. Moore, M. S., McAuley, J. P., Young, A. M., & Engh Sr, C. A. (2006). Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 444, 176-183.

35. Petis, S. M., Abdel, M. P., Perry, K. I., Mabry, T. M., Hanssen, A. D., & Berry, D. J. (2019). Long-term results of a 2-stage exchange protocol for periprosthetic joint infection following total hip arthroplasty in 164 hips. *JBJS*, *101*(1), 74-84.
36. Romano, C. L., Romano, D., Logoluso, N., & Meani, E. (2010). Septic versus aseptic hip revision: how different?. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, *11*(3), 167-174.
37. Stavrakis, A. I., Niska, J. A., Loftin, A. H., Kwong, L. M., Billi, F., Miller, L. S., & Bernthal, N. M. An in vivo Assessment of the Bacterial Susceptibility of Porous Tantalum.
38. Harrison, P. L., Harrison, T., Stockley, I., & Smith, T. J. (2017). Does tantalum exhibit any intrinsic antimicrobial or antibiofilm properties?. *The bone & joint journal*, *99*(9), 1153-1156.
39. Sautet, P., Parratte, S., Mékidèche, T., Abdel, M. P., Flécher, X., Argenson, J. N., & Ollivier, M. (2019). Antibiotic-loaded tantalum may serve as an antimicrobial delivery agent. *The bone & joint journal*, *101*(7), 848-851.
40. Griseti, Q., Jacquet, C., Sautet, P., Abdel, M. P., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2020). Antimicrobial properties of antibiotic-loaded implants: a comparative study of antimicrobial properties of antibiotic-loaded cement, tantalum, 3D-printed porous titanium, and titanium alloy. *The bone & joint journal*, *102*(6 Supple A), 158-162.

Tableaux et figures :

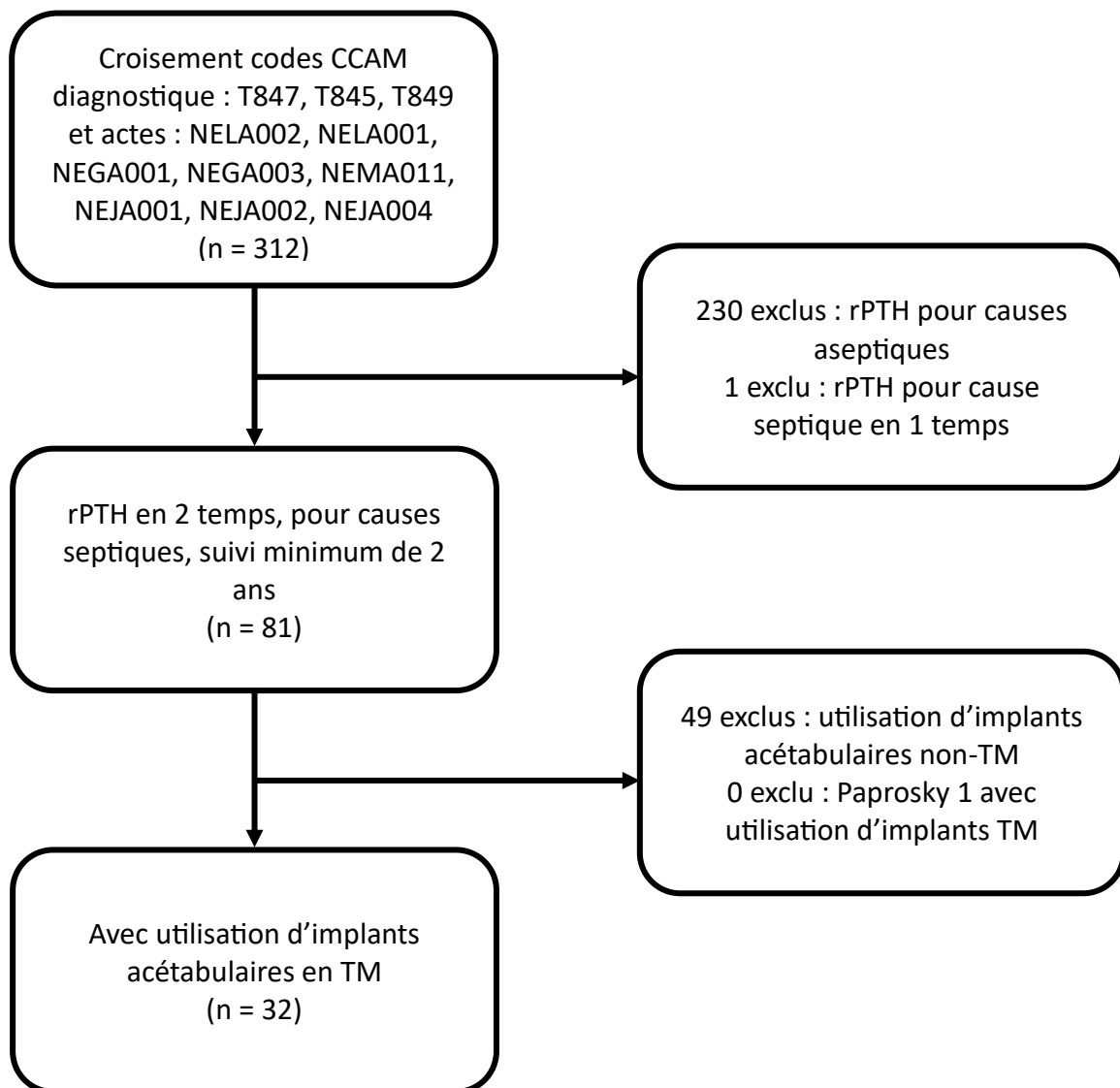


Figure 1 : Flow-chart

Tableau 1 : Données démographiques

	n
Nombre total	32
Homme/Femme	21/11
Age moyen (ans)	61,8 +/- 12,5
Poids moyen (kg)	73,36 +/- 19,2
Taille moyenne (cm)	168,24 +/- 11,8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,7 +/- 5,1
<u>Côté :</u>	
Gauche	17
Droit	15
<u>Comorbidités (%) :</u>	
Tabac	6 (18,7)
Alcool	1 (3,1)
IMC > 25	25 (78,1)
Diabète	2 (6,2)
HTA	10 (31,2)
Immunodépression	5 (15,6)
Allergie Pénicillines	2 (6,2)
Durée de suivi (mois)	30,2 +/- 10,9

Tableau 2 : Caractéristiques des hanches étudiées

	n = 32
<u>Côté (%) :</u>	
Droit	15 (46,9)
Gauche	17 (53,1)
<u>Etiologie primo-PTH (%) :</u>	
Coxarthrose	17 (53,1)
Ostéonécrose aseptique	6 (18,8)
Traumatologique	4 (12,5)
Non renseignée	5 (15,6)
<u>ATCD de reprises chirurgicales (%) :</u>	
Toutes causes	15 (46,9)
Causes septiques	6 (18,8) (2 lavages + 4 changements d'implants)
<u>Stade Paprosky (%) :</u>	
Stade I	0
Stade II	14 (43,7)
Stade III	18 (56,3)
Discontinuité pelvienne	13 (40,6)
Durée entre les 2 temps (jours)	130,8 +/- 101,7
<u>Voie d'abord (%) :</u>	
Postéro-latérale (Moore)	29 (90,6)
Antéro-latérale (Watson-Jones)	3 (9,4)



