



**HAL**  
open science

# Reconstruction composite associant allogreffe et cône de tantale pour la gestion des pertes de substance osseuse tibiales segmentaires dans les reprises de prothèse de genou

Elias Bougaud

## ► To cite this version:

Elias Bougaud. Reconstruction composite associant allogreffe et cône de tantale pour la gestion des pertes de substance osseuse tibiales segmentaires dans les reprises de prothèse de genou. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03868294

**HAL Id: dumas-03868294**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03868294>**

Submitted on 23 Nov 2022

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de

**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par  
**Elias BOUGAUD**

Le 12 octobre 2022

**RECONSTRUCTION COMPOSITE ASSOCIANT  
ALLOGREFFE ET CONE DE TANTALE POUR  
LA GESTION DES PERTES DE SUBSTANCE  
OSSEUSE TIBIALES SEGMENTAIRES DANS  
LES REPRISES DE PROTHESE DE GENOU**

Directeur de Thèse : **Docteur Louis DAGNEAUX**

JURY

Président : **Professeur François CANOVAS**

Assesseurs : **Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN**

**Docteur Louis DAGNEAUX**

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de

**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par  
**Elias BOUGAUD**

Le 12 octobre 2022

**RECONSTRUCTION COMPOSITE ASSOCIANT  
ALLOGREFFE ET CONE DE TANTALE POUR  
LA GESTION DES PERTES DE SUBSTANCE  
OSSEUSE TIBIALES SEGMENTAIRES DANS  
LES REPRISES DE PROTHESE DE GENOU**

Directeur de Thèse : **Docteur Louis DAGNEAUX**

JURY

Président : **Professeur François CANOVAS**

Assesseurs : **Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN**

**Docteur Louis DAGNEAUX**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022**

**PERSONNEL ENSEIGNANT**

**Professeurs Honoraires**

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	NAVARRO Maurice
ALLIEU Yves	CANAUD Bernard	JAFFIOL Claude	NAVRATIL Henri
ALRIC Robert	CHAPTAL Paul-André	JANBON Charles	OTHONIEL Jacques
ARNAUD Bernard	CIURANA Albert-Jean	JANBON François	PAGES Michel
ASENCIO Gérard	CLOT Jacques	JARRY Daniel	PEGURET Claude
ASTRUC Jacques	COSTA Pierre	JOURDAN Jacques	PELISSIER Jacques
AUSSILLOUX Charles	D'ATHIS Françoise	KLEIN Bernard	PETIT Pierre
AVEROUS Michel	DEMAILLE Jacques	LAFFARGUE François	POUGET Régis
AYRAL Guy	DESCOMPS Bernard	LALLEMANT Jean Gabriel	PUJOL Henri
BAILLAT Xavier	DIMEGLIO Alain	LAMARQUE Jean-Louis	RABISCHONG Pierre
BALDET Pierre	DUBOIS Jean Bernard	LAPEYRIE Henri	RAMUZ Michel
BALDY-MOULINIER Michel	DUJOLS Pierre	LEROUX Jean-Louis	REBOUL Jean
BALMES Jean-Louis	DUMAS Robert	LESBROS Daniel	RIEU Daniel
BANSARD Nicole	DUMAZER Romain	LOPEZ François Michel	ROCHEFORT Henri
BAYLET René	ECHENNE Bernard	LORiot Jean	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BILLIARD Michel	FABRE Serge	LOUBATIERES Marie Madeleine	SAINT AUBERT Bernard
BLARD Jean-Marie	FRAPIER Jean-Marc	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SANCHO-GARNIER Hélène
BLAYAC Jean Pierre	FREREBEAU Philippe	MARTY ANE Charles	SANY Jacques
BLOTMAN Francis	GALIFER René Benoît	MATHIEU-DAUDE Pierre	SEGNARBIEUX François
BONNEL François	GODLEWSKI Guilhem	MEYNADIER Jean	SENAC Jean-Paul
BOURGEOIS Jean-Marie	GRASSET Daniel	MICHEL François-Bernard	SERRE Arlette
BOUSQUET Jean	GUILHOU Jean-Jacques	MION Charles	SOLASSOL Claude
BRUEL Jean Michel	GUITER Pierre	MION Henri	TOUITOU Isabelle
BUREAU Jean-Paul	HEDON berbard	MIRO Luis	VIDAL Jacques
	HERTAULT Jean		VISIÉ Jean Pierre



### Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	LANDAIS Paul	ZANCA Michel
BASTIEN Patrick	LARREY Dominique	
BLANC François	LE QUELLEC Alain	
BONAFE Alain	MARES Pierre	
BOULENGER Jean-Philippe	MAUDELONDE Thierry	
BOURREL Gérard	MAURY Michèle	
BRINGER Jacques	MESSNER Patrick	
CLAUSTRES Mireille	MILLAT Bertrand	
COMBE Bernard	MONNIER Louis	
DAURES Jean-Pierre	MOURAD Georges	
DAUZAT Michel	PREFAUT Christian	
DAVY Jean-Marc	PUJOL Rémy	
DEDET Jean-Pierre	RIBSTEIN Jean	
ELEDJAM Jean-Jacques	SCHVED Jean-François	
GROLLEAU RAOUX Robert	SULTAN Charles	
GUERRIER Bernard	TOUCHON Jacques	
GUILLOT Bernard	UZIEL Alain	
JONQUET Olivier	VOISIN Michel	

### Docteurs Emerites

PRAT Dominique
PUJOL Joseph

## Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

### PU-PH de classe exceptionnelle

ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CANOVAS François	Anatomie
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOENIG Michel	Génétique
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire

LABAUGE Pierre	Neurologie
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

**PU-PH de 1<sup>re</sup> classe**

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie

CAMU William	Neurologie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Amaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie

MATECKI Stéfán	Physiologie
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie

**PU-PH de 2ème classe**

BOBBIA Xavier	Médecine d'urgence
BOURGIER Céline	Cancérologie; radiothérapie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
DAIEN Vincent	Ophthalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie

IMMEDIATO DAIEN Claire	Rhumatologie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LATTUCA Benoît	Cardiologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes; addictologie
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROGER Claire	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie; hygiène hospitalière

VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

#### 1<sup>re</sup> classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIÈRE Laurent (Sociologie, démographie)

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

#### 1<sup>re</sup> classe :

LAMBERT Philippe

AMOUYAL Michel

### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

GARCIA Marc

### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

## Maitres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

### MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

MARTRILLE Laurent	Médecine légale et droit de la santé
RICHARD Bruno	Médecine palliative

### MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion

### MCU-PH de 1<sup>re</sup> classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BRET Caroline	Hématologie biologique
BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie



**MCU-PH de 2<sup>ème</sup> classe**

BARATEAU Lucie	Physiologie
BERGOUGNOUX Anne	Génétique
BOETTO Julien	Neurochirurgie
CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DESHAYES Emmanuel	Biophysique et médecine nucléaire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénérologie
FITENI Frédéric	Cancérologie ; radiothérapie
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GOUZI Farès	Physiologie
HERBAUX Charles	Hématologie, transfusion
HUBLERANT Stéphanie	Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale
LEVEQUE Maude	Parasitologie et mycologie
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

**Maitres de Conférences des Universités**

**Maitres de Conférences hors classe**

BERNEX Florence	Physiologie
CHAZAL Nathalie	Biologie cellulaire

**Maitres de Conférences de classe normale**

BECAMEL Carine	Neurosciences
CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences du médicament et des autres produits de santé
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HERBET Guillaume	Neurosciences

LADRET Véronique	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINÉ Sébastien	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme	Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie	Neurosciences
MOUTOT Gilles	Philosophie
PASSERIEUX Emilie	Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie	Histologie
RAYNAUD Fabrice	Sciences du Médicament et autres produits de santé
TAULAN Magali	Biologie Cellulaire

#### **Maitres de Conférences des Universités - Médecine Générale**

##### **MCU-MG de 1<sup>re</sup> classe**

COSTA David

OUDE ENGBERINK Agnès

##### **MCU-MG de 2<sup>ème</sup> classe**

FOLCO-LOGNOS Béatrice

CARBONNEL François

#### **Maitres de Conférences associés - Médecine Générale**

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

MINET Mathilde

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

### **Praticiens Hospitaliers Universitaires**

CAZAUBON Yoann	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
ROCH Benoît	Pneumologie, addictologie
SARRABAY Guillaume	Génétique
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

### PH chargés d'enseignements

ABOUKRAT Patrick	BRINGER-DEUTSCH Sop	DJANIKIAN Flora	LE MOINE DONY Marie-Christine	RIDOLFO Jérôme
AGUILHON Sylvain	BRINGUIER BRANCHERE	DONNADIEU-RIGOLE Hélène	LETERTRE Simon	RIPART Sylvie
AKKARI Mohamed	BRISOT Dominique	FAIDHERBE Jacques	LOPEZ Régis	RONGIERES Michel
ALRIC Jérôme	BRONER Jonathan	FATTON Brigitte	LUQUIENS Amandine	ROULET Agnès
AMEDRO Pascal	CADE Stéphane	FAUCHERRE Vincent	MANZANERA Cyril	RUBENOVITCH Josh
AMOUROUX Cyril	CAIMMI Davide Paolo	FAURE Elsa	MARGUERITTE Emmanuel	SANTONI Fannie
ANTOINE Valéry	CARR Julie	FILLERON Anne	MARTIN Lucille	SASSO Milène
ARQUIZAN Caroline	CARTIER César	FILLOLS Mélanie	MATTATIA Laurent	SCHULDINER Sophie
ATTALIN Vincent	CASPER Thierry	FITENI Frédéric	MEROUEH Fadi	SEGURET Fabienne
AYRIGNAC Xavier	CASSINOTTO Christophe	FOURNIER Philippe	MEYER Pierre	SENESSE Pierre
BADR Maliha	CATHALA Philippe	GAILLARD Nicolas	MICHEL Moïse	SERRE Jean-Emmanuel
BAIS Céline	CAZABAN Michel	GALMICHE Sophie	MILESI Christophe	SKALLI El Medhi
BARBAR Saber Davide	CHARBIT Jonathan	GENY Christian	MORAU Estelle	SOLA Christelle
BASSET Didier	CHEVALLIER Thierry	GERONIMI Laetitia	MORQUIN David	SOULLIER Camille
BATIFOL Dominique	CHEVALLIER-MICHAUD	GINIES Patrick	MOSER Camille	SOUKSI MEDIONI Isabelle
BATTISTELLA Pascal	COLIN Olivier	GRECO Frédéric	MOUSTY Eve	STOEBNER DELBARRE Anne
BAUCHET Luc	CONEJERO Ismael	GUEDJ Anne Marie	MOUTERDE Gaël	TEOT Luc
BELL Ariane	CONSEIL Mathieu	GROSSIN Delphine	PANSARD Nicole	THIRION Marina
BENEZECH Jean-Pierre	CORBEAU Catherine	GUYON Gaël	PERNIN Vincent	TUNEZ Virginie
BENNYNS Karim	COROIAN Flavia-Oana	HEDON Christophe	PERRIGAULT Pierre François	VACHIERY-LAHAYE Florence
BERNARD Nathalie	COUDRAY Sarah	HENRY Vincent	PEYRON Pierre-Antoine	VERNES Eric
BERTCHANSKY Ivan	CRANSAC Frédéric	JAMMET Patrick	PICARD Eric	VIALA Maurice
BIBOULET Philippe	CUNTZ Danielle	JEDRYKA François	PICOT Marie Christine	VINCENT Laure
BIRON-ANDREANI Christine	DARDALHON Brigitte	JREIGE Riad	PIERONI Laurence	WAGNER Laurent
BLANC Brigitte	DAVID Aurore	KINNE Mélanie	POQUET Hélène	WALTHER LOUVIER Ulrike
BLANCHARD Sylvie	DE BOUTRAY Marie	LABARIAS Coralie	PUJOL Sarah-Lise	ZERKOWSKI Laetitia
BLANCHET Catherine	DE LA TRIBONNIÈRE Xa	LABORDE Caroline	PUPIER Florence	
BLATIERE Véronique	DEBIEN Blaise	LACAMBRE Mathieu	QUANTIN Xavier	
BOBBIA Xavier	DELPONT Marion	LANG Philippe	RAFFARD Laurence	
BOGE Gudrun	DENIS Hélène	LAZERGES Cyril	RAPIDO Francesca	
BOURRAIN Jean Luc	DEVILLE de PERIERE Gil	LE GUILLOU Cédric	RIBRAULT Alice	
BOUYABRINE Hassan	DI CASTRI Alberto	LEGLISE Marie Suzanne	RICHAUD-MOREL Brigitte	

# **REMERCIEMENTS**

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

**Monsieur le Professeur François CANOVAS**

**Professeur d'Anatomie, Chirurgien Orthopédiste**

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse et de juger ce travail. Votre rigueur chirurgicale et votre culture anatomique nous ont toujours inspiré.

L'apprentissage au sein de votre service a été un immense honneur. Veuillez accepter notre profonde et respectueuse reconnaissance.

A notre Maître et Juge,

**Monsieur le Professeur Pascal KOUYOUMDJIAN**

**Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique**

Vous nous faites l'honneur de prendre part à ce jury de thèse et de juger ce travail.

Le passage dans votre service nous a permis de bénéficier d'un enseignement pratique et théorique d'une grande qualité et richesse. Veuillez accepter toute notre gratitude.

**A notre Maître et Directeur de Thèse,**

**Monsieur le Docteur Louis DAGNEAUX**

**Praticien Hospitalo-Universitaire Chirurgien Orthopédiste**

Tu m'as fait l'honneur de me confier ce travail, j'espère avoir été à la hauteur de tes attentes. Du tout début avec l'école de chirurgie jusqu'à aujourd'hui, tu nous pousse toujours à devenir de meilleures versions de nous-même. Tes

connaissances théoriques, tes pratiques chirurgicales et ta force de travail sont des modèles pour moi.

# SOMMAIRE

## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>14</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>15</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>17</b>
<b>PREMIERE PARTIE - INTRODUCTION</b> .....	<b>18</b>
<b>I. Généralités</b> .....	<b>18</b>
<b>II. Épidémiologie et causes des reprises de PTG</b> .....	<b>20</b>
A. Épidémiologie.....	20
B. Causes .....	20
<b>III. Perte de substance osseuse : causes et classification</b> .....	<b>21</b>
A. Causes .....	21
B. Évaluation.....	26
C. Classification.....	27
<b>IV. Reprise de prothèse de genou</b> .....	<b>33</b>
A. Évaluation pré opératoire .....	33
B. Choix de la contrainte prothétique .....	36
C. Restauration de la hauteur de l'interligne .....	37
D. Gestion des PSO .....	38
<b>SECONDE PARTIE – NOTE TECHNIQUE DU SERVICE</b> .....	<b>53</b>
<b>RÉSUMÉ (68/150 Mots)</b> .....	<b>54</b>
<b>NIVEAU DE PREUVE : V (avis d'experts)</b> .....	<b>54</b>
A. L'installation .....	57
B. Approche chirurgicale et extraction des implants.....	57
C. Reconstruction .....	58
D. Consignes post-opératoires.....	60
<b>TROISIEME PARTIE – ETUDE CLINIQUE</b> .....	<b>61</b>
<b>I. Introduction</b> .....	<b>61</b>
<b>II. Matériel et méthodes</b> .....	<b>61</b>
A. Matériel.....	61
B. Méthodes .....	63
C. Critères de jugement principal.....	69
D. Critères de jugement secondaires.....	69
E. Analyse statistique .....	69
<b>III. Population de l'étude</b> .....	<b>71</b>
A. Épidémiologie.....	71
B. Indication de la reprise.....	72
C. Bilan radiographique pré opératoire.....	75
D. Données chirurgicales .....	76
<b>IV. RESULTATS</b> .....	<b>82</b>
Recul de la série .....	82
Survie des implants.....	82
Survie des implants en fonction de la reconstruction tibiale .....	84
Survie des cônes tibiaux.....	86

Évaluation clinique au dernier recul de la reconstruction allogreffe - tantale .....	88
Évaluation radiologique au dernier recul.....	90
<b>V. DISCUSSION .....</b>	<b>94</b>
Contexte .....	94
Analyse des résultats fonctionnels .....	94
Les cales .....	95
L'allogreffe .....	95
Les cônes de tantale .....	97
Complications .....	98
Limites de la technique .....	99
Limites de l'étude .....	100
Conclusion.....	100
<b><i>BIBLIOGRAPHIE.....</i></b>	<b>102</b>
<b><i>ANNEXE .....</i></b>	<b>109</b>
Annexe 1 : KOOS-12 .....	109
Annexe 2 : FJS-12.....	111
Annexe 3 : Knee Society Knee Scoring System .....	113
Annexe 4 : Reconstruction fémorale allogreffe + cône de tantale .....	120

# **LISTE DES ABBREVIATIONS**

**PTG** : Prothèse Totale de Genou

**PSO** : Perte de Substance Osseuse

**RPTG** : Révision de Prothèse Totale de Genou

**AORI** : Anderson Orthopedic Research Institute

**ANSM** : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

**IMC** : Indice de Masse Corporelle

**PE** : Polyéthylène

**UHMWPE** : UltraHigh Molecular Weight PolyEthylene

**IPP** : Infection Péri Prothétique

**TDM** : Tomodensitométrie

**SOFCOT** : Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

**TM** : Trabecular Metal

**PUC** : Prothèse Uni Compartimentale

**CCK** : Condylar Constrained System

**PACS** : Pictures Archiving and Communicating System

**HKA** : Hip Knee Ankle Angle

**KOOS** : Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score

**PROM** : Patients Reported Outcome Measures

**FJS** : Forgotten Joint score

**IKS** : International Knee Society score

**EVA** : Echelle Visuelle Analogique

**PU-PH** : Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

**PH** : Praticien Hospitalier

**CCA** : Chef de Clinique Assistant

**PS** : Postéro-Stabilisée

**CCK** : Condylar Constrained Knee



# **PREMIERE PARTIE - INTRODUCTION**

## **I. Généralités**

La prothèse totale de genou (PTG) est une technique de reconstruction articulaire ayant une place fondamentale dans la prise en charge de patients présentant une atteinte invalidante et sévère. L'implantation de cette prothèse est associée à de bons résultats fonctionnels, rendant dans la majorité des cas indolence, mobilité, fonction et autonomie aux patients les plus sévèrement atteints. Ainsi, le nombre de PTG posées par an est en constante augmentation, cette intervention devenue du domaine de la pratique courante étant pratiquée jusqu'à 120 000 fois / an en France (123 770 en 2019)<sup>1</sup>. L'évolution des données démographiques avec une augmentation de l'espérance de vie, une amélioration de la qualité de vie et l'incidence croissante de la gonarthrose ont permis d'élargir les indications de ces PTG.

La révision de PTG pose des problèmes techniques et des problématiques différentes de celles rencontrées lors de la primo-implantation, avec pour conséquence un nombre plus important de complications. Malgré une meilleure codification des étapes chirurgicales nécessaires à l'obtention d'une révision de qualité.

La quantification la plus précise possible des défauts osseux est capitale afin d'anticiper les problèmes potentiels rencontrés en per opératoire et établir une stratégie chirurgicale de reconstruction.

Il existe différentes solutions techniques pour pallier ces défauts osseux, notamment en fonction de l'étendue et de la localisation du défaut. Cependant la technique de reconstruction optimale des PSO modérées et sévères après RPTG n'a pas encore été décrite. Les difficultés de gestion de ces PSO tibiales dans la révision d'une prothèse unicompartimentale en sont le parfait exemple, avec des résultats de survie tibiale à long terme variables dans la littérature <sup>2,3</sup>.

Parmi les techniques décrites permettant la reconstitution du stock osseux et le comblement d'une PSO tibiale importante, l'utilisation historique de ciment non adapté aux PSO de grandes tailles <sup>4</sup>, de cales métalliques <sup>5</sup> ou d'allogreffes structurales isolées <sup>6,7</sup> ont été associées à un taux élevé de descellement à long terme (en moyenne de 20% à 5 ans) <sup>5,8</sup>.

Néanmoins, l'introduction récente de cônes de tantale facilitant la reconstruction pourrait permettre une fixation biologique particulièrement recherchée dans les révisions tout en homogénéisant les contraintes mécaniques métaphysaires<sup>9,10</sup> avec de bons résultats de survie à moyen terme<sup>11,12</sup>.

Les allogreffes à contrario permettent de reconstruire ce stock, à condition d'une bonne ostéointégration, et ce stock osseux se doit d'être reconstruit chez les patients jeunes, devant la possibilité d'une re révision dans les suites.

Nous avons développé une nouvelle technique composite associant à la fois les cônes de tantale et les allogreffes. Le but de cette technique de reconstruction tibiale était de reconstituer le stock osseux et de favoriser l'ostéointégration en diminuant les transmissions des contraintes à l'allogreffe via des cônes de tantale.

## II. Épidémiologie et causes des reprises de PTG

### A. Épidémiologie

D'après une étude de l'ANSM, près de 90 000 prothèses totales de genou ont été posées ou révisées en France en 2013<sup>13</sup>. Quasiment 10 000 reprises de PTG étaient réalisées en France en 2019<sup>1</sup>. Entre 2005 et 2030, les épidémiologistes projettent une augmentation du nombre de révision de PTG de 601%<sup>14</sup>. La courbe d'incidence des révisions prothétiques de genou suit logiquement celle des primo-implantations (Figure 1), confirmée par de nombreux registres (américain, finlandais, norvégien<sup>14-16</sup>).

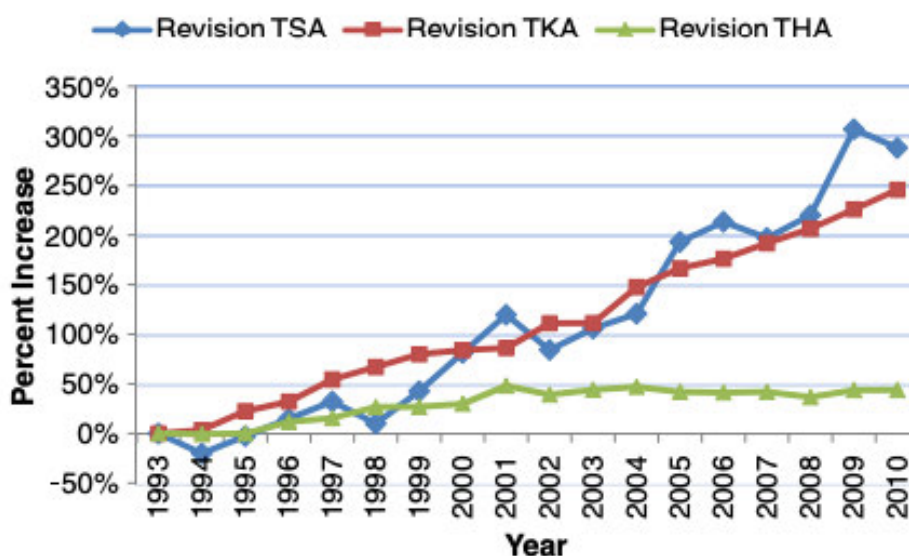


Figure 1 : augmentation du nombre de révisions d'arthroplasties (ajusté à la population). D'après Bansal et al.<sup>17</sup>

### B. Causes

Les principales causes de révision retrouvées dans les registres sont le descellement aseptique en premier lieu, puis l'infection (respectivement 23,1 et 20,4%<sup>18</sup>). La douleur apparaît comme la troisième cause de reprise. Il existe de nombreuses autres étiologies à ces révisions :

- Descellement mécanique
- Descellement septique
- Douleur
- Instabilité du genou prothétique
- Raideur
- Fracture péri-prothétique
- Allergie, etc...