Tableau 3 : Implants utilisés

Total patient	32
<u>Versant cotyloïdien :</u>	
Continuum multi-holes	25
Cotyle T-MARS	5
Acetabular Shell	2
Augment	9
Allogreffe fémorale	1
Burch Schneider	3
<u>Versant fémoral :</u>	
Zimmer Revitan	16
Zimmer ZSS	7
Zimmer Avenir	3
Adler Hydra	4
Autres	2

Tableau 4 : Symptomatologie de l'infection

	n = 27
<u>Clinique (%) :</u>	
Douleur	20 (74,1)
Fistule/écoulement	8 (29,6)
Inflammation cicatricielle	2 (7,4)
Fièvre	4 (14,8)
Choc septique	1 (3,7)
<u>Imagerie (%) :</u>	
Descellement	13 (48,1)
Scintigraphie positive	10 (37,0)
Collection (TDM)	4 (14,8)
Ponction positive (n = 18)	14 (77,8)

Tableau 5 : Germes identifiés

Germes	
S. Aureus	8
SCN	19 (1 MR)
E . Coli	4
P. Acnes	3
P. Avidum	2
Proteus Mirabilis	2
Enterobacter cloacae	1
Enterocoque faecalis	1
Citrobacter ferundii	1
Parvimonas Micra	1
Corynebacterium striatum	2 (1 MR)
Candida Albicans	1
Non retrouvé	2

Figure 2 : Analyse de survie échec de guérison (infection) :

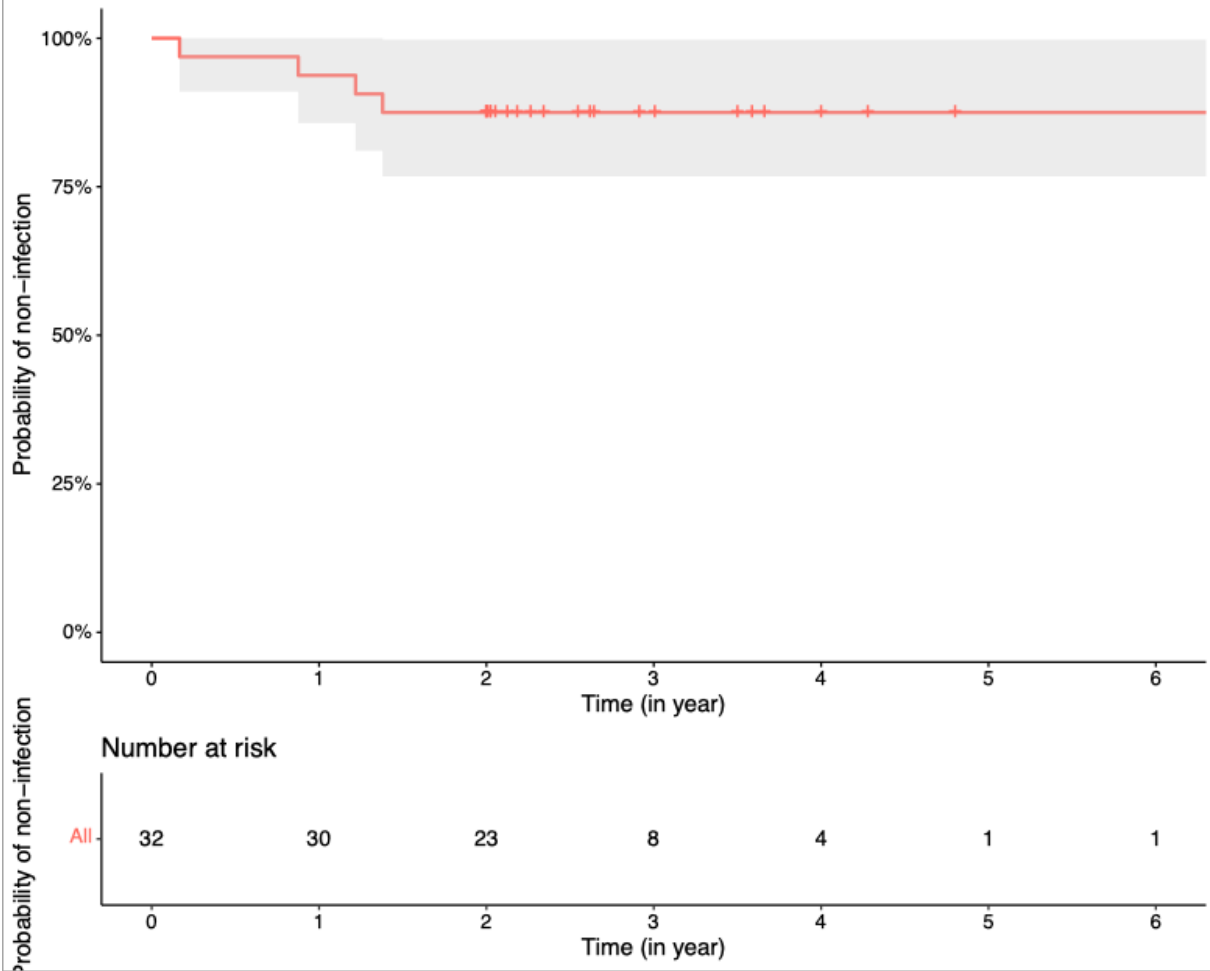
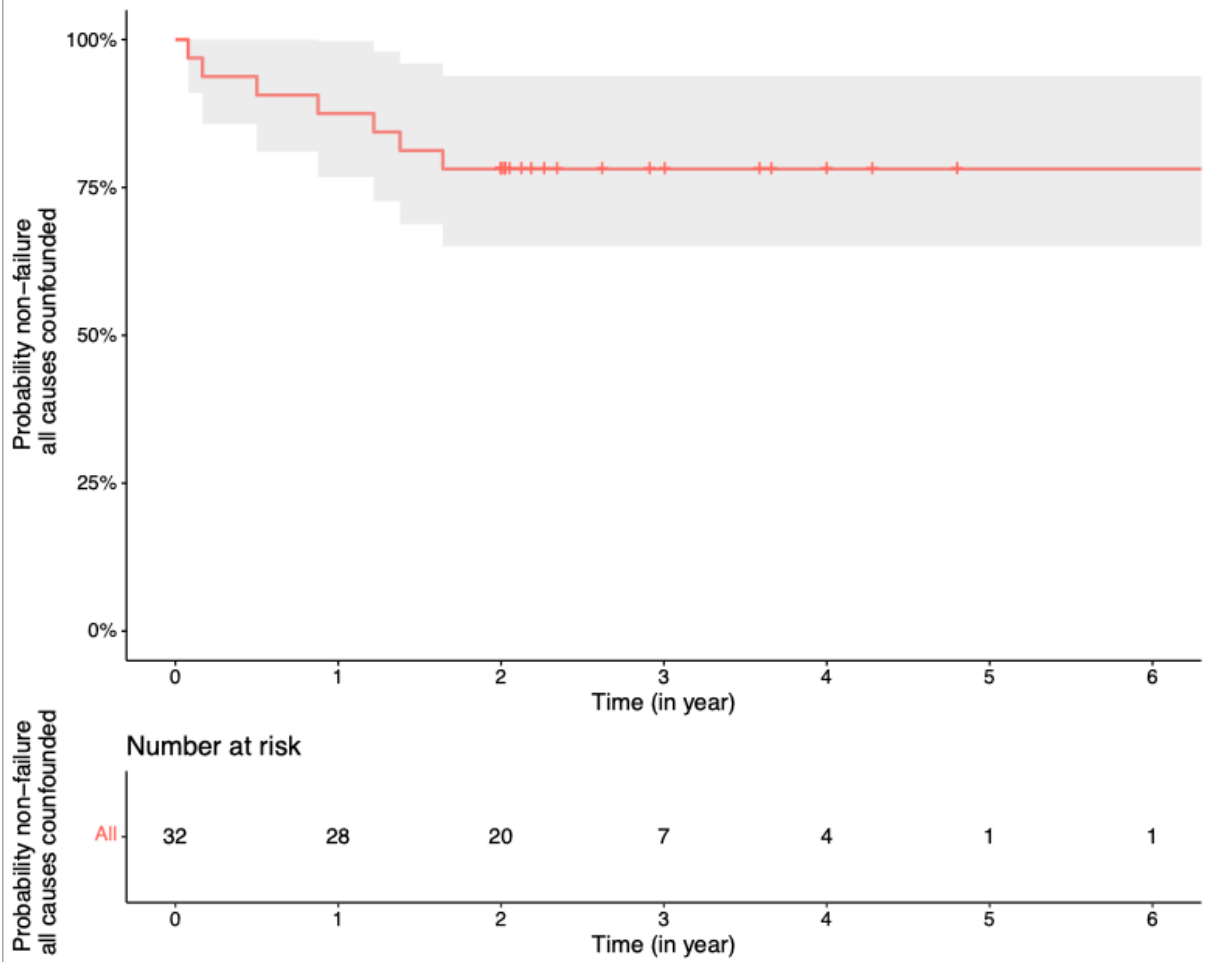