### **III. Perte de substance osseuse : causes et classification**

#### **A. Causes**

Celle-ci peut être responsable en elle-même du descellement, mais aussi de fracture ou de rupture de matériel.

, avec notamment l'ostéolyse, l'infection, la migration des implants, le stress shielding, l'ostéonécrose...L'origine peut ainsi être d'origine mécanique, inflammatoire, tumorale ou infectieuse.

Ces PSO peuvent être retrouvés dans tous les types de PTG, qu'elles soient postéro stabilisés, à contrainte condylienne ou à charnière, cimentés ou non.

#### ***Implantation de la prothèse***

La cause la plus évidente est celle liée aux coupes osseuses lors de l'implantation de la prothèse initiale afin de rétablir des surfaces aptes à recevoir les implants. Le design des implants tend à minimiser la résection osseuse pour l'implantation d'une prothèse afin de permettre une conservation du stock osseux lors de potentielles révisions voire d'arthrodèse de sauvetage.

Les prothèses à contraintes élevées notamment celle à charnière nécessitent une résection osseuse plus importante (Figure 2) que les prothèses non contraintes avec notamment l'utilisation de tiges centro-médullaires responsable de PSO diaphysaire.

La révision de PTG est souvent associée à une augmentation des contraintes prothétiques.



**Figure 2 : exemple de technique opératoire d'une prothèse à charnière rotatoire nécessitant une recoupe osseuse métaphysaire fémorale (issus de Zimmer RHK®)**

### *Explantation des implants en place*

Lors de révision de prothèses, l'ablation des implants en place est un temps opératoire primordial. L'objectif est d'enlever les implants en place (descellés ou non) en emportant le minimum d'os de l'hôte. Les condyles fémoraux postérieurs sont particulièrement à risque<sup>19</sup>. L'ablation d'implants sans ciment, s'ils ne sont pas descellés, doit être prudente, surtout progressive, méthodique car il y a un risque d'enlever une quantité d'os importante fixée aux implants lors de l'extraction de la prothèse. L'ablation des implants cimentés ne pose le plus souvent pas de difficultés techniques mais nécessite temps et patience<sup>20</sup>.

### *Ostéolyse*

L'ostéolyse dans les PTG est la résorption de l'os péri-prothétique causé par une réaction immunitaire de l'hôte en réaction à des micro-débris. Cette résorption est liée à des micro particules de taille, forme et matériaux différents<sup>21</sup>. Les particules d'usures ont été depuis longtemps impliquées dans la cause de PSO<sup>22</sup>.

Ces particules sont produites de différentes manières incluant le micromouvement, la corrosion, les réactions oxydatives<sup>23</sup>.

Au niveau cellulaires, ces débris sont phagocytés par les cellules macrophagiques, activant une réaction inflammatoire péri-prothétiques par relargage de cytokines inflammatoires (tumor necrosis factor- $\alpha$ , interleukin-1, interleukin-6, etc), résultant en une activation des ostéoclastes et donc à une ostéolyse<sup>24</sup>.

La production de ces débris dépend de nombreux facteurs incluant le design prothétique, son positionnement et les matériaux utilisés, ainsi que de caractéristiques liées au patients dont notamment son poids et son niveau d'activités<sup>25</sup>. En effet Spicer *et al.* dans une étude de 2001 retrouvaient un taux d'ostéolyse focal 5 fois plus élevé chez les patients ayant un indice de masse corporelle (IMC) de plus de 40 kg/m<sup>2</sup>.

Ces particules trouvent leur origine dans le couple de frottement de l'articulation prothétique (débris d'usure), dans les interfaces modulaires de la prothèse (interface entre un insert en PE et une cupule métallique appelée *back side wear*, etc.), ou dans un contact anormal entre deux surfaces prothétiques. L'origine de ces débris est donc multiple :

- l'usure du polyéthylène (PE) provenant classiquement de l'interface PE-implant fémoral, cause majeur d'ostéolyse dans les PTG<sup>23</sup>. D'autres études ont de plus souligné l'importance de l'interface PE-implant tibial dans la source de débris émis<sup>26</sup>.

Une asymétrie dans la répartition des contraintes mécaniques subies par le PE est responsable d'un pic de contraintes localisé sur l'un des compartiment fémoro-tibial provoque une augmentation du taux d'usure (Figure 3). L'amélioration des implants en polyéthylène avec l'introduction des UHMWPE (UltraHigh Molecular Weight PolyEthylene) tend à diminuer cette usure.

- Le relargage de micro-particules métalliques est plus rare au niveau du genou, comparé aux prothèses totales de hanche où le couple de frottement métal - métal a été longtemps utilisé
- De micro-particules de ciment peuvent aussi être en cause lors de l'utilisation de spacer dans la prise en charge de sepsis en 2 temps

Ces micro-particules sont donc un facteur de risque majeur d'ostéolyse, entraînant la migration des implants.



**Figure 3 : Radiographie de genou de face montrant une ostéolyse extensive autour de l'implant fémoral et tibial à 11 ans post opératoire, à noter le contact condyle fémoral médial et plateau tibial médial. Issus de l'article de Gallo et al. <sup>24</sup>.**

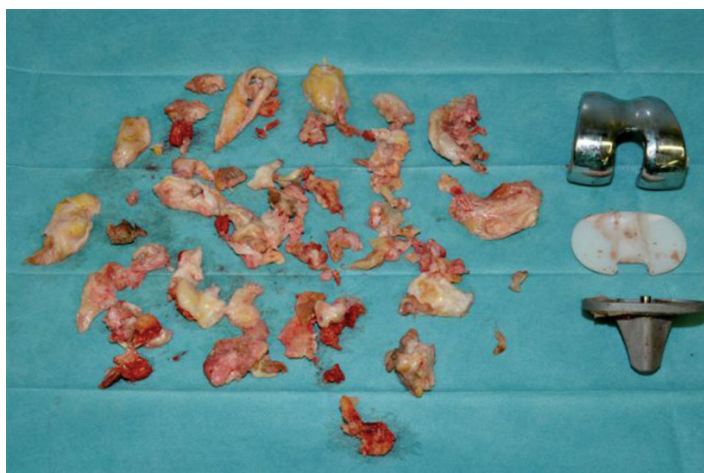
### *Infection péri-prothétique (IPP)*

L'infection péri-prothétique représente une des principales causes de révision prothétique du genou, actuellement au 2<sup>e</sup> rang après les descellements aseptiques. Le taux de révision de PTG pour IPP rapporté dans la littérature est de l'ordre de 8 à 26% selon les séries 14,27.

L'infection sur PTG est responsable d'une réaction inflammatoire et de la production de cytokine à l'instar de la réaction décrite dans l'ostéolyse. L'ostéolyse septique est plus rapide et plus agressive par rapport au descellement aseptique.

De plus, lors de la révision de PTG dans un contexte septique, il est nécessaire de faire un débridement extensif des tissus infectés ou de vitalité douteuse (Figure 4). Cette étape représente une des phases indispensables du traitement. Il s'agit d'une résection « carcinologique » de l'ensemble des tissus mous et osseux infectés, et les séquestres osseux. La perte de substance osseuse est donc plus fréquemment majorée lors de la reprise chirurgicale en cas de descellement septique qu'en cas de descellement mécanique.

Tout défaut de rigueur lors de cette phase chirurgicale influence le résultat de la procédure de révision.



**Figure 4 : Résection de tous les tissus infectés et ablation des implants lors d'une RPTG septique en 1 temps. Issus de l'article de Kendoff et Gehrke<sup>28</sup>**

### *Spacer*

La prise en charge de l'infection sur prothèse peut faire appel à une chirurgie en 2 temps, avec un premier temps de débridement et l'utilisation d'un spacer en ciment imprégné d'antibiotiques afin d'éliminer l'infection tout en préservant l'espace articulaire (Figure 5). Ce spacer libère des microparticules de ciment dans l'articulation, produisant une réaction inflammatoire délétère pour l'os et les tissus mous environnants. De plus, les forces de cisaillement s'appliquant à l'interface os-ciment lors de la marche est responsable d'une érosion supplémentaire par friction. Ce phénomène se produit quasi exclusivement avec des spacers statiques c'est-à-dire n'autorisant pas la flexion/extension du genou, qui ne sont pas bien adaptés à l'os<sup>29</sup>. La migration du spacer peut

aussi être responsable de pertes osseuses surajoutées, ainsi que l'ostéopénie induite par l'immobilisation <sup>30</sup>.



Figure 5 : Radiographie d'un spacer statique de face et profil

### *Stress Shielding*

Le descellement mécanique est plus fréquent au niveau du tibia.

Les forces mécaniques en compression qui s'appliquent sur l'implant tibial remodèle l'os sous-jacent à la prothèse, en lien avec la loi de Wolff qui stipule que l'os en tant que matériau vivant se forme ou se résorbe en fonction des contraintes mécaniques qu'il subit.

L'absence de remodelage par diminution des contraintes absorbées par l'os provoque donc une résorption osseuse, mécanisme appelé stress shielding.

La densité minérale osseuse autour de l'implant est ainsi diminuée, pouvant conduire à une véritable perte de substance osseuse <sup>31</sup> (Figure 6).



Figure 6 : radiographie de face d'une PTG à 1 mois, 3 mois et 1 an post opératoire montrant le stress shielding prédominant sur le plateau tibial médial. Issus de l'article de Deen <sup>31</sup>



### *Autres causes*

Les fractures, l'ostéonécrose, une maladie inflammatoire sous-jacente voire une tumeur sous-jacente entraînent aussi une PSO de manière plus rare.

### B. Évaluation

Un bilan radiographique initial est indispensable, comprenant des clichés standards, à savoir une incidence de face, de profil, une télémétrie des membres inférieurs.

L'évaluation sur radiographie standard. Il est possible d'analyser ces radiographies en inversant le contraste (Figure 7).



**Figure 7 : (A) radiographie du genou de face d'une PTG montrant un descellement tibial avec PSO épiphysométaphysaire ; (B) coupe scannographique du même patient montrant un défaut plus important que sur la radiographie**

. Une évaluation plus précise par examen tomодensitométrique permet d'affiner la quantification des PSO, avec l'étude de la composante osseuse. Certaines caractéristiques techniques d'acquisition de l'image sont indispensables avec notamment l'élimination des artefacts métalliques.

A noter que le TDM cone beam utilisé par certaines équipes a un intérêt surtout diagnostique dans la prise en charge des descellements par une meilleure visualisation de l'interface os-ciment dans les PTG. Cependant, il n'est pas performant pour l'évaluation des PSO<sup>32</sup>.

Cependant tous les examens d'imagerie sous estiment toujours la perte de substance réelle, ce d'autant plus qu'elle sera majorée par l'extraction des implants. En effet, une PSO supplémentaire peut se rajouter en per opératoire lors de l'ablation des implants en place, du ciment si présent, de séquestre osseux... L'évaluation réelle ne se fera donc uniquement pendant l'opération, après l'extraction des implants en place.

### C. Classification

Les PSO doivent être évaluées en amont de la révision, afin de guider le geste chirurgical, le choix de la reconstruction adéquate, ainsi qu'un intérêt pronostic<sup>33</sup>. De plus, ces classifications sont utilisées en recherche clinique afin d'assurer la comparabilité entre groupes.

- **Les premières descriptions**

Initialement la PSO était décrite selon plusieurs modalités simples, théorisées par Dorr en 1989 :

- La taille du défaut : minime, modéré, extensif
- Le caractère contenu ou non, c'est-à-dire avec une persistance du cortex cortical ou non ;
- Le site du défaut : diaphysaire, métaphysaire ou épiphysaire
- La localisation du défaut : central, périphérique ou circonférentiel

La première classification a été décrite par Rand en 1991 et classe les PSO en 4 types, en fonction de la position, extension et symétrie du défaut osseux (Tableau 1).

- Type 1 : minimal, moins de 50% condyle atteint, avec une profondeur de moins de 5 mm
- Type 2 : modéré, entre 50 et 70% condyle atteint, avec une profondeur de 5 à 10 mm
- Type 3 : extensif, plus de 70% condyle atteint avec une profondeur de plus de 10 mm
- Type 4 : massif, plus de 90% condyle atteint, en 2 sous types : type a avec cortical périphérique intact et type b cortex déficient

Tableau 1 : classification de Rand des défauts osseux

TABLE 1. Classification of Bone Defects

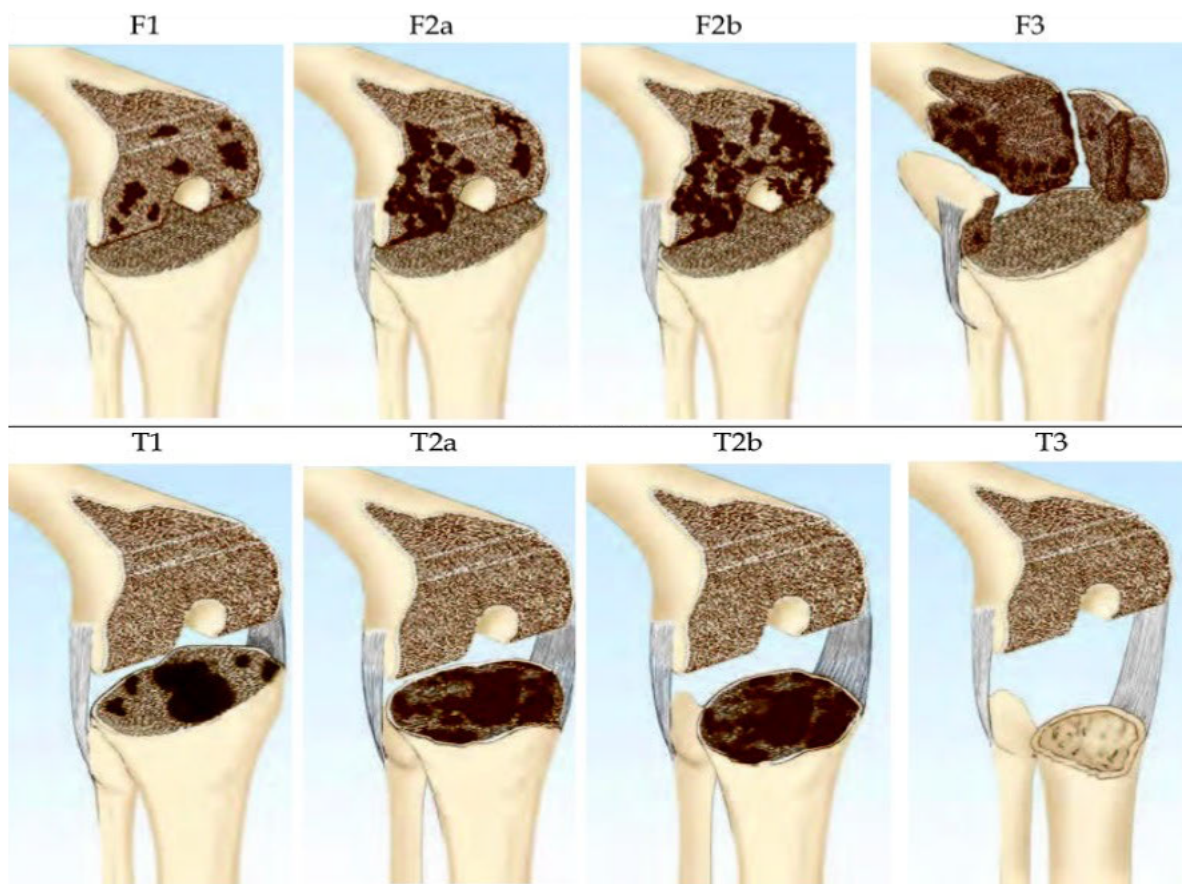
<i>Type</i>	<i>Single Condylar Involvement (%)</i>	<i>Depth (mm)</i>
I Minimal	< 50	< 5
II Moderate	> 50 and < 70	5–10
III Extensive	> 70 and < 90	≥ 10
IV Cavitory	> 90	
(a) Intact peripheral rim		
(b) Deficient peripheral rim		

Uniquement descriptives initialement, de nouvelles classifications permettant de guider le traitement ont été développées.

- **Anderson Orthopedic Research Institute (AORI)**

Tableau 2 : Classification de l'Anderson Orthopedic Research Institute (AORI)

<b>AORI</b>	<b>Perte de substance</b>
<b>Type 1</b>	Pertes osseuses mineures (contenues) sans atteinte métaphysaire, stabilité de l'implant non compromise
<b>Type 2</b>	Pertes osseuses modérées (non contenues) avec atteinte métaphysaire 2A : Atteinte d'un condyle fémoral ou d'un plateau tibial 2B : Atteinte des 2 condyles fémoraux ou des 2 plateaux tibiaux
<b>Type 3</b>	Pertes osseuses métaphysaires importantes (non contenues) des condyles fémoraux ou des plateaux tibiaux possiblement associées avec une atteinte des ligaments collatéraux ou du ligament patellaire



**Figure 8 : illustration de la classification AORI**

La zone métaphysaire étant définie par des repères anatomiques tel que la ligne biépicondylienne pour le fémur ou le bord supérieur de la tubérosité tibiale antérieure pour le tibia.

Cette évaluation par l'AORI peut être évaluée en pré opératoire, per opératoire et post opératoire, en se basant sur la taille du défaut, sa localisation et les tissus mous environnants.

Cependant cette classification ne prend pas en compte le caractère contenu ou non de la PSO ainsi que le caractère central ou périphérique, et regroupe dans les types 2 de nombreuses situations cliniques assez différentes.

Plusieurs auteurs ont donc modifié cette classification, notamment Stambough <sup>34</sup> en 2018, en ajoutant la notion de défauts contenus ou non.

Rosso en 2019 <sup>35</sup> a ajouté la notion de la qualité osseuse de l'os restant environnant, en différenciant entre bonne (G pour « good bone quality »), scléreuse (S pour « sclerotic bone quality ») et ostéoporotique O pour « ostéoporotic bone quality »)

Cette classification est la plus répandue dans la littérature pour classifier les défauts osseux. Le type T2B et F2B sont les plus fréquents dans les révisions de PTG.

L'analyse de concordance inter observateur retrouvait une valeur du kappa moyenne de 0,38 (0,27-0,50) pour l'évaluation de la PSO fémorale et de 0,76 (0,63-1) pour l'évaluation tibiale<sup>33</sup>, témoin d'un accord de concordance moyenne entre observateur .

- **Classification de la SOFCOT symposium 2000**

Pour avoir une évaluation plus précise que la classification de l'AORI, la SOFCOT a développé lors du symposium 2000 une classification des PSO.

La classification de Burdin (Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique [SOFCOT] 2000) prend en compte la perte de substance osseuse après ablation de la prothèse et après des recoupes dites de propreté. Elle évalue de manière séparée le fémur et le tibia.

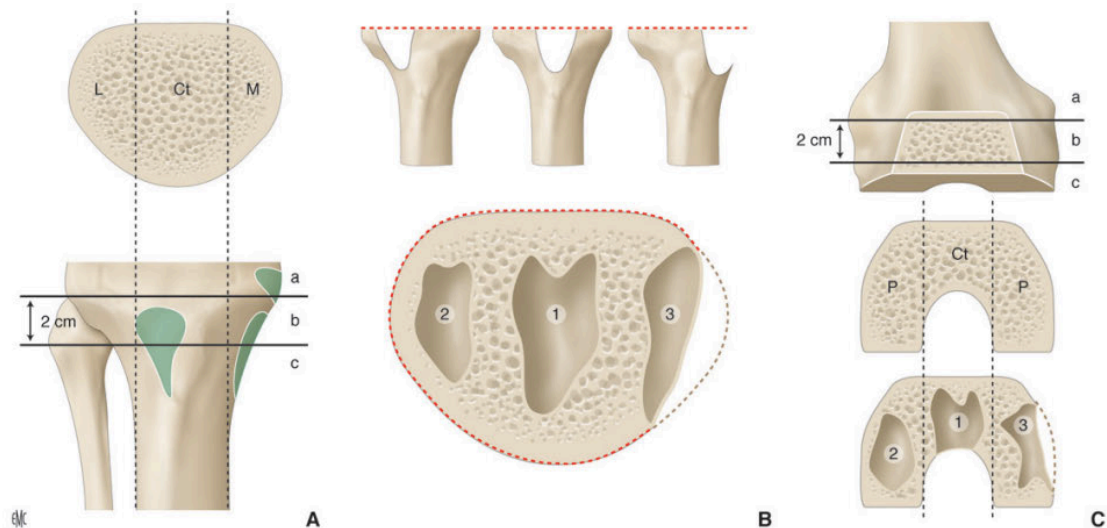
Elle divise l'extrémité tibiale proximale et fémorale distale en trois zones (a, b et c), par deux plans perpendiculaires à l'axe anatomique définissant l'index de profondeur :

- Pour le tibia : la zone a est le plan proximal par rapport à la ligne passant par l'extrémité supérieure du péroné, le plan inférieur entre la zone b et c est situé 2 cm sous le plan précédent
- Pour le fémur : les deux plans définissant les grades sont définis en fonction de la ligne biépicondylienne séparant la zone b et c. La zone a est 20 mm plus distal que le plan précédent.

Trois types de perte de substance osseuse sont individualisés : cavitaires centrales, cavitaires périphériques (respect des corticales) et segmentaires (atteintes des corticales).

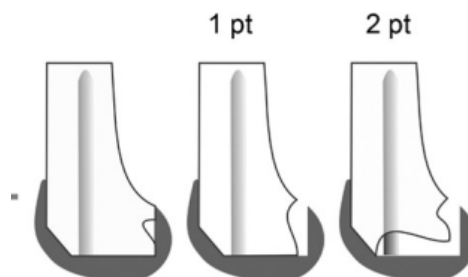
La cotation comporte un grade qui correspond à la zone d'appui de la nouvelle prothèse, ainsi qu'un index M, L ou ML qui définit la zone d'appui médiale, latérale ou médio latérale (Figure 9).

Enfin, un score de surface précise le type de perte de substance osseuse.



**Figure 9 : Classification de Burdin (SOFCOT). Au tibia : la perte de substance peut être médiale (M), centrale (Ct) ou latérale (L) et de niveau a, b ou c (A). Elle peut être centrale cavitaire (1), périphérique cavitaire (2) ou segmentaire (3) (B). Au fémur : elles peuvent être centrales cavitaires (1, Ct), périphériques cavitaires (2, P) ou segmentaires (3). Elles peuvent être centrales, médiales, latérales ou postérieures. Leur niveau peut atteindre les zones a, b ou c (C). Issu de l'EMC**

Un ajout par rapport au tibia est lié à la description de la PSO des condyles postérieurs avec 3 grades : contenue 0 point, non contenue postérieure 1 point, et non contenue et distale 2 points (Figure 10).



**Figure 10 : PSO des condyles postérieurs dans la classification de la SOFCOT**

Cette classification quoique très précise et reproductible est peu utilisée du fait de sa complexité et de sa non-utilisation dans la littérature internationale.