Figure 3 : Analyse de survie échec toute cause :



## **Thèse article (version anglaise)**

Results of Trabecular Metal acetabular reconstruction in two-stage revision of infected total hip arthroplasty with large bone defect

Authors : T. NICOLAÏ, M. LE BARON, J-N. ARGENSON, M. OLLIVIER, X. FLECHER

Abstract :

Introduction :

Femoral and acetabular revision of total hip arthroplasty (THA) for periprosthetic joint infection (PJI) is considered the gold standard. Trabecular Metal (TM) can be used on the acetabular side for potential reconstruction, showing promising mid-term outcomes. Although recent publications appear to support its potential in infection control, limited information is available concerning the use of this material specifically in acetabular septic revision of THA (rTHA). The aim of this study is to observe the outcomes of TM implants in 2-stage rTHA for infection. Our hypothesis was that their use would yield results comparable to the existing literature, enabling acetabular reconstruction in cases with significant bone loss.

Materials and methods :

Thirty-two 2-stage rTHA for infection (32 patients) performed between January 1, 2010 and July 31, 2021, were included in a retrospective single-center study. Inclusion criteria included a two-stage surgery with the use of TM implants on the acetabular side and a minimum follow-up of 2 years. According to the Paprosky classification, there were 3 IIA, 8 IIB, 3 IIC, 12 IIIA and 6 IIIB cases, with 13 presenting a pelvic discontinuity.

Results :

The infection healing rate was 87.5% at mean follow-up of 30.2 +/- 10.9 months (24 to 69). Staphylococcus family pathogens were mostly identified (84,4%). Complications included 6 (85.7%) reoperations, of which 5 involved implant revision (2 for PJI recurrence and 3 for mechanical complication). The overall failure rate, regardless of the cause, was 21.9%. The overall survival rate taking any cause and revision at 24 months was respectively 78.1% and 84.4%.

Conclusion :

The use of TM implants in two-stage rTHA for septic failures in patients with significant bone loss on the acetabular side has demonstrated promising results.

Level of evidence : IV

Keywords : Total hip arthroplasty, Trabecular Metal, two-stage, infection, bone defect

## Introduction :

Chronic periprosthetic joint infection (PJI) around total hip arthroplasties (THA) due to the maturation of bacterial biofilm<sup>1,2</sup> requires implant replacement in one or two stages<sup>3,4,5,6,7</sup>.

During these THA revisions, the surgeon may encounter varying degrees of bone loss, particularly on the acetabular side<sup>8</sup>. Numerous methods have been developed, including the use of femoral head allografts<sup>9,10,11</sup>, morcelized or not, the use of reinforcement rings<sup>12,13,14</sup>, or porous metal reconstruction of which Trabecular Metal implants (Zimmer, Inc., Warsaw, Indiana, USA)<sup>13,15,16,17</sup>.

Trabecular Metal (TM), due to its high osteointegration capabilities<sup>18</sup> and three-dimensional structure, has demonstrated its effectiveness in filling bone defects<sup>19,20,21</sup> and THA revisions<sup>13,15,16,17</sup>. Its medium-term results in the presence of significant bone loss (Paprosky II and III) are promising, with revision rates ranging from 0 to 5.3% and survival rate between 92 and 96% at 5-10 years<sup>15,21,22,23,24</sup>. In cases of extensive bone loss (Paprosky III), Beckmann<sup>13</sup> demonstrated the superiority of TM implants over reinforcement rings in his systematic review in 2013.

The type of material used in a septic environment can influence infection control<sup>25,26,27,28</sup>, depending on its effect on bacterial adhesion, multiplication, or biofilm formation. It can also affect the persistence rate, the occurrence of new infections, or the overall failure rate<sup>29</sup>. TM components have shown a growing interest in this setting, with the hypothesis that it can limit the presence of dead space conducive to infection development, thanks to its high osteointegration capabilities and three-dimensional structure<sup>18,25,29,30,31</sup>. In an in vivo study, Schildhaeur<sup>30</sup> demonstrated that TM could also reduce the adhesion of Staphylococcus-type bacteria on its surface compared to other materials used in orthopedic surgery.

We conducted a retrospective descriptive study of 2-stage r-THA for PJI using TM acetabular implants, with the primary objective of observing the rate of infection



healing. Our secondary objectives were to assess functional and radiographic outcomes and complication rates.