- **Classification ENDO**

De plus dans le cadre des RPTG, une PSO diaphysaire autour des tiges centro médullaires peut être constatée, et Engelbrecht en 1993 en a établi une classification dite ENDO en 4 types :

- Type 1 : mineur, liséré radio transparent sans descellement des implants
- Type 2 : modéré, liséré plus épais tout autour de l'implant et signe de descellement
- Type 3 : sévère, élargissement du fémur distal ou du tibia proximal, amincissement cortical avec effraction corticale et défaut condylien



- Type 4 : massif, plus de la moitié du fémur/tibia est manquant

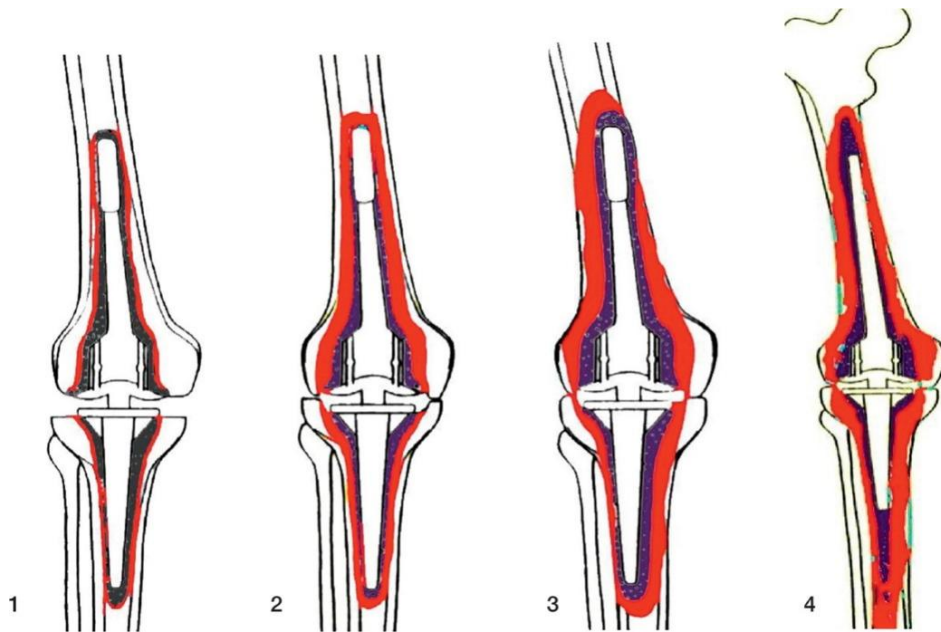


Figure 11 : classification ENDO<sup>36</sup>

Ces différentes classifications ont pour but de décrire le plus précisément possible les défauts osseux, afin de guider le choix chirurgical, notamment le type de reconstruction.

Malgré tout, aucune classification n'est idéale<sup>37</sup>, et aucune n'est établie de manière fiable et consensuelle pour l'évaluation de la PSO dans les RPTG<sup>33</sup>.

L'utilisation de la classification AORI est cependant la plus répandue dans la littérature et en pratique clinique, avec une fiabilité correcte pour la classification des PSO fémorales et importante pour les PSO tibiales, celle-ci est donc conseillée.

#### IV. Reprise de prothèse de genou

La reconstruction des PSO tibiales dans les révisions pose de nombreux défis techniques, sans qu'il n'y est de réel consensus quant à la technique chirurgicale adaptée aux larges défauts osseux<sup>7</sup>. La technique idéale de reconstruction permettrait un comblement de la PSO, le bon positionnement des implants avec une restitution de la hauteur de l'interligne, et réalisant un support mécanique stable et durable<sup>38,39</sup>, associé à un effet ostéoinducteur et conducteur ; alors même que l'ensemble de ces facteurs sont connus pour favoriser la survie de l'implant révisé à long terme.

Cette prise en charge de la perte osseuse est ainsi primordiale, elle permet :

- De restaurer l'interligne articulaire permettant d'éviter une anomalie de la hauteur patellaire ayant un impact direct sur les scores fonctionnels<sup>40</sup>
- De restaurer la position anatomique antérieure et postérieure du fémur et du tibia afin d'éviter l'encombrement antérieur et les douleurs fémoropatellaires<sup>41</sup>
- D'assurer une meilleure ostéo-intégration des implants<sup>42</sup>

##### A. Évaluation pré opératoire

La planification d'une révision de PTG se doit d'identifier la cause de l'échec et prévoir les difficultés susceptibles d'être rencontrées. Cette évaluation se doit d'être standardisée, il fait consensus dans la littérature, qu'une révision de prothèse ne peut être réalisée que lorsque le mécanisme de l'échec est bien compris<sup>43</sup>.

Cette évaluation repose sur l'anamnèse, un examen clinique complet et des examens complémentaires.

Le caractère septique d'un descellement doit toujours être une préoccupation du chirurgien, et des examens plus approfondis seront réalisés au moindre doute ou à titre systématique avant révision selon certains auteurs<sup>44</sup> : bilan biologique (NFS, CRP, VS) ou imagerie (scintigraphie osseuse, scintigraphie aux leucocytes marqués) voir une ponction articulaire réalisée en condition d'asepsie stricte.



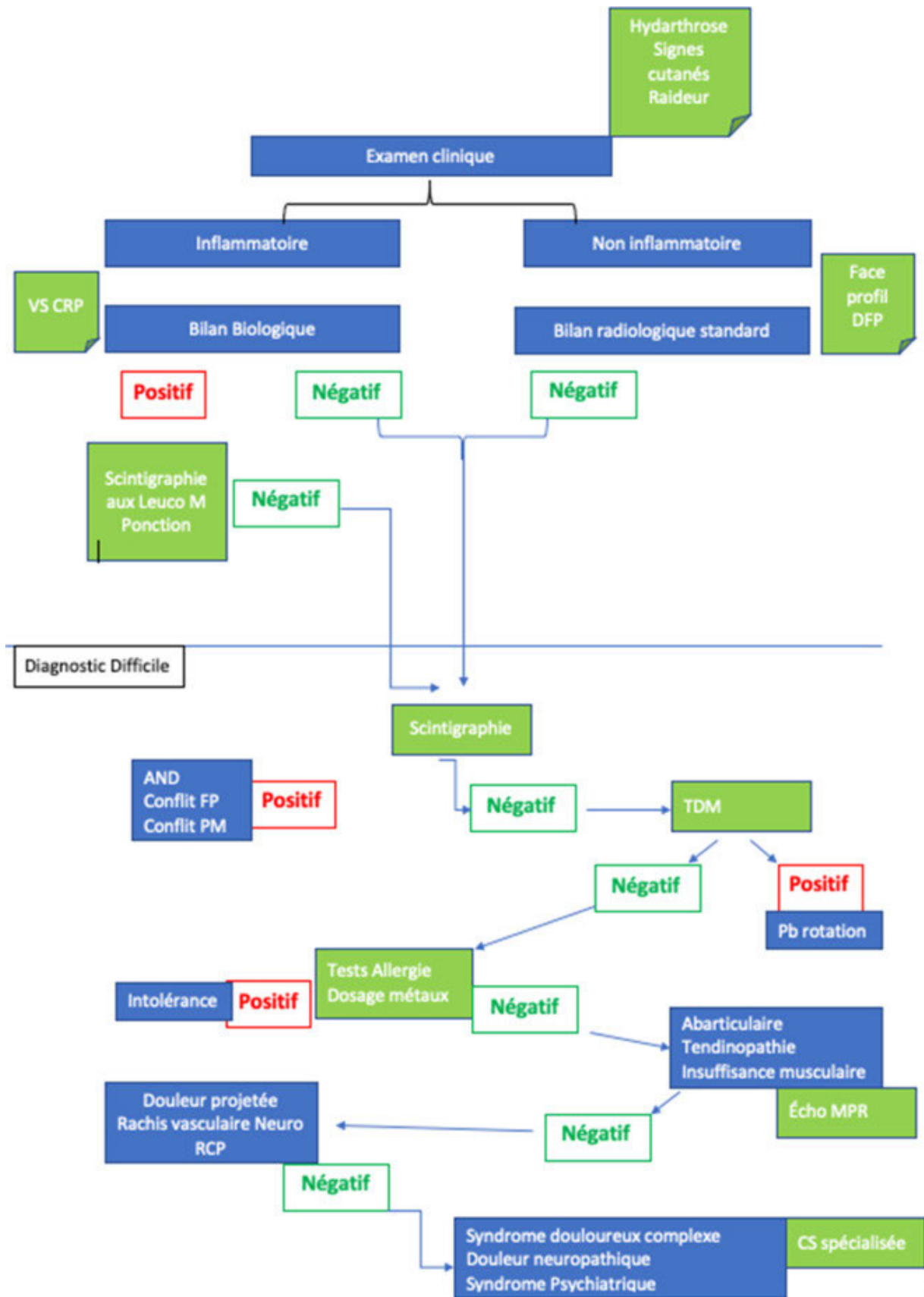
Lors de l'examen clinique, l'analyse des téguments (cicatrices antérieures, souplesse cutanée) et l'histoire clinique déterminent le choix de la voie d'abord et la nécessité d'un geste de chirurgie plastique au préalable. Les mobilités sont mesurées ainsi que les laxités.

Le bilan radiographique doit quant à lui comporter

- Une goniométrie en appui bipodal et en rotation neutre
- Clichés comparatifs de face, profil et défilé fémoro patellaire des genoux en appui

Ce bilan permet d'évaluer le type d'implants, sa fixation, position et taille.

Un bilan d'imagerie plus complet notamment avec l'aide d'une tomographie assistée par ordinateur permettant d'anticiper les difficultés techniques (PSO préopératoires, localisation et sévérité, fixation résiduelle) nous paraît indispensable.



Algorithme diagnostique devant une PTG douloureuse d'après Boisgard et al.<sup>45</sup>

## B. Choix de la contrainte prothétique

La stabilité d'une PTG nécessite l'intégrité anatomique de l'enveloppe ligamentaire, l'intégrité des surfaces osseuses d'appui et un positionnement correct des implants. Lorsque cette enveloppe ligamentaire est défaillante (ligament, capsule, muscle) ou lorsque la structure osseuse est insuffisante pour supporter la tension ligamentaire, un implant contraint est nécessaire.

L'examen clinique permet de diagnostiquer les laxités, mais l'existence d'une laxité clinique ne signifie pas automatiquement qu'il est nécessaire d'avoir recours à une prothèse contrainte.

Il existe en effet deux types de laxités :

- Laxité vraie par lésion anatomiques de l'enveloppe ligamentaire
- Pseudo laxité liée à un mauvais remplissage de l'espace prothétique par les implants soit par malposition soit par mobilité, l'enveloppe étant intacte.

Les laxités vraies nécessitent l'utilisation de prothèses contraintes, alors que les pseudo laxités sont corrigées par traitement de la cause, dont notamment par la gestion des PSO.

Une prothèse contrainte est définie comme ayant une limitation de l'amplitude de mouvement de l'implant en raison de la conception des composants. Différents niveaux de contraintes existent (Figure 12)<sup>46</sup>.

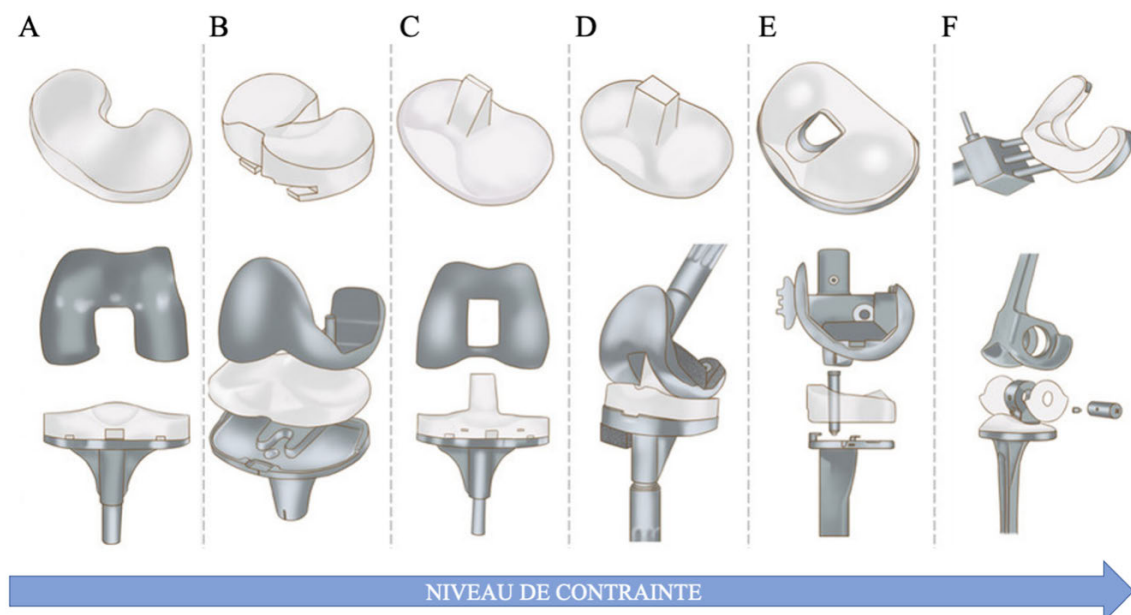


Figure 12 : Les différentes contraintes des PTG : (A) avec conservation du LCP ; (B) postéro-stabilisation ultra congruente (C) postéro-stabilisation avec 3<sup>ème</sup> condyle ; (D) Condylar Constrained Knee CCK ; (E) à charnière rotatoire ; (F) à charnière fixe

Il existe des inconvénients théoriques à l'augmentation des contraintes :

- La perte du stock osseux, notamment par une cage de postéro-stabilisation et une interface os/prothèse plus importante. La reprise de ce type de prothèse s'expose à des difficultés supplémentaires liées à la perte osseuse,
- Des contraintes mécaniques sur les implants plus importants
- Un coût plus important de l'intervention.
- Un risque de descellement majoré

Il est habituellement admis que le plus petit degré de contrainte permis lors de la réimplantation doit être choisi par le chirurgien.

### C. Restauration de la hauteur de l'interligne

Objectif essentiel d'une révision de PTG, l'interligne prothétique se doit d'être restituée au mieux au niveau anatomique.

Ce niveau conditionne la cinématique fémoropatellaire et fémoro tibiale, ainsi que l'isométrie des plans ligamentaires latéraux.

L'ascension de celle-ci entraîne une dégradation de la fonction soit par modification des rapports entre surfaces articulaires et plans ligamentaires latéraux, soit par abaissement rotulien.

L'abaissement de l'interligne (plus rare) entraîne une surcharge dans le compartiment fémoropatellaire.

La hauteur de l'interligne originelle est idéalement déterminée sur les radiographies comparatives, mesurées à partir du sommet de la tête de la fibula.

Ainsi, la hauteur de l'interligne détermine les PSO fémorales et tibiales.

## D. Gestion des PSO

La reconstruction des PSO tibiales dans les révisions pose de nombreux défis techniques, sans qu'il n'y est de réel consensus quant à la technique chirurgicale adaptée aux larges défauts osseux<sup>7</sup>. La reconstruction se doit d'avoir une stabilité mécanique, en répartissant les contraintes mécaniques dans les différentes zones de fixation tibiale décrites par Morgan Jones et al.<sup>47</sup> : la zone 1 épiphysaire, la zone 2 métaphysaire et la zone 3 diaphysaire (Figure 13).



**Figure 13 : les trois zones de fixation : zone 1 épiphysaire (cercle bleu), zone 2 métaphysaire (zone hachurée), zone 3 diaphysaire (contours pointillés)**

Les auteurs du concept de « zonal fixation » suggéraient une fixation dans au moins 2 des 3 zones.

Différentes techniques de reconstruction existent pour gérer les PSO, chacune plus ou moins adaptée au type de défauts.

Ainsi des PSO minimales n'entraînant aucun problème de stabilité des futurs implants sont pour la plupart traitées par recoupe osseuse dites de propreté ou comblées avec du ciment lors de l'implantation des implants (PSO classé T1 ou F1 de l'AORI).

Pour les PSO plus étendues, aucun consensus sur la technique appropriée n'a été décrit. De nombreuses modalités chirurgicales existent cependant, notamment

- Ciment +/- augmenté
- Cales métalliques,
- Des greffes osseuses que ce soient des autogreffes issues de la crête iliaque du patient, de greffe morcelée impactée ou encore d'allogreffes structurales.
- Sleeve
- Cône de tantale
- PTG massive

La gestion des PSO dépend avant tout de l'étendue et de la localisation de celles-ci.

Les petites pertes de substance, qui ne compromettent pas la tenue des futurs implants ne posent pas de problème particulier dans la prise en charge.

Mais la technique de reconstruction optimale des PSO modérées et sévères pour RPTG n'a pas encore été décrite.

## Options de reconstruction

Technique	Avantages	Inconvénients
<b>Recoupe de propreté</b>	Facile	Seulement pour PSO minimales
<b>Ciment</b>	Disponibilité Économique	Seulement pour les petits défauts de < 5 mm Mauvaise qualité mécanique
<b>Ciment augmenté</b>	Disponibilité Propriétés biomécaniques meilleures que le ciment	Ne restaure pas le stock osseux Pour les défauts de 5 à 10 mm
<b>Grefe impactée</b>	Ostéoinducteur Incorporation et remodelage	Pas de réparation corticale Mauvaises propriétés biomécaniques Résorption
<b>Cale métallique</b>	Facilité d'utilisation Stabilité mécanique élevée	Ne restaure pas le stock osseux Stress shielding
<b>Sleeve</b>	Utile pour les grandes PSO Stabilité rotatoire	Ne restaure pas le stock osseux Reprise difficile chez les jeunes patients
<b>Cône trabéculaire</b>	Adaptable aux défauts Ostéointégration	Ne restaure pas le stock osseux Majore les PSO lors de l'implantation
<b>Allogrefe structurale</b>	Utilisable dans les grandes PSO contenues ou non Ostéointégration	Résorption de l'allogrefe Pseudarthrose ou cale osseuse Techniquement difficile Risque infectieux
<b>PTG massive</b>	Utilisable dans les grandes PSO contenues ou non	Ne restaure pas le stock osseux Majore la PSO ++++

## 1. Recoupe dite de propreté

La recoupe dite de propreté permet d'obtenir une surface plane, égalisée apte à recevoir les futurs implants (Figure 14).

Au fémur, la recoupe est rarement nécessaire et la reconstruction se fait par l'utilisation éventuelle de cales d'un choix d'épaisseur variant de 5 à 20 mm selon les laboratoires

Au niveau tibial, la recoupe de « propreté » est souvent nécessaire mais son utilisation doit être limitée en épaisseur de 10 mm à 20 mm maximum selon les auteurs <sup>48,49</sup>.

En effet, de par la conformation anatomique du tibia proximal tronconique, plus l'épaisseur de la recoupe est importante, plus la surface osseuse disponible pour recevoir les implants diminue. La taille des implants utilisés diminue donc aussi de taille, avec une surface disponible qui s'arrondit exposant à des erreurs de rotation, avec une distalisation de l'interligne articulaire <sup>50</sup>.

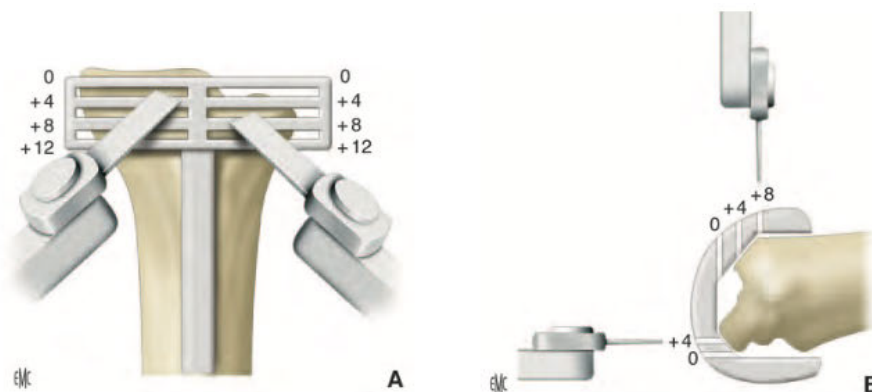


Figure 14 : recoupes de propreté avec guide de coupes <sup>38</sup>

## 2. Ciment

Typiquement, ces PSO de type 1 sont contenues et l'utilisation du ciment se fait en première intention. Le ciment est polyvalent, permettant le comblement des PSO quel que soit sa forme et taille.

D'une manière générale, le ciment n'est pas adapté pour les défauts non contenus pour plusieurs raisons : une grande quantité de ciment peut être à l'origine d'une nécrose thermique en lien avec la réaction exothermique du ciment lors de sa polymérisation, la cimentation d'un os sclérotique est non optimale, et le ciment peut perdre jusqu'à 2% de son volume durant son durcissement <sup>30</sup>.

L'indication retenue dans la littérature est variable mais une tendance est retrouvée : le ciment serait indiqué pour les défauts contenus de moins de 5 mm de profondeur et de moins de 10% de la surface du plateau tibial avec de bons résultats <sup>7,30,51,52,53</sup>.



### 3. *Ciment armé*

Les mauvaises propriétés biomécaniques du ciment sont responsables d'une mauvaise évolution à long terme<sup>54,55</sup>. L'adjonction de vis spongieuse est utilisée devant ce constat, en réalisant ainsi un ciment dit « armé » (Figure 15). Habituellement de diamètre 4,5 mm, ces vis améliorent le transfert de charge et les contraintes mécaniques subies par le ciment et l'os sous-jacent, diminuant ainsi les forces sur l'interface os-ciment.

La plus grande précaution sera prise lors de l'implantation des vis afin qu'elles ne gênent pas l'implantation de la prothèse, avec la tête de vis légèrement sous l'implant<sup>7,51</sup>.

Ce ciment armé élargit les indications du ciment seul, utilisable pour des PSO contenues ou non de plus de 5mm mais de moins de 10 mm, et de moins de 50% de la surface du plateau tibial ou du condyle fémoral<sup>7,56</sup>.

Certains auteurs ont élargi ces indications (défaut de plus de 10mm, AORI type 2) avec de bons résultats<sup>57,58</sup>, cependant l'application de cette technique n'est pas recommandée pour les larges défauts non contenus<sup>56</sup>.

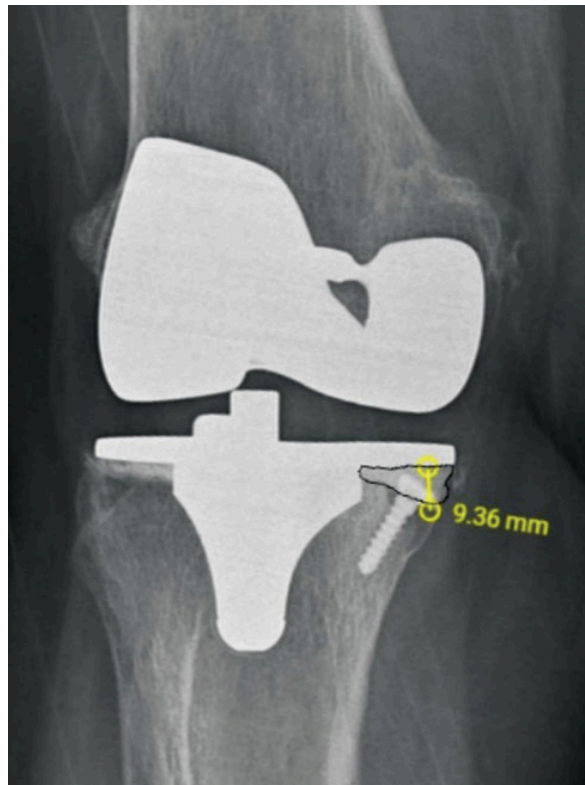


Figure 15 : ciment armé avec délimitation du ciment<sup>59</sup>

#### 4. Greffe impactée

Utilisée initialement dans les reprises de prothèse de hanche, cette technique a été adaptée au genou afin de restaurer le stock osseux, surtout chez les patients jeunes pour lesquels une future révision est possible.

Les indications de cette technique retrouvées dans la littérature sont chez les patients jeunes pour les défauts contenus, de plus de 10 mm ou de moins de 50 % de la surface osseuse<sup>7</sup>.

Cette technique n'est pas indiquée pour les défauts non contenus ou pour la réparation corticale mais certaines équipes l'utilisent dans le type 2 avec la nécessité d'utiliser un maillage afin de contenir la greffe « wire mesh augmentation » (Figure 16).

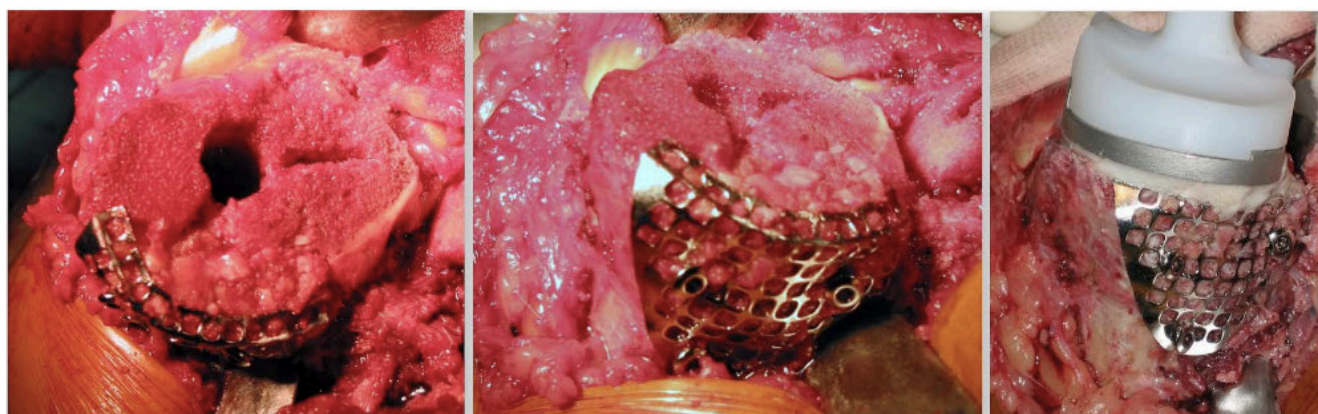


Figure 16 : photographies per opératoires montrant une reconstruction tibiale associant allogreffe et maillage (wire mesh).  
Issu de l'article de Tanwar *et al.*<sup>60</sup>

La greffe osseuse doit s'appuyer sur une surface apte à la recevoir et favoriser son ostéo intégration, à savoir un os non-sclérotique, saignant ; condition sans lequel la consolidation de la greffe n'est pas possible. L'os se doit d'être impacté afin d'obtenir une stabilité primaire suffisante, mais l'impaction excessive réduit la croissance osseuse de l'hôte. La survie dépend donc de la qualité de la greffe osseuse et de la cavité receveuse.

Les allogreffes morcelées ont une meilleure intégration que les allogreffes structurales<sup>49</sup>.

Les avantages de cette technique sont représentés par le coût, la simplicité d'utilisation, la versatilité permettant de l'utiliser pour des défauts contenus de manière isolée, de préférence cavitaire. Les inconvénients sont la difficulté technique, le risque de fracture per opératoire, le risque infectieux, et la résorption de la greffe.

## 5. Cales métalliques / métal augments

Des cales métalliques montées sur la prothèse permettent le comblement de pertes de substance osseuse localisées tant au tibia qu'au fémur. La plupart des systèmes de révision incluent des cales métalliques modulables permettant de combler la taille du défaut et adaptées à la taille de l'implant. Ces augmentations sont habituellement vissées à l'implant assurant une bonne tenue mécanique.

Cette technique de reconstruction est utilisée pour les défauts classés AORI type 2 ou 3 chez les patients âgés ou à faible demande fonctionnelle<sup>7</sup>.

L'indication de choix est représentée par les défauts non contenus de plus de 5 mm de profondeur, pouvant toucher plus de 50% de la surface osseuse tibiale et/ou fémorale<sup>30,61</sup>. L'épaisseur maximale des cales est encore soumise à débat (jusqu'à 15 voir 20 mm selon les auteurs, avec l'utilisation possible de plusieurs cales empilées)<sup>30,62</sup> (Figure 17).

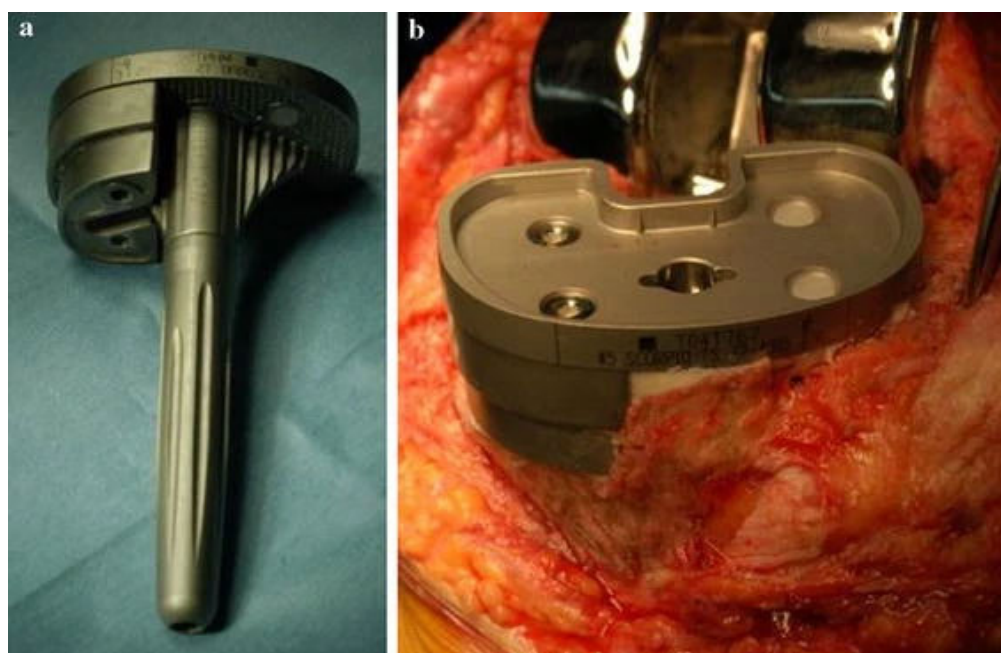


Figure 17 : Photographie d'un double bloc d'augmentation monté sur l'implant tibial (a). Vue per opératoire après implantation (b)<sup>62</sup>.

Au niveau tibial, les cales se présentent sous forme de coins ou de blocs d'augmentation permettant soit un comblement héli-segmentaire, soit un comblement segmentaire avec des épaisseurs variables (jusqu'à 20 mm d'épaisseur pour la plupart des laboratoires). Ces cales en plus de combler la PSO, permettent de régler l'espace en flexion / extension ou remonter l'interligne (Figure 18).

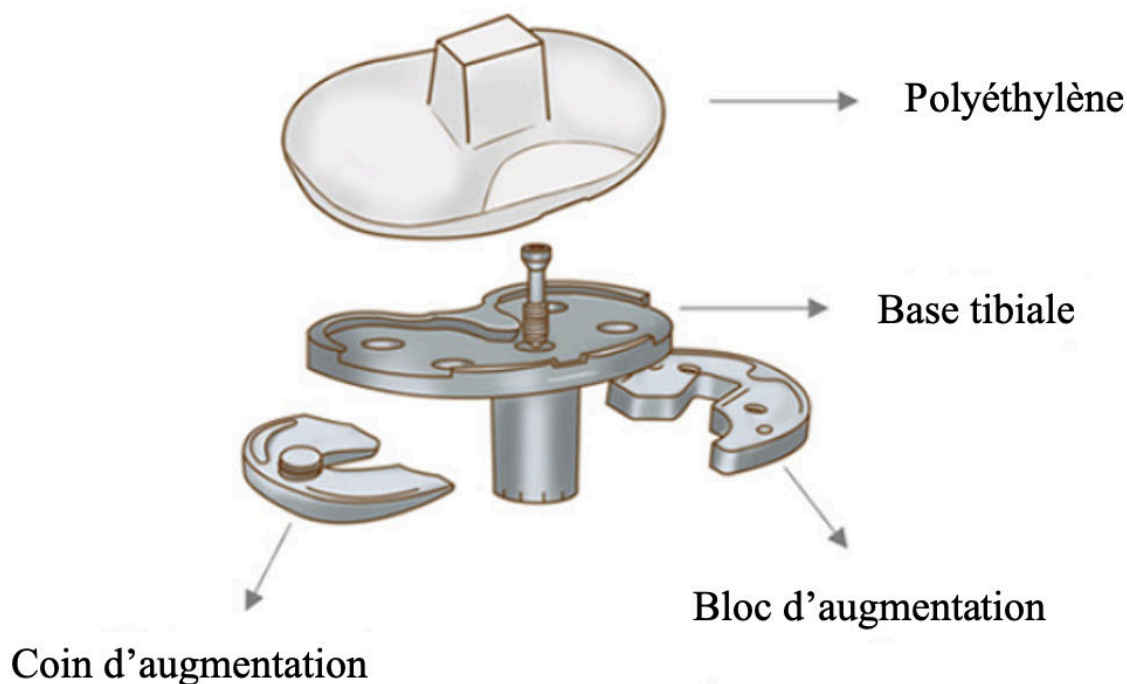


Figure 18 : modularité de l'implant tibial avec coin et bloc d'augmentation selon Zhang<sup>46</sup>

Au niveau fémoral, leur modularité permet de nombreuses reconstructions : symétriques ou non, adaptées à la localisation du défaut (distal ou postérieur), de tailles différentes (habituellement entre 5 et 20 mm).

Ainsi les cales fémorales distales permettent de régler l'espace en flexion et en extension, de restaurer l'alignement du membre, de descendre l'interligne, alors que les cales postérieures permettent de restaurer la dimension antéro postérieure du fémur, de régler la rotation externe de l'implant fémoral (cales postérolatérales qui permettent d'augmenter la rotation latérale de l'implant fémoral), de régler l'espace en flexion.

Ces cales permettent de recréer une assise osseuse stable pour la prothèse de reprise et facile d'utilisation.

Les cales donnent de bons résultats à moyen terme et permettent une remise en charge précoce du patient (mécaniquement supérieur au ciment), alors que leur modularité, leur facilité d'utilisation permettent de faire un implant sur mesure.

Cependant, des liserés radiologiques sont très fréquemment observés à l'interface os-ciment sous les cales au niveau tibial (de 27 à 46%). Elles sont aussi source de stress shielding, et nécessitent souvent une résection supplémentaire d'os afin de les implanter.

## 6. Sleeve métaphysaire

Les sleeves ou manchons sont une des plus anciennes techniques de reconstruction (développé dans les années 1970). Ils consistent en des manchons métalliques solidaires de la tige centro-médullaire via un cône morse avec une forme en marches d'escaliers, disponible en deux dessins fémoral ou tibial (Figure 19).

Indiqués surtout dans les PSO métaphysaires chez les patients âgés, ceux-ci sont aussi utilisés dans les PSO fémorales pour augmenter la stabilité en rotation des implants<sup>7</sup>.

Le manchon est facile d'utilisation, produit un support stable, à potentiel d'ostéointégration, utilisable pour les grandes pertes de substance et peut être associé à une tige courte.

Cependant son implantation est à risque de fracture per opératoire, il ne reconstruit pas le stock osseux, il n'y a pas de décalage possible de la tige centro-médullaire et il n'est donc pas utilisable dans toutes les situations. Son extraction s'avère aussi difficile<sup>51</sup>.

Zanirato en 2018 a réalisé une revue systématique de la littérature (avec 13 articles, incluant 1554 sleeves) et retrouvait de bon résultats cliniques et fonctionnels à court terme (suivi moyen de 4 ans) et conclut que l'utilisation de manchon est une option viable pour les PSO type 2B et 3 de l'AORI.



Figure 19 : Manchon tibial société Depuy Synthes, manchon tibial et fémoral sur la prothèse de révision, radiographie post opératoire avec prothèse utilisant un manchon tibial et fémoral



## 7. Allogreffe structurale

Avec des patients de plus en plus jeunes nécessitant une révision de prothèse, l'utilisation d'allogreffes lors de procédures chirurgicales ne cesse d'augmenter (Figure 20) <sup>63</sup>. Cependant le développement de nouveaux matériaux (notamment les trabecular métal) pourrait inverser cette tendance.

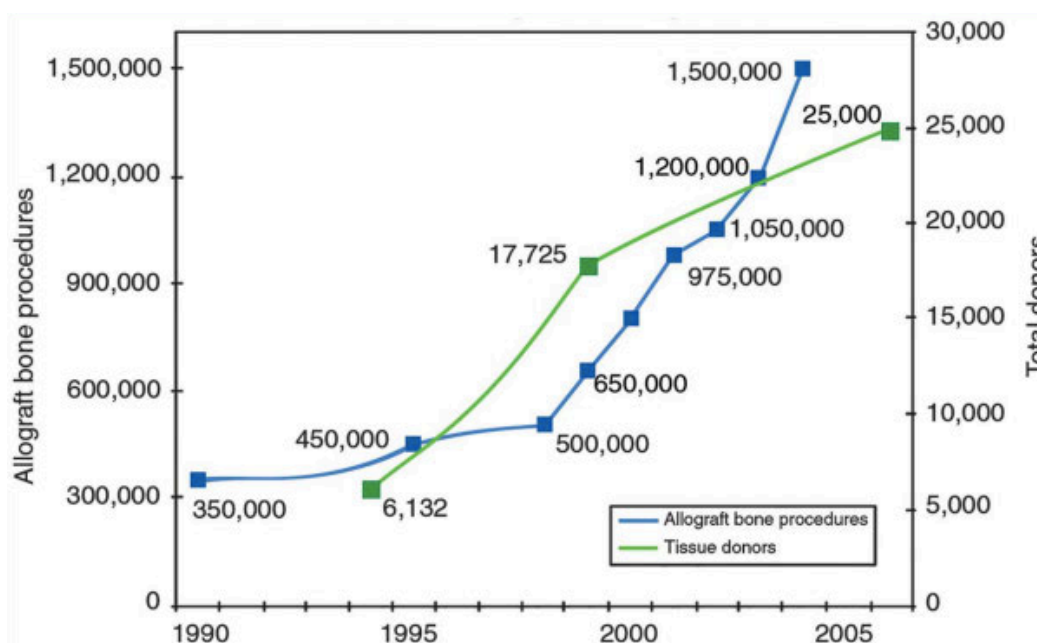


Figure 20 : augmentation des procédures nécessitant des allogreffes structurales aux États-Unis de 1990 à 2004 (ligne bleue), les donneurs de tissu par an de 1994 à 2006 (ligne verte)  
Issus de Jurgensmeier et Hart <sup>63</sup>

Son utilisation est recommandée pour des défauts non contenus AORI 2 ou 3 chez les patients jeunes chez qui le stock osseux se doit d'être reconstitué<sup>64</sup>.

La taille limite du défaut pouvant être reconstruit avec l'allogreffe structurale n'est pas définie mais certains fixent des limites (moins de 15 mm au fémur, de 20-45 mm au tibia pour Panegrossi <sup>7</sup>).

L'allogreffe structurale la plus utilisée est celle issue d'une tête fémorale, habituellement congelée, celle-ci doit être nettoyée de tout cartilage et os cortical avant implantation (Figure 21). Un prélèvement est réalisé pour une vérification bactériologique.



**Figure 21 : photographie d'une tête fémorale préparée**

La greffe est adaptée au défaut, avec une grande modularité, avec comme objectif d'obtenir la surface de contact maximal entre la greffe et l'os spongieux du patient. La conversion d'un défaut oblique en défaut rectangulaire a démontré une meilleure stabilité pour la fixation des implants <sup>7</sup>. La fixation temporaire fait appel à des broches et la fixation définitive est variable : vis ou broches. Des recoupes osseuses peuvent être réalisées après fixation de la greffe, et celle-ci est préparée afin de recevoir les implants.

Les implants et la tige d'extension sont cimentés directement à la greffe, en prenant soin de ne pas mettre de ciment à l'interface allogreffe-os hôte.

L'intérêt de l'utilisation d'allogreffe structurale par rapport au morcelé est son utilisation dans des plus grandes pertes de substance, en fournissant un support mécanique plus stable, permettant une réinsertion ligamentaire, en plus de restaurer le stock osseux<sup>30,51</sup>.

Un risque important d'infection péri-prothétique a été reporté avec l'utilisation d'allogreffes (de 5 à 10% selon les séries)<sup>8</sup>. Cette technique est contre indiquée en cas d'infection active.

Les inconvénients sont la disponibilité des greffons, le temps chirurgical rallongé pour la préparation de la greffe, la non consolidation de l'allogreffe, le risque infectieux et de résorption de la greffe<sup>51</sup>.

## 8. Cônes de tantaies

### Historique

Le tantale est un métal de transition de numéro atomique 73 de la classification périodique des éléments selon Mendeleïev.

Il possède de nombreuses caractéristiques notamment une résistance à la corrosion, une biocompatibilité et est relativement inerte in vivo, faisant un métal de choix dans la fabrication de dispositifs médicaux utilisés depuis la seconde moitié du XXe siècle, par exemple les implants dentaires depuis les années 1940, les plaques de cranioplastie, les électrodes de pacemakers, et plus récemment en orthopédie <sup>65</sup>.

Ces implants à base de tantale ont démontré une bonne bio compatibilité et sécurité.

A l'instar de l'utilisation en implantologie dentaire, le tantale a été utilisé en chirurgie orthopédique afin d'améliorer la longévité des implants, avec comme hypothèse que la création de connexion biologique entre les implants et l'os receveur augmenterait la durée de vie des prothèses<sup>6667</sup>.

### Propriété mécanique

Le tantale poreux ou « trabecular métal » est une structure à cellule ouverte, constitué de motif dodécaédrique, donc constitué de pores semblables à ceux de l'os spongieux.

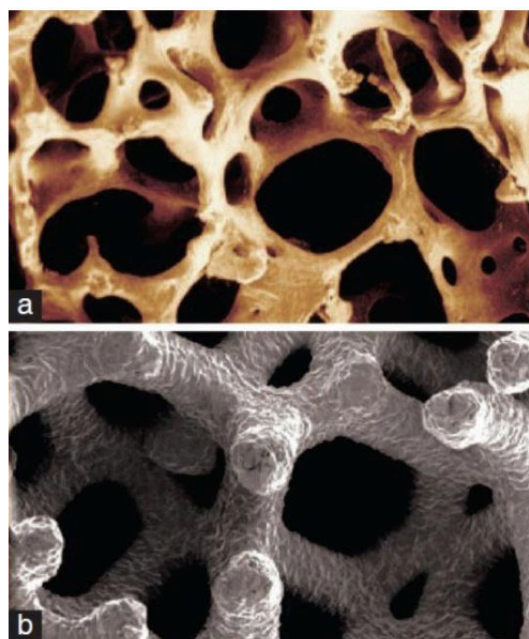


Figure 22 : exemple de structure trabéculaire <sup>68</sup> a : Os spongieux, b : Trabecular métal ®



Il présente une importante porosité de 70 à 80% avec des pores interconnectés entre eux de 400 à 500 micromètres, associés à une micro-texture rugueuse (contre une porosité de 75-85% et des pores de diamètre de 300-600 microns pour l'os spongieux). Cette importante porosité offre ainsi un volume important pour la croissance tissulaire, de nombreuses études ayant démontré la bioactivité du tantale permettant de créer directement des liens avec l'os hôte (Figure 22).

Il possède de plus un module d'élasticité relativement bas similaire à l'os sous-chondral (matériel ductile pouvant diminuer le risque de stress shielding), et un coefficient de friction relativement haut, avec pour conséquence une bonne stabilité primaire dans l'os, autorisant la remise en charge d'emblée.

De plus, le tantale produit moins d'artefact métallique que le titane sur les examens d'IRM <sup>69</sup>.

Tableau 3 : caractéristiques mécaniques du Trabecula métal comparé à d'autres biomatériaux

	Os spongieux	Trabecular métal	Os cortical	Titane
<b>Porosité</b>	<b>75 - 85</b>	<b>70 - 80</b>	5 - 10	40 - 50
<b>Diamètre pore</b>	<b>300 - 600</b>	<b>400 - 500</b>	10 - 50	/
<b>Module d'élasticité</b>	10 – 3 000 MPa	2,5 - 3,9 GPa	20,7 GPa	106 - 115 GPa

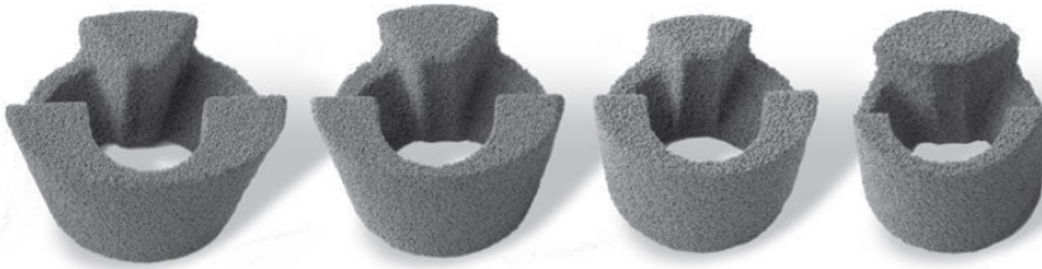
### **Trabecular metal**

La fabrication du tantale poreux peut être de multiples formes et tailles, ayant ainsi une importante modularité, s'adaptant à de nombreuses situations.

Mis sur le marché en 2005 par la société Zimmer, les cônes TM® existent en plusieurs modèles :

- Cônes tibiaux modèle Moyen (A)
- Cônes tibiaux Grand modèle (B)
- Cônes fémoraux diaphysaires (C)
- Cônes fémoraux métaphysaires(D)

A



B



C



D



Le tantale poreux présente un plus faible taux d'adhérence bactérienne au *S. Aureus* et au *S. Epidermidis*, deux germes fréquemment responsables d'infection sur matériel orthopédique, que la plupart des autres matériels utilisés en orthopédie de nos jours<sup>70</sup>.

Toutes ces propriétés en font un matériel ostéoconducteur, qui favorise la fixation secondaire, biologique, de l'implant par ostéointégration (29,30), le tantale poreux est ainsi un matériau de choix en chirurgie orthopédique.

## *9. Prothèse massive*

Aussi appelé mégaprothèse, ces implants ont initialement été développés pour la chirurgie tumorale afin de remplacer la totalité du fémur distal ou du tibia proximal. Ces prothèses ont aussi été utilisées dans les PSO très sévères (AORI type 3) sans reconstruction possible.

Cette procédure se rapproche de la chirurgie de sauvetage du membre, indiqué chez certains patients âgés.

Peu d'études ont été publiées concernant les résultats de ces implants dans le cas de RPTG avec PSO importantes, au contraire des résultats dans la chirurgie tumorale.

Cette reconstruction est grevée de nombreuses complications, suites opératoires difficiles et résultats non optimaux, avec notamment un risque infectieux majeur (29,5% dans la série de Kostuj et al. <sup>71</sup>).

# **SECONDE PARTIE – NOTE TECHNIQUE DU** **SERVICE**

## **Reconstruction tibiale composite combinant allogreffe structurale et cône de tantale dans les révisions de prothèse de genou**

Elias BOUGAUD <sup>M.D.</sup>

François CANOVAS <sup>M.D. Ph.D.</sup>

Mazen HAMOUI <sup>M.D.</sup>

Louis DAGNEAUX <sup>MD. Ph.D.\*</sup>

*This work was performed at Lapeyronie University Hospital,  
University of Montpellier, France*

### **Academic affiliation:**

Department of Orthopaedic Surgery,  
Lower limb Surgery Unit,  
Lapeyronie University Hospital,  
371 av. Gaston Giraud,  
34295 Montpellier cedex 05, France

## **RÉSUMÉ (68/150 Mots )**

Les pertes de substances osseuses tibiales représentent un défi majeur dans les révisions de prothèse de genou. Cette technique innovante combine l'utilisation de cône de tantale et d'allogreffes structurales dans la reconstruction de stade 2A ou 2B selon AORI, c'est-à-dire le traitement des pertes de substances osseuses périphériques métaphysaires. Le but était de reconstituer le stock osseux et de favoriser l'ostéointégration de l'allogreffe, tout en diminuant les efforts transmis à cette dernière via l'insertion d'un cône de tantale.