Our hypothesis was that the use of TM implants in two-stage revision THA for septic failures would yield results comparable to the existing literature, allowing for acetabular reconstruction with significant bone loss.

#### Materials and Methods :

All patients who underwent a 2-stage r-THA with the replacement of TM implants on the acetabular side between January 1, 2010 and July 31, 2021, following a diagnosis PJI and with minimum follow-up of 2 years were included. A total of 32 patients, representing 10.3% of the total, met the inclusion criteria (see Figure 1). Patients who underwent rTHA for aseptic failures, rTHA for septic failures in one-stage, or rTHA for septic failures in two-stage without the use of TM implants were excluded. Bone loss classified as Paprosky 1 was also an exclusion criterion.

Data were collected from the electronic medical records. Nine patients whose follow-up was discontinued before 2 years post-reimplantation of the prosthesis were contacted by telephone.

To address our primary objective, infection healing was defined as the absence of recurrence or the absence of a new infection at a minimum of 2 years after the second surgical stage, along with discontinuation of antibiotic therapy before the end of the follow-up period. We also reported the elements that raised suspicion and confirmed the diagnosis of infection<sup>32</sup>, as well as the antibiotic therapy regimen used.

To address our secondary objectives, we investigated complications of all causes, included not only infectious complications but also mechanical complications that did or did not require implant revision.

Radiographic evaluation included an anteroposterior pelvic radiograph and an anteroposterior and lateral hip radiographs at the latest follow-up. The presence of a radiolucent line > 1.5mm with a continuity of 2mm or more in one of the 3 zones according to DeLee and Charnley<sup>33</sup>, or migration with a change in cup inclination of

more than 2 degrees, was considered as a loosening. We based our evaluation of osteointegration in a previously septic environment of TM implants on Moore's criteria<sup>34</sup>.

The functional assessment was based on a Postel Merle d'Aubigné (PMA) score performed during the last clinical evaluation.

Our cohort consisted of 32 hips, and demographic data are summarized in Table 1. The characteristics of the studied hips are summarized in Table 2. All of them presented significant bone loss (100% Paprosky II or III). During the first stage, 100% (32/32) of the hips received an antibiotic-impregnated spacer. The mean follow-up after the second surgical stage (prosthetic reimplantation) was 30.2 +/- 10.9 months.

Regarding the implanted material, the different implants used are presented in Table 3.

Pain was the most frequently reported symptom at the time of infection diagnosis, reported in 74.1% (20/27) of cases. In the second position was radiographically visible loosening, present in 48.1% (13/27) of cases (see Table 4). In 5 patients, clinical criteria suggesting infection were not found (due to the age of the records), but intraoperative samples were positive, confirming the diagnosis. In 56.3% (18/32) of cases, joint aspiration had been performed before the first stage, with 77.8% (14/18) of them yielding contributive results. Pathogens were found in 93.7% (30/32) of patients. For the other 2 patients, purulent fluid was observed intraoperatively. The most frequently identified pathogens belonged to the Staphylococcus family, found in 84.4% of cases (see Table 5). Infection was monomicrobial in 59.4% (19/32) of patients and polymicrobial in 40.6% (13/32).

Regarding antibiotic therapy, 84.4% (27/32) of patients were treated with two or more antibiotics, while the rest received a single antibiotic. In 15.6% (5/32) of patients, it was necessary to modify the antibiotic therapy during treatment due to poor tolerance. The average duration of antibiotic therapy for patients who were cured of their infection was 8.5 +/- 4.3 months.

Quantitative values were analyzed by calculating their means and standard deviations, and our qualitative values by presenting percentages. Survival analyses using the Kaplan-Meier method were also conducted.

## Results :

The infection healing rate at minimum of 2 years was 87.5% (28/32) (see Figure 2), resulting in a septic complication recurrence of 12.5% (4/32). Among these 4 failures, 3 required surgical revision. For 2 patients, a new two-stage procedure was performed at 16 and 25 months post-reimplantation, respectively. The patient who underwent a new two-stage procedure at 25 months had previously received joint lavage at 10 months post-reimplantation. Regarding the patient with new 2-stage at 16 months, healing was achieved through the continuation of antibiotic therapy for the subsequent 3 years. For the other patient, implant removal was performed 14 months later, resulting in healing. The third patient who required surgical revision had their implants removed without reimplantation 14 months after the second-stage procedure, leading to a successful recovery. The last infectious failure did not undergo surgical revision and required lifelong suppressive antibiotic therapy.

Two patients experienced intraoperative complications during the second stage. That were 2 femoral periprosthetic fractures fixed with a plate.

During the follow-up, 3 patients (9.4%) required a revision : 2 patients for instability 1 month and 6 months postoperatively and one patient for aseptic loosening of the acetabular cup, requiring at 20 months post-reimplantation. Therefore, the healing rate, including all causes of failure, was 78.1% (25/32) (see Figure 3), resulting in an overall failure rate of 21.9% (septic complication rate = 12.5% (4/32) ; mechanical complication rate = 9.4% (3/32)).

Radiographs at the latest follow-up showed, according to Moore's osteointegration criteria, 2 criteria in 26.3% of patients, 3 criteria in 26.3% of patients, 4 criteria in 36.8 of patients, and 5 criteria in 10.6% of patients. Considering that good osteointegration is indicated by the presence of 3 or more criteria, it was present in 73.7% of patients.

A partial and asymptomatic radiolucent line was found in 2 patients, one measuring 0.8mm in zone 2 of DeLee and Charnley and the other measuring 1.4mm in zone 3. These patients did not exhibit implant migration on radiographs or clinical signs of loosening.

On the functional aspect at the last clinical evaluation, the Postel Merle d'Aubigné score was 11.6 +/- 2. This score was very good in 68.2% of the patients, good in 27.3% of the patients, and fair in 4.5% of the patients.

#### Discussion :

Our primary objective was to observe the healing rate following a r-THA for chronic PJI with large acetabular defect using TM implants. Our hypothesis was that the use of TM implants in two-stage THA revisions for septic failures would yield results comparable to the existing literature, allowing for acetabular reconstruction with significant bone defects. Our cohort consisted of patients with significant acetabular bone loss (0% Paprosky I, 44% Paprosky II and 56% Paprosky III).

The infection healing rate at minimum of 2 years was 87.5%, with a 12.5% rate of septic recurrence. Our results are comparable to the overall results of r-THA for chronic PJI, ranging from 78.1% (all causes) to 87.5% (infection healing) success rate.

To our knowledge, few studies has focused specifically on large acetabular defect reconstruction in this setting. Comparatively to the use of TM implants in aseptic revisions of THA with significant bone defects (Paprosky II or III), our results were, as expected, less favorable. The studies by Jenkins<sup>16</sup>, Konan<sup>15</sup>, and Löchel<sup>17</sup> reported survival rate of TM implants of 97% at 5 years for Jenkins and 92% and 92,5% at 10 years for Konan and Löchel (combining septic and mechanical failures). This clearly demonstrates that a septic environment increases the risk of failure, including non-infectious causes.

Our study has shown a stable fixation without recurrence of infection facing Paprosky II and III in 87.5% at the mean follow-up of 30.2 +/- 10.9 months.

Those results compare favorably with the meta-analysis of Kunutsor<sup>5</sup> published in 2018, where they reported a failure rate of infection healing with the two-stage approach of 13.8%. The follow-up in that study was longer, averaging 4.2 years. Similarly, in the study by Petis<sup>35</sup> published in 2019, they found an infection recurrence rate of 10% at 1 year and 14% at 5 years. Other studies have shown better results, such as the one by Klouche<sup>3</sup> published in 2011, which reported a 2-year healing rate of 97.8% with a two-stage approach.

The overall failure rate, encompassing all causes, was 21.9%. These results were less favorable than those in the studies by Romano<sup>36</sup> published in 2010 and Petis<sup>35</sup> in 2019, which reported complication rates of 20.8% at 4 years and a revision incidence of 15% at 5 years, respectively.

However, the type of implant and the extent of bone defects were not specified in literature. In our study, all the r-THA were performed with a large acetabular defect. In this setting, the failure rate for loosening is commonly higher reach 5.3%<sup>24</sup> and even more of 10%<sup>35</sup> in r-THA for chronic PJI. Therefore, it can be assumed that the patients in these studies did not have acetabular bone loss as significant as the patient in our study. Additionally, in the study by Petis<sup>35</sup>, patients who had previously undergone surgery for septic failures were excluded, which was not the case in our study.

In vivo studies have not found TM to be superior<sup>37,38,39,40</sup>, but others have found more encouraging results. In case report from 2012, Sambaziotis<sup>26</sup> reported better osteointegration of TM implants compared to cemented implants in the case of an infected total knee arthroplasty (TKA). In a study published in 1996, Schildhaeur<sup>30</sup> found lower adhesion of Staphylococci to TM compared to commonly used materials. In addition, one single clinical study compared TM to Titanium in THA revisions. The rate of persistence or new infection in patients undergoing revision surgery for septic failures was significantly lower (3.1% THA TM vs. 17.5% THA Titanium). They also observed a significant reduction in the incidence of overall failure in the TM group (4.4% vs. 9.9% in the THA Titanium group).

Our study had several limitations, starting with its retrospective and non-comparative nature. Our cohort consisted of heterogeneous patients, and the sample size was

relatively small. Furthermore, we did not perform a selection based on the femoral implants used. The small sample size prevented us from identifying risk factors for failure. Finally, the follow-up duration was relatively short.

However, our study had the advantage of including patients with significant bone loss (44% Paprosky II and 56% Paprosky III) who were all treated in a two-stage approach. Moreover, there are few studies on two-stage THA revisions for septic failures, and none that exclusively utilized TM implants.

Conclusion :

Our study appears to confirm our hypothesis: the use of TM implants in two-stage THA revisions for septic failures seems to yield results comparable to the literature, allowing for the reconstruction of the acetabular side with significant bone loss (Paprosky II and III). However, the management of periprosthetic infections still carries substantial risks of both septic and mechanical failure. The use of TM in these indications remains promising, but this potential positive impact requires further confirmation.

## References :

1. Marmor S, Lhotellier L. Prothèse de hanche infectée : le point de vue du chirurgien. *Revue du rhumatisme monographies* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2019.05.001>
2. Muller, Q., Mbuku, R. B., Poilvache, H., Van Cauter, M., Yombi, J. C., & Cornu, O. (2021). Infections de prothèses articulaires: principes généraux à l'attention du médecin de première ligne. *Louvain médical*, 140, 386.
3. Klouche, S., Leonard, P., Zeller, V., Lhotellier, L., Graff, W., Leclerc, P., ... & Sariali, E. (2012). Infected total hip arthroplasty revision: one-or two-stage procedure?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 98(2), 144-150.
4. Leonard, H. A., Liddle, A. D., Burke, O., Murray, D. W., & Pandit, H. (2014). Single-or two-stage revision for infected total hip arthroplasty? A systematic review of the literature. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 472, 1036-1042.
5. Kunutsor, S. K., Whitehouse, M. R., Blom, A. W., Board, T., Kay, P., Wroblewski, B. M., ... & Global Infection Orthopaedic Management Collaboration. (2018). One-and two-stage surgical revision of peri-prosthetic joint infection of the hip: a pooled individual participant data analysis of 44 cohort studies. *European journal of epidemiology*, 33, 933-946.
6. Toulson, C., Walcott-Sapp, S., Hur, J., Salvati, E., Bostrom, M., Brause, B., & Westrich, G. H. (2009). Treatment of infected total hip arthroplasty with a 2-stage reimplantation protocol: update on "our institution's" experience from 1989 to 2003. *The Journal of arthroplasty*, 24(7), 1051-1060.
7. Matthews, P. C., Berendt, A. R., McNally, M. A., & Byren, I. (2009). Diagnosis and management of prosthetic joint infection. *Bmj*, 338.
8. Paprosky, W. G., Perona, P. G., & Lawrence, J. M. (1994). Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *The Journal of arthroplasty*, 9(1), 33-44.

9. Berry, D. J., Chandler, H. P., & Reilly, D. T. (1991). The use of bone allografts in two-stage reconstruction after failure of hip replacements due to infection. *JBJS*, 73(10), 1460-1468.
10. Alexeeff, M., Mahomed, N., Morsi, E., Garbuz, D., Gross, A., & Latner, A. J. (1996). Structural allograft in two-stage revisions for failed septic hip arthroplasty. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(2), 213-216.
11. Parratte, S., Argenson, J. N., Flecher, X., & Aubaniac, J. M. (2007). Reprise des descellements acétabulaires aseptiques par cupule non cimentée, vissée et allogreffe morcelée impactée. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 93(3), 255-263.
12. van Koeveringe, A., & Ochsner, P. (2002). Revision cup arthroplasty using Burch-Schneider anti-protrusio cage. *International orthopaedics*, 26, 291-295.
13. Beckmann, N. A., Weiss, S., Klotz, M. C., Gondan, M., Jaeger, S., & Bitsch, R. G. (2014). Loosening after acetabular revision: comparison of trabecular metal and reinforcement rings. A systematic review. *The Journal of Arthroplasty*, 29(1), 229-235.
14. Regis, D., Sandri, A., & Bonetti, I. (2014). Acetabular reconstruction with the Burch-Schneider antiprotrusio cage and bulk allografts: minimum 10-year follow-up results. *BioMed research international*, 2014.
15. Konan, S., Duncan, C. P., Masri, B. A., & Garbuz, D. S. (2016). Porous tantalum uncemented acetabular components in revision total hip arthroplasty: a minimum ten-year clinical, radiological and quality of life outcome study. *The bone & joint journal*, 98(6), 767-771.
16. Jenkins, D. R., Odland, A. N., Sierra, R. J., Hanssen, A. D., & Lewallen, D. G. (2017). Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *JBJS*, 99(10), e49.
17. Löchel, J., Janz, V., Hipfl, C., Perka, C., & Wassilew, G. I. (2019). Reconstruction of acetabular defects with porous tantalum shells and augments in revision total hip arthroplasty at ten-year follow-up. *The bone & joint journal*, 101(3), 311-316.