***Mots-clés*** : Prothèse de genou ; reprise ; perte de substance osseuse ; allogreffe ; tantale

**NIVEAU DE PREUVE : V (avis d'experts)**

# **Tibial Composite Reconstruction in Revision Knee Arthroplasty combining Structural Allograft and Tantalum Cone**

**ABSTRACT:** (68/150 words)

Tibial bone loss remains challenging to address in the context of knee revision arthroplasty. This technique aimed to combine tantalum metaphyseal cone and structural allograft when treating AORI stage 2A and 2B tibial bone loss. The purpose of this technique was to improve bone stock, and to favor allograft osseointegration in decreasing bone stress with the implantation of the metaphyseal cone through the allograft and the original bone.

**Keywords:** Knee replacement, osseointegration, zonal fixation, bone loss, AORI classification

**Level of evidence:** V (technical note)

# **Reconstruction tibiale composite combinant allogreffe structurale et cône de tantale dans les révisions de prothèse de genou**

## **INTRODUCTION**

L'augmentation du nombre de prothèses de genou implantées en France et dans le monde ont invariablement conduit à l'augmentation du nombre de leurs révisions<sup>13</sup>. Malgré une meilleure codification des étapes chirurgicales nécessaire à l'obtention d'une révision optimale, une des difficultés techniques reste la gestion des pertes de substance osseuse (PSO) tibiales <sup>2,3</sup>.

Parmi les techniques décrites permettant la reconstitution du stock osseux et le comblement d'une PSO tibiale métaphysaire périphérique sévère <sup>72,73</sup>, l'utilisation de ciment <sup>4</sup>, de cales métalliques <sup>5</sup> ou d'allogreffe structurale isolée <sup>8</sup> ont été associées à un taux élevé de descellement à long terme, en moyenne de 20% à 5 ans <sup>5,8</sup>. Néanmoins, l'introduction récente de cônes de tantale facilitant la reconstruction des PSO tibiales cavitaires <sup>11,74,75</sup> pourrait permettre une fixation biologique particulièrement recherchée dans les reconstructions métaphysaires périphériques (intéressant les stades 2A et 2B de la classification AORI <sup>76</sup>), tout en homogénéisant les contraintes mécaniques métaphysaires au voisinage de l'allogreffe <sup>9,10</sup>.

L'objectif de ce travail était de présenter une technique originale de reconstruction composite, combinant allogreffe structurale et cône de tantale afin de faciliter la gestion des PSO tibiales métaphysaires périphériques sévères.

## A. L'installation

L'intervention était réalisée au bloc opératoire sous anesthésie générale. Le patient était installé en décubitus dorsal sur cales « à la Lyonnaise », le genou opéré fléchi avec un contre-appui contre la cuisse homolatérale. Un garrot pneumatique était placé à la racine de la cuisse et était gonflé soit pour toute l'intervention soit uniquement pour la cimentation en fonction de l'opérateur. (Figure 23)

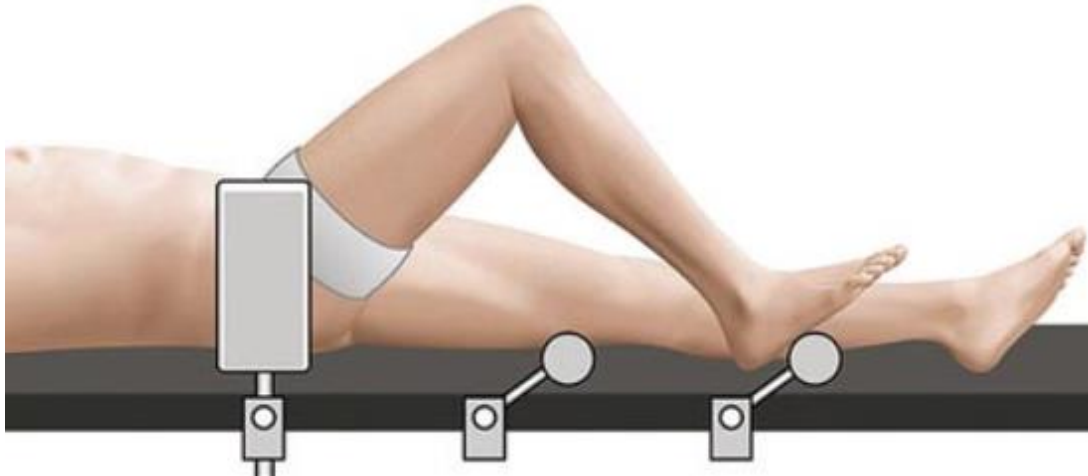


Figure 23 : Installation

## B. Approche chirurgicale et extraction des implants

L'incision cutanée préalable était reprise, puis une arthrotomie para-patellaire médiale était réalisée. En cas de différentes cicatrices opératoires, la voie d'abord la plus latérale était utilisée afin de prévenir la dévascularisation du lambeau cutané latéral<sup>77</sup>. Les reprises de PTG ont un risque de nécrose cutanée important.

Après synovectomie, le chirurgien procédait à l'ablation des implants avec précaution en limitant la majoration des PSO d'une part, et en évitant une fracture péri prothétique per opératoire d'autre part.

De nombreuses techniques d'ablation des implants ont été décrites<sup>78</sup>. Une scie oscillante, une large gamme d'ostéotome, un chasse greffon ont été utilisés au cas par cas. La première étape était l'ablation du polyéthylène par manœuvre de levier ou après section du pivot dans les implants à charnière. Une instrumentation spécifique à l'implant était utilisée de manière systématique dans les prothèses avec vis ou parties connectées afin de faciliter l'extraction.



La seconde étape était l'ablation de l'implant fémoral. L'usage de la scie oscillante permettait de détacher l'implant sous le condyle fémoral latéral et médial, puis avec des ostéotomes on détachait les condyles postérieurs et les chanfreins, moins agressifs pour les tissus mous environnants. Un chasse greffon était utilisé afin de retirer l'implant fémoral en s'appuyant sur le bouclier fémoral. La troisième étape était l'ablation de l'implant tibial, en utilisant des mêmes instruments que pour le fémur. Un nettoyage articulaire était réalisé avec ablation des potentiels séquestres, excision des tissus nécrotiques ou de vitalité douteuse. Enfin, la PSO réelle était évaluée en peropératoire selon la classification AORI <sup>76</sup>.

### C. Reconstruction

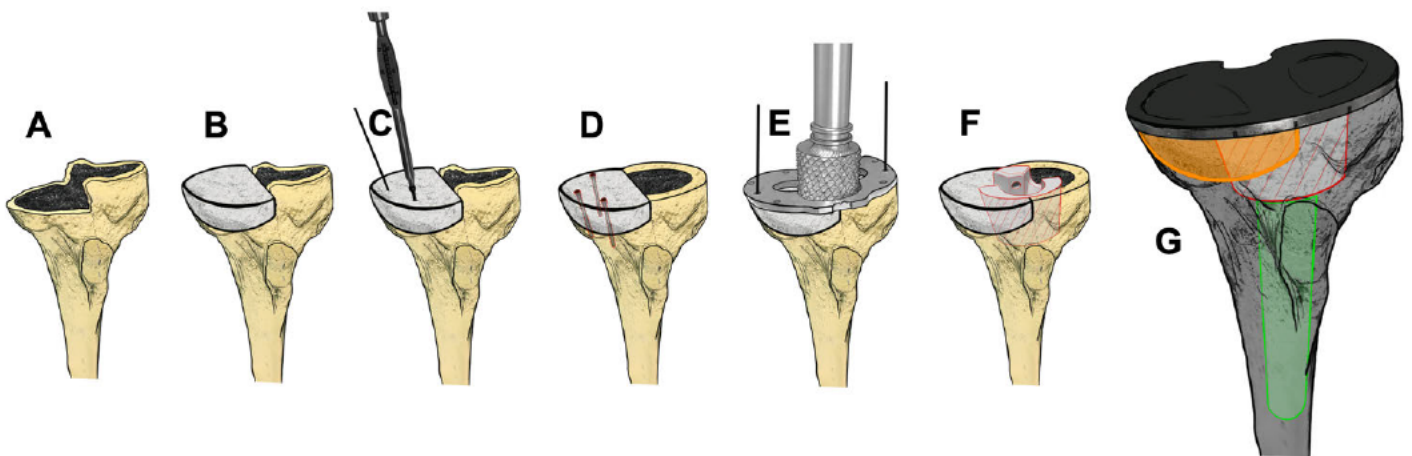
En cas de défaut cortical métaphysaire d'un ou des 2 plateaux tibiaux (AORI Type 2A, 2B) ou de défaut encore plus important (AORI type 3), les. La forme de la tête fémorale est préparée afin de s'adapter au mieux à la perte de substance et à l'évasement de la métaphyse tibiale (Figure 24). La fixation temporaire était effectuée à l'aide de broches de diamètre 1.8 mm et la fixation définitive était réalisée

, concernant la restitution de la hauteur de l'interligne, l'alésage diaphysaire en cas de quilles tibiales. Enfin, Des essais permettaient de vérifier la bonne impaction du cône sans mobilisation de l'allogreffe structurale et favorisait un plus grand contact tantale/allogreffe afin d'optimiser l'ostéointégration future (Figure 25).

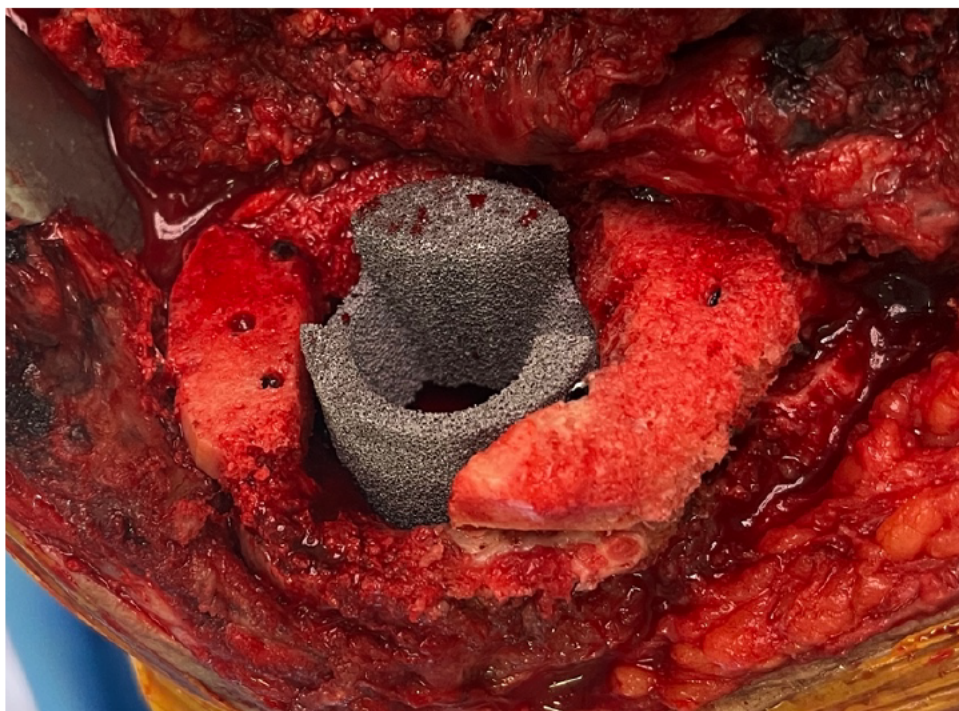
La révision fémorale pouvait également être réalisée selon la même technique de reconstruction si indiquée. Notre technique n'intéresse pas les PSO des condyles postérieurs car celles-ci sont bien gérées par les cales d'augmentation.

Le choix de la contrainte prothétique était réalisé de manière conventionnelle, à savoir en fonction de l'état de l'enveloppe ligamentaire, de la qualité osseuse, de l'âge et de la déformation initiale,

tout en choisissant la contrainte la moins élevée possible. Après mise en place des implants d'essai, les implants définitifs étaient positionnés avec une fixation tibiale cimentée (Figure 26).



**Figure 24 : Technique chirurgicale (A : perte de substance du plateau tibial médial ; B : mise en place de l'allogreffe ; C : fixation de l'allogreffe par des vis enfouies ; D : recoupe du plateau tibial latéral ; E : préparation embase tibiale ; F : mise en place du cône de tantale ; G : aspect définitif)**



**Figure 25 : Photographie per opératoire avec défaut tibial classé T2B, mise en place et fixation de l'allogreffe, aspect après reconstruction**

## D. Consignes post-opératoires

L'appui est différé de 6 semaines afin de favoriser l'ostéointégration de l'allogreffe. Le genou était mobilisé d'emblée, sans restriction des amplitudes. Un suivi clinique et radiographique était planifié de manière conventionnelle, à 6 semaines, 3 mois et un an postopératoire.



**Figure 26 : Exemple d'un cas A) radiographie pré opératoire face et profil ; B) radiographie post opératoire face et profil à 11 mois de recul ; C) les trois zones de fixation selon Morgan Jones, la zone 1 épiphysaire avec l'implant tibial cimenté, la zone 2 métaphysaire avec le cône de tantale et la zone 3 diaphysaire avec la tige d'extension diaphysaire)**

# **TROISIEME PARTIE – ETUDE CLINIQUE**

## **I. Introduction**

L'augmentation du nombre de révisions de prothèse de genou suit l'augmentation du nombre de prothèses de genou implantées en France et dans le monde. Une des difficultés techniques est la gestion de la perte de substance osseuse (PSO), prédominant souvent au tibia.

La reconstruction de cette PSO est primordiale notamment chez les patients jeunes chez qui une re révision est envisageable. Si les petites PSO ne posent en général pas de problème notamment vis-à-vis de la stabilité des implants de révision, aucun consensus n'existe concernant la technique de reconstruction des larges défauts osseux (classés AORI 2 ou 3). Plusieurs techniques existent notamment l'utilisation d'allogreffes structurales ou de cônes de tantale ; celles-ci se doivent d'être adaptées à l'étendue et la localisation de la PSO.

Nous avons développé une technique de reconstruction composite, combinant allogreffe structurale et cône de tantale permettant la gestion des PSO classés AORI 2 ou 3.

L'hypothèse principale était que les révisions de prothèse avec reconstruction utilisant une allogreffe structurale associée au cône de tantale avait un résultat clinique et radiologique satisfaisant, avec une survie équivalente aux autres révisions avec reconstruction tibiale utilisant allogreffe structurale seule, cônes de tantale ou cales. L'hypothèse secondaire était que l'association d'un cône de tantale avec une allogreffe permettait une meilleure ostéointégration de celle-ci comparée aux allogreffes seules.

## **II. Matériel et méthodes**

### **A. Matériel**

#### ***1. Type d'étude***

L'étude portait sur une série rétrospective monocentrique et consécutive de l'ensemble des dossiers pris en charge chirurgicalement pour révision de prothèse de genou associée à une reconstruction tibiale, entre janvier 2014 et décembre 2021, toutes causes confondues.

La série était multi opérateur et la totalité des cas était pris en charge dans le service du Département de Chirurgie orthopédique, Unité de Chirurgie du membre inférieur, Hôpital Lapeyronie, CHRU Montpellier, France.

## *2. Objectifs de l'étude*

### **• Objectif principal**

L'objectif principal de ce travail était d'évaluer la survie des révisions de PTG avec différentes reconstructions osseuses tibiales au dernier recul possible.

### **• Objectif secondaire**

L'objectif secondaire était de réaliser une évaluation radio clinique des patients opérés avec les résultats fonctionnels et les critères radiographiques d'ostéointégration des allogreffes et le recueil des complications.

Nous avons analysé les résultats cliniques et fonctionnels dans le sous-groupe des reconstructions tibiales associant allogreffe et tantale.

## *3. Critères d'inclusion et de non-inclusion*

Étaient inclus dans cette étude tous les patients de plus de 18 ans ayant présenté dans la période d'inclusion une révision de prothèse de genou associée à une reconstruction de la PSO tibiale soit avec cale, soit avec allogreffe, soit avec cône de tantale soit avec une association de plusieurs reconstructions.

De 2014 à 2021, 187 révisions avec reconstruction tibiale ont été réalisées dans notre centre. Parmi ces patients, 59 révisions avaient un score AORI tibial classé T1 et ont été exclues.

Au total, 128 révisions de prothèses ont été incluses.

Tous les types de révision de prothèses de genou ont été inclus :

- Prothèse partielle : prothèse unicompartmentale,
- Prothèse totale de genou (à glissement, postéro stabilisée, semi-contrainte, à charnière)

## B. Méthodes

### 1. *Recueil de données*

#### a. Patients

Notre cohorte incluait 128 cas de révisions prothétiques de genou avec reconstruction tibiale. Deux groupes étaient constitués : 80 révisions avec reconstruction tibiale utilisant une ou plusieurs cales tibiales (« Groupe Cale »), 48 révisions avec reconstruction tibiale utilisant une allogreffe tibiale (« Groupe Allogreffe »). Le choix de la reconstruction tibiale était dicté par la modification progressive des pratiques chirurgicales de notre service.

Chaque groupe était subdivisé en fonction de la présence ou non d'un cône de tantale, aboutissant à quatre groupes de patients : « Allogreffe seule », « Allogreffe + cône de tantale », « Cale seule » et « Cale + cône de tantale ».

Nous avons récupéré les données préopératoires à partir des dossiers médicaux et des comptes rendus de consultations. Nous avons consigné pour chaque patient, les renseignements usuels : état civil (âge, sexe), caractéristiques morphologiques (poids, taille, indice de masse corporelle), les antécédents médicaux et les antécédents chirurgicaux (surtout de nature orthopédique) en se focalisant sur les différentes prises en charge chirurgicales concernant le genou étudié.

#### b. Données radiographiques

Le bilan radiographique pré opératoire a été étudié afin de classifier les pertes de substance osseuse avec la classification de l'AORI, en précisant la localisation des défauts tibiaux (médial et/ou latéral). Ce bilan était accessible sur le dossier patient à travers le service PACS (Pictures Archiving and Communicating System).

Nous avons mesuré l'angle mécanique du membre inférieur (HKA : Hip Knee Angle) correspondant à l'axe mécanique du genou, avec un angle normo- axé à  $180^\circ (\pm 2^\circ)$ . Si l'angle est inférieur à cette valeur on parle de varus, s'il est supérieur de valgus (Figure 27).

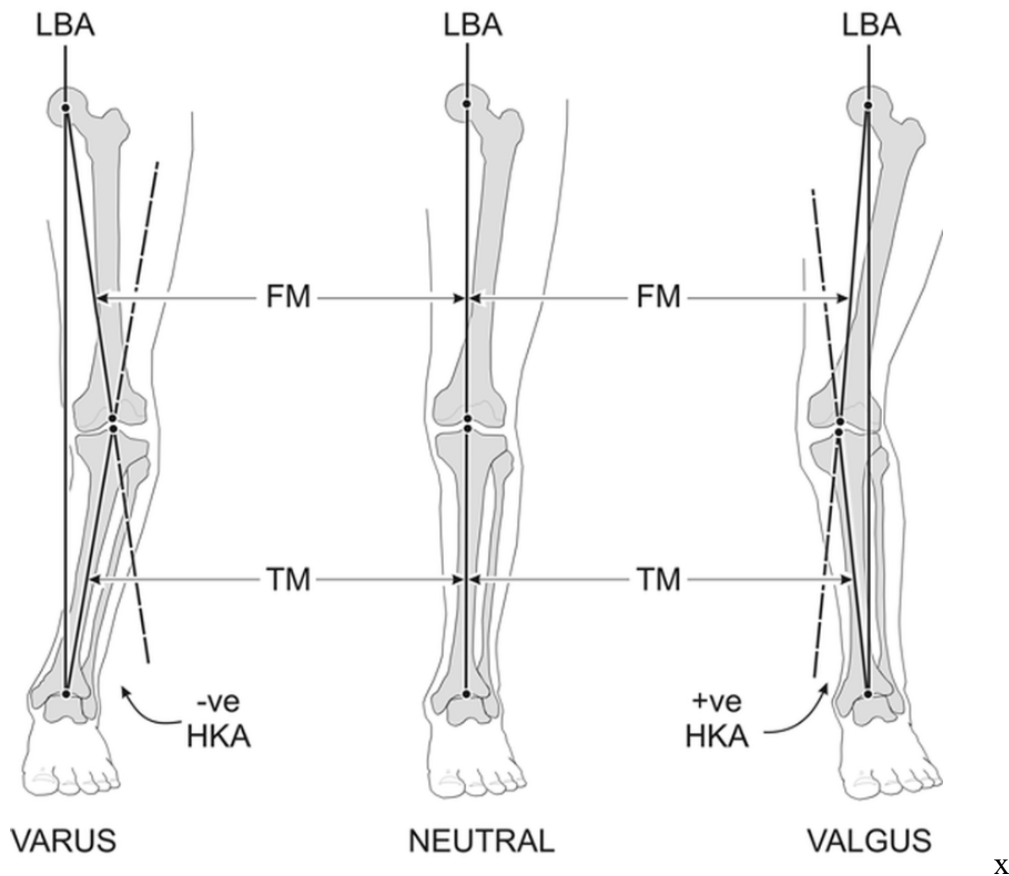


Figure 27 : angle HKA (Hip Knee Angle), avec l'axe femoral mécanique (FM), l'axe tibial mécanique (TM)

### c. Données chirurgicales

Ont été récupérés les données inscrites sur les comptes rendus de consultations, les comptes rendus opératoires et les relevés du bloc opératoire, à savoir, la date de la chirurgie, l'indication exacte de l'intervention, les gestes associés, les complications peropératoires. La taille des implants posés (carter fémoral, implant tibial, polyéthylène, bouton rotulien, quilles et cales) a également été récupérée.

Le type exact de reconstruction a également été précisé, avec l'utilisation de cales (avec leur localisation et leur épaisseur), l'utilisation des greffes osseuses au niveau d'un ou des deux plateaux tibiaux, et le mode de fixation de celles-ci. L'utilisation d'implant en tantale a été relevée, en précisant ses caractéristiques techniques (taille, modèle).



#### **d. Protocole de revue des patients avec reconstruction allogreffe tantale au dernier recul**

Les patients ayant bénéficié de reconstructions associant allogreffe et tantale ont été revus pour évaluation des résultats cliniques de cette nouvelle reconstruction.

Les patients ont été joints par téléphone, dans un premier temps, afin de recueillir les premières informations sur la survie de leurs implants et les scores fonctionnels subjectifs. Pour ceux qui ont accepté, il a été convenu d'un rendez-vous en consultation et une convocation leur a été adressée à domicile.

Certains patients ont été directement vus en consultation, dans le cadre du suivi post-opératoire, avec réalisation d'un bilan radiographique comprenant des incidences de face et profil du genou étudié, ainsi qu'une télémétrie des membres inférieurs en totalité.

Les patients non revus en consultation étaient inclus dans l'étude des complications si les données pouvaient être récupérées, avec les comptes rendus des dernières consultations.