18. Matharu GS, Judge A, Murray DW, Pandit HG, Trabecular metal acetabular components reduce the risk of revision following primary total hip arthroplasty: A propensity score matched study from the National Joint Registry for England and Wales, *The Journal of Arthroplasty* (2017), doi: 10.1016/j.arth.2017.08.036.
19. Flecher, X., Sporer, S., & Paprosky, W. (2008). Management of severe bone loss in acetabular revision using a trabecular metal shell. *The Journal of arthroplasty*, 23(7), 949-955.
20. Flecher, X., Paprosky, W., Grillo, J. C., Aubaniac, J. M., & Argenson, J. N. (2010). Do tantalum components provide adequate primary fixation in all acetabular revisions?. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 96(3), 235-241.
21. Flecher, X., Appy, B., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2017). Use of porous tantalum components in Paprosky two and three acetabular revision. A minimum five-year follow-up of fifty one hips. *International orthopaedics*, 41, 911-916.
22. Davies, J. H., Laflamme, G. Y., Delisle, J., & Fernandes, J. (2011). Trabecular metal used for major bone loss in acetabular hip revision. *The Journal of arthroplasty*, 26(8), 1245-1250.
23. Del Gaizo, D. J., Kancherla, V., Sporer, S. M., & Paprosky, W. G. (2012). Tantalum augments for Paprosky IIIA defects remain stable at midterm followup. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 470, 395-401.
24. Whitehouse, M. R., Masri, B. A., Duncan, C. P., & Garbuz, D. S. (2015). Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 473, 521-527.
25. Sambaziotis, C., Lovy, A. J., Koller, K. E., Bloebaum, R. D., Hirsh, D. M., & Kim, S. J. (2012). Histologic retrieval analysis of a porous tantalum metal implant in an infected primary total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 27(7), 1413-e5.

26. Southwood, R. T., Rice, J. L., McDonald, P. J., Hakendorf, P. H., & Rozenbils, M. A. (1985). Infection in experimental hip arthroplasties. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 67(2), 229-231.
27. Arens, S., Schlegel, U., Printzen, G., Ziegler, W. J., Perren, S. M., & Hansis, M. (1996). Influence of materials for fixation implants on local infection: an experimental study of steel versus titanium DCP in rabbits. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*, 78(4), 647-651.
28. Sheehan, E., McKenna, J., Mulhall, K. J., Marks, P., & McCormack, D. (2004). Adhesion of Staphylococcus to orthopaedic metals, an in vivo study. *Journal of Orthopaedic Research*, 22(1), 39-43.
29. Tokarski, A. T., Novack, T. A., & Parvizi, J. (2015). Is tantalum protective against infection in revision total hip arthroplasty?. *The bone & joint journal*, 97(1), 45-49.
30. Schildhauer, T. A., Robie, B., Muhr, G., & Köller, M. (2006). Bacterial adherence to tantalum versus commonly used orthopedic metallic implant materials. *Journal of orthopaedic trauma*, 20(7), 476-484.
31. Klante TO, et al, Tantalum Acetabular Augments in One-stage Exchange of Infected Total Hip Arthroplasty: A Casecontrol Study, *J Arthroplasty* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2014.01.011>
32. Parvizi, J., Tan, T. L., Goswami, K., Higuera, C., Della Valle, C., Chen, A. F., & Shohat, N. (2018). The 2018 definition of periprosthetic hip and knee infection: an evidence-based and validated criteria. *The Journal of arthroplasty*, 33(5), 1309-1314.
33. Banaszkiwicz, P. A. (2013). Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. In *Classic Papers in Orthopaedics* (pp. 39-41). London: Springer London.
34. Moore, M. S., McAuley, J. P., Young, A. M., & Engh Sr, C. A. (2006). Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 444, 176-183.

35. Petis, S. M., Abdel, M. P., Perry, K. I., Mabry, T. M., Hanssen, A. D., & Berry, D. J. (2019). Long-term results of a 2-stage exchange protocol for periprosthetic joint infection following total hip arthroplasty in 164 hips. *JBJS*, *101*(1), 74-84.
36. Romano, C. L., Romano, D., Logoluso, N., & Meani, E. (2010). Septic versus aseptic hip revision: how different?. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, *11*(3), 167-174.
37. Stavrakis, A. I., Niska, J. A., Loftin, A. H., Kwong, L. M., Billi, F., Miller, L. S., & Bernthal, N. M. An in vivo Assessment of the Bacterial Susceptibility of Porous Tantalum.
38. Harrison, P. L., Harrison, T., Stockley, I., & Smith, T. J. (2017). Does tantalum exhibit any intrinsic antimicrobial or antibiofilm properties?. *The bone & joint journal*, *99*(9), 1153-1156.
39. Sautet, P., Parratte, S., Mékidèche, T., Abdel, M. P., Flécher, X., Argenson, J. N., & Ollivier, M. (2019). Antibiotic-loaded tantalum may serve as an antimicrobial delivery agent. *The bone & joint journal*, *101*(7), 848-851.
40. Griseti, Q., Jacquet, C., Sautet, P., Abdel, M. P., Parratte, S., Ollivier, M., & Argenson, J. N. (2020). Antimicrobial properties of antibiotic-loaded implants: a comparative study of antimicrobial properties of antibiotic-loaded cement, tantalum, 3D-printed porous titanium, and titanium alloy. *The bone & joint journal*, *102*(6 Supple A), 158-162.

Tables and figures :