## **2. Données recueillies**

### **a. Examen clinique**

Lors de la dernière consultation de contrôle, les données suivantes ont été recueillies :

- Examen de la marche avec aides utilisées (cane, déambulateur ...) et présence ou non d'une boiterie
- Recherche de douleurs
- Recherche d'un épanchement articulaire
- L'arc de mobilité a été mesuré à l'aide d'un goniomètre : flexion, extension, recurvatum et flexum
- Testing de la stabilité de la prothèse en mm :
  - Dans le plan frontal en extension complète
  - Dans le plan sagittal à 90° de flexion

### **b. Scores fonctionnels**

Les patients du sous-groupe allogreffe et tantale étaient évalués à l'aide de trois questionnaires fonctionnels en post opératoire.



## **Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score-12 (KOOS-12)<sup>79,80</sup>**

Le KOOS est l'un des scores fonctionnels le plus largement utilisé dans la littérature, utilisant les « patients reported outcome measures » ou PROMs. Le score princeps comporte 42 items, rendant laborieux le recueil des données par le patient et le calcul du score pour l'investigateur.

Afin de palier à cet écueil, une version abrégée a été développée, dans l'optique de faciliter la collecte des données. L'objectif du questionnaire est d'évaluer l'opinion des patients concernant les difficultés qu'ils éprouvent en lien avec leur genou dans des activités de la vie courante. Ce questionnaire comporte 12 questions, chacune cotée de 0 à 4 points, où 0 représente l'absence de problème concernant le genou et 4 représente un problème extrême au genou.

Le KOOS-12 summary knee impact score est calculé sur différentes échelles : Douleur, Fonction, Qualité de vie. Le score total varie de 0 à 100, du pire score possible (0) au meilleur (100). Ce score a été calculé avec un calculateur gratuit disponible en ligne (lien : <https://orthotoolkit.com/koos-12>) (*ANNEXE 1*)

## **Forgotten Joint score – 12 (FJS-12)**

Le FJS a été développé pour évaluer de manière plus discriminante le résultat après arthroplastie. Basé sur les PROMs, il étudie l'aptitude des patients à oublier leur articulation après arthroplastie dans la vie de tous les jours. Ce score a été validé, avec une bonne cohérence interne, et une haute discrimination notamment dans les bons résultats (en différenciant bon et mauvais résultat, mais aussi en bon, très bon et excellent résultats).<sup>81</sup>

Une version courte comportant 12 items a été développée (FJS-12) et ce score a été validé en français pour les prothèses de genou<sup>82</sup>.

Chaque item porte sur la fréquence à laquelle le patient a conscience de son genou lors de différentes activités de la vie courante, c'est-à-dire lorsque le patient pense à son genou ou que son attention est attirée envers lui. Les réponses varient de « jamais », « presque jamais », « rarement », « parfois », et « souvent », chacun associé à un score de 0 à 4.

Toutes les réponses sont additionnées et ensuite divisées par le nombre d'items complétés. Cette valeur est ensuite multipliée par 25 et enfin soustraite de 100. Le score varie ainsi de 100 le score maximal où le patient n'a jamais conscience de son genou, et 0 le score minimal.

(*ANNEXE 2*)

## **Knee Society Knee Scoring System**

Le score IKS de l'International Knee Society est un score fonctionnel spécifique au genou développé par la knee society en 1989<sup>83</sup>. Une nouvelle version a été publiée en 2011<sup>84</sup> et adaptée à la langue française en 2014<sup>85</sup>.

L'IKS comprend cinq parties :

- Examen physique du genou par le chirurgien : mobilités, laxité, axe plan frontal (75 points)
- Symptômes : évalue la douleur sur le genou avec 2 EVA (25 points)
- Satisfaction : évalue la satisfaction par rapport à la douleur ressentie dans plusieurs activités (40 points)
- Attente du patient : évalue l'attente du patient concernant les résultats de la chirurgie (15 points)
- Activités fonctionnelles : évalue les activités fonctionnelles variées du patient (100 points)

Compte tenu de la présence du domaine « attente », il existe une version pré- et post- opératoire du questionnaire. Le score de chaque domaine est calculé en additionnant les points de chaque item, et peut être considéré de façon indépendante par rapport aux autres domaines (*ANNEXE 3*).

On définit :

- Le score IKS global = somme de tous les domaines (255 points max.)
- Le score IKS Objectif = somme des domaines examen genou et symptômes (100 points maximum) et qui est l'équivalent de l'ancien score « genou »
- Le score IKS Subjectif = somme des domaines satisfaction, attentes et activités fonctionnelles (155 points max.) et qui est l'équivalent de l'ancien score « fonction ».

### **c. Données radiologiques**

Chaque patient convoqué en consultation ou lors du suivi post opératoire a bénéficié d'un bilan radiologique comprenant un cliché du genou étudié de face et de profil, ainsi que d'une télémétrie des membres inférieurs en totalité.

Pour les patients non revus, les dernières radiographies étaient retenues.

Les paramètres suivants ont été analysés :

- L'angle mécanique du membre inférieur : HKA précédemment décrit
- L'ostéointégration de l'allogreffe si présente

L'ostéointégration de l'allogreffe était étudiée selon la classification de Pierchon modifiée par Oswestry, en 6 stades, de la lyse de la greffe cotée 0 à son intégration avec corticalisation cotée 5 (Figure 28). Chaque allogreffe (plateau tibial médial et plateau tibial latéral) a été analysée séparément.

Tableau 4 : Classification d'Oswestry pour l'intégration radiologique des greffes osseuses.

Stade	Aspect radiologique de la greffe
Stade 0	Absence d'os / de greffe
Stade 1	Hétérogène
Stade 2	Homogène
Stade 3	Consolidation
Stade 4	Remodelage trabéculaire
Stade 5	Réparation corticale

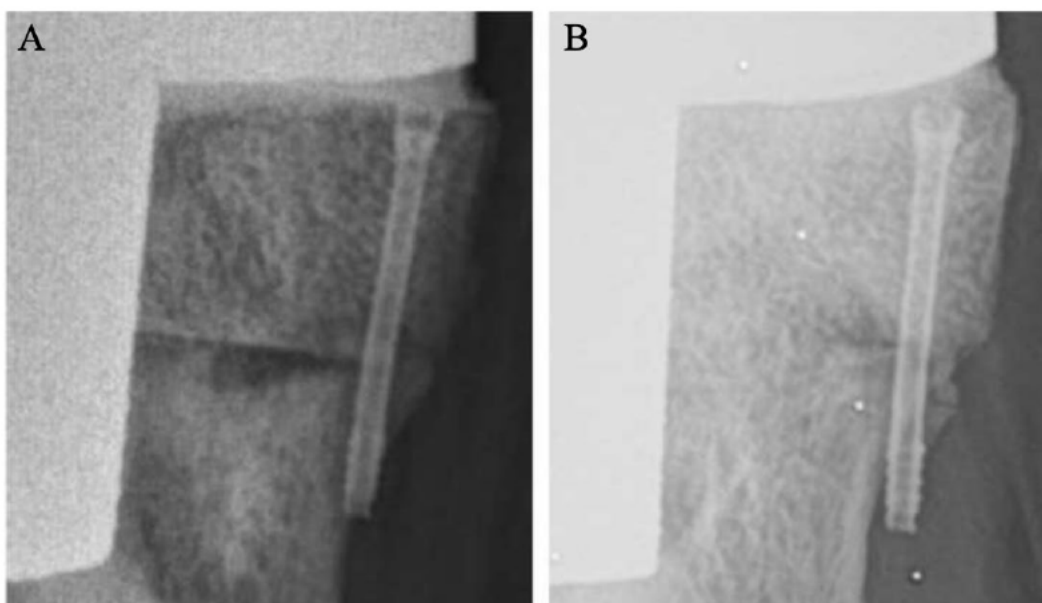


Figure 28 : exemple radiographique de la classification d'Oswestry classé stade 2 (A) et stade 4 (B)

#### d. Complications

Les complications ont été recherchées sur le dossier médical du patient et à la dernière consultation de suivi.

On recherchait les complications peropératoires (fractures peropératoires, atteinte de l'appareil extenseur, complications dues à l'utilisation de ciment...).

On recherchait également les complications post-opératoires survenues durant le suivi au dernier recul. Les complications recherchées étaient :

- Fractures péri-prothétiques sur PTG
- Descellement prothétique
- Instabilité
- Raideur : définie par une limitation de la mobilité du genou avec un flessum de  $\geq 15^\circ$  et/ou une flexion  $\leq 75^\circ$
- Infections sur PTG
- Débricolage ou luxation d'implants
- Geste de couverture cutanée
- Re révision avec dépose des implants (re révision, arthrodèse, amputation)
- Reprise chirurgicale toutes causes confondues

### C. Critères de jugement principal

Le critère de jugement principal était la survie de la prothèse au dernier recul disponible.

La re révision de la PTG était considéré comme un échec.

### D. Critères de jugement secondaires

Au dernier recul, il était noté :

- Les complications post opératoires pour chaque procédure
- L'évaluation de l'ostéointégration de la greffe osseuse selon la classification de Pierchon modifiée par Oswestry pour les reconstructions utilisant des allogreffes
- Les résultats cliniques et radiologiques avec l'alignement post opératoire et les mobilités articulaires
- Les résultats des scores fonctionnels pour les reconstructions « Allogreffe + cône de tantale »

### E. Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée en recueillant l'ensemble des données sur le logiciel Microsoft Excel™ (Microsoft™, Redmond, Washington, États unis)

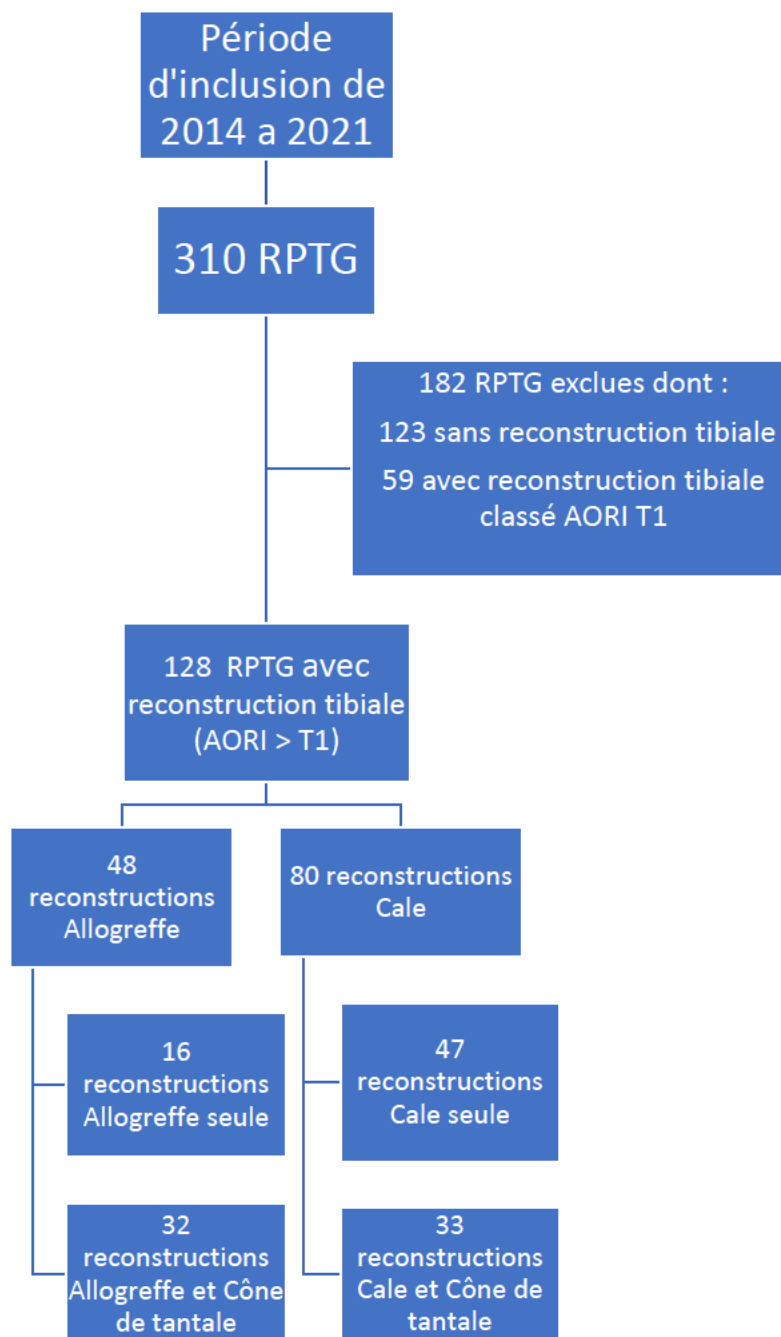
Les variables continues étaient comparées à l'aide du test t de Student ou de Wilcoxon pour échantillons appariés selon le test de normalité, et décrites à l'aide de moyenne et écart-types. Les

variables qualitatives étaient comparées à l'aide d'un test de Fisher, et décrites à l'aide de ratios et pourcentages. La méthode de Kaplan-Meier était utilisée pour estimer la survie des implants avec son intervalle de confiance à 95% (IC95%). L'analyse de risque utilisait un modèle à risque proportionnel de Cox univarié. Le seuil de significativité était fixé à 0,05.

L'analyse statistique était réalisée avec le logiciel PRISM (Version 8, Graphpad software, San Diego, California, USA).

### III. Population de l'étude

#### A. Épidémiologie



**Flow chart de la série**

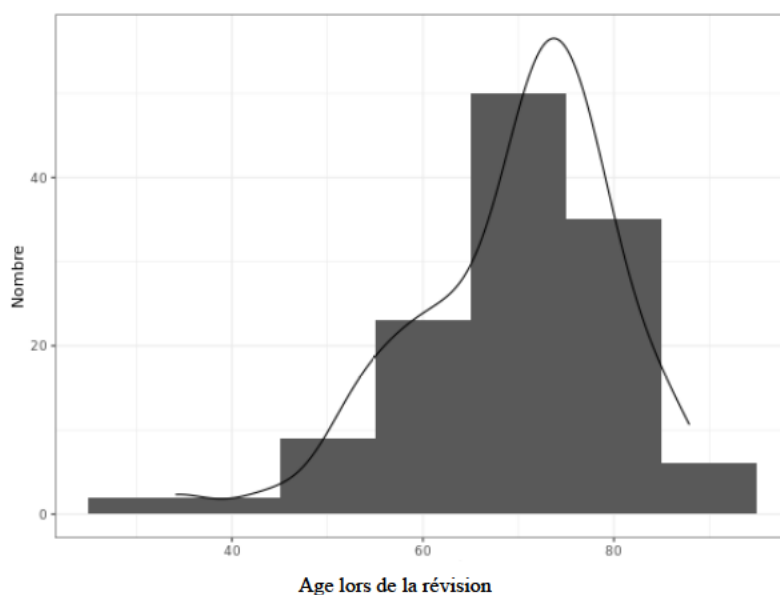
La cohorte était composée de 128 patients avec 73 hommes (soit 57%) et 55 femmes (soit 43%).  
Le sexe ratio Homme/Femme était environ de 1,3.

L'âge moyen au moment de la procédure chirurgicale était de 69,6 ans  $\pm$  10,6 [34 – 88].

L'âge moyen du groupe « femmes » était de 70,4 ans  $\pm$  10,6 [43– 88], et celui du groupe « hommes » était de 68,9 ans  $\pm$  10,7 [34 – 88]. Il n'existait pas de différence d'âge en fonction des sexes ( $p < 0,05$ ).

L'IMC moyen était de 28,0 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  5,1 [16,8 – 44,6].

La courbe de répartition des effectifs par tranche d'âge est représentée dans la figure ci-dessous (Figure 29).



**Figure 29 : Répartition des effectifs de la série par tranche d'âge.**

On retrouvait la répartition de côtés opérés suivante : 64 côtés droits (soit 50% des patients) pour 64 côtés gauches (soit 50%).

## B. Indication de la reprise

Le nombre moyen de chirurgies antérieures sur le genou étudié était de 2,6  $\pm$  2,3 [1 – 21]. Au cours de ces éventuelles chirurgies antérieures, le nombre de prothèse de genou implantées au décours (unicompartimentale ou totale) était de 1,6  $\pm$  0,8 [1 – 4].

Les prothèses de genou primaires nécessitant une révision étaient composées comme suit :

- 79 postéro stabilisé
- 16 CCK
- 25 à charnière rotatoire
- 8 prothèse uni compartimentale médiale

Dans notre série, la cause principale de révision était le descellement mécanique de la prothèse, que ce soit tibial, fémoral ou les deux.

La deuxième cause était la reprise septique.

Étiologie	Nombre d'intervention	%
Descellement mécanique	66	51,6
Infection	45	35,2
Malposition	7	5,5
Raideur	3	2,3
Instabilité	2	1,6
Rupture de matériel	2	1,6
Usure	2	1,6
Gonarthrose tri compartmentale sur PUC	1	0,8

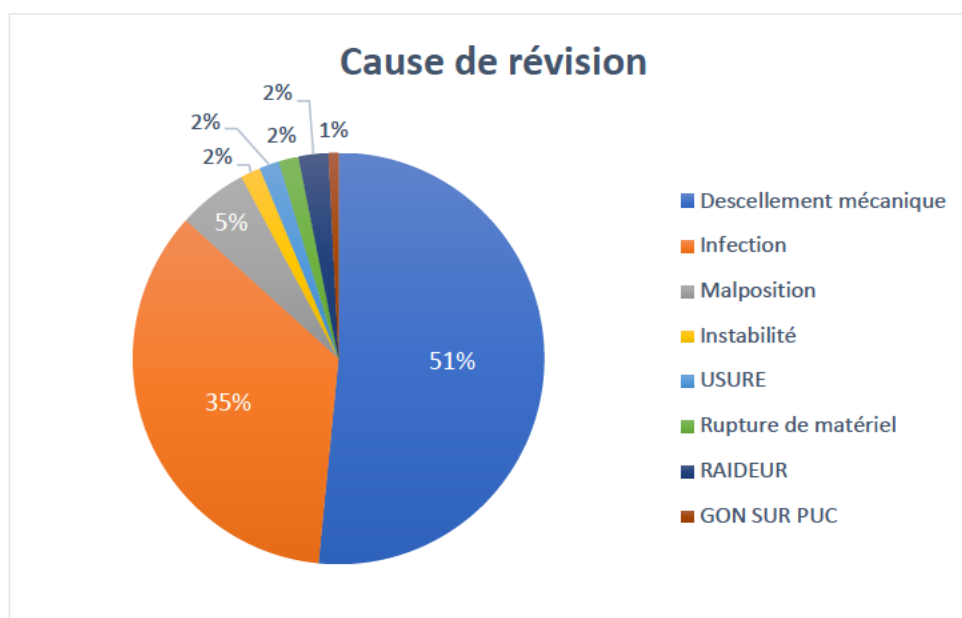
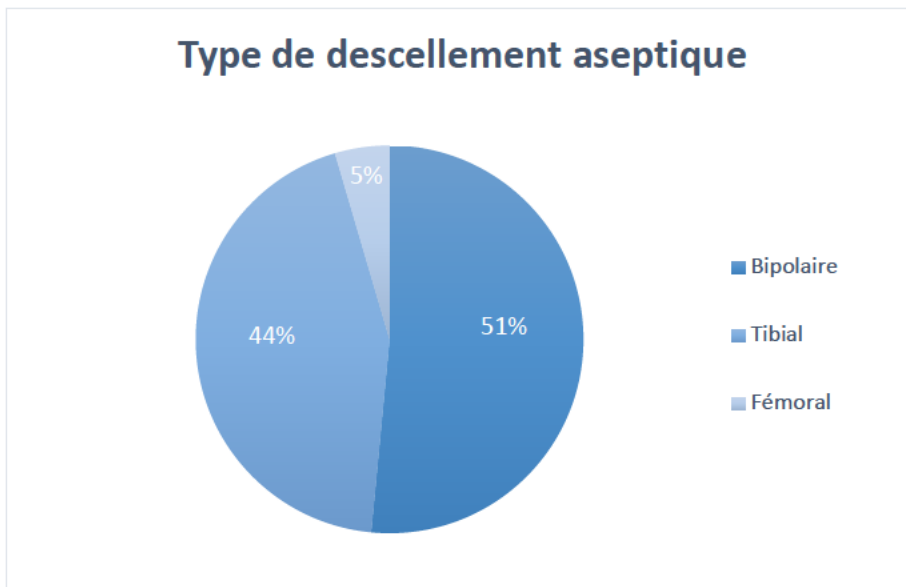


Figure 30 : diagramme de répartition des causes de révision

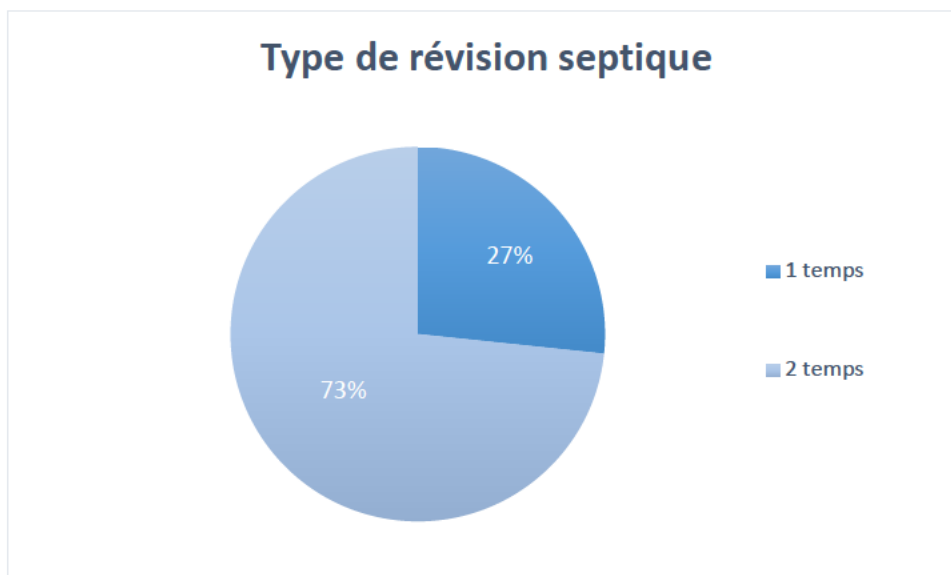
Parmi les descellements mécaniques, 34 était des descellements bipolaires concernant donc à la fois le fémur et le tibia, 29 était des descellements uniquement tibiaux et 3 uniquement fémoraux.





**Figure 31 : diagramme de répartition des type de descellement aseptique**

Il y avait 45 RPTG pour cause septique. La stratégie de reprise en 1 temps a été choisie pour 12 des patients. Pour les 33 autres patients, la stratégie a été une dépose première des implants, puis, un deuxième temps de repose d'implants après un délai nécessaire à une antibiothérapie ciblée.



**Figure 32 : diagramme de répartition des type de révision septique**

### C. Bilan radiographique pré opératoire

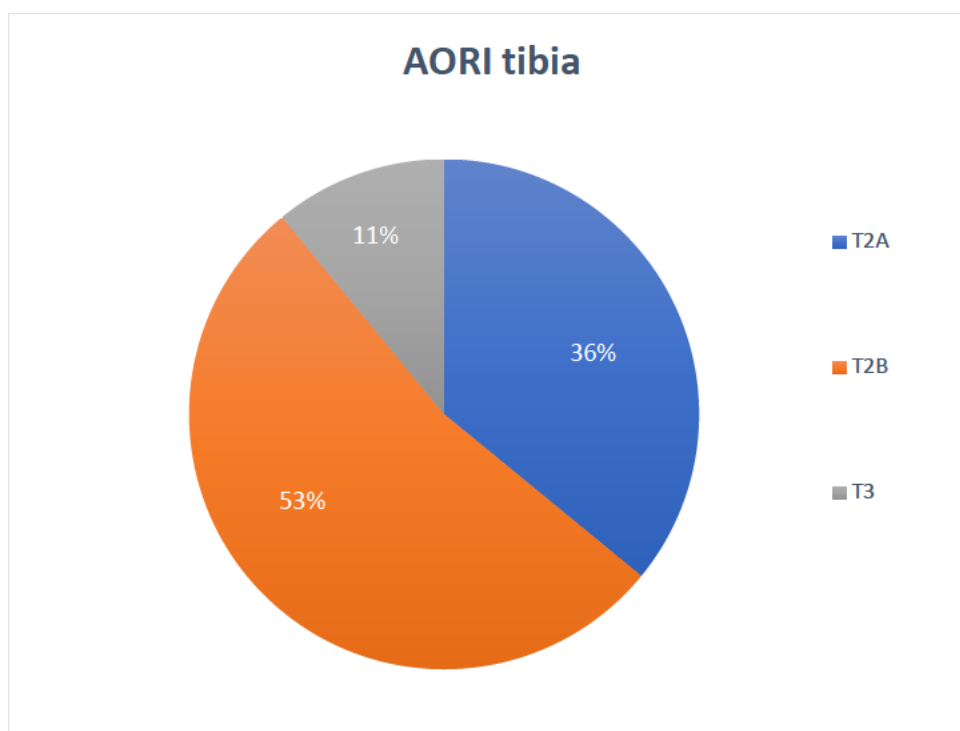
Chaque patient a eu, en préopératoire un bilan radiographique avec un cliché du genou opéré de face et de profil, associé à un cliché des membres inférieurs en charge, de face et de profil.

- L'angle HKA a été calculé en préopératoire :

L'angle HKA moyen était de  $178,9^\circ \pm 8,5$  [150 – 198]. La majorité des déformations était en genu varum (HKA < 178) avec 46 patients (35,9%), 42 patients (soit 32,8%) étaient normo axés (HKA entre 178 et 182°), et 40 patients (31,2%) étaient en genu valgum (HKA > 182°).

- La classification AORI

Lorsque celle-ci n'était pas précisée dans le compte rendu opératoire, la classification des défauts selon la classification AORI se faisait sur les radiographies pré opératoires.



**Figure 33 : diagramme de répartition des défauts selon la classification AORI**

La majorité des défauts osseux au niveau du tibia était classé T2B (N=68 soit 53,1%), les autres défauts étaient classés T2A (N=46 soit 35,9%) et T3 (N=14 soit 10,9%).

## D. Données chirurgicales

### 1. *Localisation des pertes de substance osseuse*

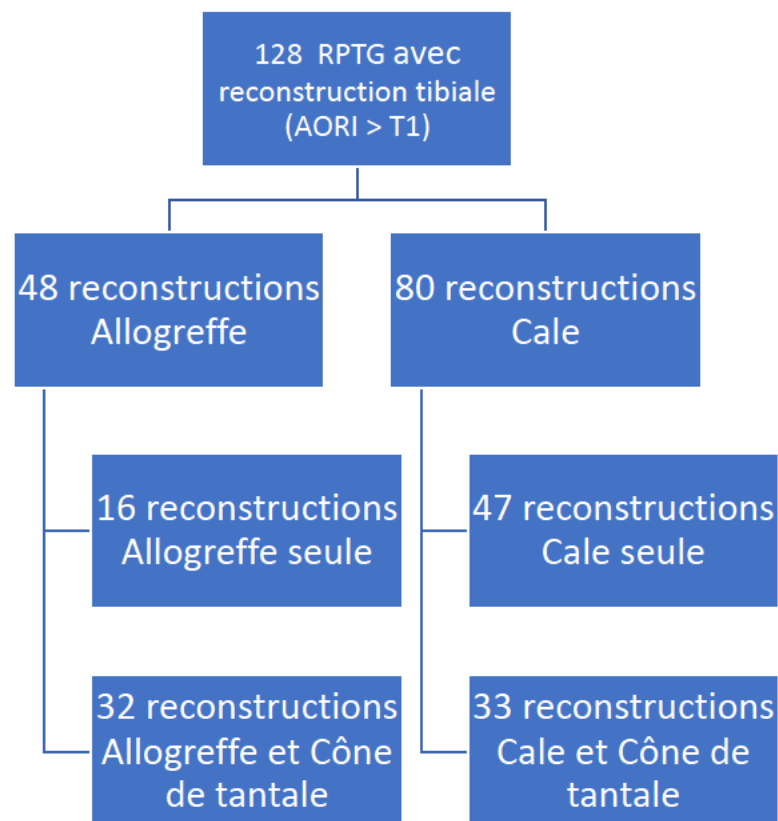
Dans cette série, nous avons inclus 128 révisions de prothèse de genou avec

- Une PSO bipolaire (fémorale et tibiale) dans 55 cas (42,9%)
- Une PSO uniquement tibiale dans 73 cas (57,1%)

A noter que 6 RPTG n'ont pas nécessité de reprise fémorale.

### 2. *Type de reconstruction tibiale*

Deux groupes de reconstructions ont été référencés : le groupe « Allogreffe » et le groupe « Cale », eux-mêmes subdivisés en fonction de la présence ou non de cône de tantale.



Tous les stades de l'AORI (>T1) étaient représentés dans chaque reconstruction.

Tableau 5 : répartitions des PSO selon la classification de l'AORI et type de reconstructions

	AORI	Effectif N=128	Type de reconstruction			
			Allogreffe + Cône de tantale N=32	Cône de tantale N=33	Allogreffe N=16	Cale N=47
Tibia	2A	46 (35,9%)	8 (6,2%)	13 (10,2%)	6 (4,7%)	19 (14,8%)
	2B	68 (53,1%)	18 (14,1%)	18 (14,1%)	5 (3,9%)	27 (21,1%)
	3	14 (10,9%)	6 (4,6%)	2 (1,6%)	5 (3,9%)	1 (0,8%)

### 3. Opérateurs

Notre série est une série monocentrique avec des patients ayant été pris en charge par un chirurgien au sein de la même équipe (service du Pr Canovas, Montpellier) qu'il soit professeur universitaire – praticien hospitalier (PU-PH), praticien hospitalier (PH) ou chef de clinique/assistant des hôpitaux (CCA). Cette série est multi opérateurs avec 12 chirurgiens différents.

La répartition était la suivante :

- PU-PH : 36 opérations (28,1%)
- PH : 65 opérations (50,8%)
- CCA : 27 opérations (21,1%)

### 4. Détails des implants prothétiques de révision

#### Contrainte prothétique

L'évaluation de la contrainte prothétique des prothèses utilisées lors de la reprise était :

- 14 prothèses de première intention postéro stabilisée (PS)
- 114 prothèses de reprise
  - o 59 prothèses type CCK (LCKK®)
  - o 46 prothèses à charnière rotatoire (RHK®)
  - o 9 prothèses à charnière (Link®)

En cas de PTG de première intention initiale (N=79), l'escalade de contrainte était nulle dans 7 cas (8,9%), d'un niveau dans 47 cas (59,5%), et de 2 niveaux dans 25 cas (31,6%).

Dans les cas des reprises de PUC, la totalisation de la prothèse a fait appel à une PTG de première intention postéro stabilisée dans tous les cas.

En cas de prothèse de reprise initiale (soit CCK soit à charnière) (N=41), 7 augmentations de contrainte ont été notées, passant de CCK à une prothèse à charnière. Trois désescalades de contrainte étaient répertoriées (passant d'une prothèse charnière à une prothèse type CCK).

Dans tous les autres cas (N=31), la prothèse de reprise avait la même contrainte que la prothèse en place.

La variation du type de contrainte prothétique avant et après la révision était représentée par les graphes suivants

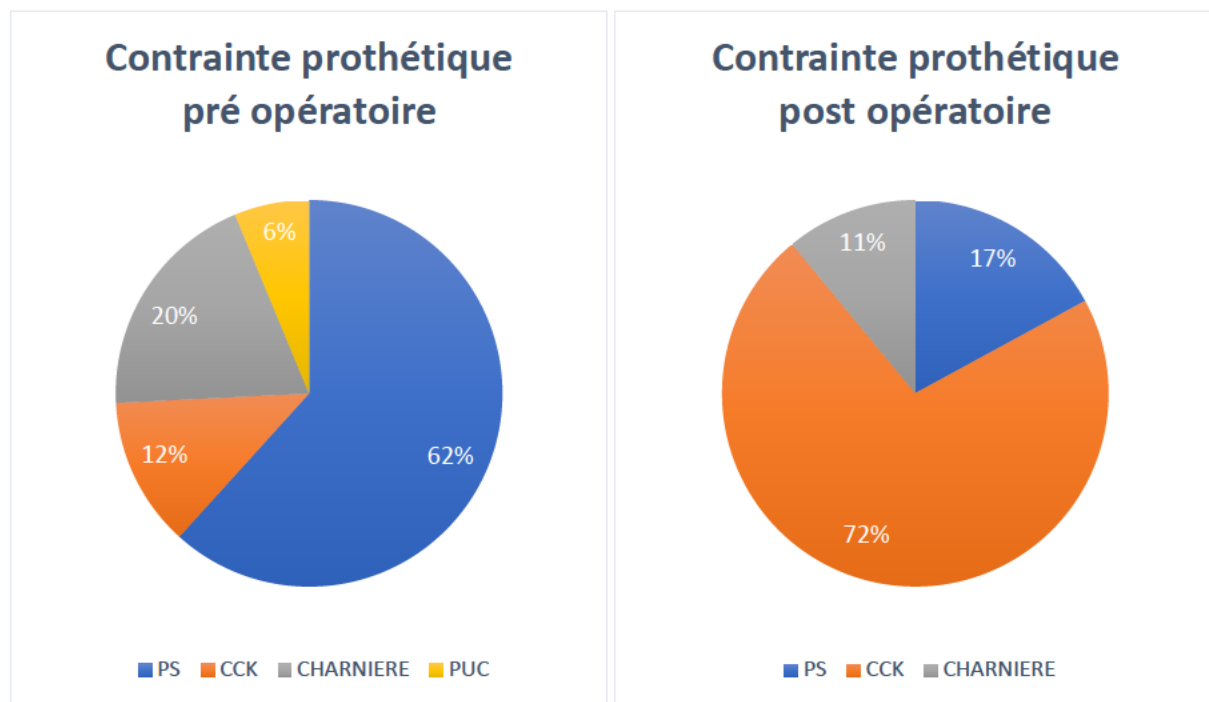


Figure 34 : diagramme de répartition des contraintes prothétiques pré et post opératoires

### Quilles d'extension tibiale

La reprise de prothèse nécessite une fixation biomécanique stable, d'où l'utilisation de tige d'extension quasi systématique afin d'obtenir une fixation en zone 3 diaphysaire selon Morgan Jones.

Nous avons fait le choix de cimenter toutes nos tiges.

En cas d'utilisation d'allogreffe et/ou de tantale, nous avons pris soin de cimenter le cône de tantale autour de la tige, et sans interposer de ciment entre le cône de tantale et l'allogreffe si celle-ci était utilisée. Le système de révision prothétique permettait d'utiliser des cales décalées si besoin.

Seule les reprises de PUC n'ont pas systématiquement bénéficié d'une tige tibiale.

Les différentes caractéristiques des tiges sont répertoriées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : caractéristiques des quilles tibiales utilisées

Quille	Tibia (N=124)
Décalage tige	32 (25,8%)
Tige droite	72 (58,1%)
Tige courte	20 (16,1%)
Longueur moyenne (mm)	96,0 ± 43,7 [30 – 210]

## 5. Détails des reconstructions

### L'utilisation de cale

Les cales d'augmentation ont été utilisées dans 86 cas (6 dans les reconstructions allogreffe-tantale, 33 avec les cônes de tantale et les 47 patients du groupe « Cale »). Tous les stades de la classification de l'AORI étaient représentés

Celles-ci ont été utilisées sur le compartiment tibial médial et latéral simultanément afin de rehausser l'interligne dans 68 cas, d'une épaisseur moyenne de 8,1 mm ± 3,4 (30 d'une épaisseur de 5 mm, 33 d'une épaisseur de 10 mm, 3 de 15 mm et 2 de 20 mm).

Dix-sept patients ont bénéficié d'une cale uniquement sur le plateau tibial médial, un patient a bénéficié uniquement d'une cale tibiale latérale, tous classés AORI T2A (5mm d'épaisseur dans 9 cas, 10 mm dans 8 cas et 15 mm dans un seul cas).

Quarante-deux révisions n'ont pas bénéficié d'utilisation de cales tibiales.

### Le type d'allogreffe

La totalité des greffes osseuses utilisées était des allogreffes structurales, cryo-conservées, issues de la banque de tissu (CHU Montpellier, Montpellier, France) et consistait en des têtes fémorales congelées.

Dans la reconstruction tibiale associant allogreffe et tantale (N=32), la majorité des greffes concernait les deux plateaux tibiaux (N=21, soit 65,6%), 10 uniquement le plateau tibial médial (31,3%) et 1 uniquement le plateau tibial latéral (3,1%).

Dans la reconstruction utilisant une allogreffe seule (N=16), 11 patients ont bénéficié d'une greffe des deux plateaux tibiaux (68,7%) et 5 d'une greffe uniquement du plateau tibial médial (31,3%).

### **Le type de cône de tantale**

65 cônes de tantale ont été utilisés dans notre série, les cônes de tantale utilisés étaient pour la gestion des PSO cavitaires au niveau de la métaphyse tibiale (59 cônes tibiaux modèle moyen, 6 grands modèles), la taille du cône utilisé dépendait des dimensions du défaut cavitaire et était adaptée à celle-ci.

### **Gestes chirurgicaux associés**

Une ostéotomie de la tubérosité tibiale antérieure a été nécessaire dans 9 cas. Un cas a nécessité l'utilisation d'un volet fémoral et tibial afin d'extraire les implants en place (AORI T2B et F3). Deux arthrolyses ont été réalisées devant une raideur très importante du genou. Deux ablations de matériel d'ostéosynthèse ont été réalisés dans le même temps opératoire que la reprise de prothèse dans 2 cas.

### **Complications per opératoires**

15 complications per opératoires ont été répertoriées. Parmi elles :

- Six fractures péri prothétiques (4 fractures du condyle fémoral médial, 1 fracture du condyle fémoral latéral, ostéosynthésée dans le même temps chirurgical, 1 fracture de la diaphyse tibiale sans ostéosynthèse complémentaire)
- 4 désinsertions partielles du ligament patellaire avec réinsertion sur ancre
- 1 fausse route de la tige tibiale, constatée sur les radiographies post opératoires ayant entraîné une reprise immédiate
- 4 pertes de substance cutanée avec la nécessité de réaliser un geste de couverture par lambeau de gastrocnémien médial

Le tableau 7 regroupe les différentes caractéristiques de la population en fonction de la reconstruction tibiale.

Tableau 7 : principales caractéristiques de la population en fonction de la reconstruction tibiale

		CALE (N = 47)	CALE + CONE (N = 33)	A + T (N = 32)	ALLOGREFF E (N = 16)	P
AGE A L'INTERVENTION, MO YENNE (ECART-TYPE)		72.0 (8.70)	66.5 (13.3)	71.2 (8.84)	66.1 (11.4)	0.16
SEXE, N	Masculin	26 (55%)	20 (61%)	20 (62%)	7 (44%)	0.62
	Féminin	21 (45%)	13 (39%)	12 (38%)	9 (56%)	-
COTE, N	D	26 (55%)	18 (55%)	16 (50%)	4 (25%)	0.19
	G	21 (45%)	15 (45%)	16 (50%)	12 (75%)	-
IMC, MOYENNE (ÉCAR T-TYPE)		28.5 (4.88)	28.0 (5.54 )	27.3 (4.49)	28.1 (6.42)	0.57
ASA, N	1	4 (8.5%)	2 (6.1%)	3 (9.4%)	1 (6.2%)	1
	2	33 (70%)	23 (70%)	21 (66%)	11 (69%)	-
	3	10 (21%)	8 (24%)	8 (25%)	4 (25%)	-
NOMBRE DE PROTHESES ANTERIEURES, MOYEN NE (ECART-TYPE)		1,4 (0,6) (	1,5 (0,9)	1,7 (0,8)	1,8 (0,9)	0.09
AORI TIBIA, N	T2A	19 (40%)	13 (39%)	8 (25%)	6 (38%)	0.061
	T2B	27 (57%)	18 (55%)	18 (56%)	5 (31%)	-
	T3	1 (2.1%)	2 (6.1%)	6 (19%)	5 (31%)	-
MOBILITE PRE OPERATOIRE, MOYEN NE (ECART-TYPE)		101 (22.7)	93.3 (21.7 )	103 (21.4)	89.2 (30.8)	0.24
ALIGNEMENT PRE OPERATOIRE, MOYEN NE (ECART-TYPE)		184 (8)	177 (6)	176 (9)	177 (7)	<b>&lt;0.001</b>
CAUSE DE REPRISE, N	Descelleme nt aseptique	24 (51%)	13 (39%)	19 (59%)	10 (62%)	0.71
	Sepsis	17 (36%)	14 (42%)	10 (31%)	4 (25%)	-
	Autre	6 (13%)	6 (18%)	3 (9.4%)	2 (12%)	-
DIAMETRE TIGE TIBIALE, MOYENNE (E CART-TYPE)		12.3 (1.76)	12.7 (1.76 )	12.1 (1.58)	19.8 (24.2)	0.18
LONGUEUR TIGE TIBIALE, MOYENNE (E CART-TYPE)		89.2 (46.8)	99.5 (45.8 )	109 (28.0)	82.8 (53.0)	0.18
COMPLICATION PER OPÉRATOIRE, N	0	42 (91%)	30 (91%)	26 (81%)	15 (94%)	0.53
	1	4 (8.7%)	3 (9.1%)	6 (19%)	1 (6.2%)	-

Aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les quatres types de reconstruction n'a été retrouvée concernant les principales caractéristiques hormis par rapport à l'alignement pré opératoire.



## IV. RESULTATS

### Recul de la série

Cent vingt-huit procédures de révision de prothèse de genou chez 128 patients ont été inclus. 22 patients ont été perdus de vue. Le recul moyen de la série était de  $30,6 \pm 25,9$  mois [0 – 159]. Le suivi radiologique était calculé entre la date de l'intervention et les dernières radiographies disponibles. La durée de suivi radiologique moyen était de  $22,9$  mois  $\pm 20,4$  [1 – 92,7].

Tableau 8 : durée de suivi clinique et radiologique selon la reconstruction tibiale

	<b>CALE (n = 47)</b>	<b>CALE + CONE (n = 33)</b>	<b>A + T (n = 32)</b>	<b>ALLOGREFFE (n = 16)</b>	<b>p</b>
Durée suivi clinique, moyenne (écart-type)	37.7 (33.4)	30.1 (23.3)	22.7 (17.3)	26.8 (16.2)	0.28
Durée suivi radiologique, moyenne (écart-type)	26.1 (21.7)	21.9 (22.0)	20.1 (17.4)	20.9 (20.0)	0.54

Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les différents groupes ( $p > 0,05$ ).

### Survie des implants

Le taux de survie pour re-révision mécanique en lien avec un descellement tibial était de 97% (IC95% 0,4825 – 10,73) à 2 ans dans le groupe « Allogreffe », et de 95% (IC95% 0,6205 – 12,34 ;  $p=0,29$ ) dans le groupe « Cale ».

On retrouvait 7 cas de re-révisions aseptiques pour descellement tibial survenant à 27,6 mois en moyenne (9,9 – 52,5 mois) : 1 dans le groupe Allogreffe-Tantale, 6 dans le groupe Cale.

### Taux de survie pour re-révision mécanique tibiale (descellement aseptique tibial)

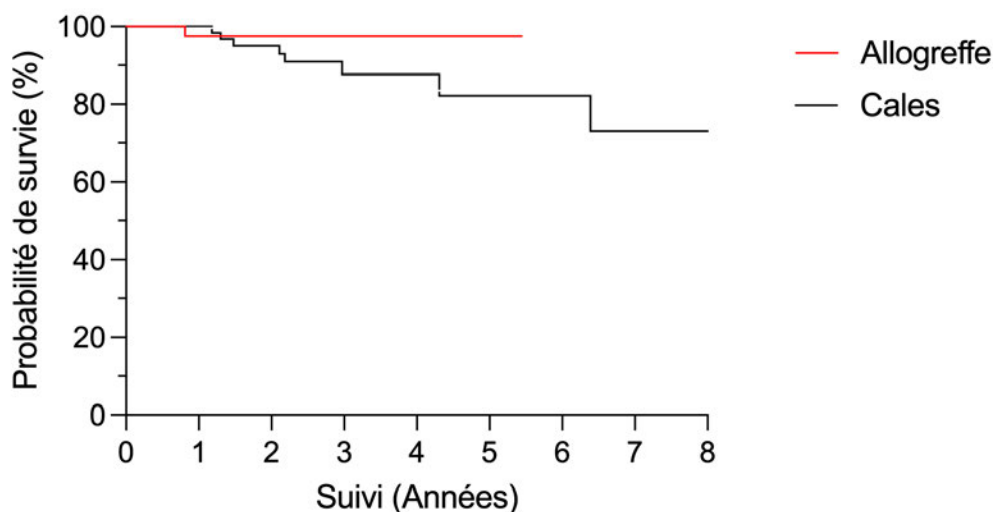


Figure 35 : Courbe de survie des re-révisions pour descellement aseptique tibial

Le taux de survie global à 2 ans pour re-révision aseptique fémorale et/ou tibiale était de 94% (IC95% 0,6424 – 6,914;  $p=0,21$ ) dans le groupe « Allogreffe » et de 90% (IC95% 0,7623 – 7,711 ;  $p=0,35$ ) dans le groupe « Cale », sans différence significative entre les types de reconstructions tibiales.

### Taux de survie pour re-révision mécanique tibiale (toute cause mécanique)

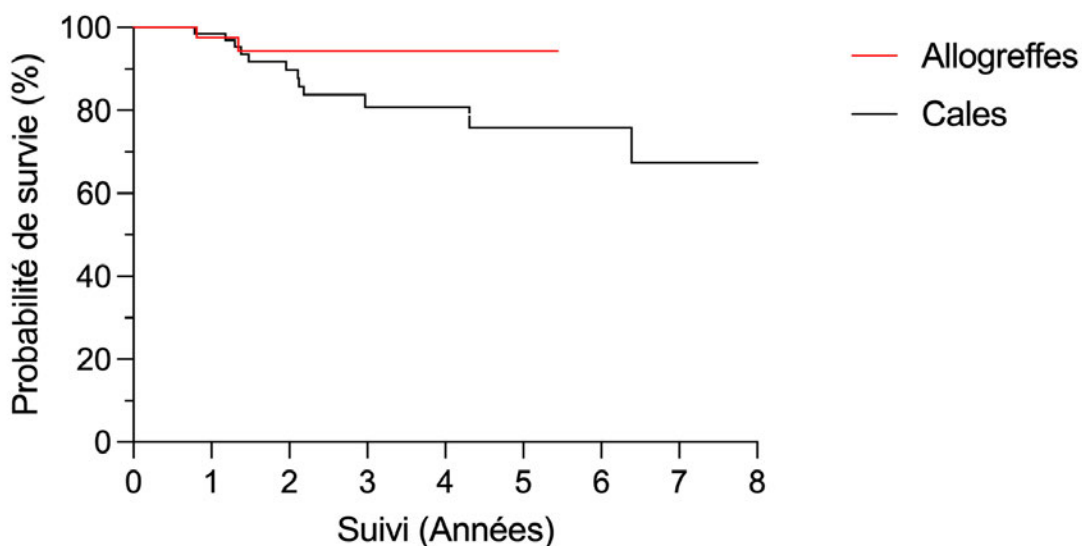


Figure 36 : Courbe de survie des re-révisions pour descellement mécanique

Le taux de survie global à 5 ans pour toute re-révision était de 71,5% (IC95% 0,2045 – 1,114) sans différence entre les types de reconstructions tibiales (85% ; IC95% 0,2045 – 1,114, p=0,08, pour le groupe « Allogreffe » ; versus 58% ; IC95% 0,8977 – 4,889 ; p=0.16, pour le groupe « Cale »). La série retrouvait 13 cas d'infections péri-prothétiques (infection tardive à 23,8 mois de recul en moyenne) ayant nécessité un débridement avec changement des implants (2 dans le groupe « Allogreffe » et 11 dans le groupe « Cale »).