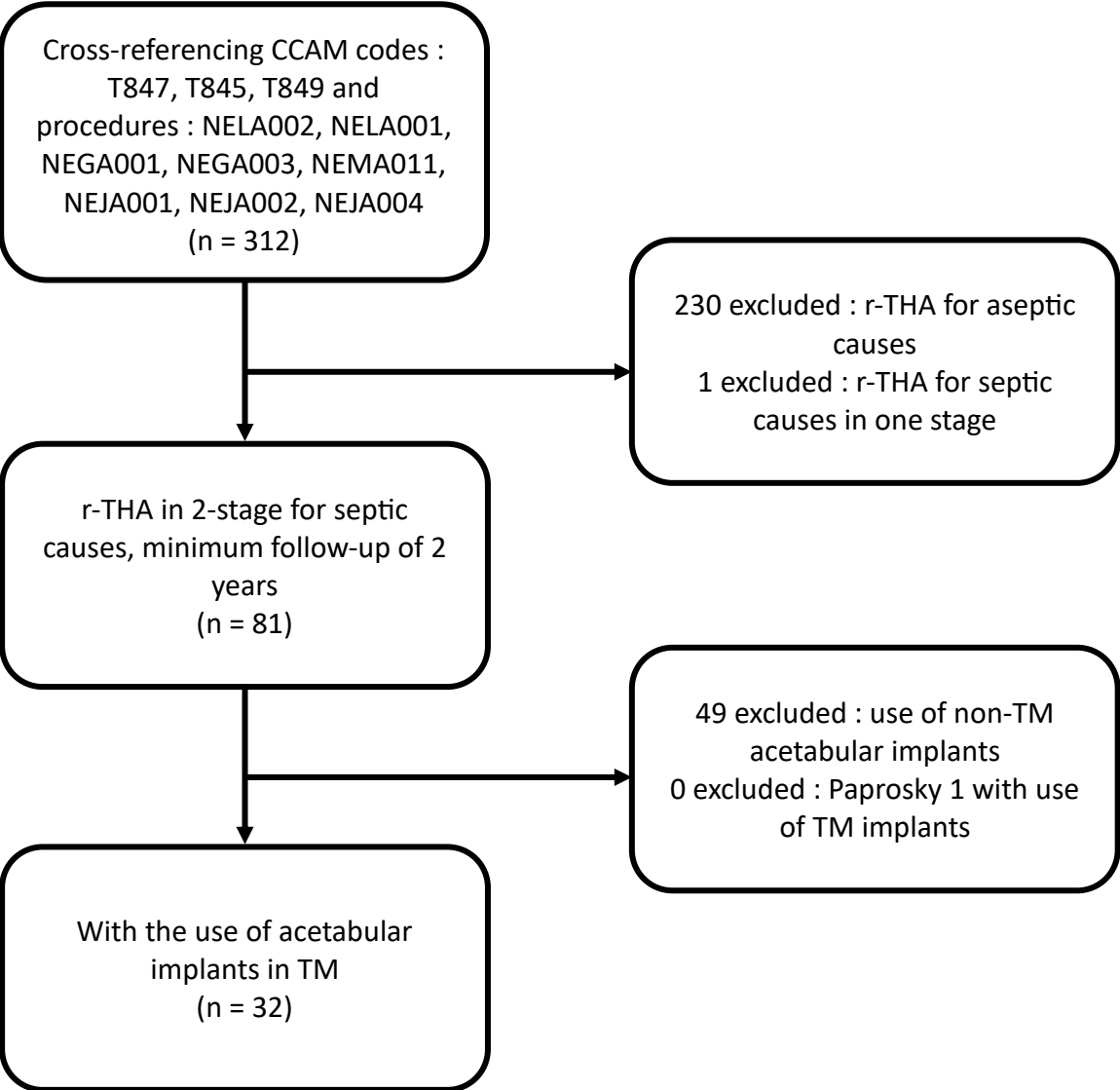


Figure 1 : Flow-chart

Table 1 : Démographic data

	n
Total number	32
Male/Female	21/11
Mean age (year)	61.8 +/- 12.5
Mean weight (kg)	73.36 +/- 19.2
Mean size (cm)	168.24 +/- 11.8
Mean BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.7 +/- 5.1
<u>Side (%) :</u>	
Right	15 (46.9)
Left	17 (53.1)
<u>Comorbidities (%) :</u>	
Tobacco	6 (18.7)
Alcohol	1 (3.1)
BMI > 25	25 (78.1)
Diabetes	2 (6.2)
High blood pressure	10 (31.2)
Immunosuppression	5 (15.6)
Penicillin allergies	2 (6.2)
Follow-up time (month)	30.2 +/- 10.9

Table 2 : Characteristics of the hips examined

	n = 32
<u>Side (%) :</u>	
Right	15 (46.9)
Left	17 (53.1)
<u>Primary etiology (%) :</u>	
Hip osteoarthritis	17 (53.1)
Aseptic osteonecrosis	6 (18.8)
Traumatic	4 (12.5)
Not specified	5 (15.6)
<u>History of prior surgeries (%) :</u>	
All failures	15 (46.9)
Septic failures	6 (18,8) (2 joints lavages + 4 changes of implants)
<u>Paprosky stage (%) :</u>	
Stage I	0
Stage II	14 (43.7)
Stage III	18 (56.3)
Pelvic discontinuity	13 (40.6)
Time interval between stages (days)	130.8 +/- 101.7
<u>Surgical approach (%) :</u>	
Postero-lateral (Moore)	29 (90.6)
Antero-lateral (Watson-Jones)	3 (9.4)

Table 3 : Implants used

Total patient	32
<u>Acetabular side :</u>	
Continuum multi-holes	25
Cotyle T-MARS	5
Acetabular Shell	2
Augment	9
Allograft femoral	1
Burch Schneider	3
<u>Femoral side :</u>	
Zimmer Revitan	16
Zimmer ZSS	7
Zimmer Avenir	3
Adler Hydra	4
Other	2

Table 4 : Symptomatology of the infection

	n = 27
<u>Clinical symptoms (%) :</u>	
Pain	20 (74.1)
Fistula/Discharge	8 (29.6)
Scarring inflammation	2 (7.4)
Fever	4 (14.8)
Septic shock	1 (3.7)
<u>Imaging (%) :</u>	
Loosening	13 (48.1)
Positive Scintigraphy	10 (37.0)
Collection (CT Scan)	4 (14.8)
Positive aspiration (n = 18)	14 (77.8)

Table 5 : Identified microorganisms

Germes	
S. Aureus	8
SCN	19 (1 MR)
E . Coli	4
P. Acnes	3
P. Avidum	2
Proteus Mirabilis	2
Enterobacter cloacae	1
Enterocoque faecalis	1
Citrobacter ferundii	1
Parvimonas Micra	1
Corynebacterium striatum	2 (1 MR)
Candida Albicans	1
Not found	2



Figure 2 : Survival analysis for treatment failure (infection) :

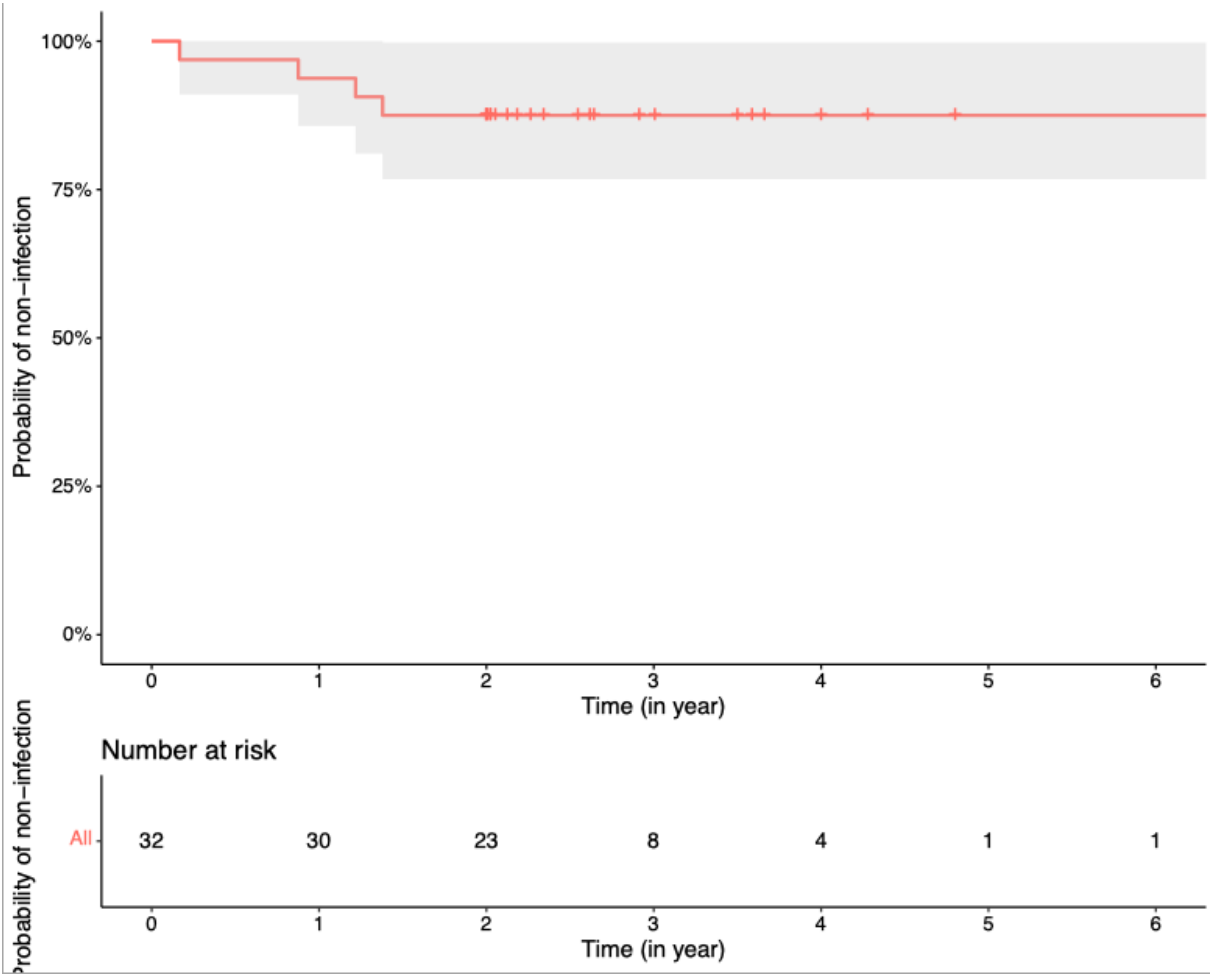
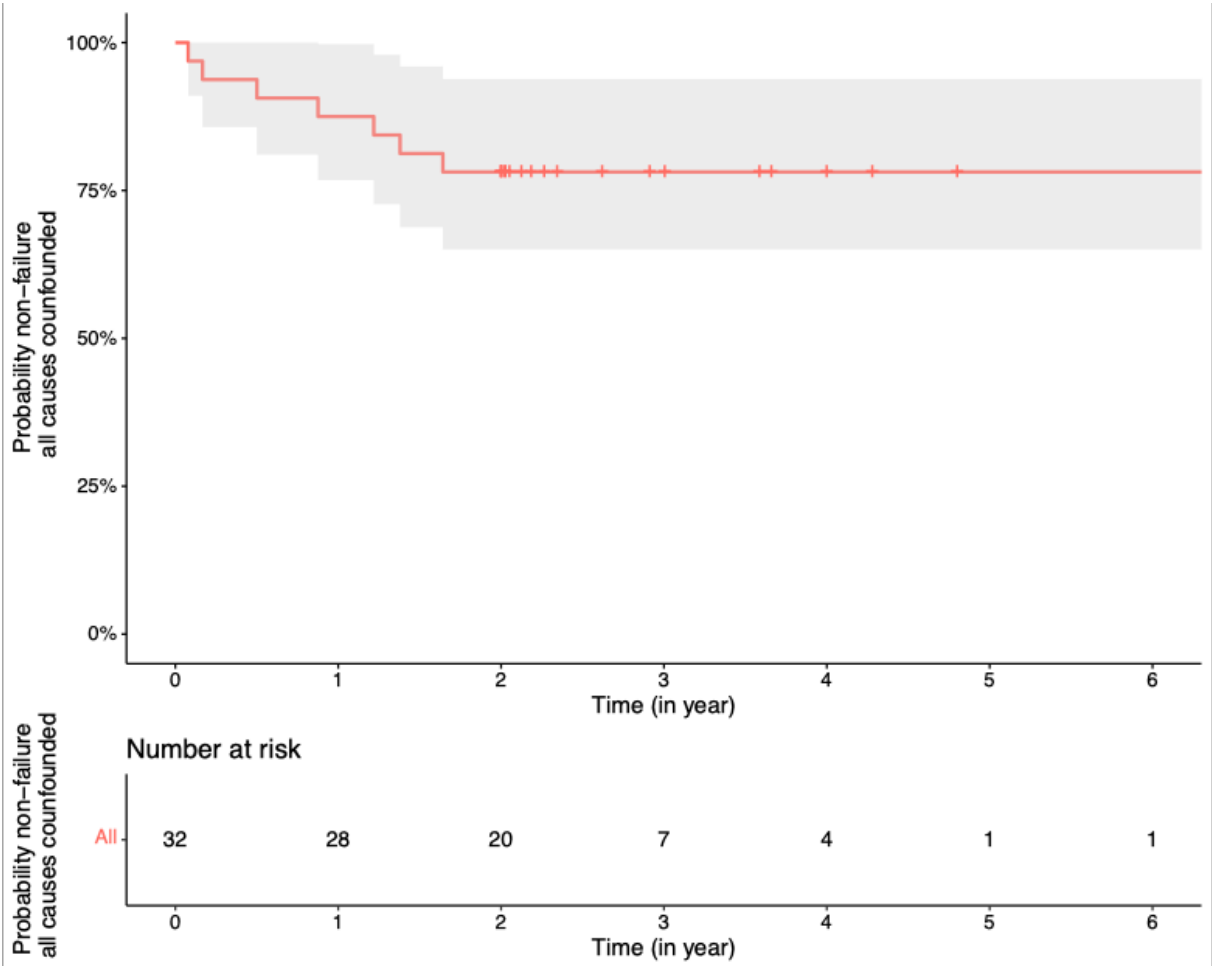


Figure 3 : Survival analysis for treatment failure (all causes) :



## SERMENT D'HIPPOCRATE

**Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

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

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

**J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.**

Je ne tromperai **jamais leur confiance** et **n'exploiterai pas le pouvoir hérité** des circonstances pour forcer les consciences.

**Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera**. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

**Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés**. **Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers** et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

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

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

**J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.**

**Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.**