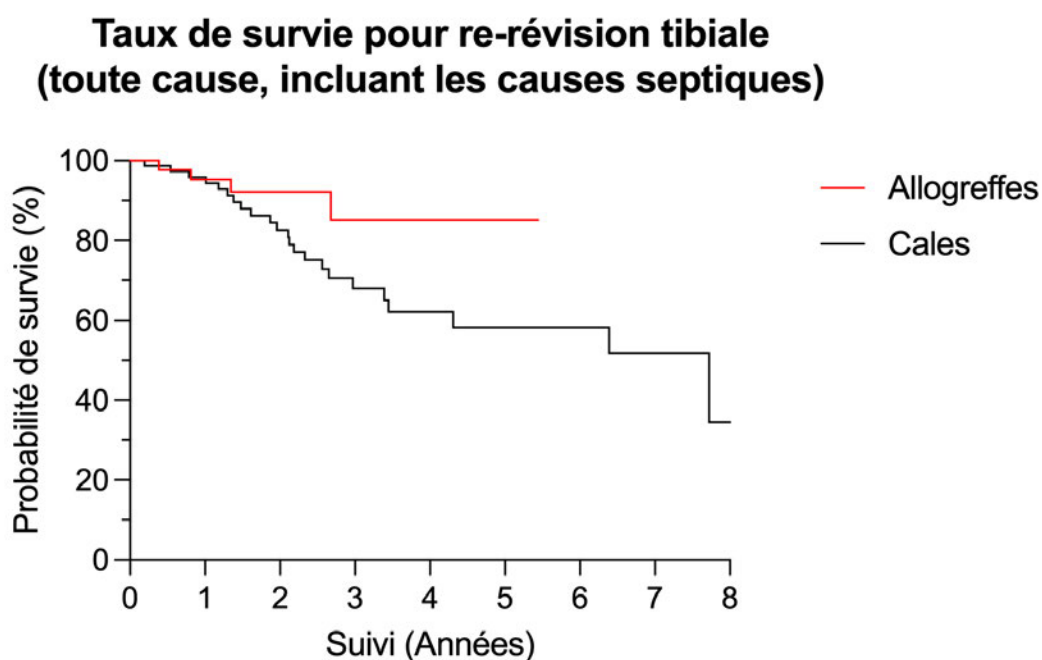


Figure 37 : Courbe de survie des re-révision toute cause

### Survie des implants en fonction de la reconstruction tibiale

Dans l'analyse en sous-groupe, le taux de survie pour re-révision mécanique tibiale en lien avec un descellement tibial était de 96% à 2 ans dans le groupe « Allogreffe + Tantale », de 93% dans le groupe « Cône + Cale », de 100% dans le groupe « Allogreffe » et de 91% dans le groupe « Cale ». Le taux de survie pour re-révision mécanique tibiale en lien avec un descellement tibial était de 96% à 5 ans dans le groupe « Allogreffe + Tantale », de 93% dans le groupe « Cône + Cale », de 100% dans le groupe « Allogreffe » et de 73% dans le groupe « Cale ».

Concernant le taux de survie pour re-révision pour causes mécaniques à 2 ans, il était de 91% dans le groupe « Allogreffe + Tantale », de 95% dans le groupe « Cône + Cale », de 100% dans le groupe « Allogreffe » et de 96% dans le groupe « Cale ». Le taux de survie pour re-révision pour causes mécaniques à 5 ans était respectivement de 91%, 83%, 100% et 68%.

Les taux de survie à 2 ans et 5 ans pour re-révision toute cause confondue (incluant les causes septiques) étaient respectivement de 88% et 88% pour le groupe « Allogreffe + Tantale », de 84% et 65% pour le groupe « cale + Tantale », de 100% et 86% pour le Groupe « allogreffe seule » et de 81% et 51% pour le groupe « Cale seule ».

Une plus grande période de suivi du groupe « cale seule » permettait d'obtenir une estimation du taux de survie à 10 ans pour re-révision tibiale pour descellement tibial ou révision mécanique de 54% et 28%.

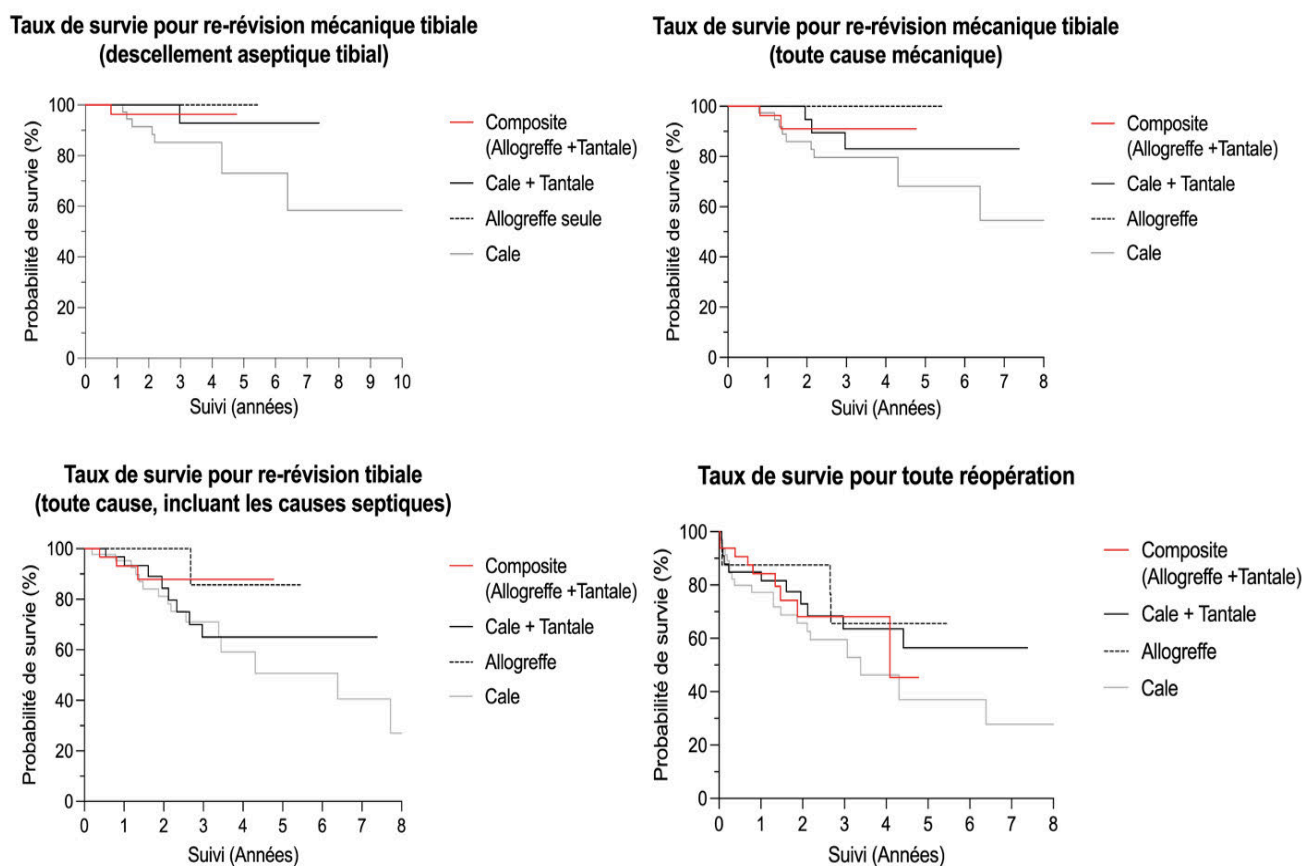


Figure 38 : Courbe de survie en fonction de la reconstruction tibiale

En analyse multivariée, la reprise pour cause septique était associée à un risque plus important de réinterventions (OR=3.2, IC95% 1.3 – 7.8, p= 0.01).

Le taux de survie global à 5 ans pour toute réopération était de 71,5% (IC95% 85,3 – 63,8). Les interventions sans révision prothétique incluaient des gestes concernant la couverture cutanée dans 13 cas (reprise de cicatrice et lambeau de gastrocnémien médial), des lavages avec changements des implants mobiles dans 6 cas, des gestes sur le système extenseur (fracture de rotule, reconstruction du tendon rotulien, reprise de transposition de tubérosité tibiale antérieure) dans 3 cas, des ablations de matériel d'ostéosynthèse dans 2 cas, une luxation de charnière, 1 fracture du tibia post traumatique et une ischémie aigüe de membre.

### Taux de survie pour toute réopération

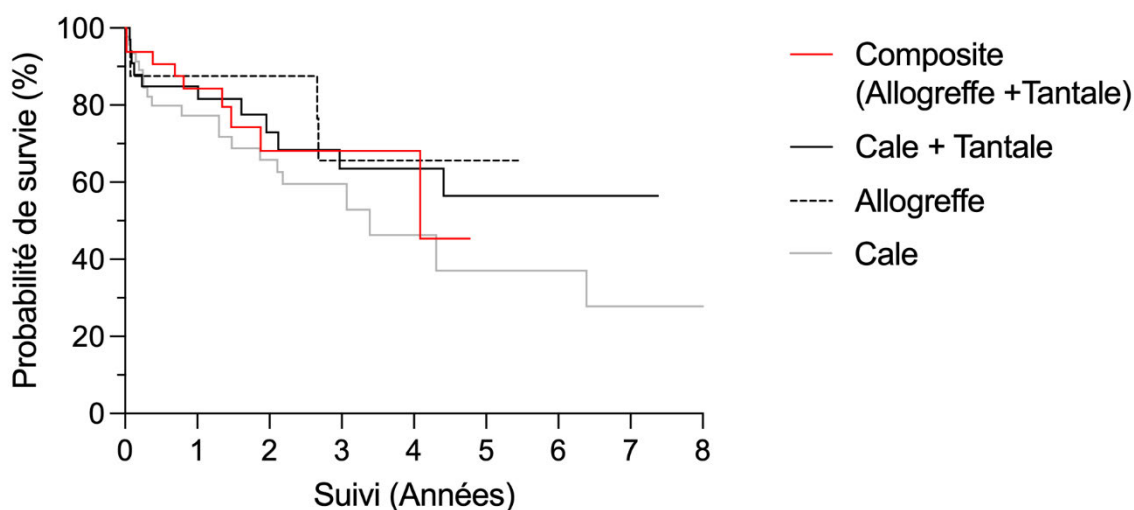


Figure 39 : Courbe de survie pour toute réopération en fonction de la reconstruction tibiale

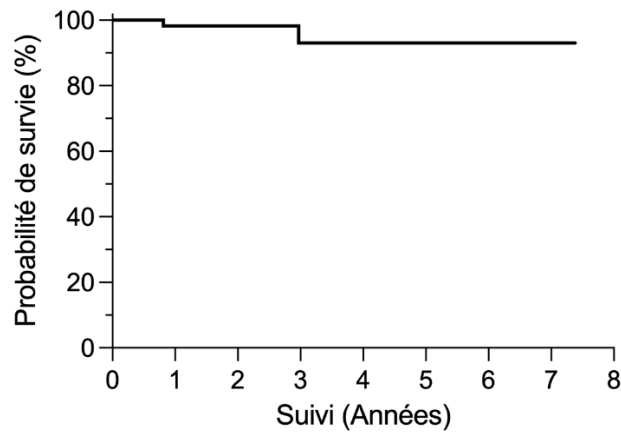
### Survie des cônes tibiaux

Le taux de survie des reconstructions utilisant des cônes de tantale pour descellement tibial mécanique était de 98% à 2 ans et de 93% à 5 ans.

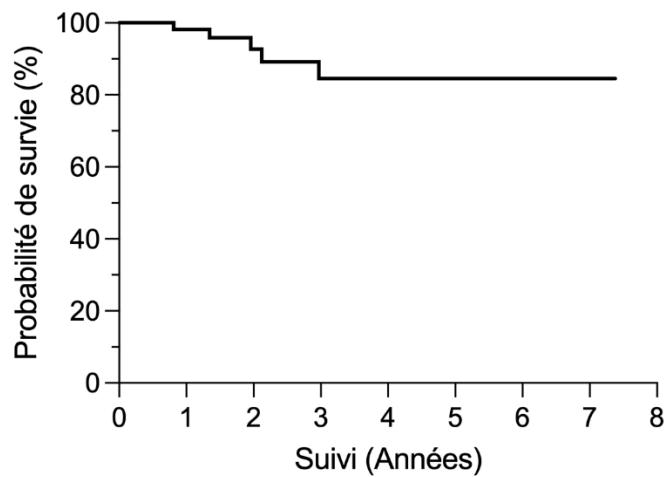
Ce taux de survie baissait à 93% à 2 ans et à 84% à 5 ans concernant la survie pour descellement prothétique toute cause mécanique.

Le taux de survie pour toute cause incluant notamment les révisions septiques était de 85% à 2 ans et de 71% à 5 ans.

**Taux de survie pour re-révision mécanique tibiale  
(descellement aseptique tibial)**



**Taux de survie pour re-révision mécanique tibiale  
(toute cause mécanique)**



**Taux de survie pour re-révision tibiale  
(toute cause, incluant les causes septiques)**

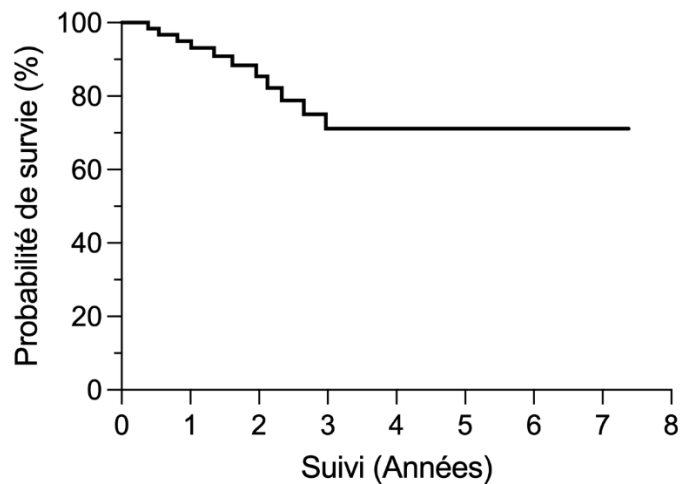


Figure 40 : Courbe de survie des cônes de tantale

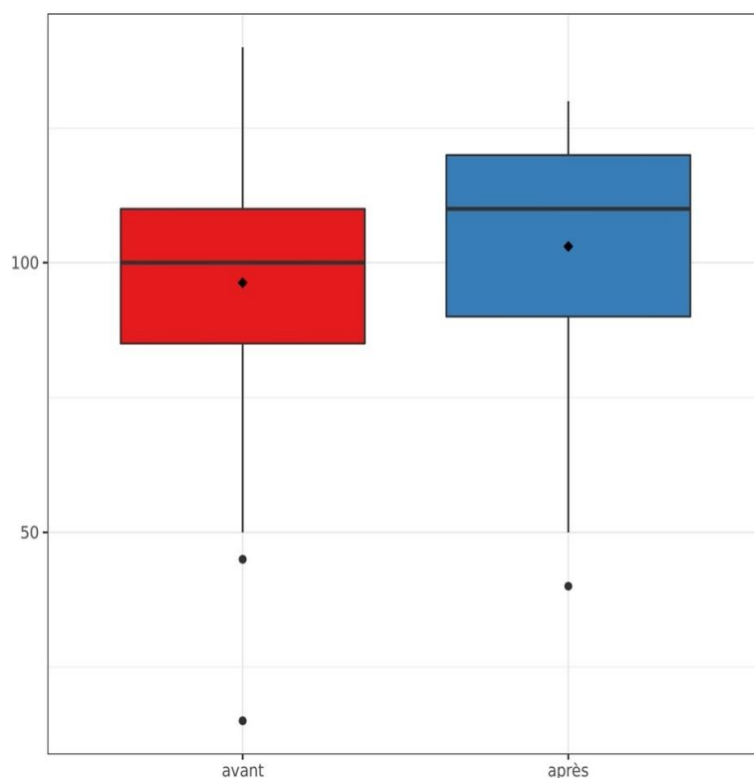
## Évaluation clinique au dernier recul de la reconstruction allogreffe - tantale

### *Arc de mobilité*

La flexion moyenne préopératoire était de  $102,7^\circ \pm 21,8$  [ $40^\circ - 140^\circ$ ], la flexion moyenne post-opératoire était de  $105,7^\circ \pm 19,8$  [ $40^\circ - 20^\circ$ ].

Il y avait une différence statistiquement significative entre la flexion préopératoire et post-opératoire. ( $p < 0,05$ ).

Le gain moyen de flexion au dernier recul était de  $7,8^\circ \pm 18,3$  [ $-30^\circ - +55^\circ$ ].



**Figure 41 : Comparaison de la flexion pré et post-opératoire**

Le flessum moyen préopératoire était de  $3,8^\circ \pm 7,8$  [ $0^\circ - 20^\circ$ ], le flessum moyen post-opératoire était de  $2,4^\circ \pm 4,6$  [ $0^\circ - 20^\circ$ ], le flessum a diminué de manière non significative.

L'amplitude de mouvement (ROM) moyenne préopératoire était de  $99,0^\circ \pm 27,2$  [ $20^\circ - 140^\circ$ ], l'amplitude de mouvement (ROM) moyenne post-opératoire était de  $103,3^\circ \pm 22,1$  [ $20^\circ - 130^\circ$ ].

Il y avait une différence statistiquement significative entre la ROM préopératoire et la ROM post-opératoire ( $p < 0,01$ ).

Le gain moyen d'amplitude de mouvement (ROM) au dernier recul était de  $10,0^\circ \pm 23,5$  [ $-30^\circ - 75^\circ$ ].

### *Scores fonctionnels*

Concernant les scores fonctionnels, nous retrouvions un score IKS global de  $107,2 \pm 33,9$  [43 – 163], un score IKS Objectif de  $71,6 \pm 17,8$  [33 – 97] et un score IKS Subjectif à  $72,2 \pm 47,9$  [0 – 140]. La moyenne était donc dans la tranche « bon » avec un score moyen entre 70 et 79.

Concernant le score KOOS, le score moyen post opératoire était de  $60,7 \pm 24,0$  [14,6 – 97,9]. Le FJS-12 post opératoire était quant à lui de  $42,8 \pm 30,2$  [0 – 100].

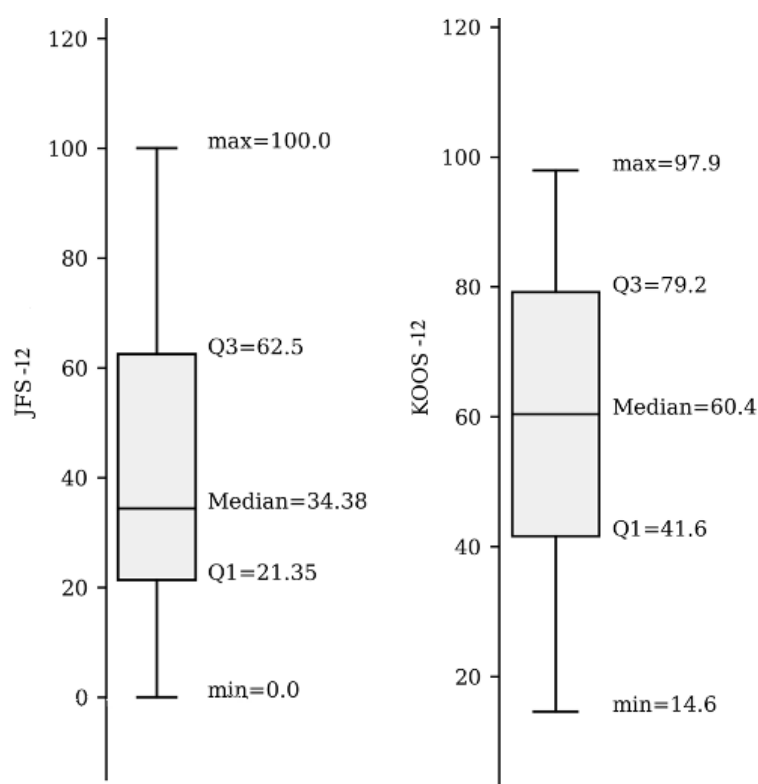


Figure 42 : résultats des scores fonctionnels FJS-12 et KOOS-12

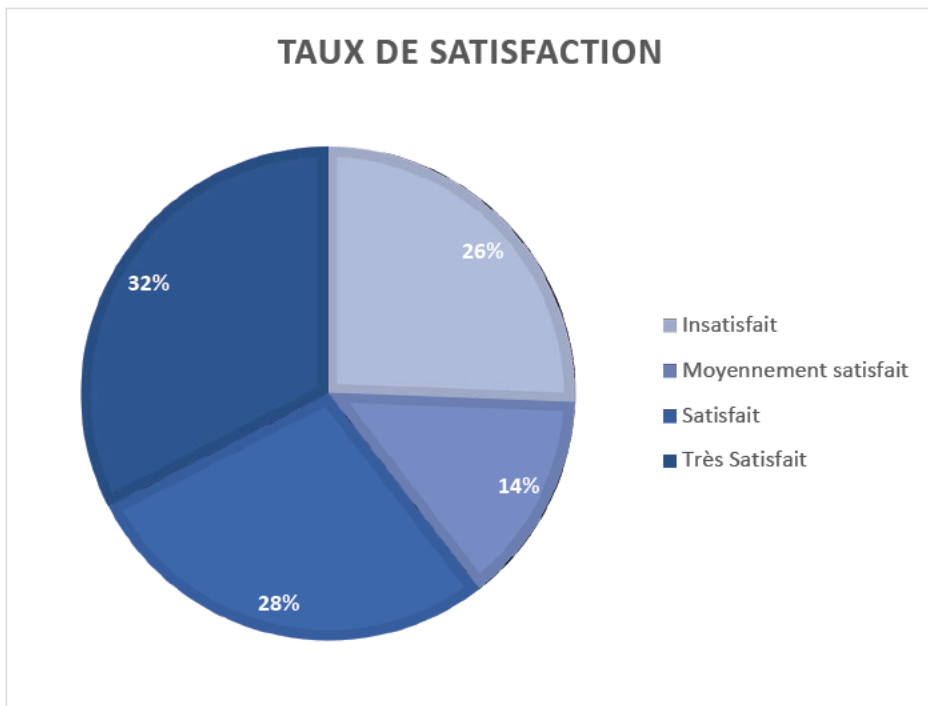
### *Taux de satisfaction*

Le taux de satisfaction global de la prothèse est résumé dans un graphique (Figure 30).

Les patients ayant nécessité une re révision était inclus dans la catégorie « insatisfait ».

Elle montre un taux global de 62,5 % de patients très satisfait ou satisfait, 15,6 % de patient moyennement satisfait et 21,9 % de patients insatisfait.





**Figure 43 : taux de satisfaction des patients**

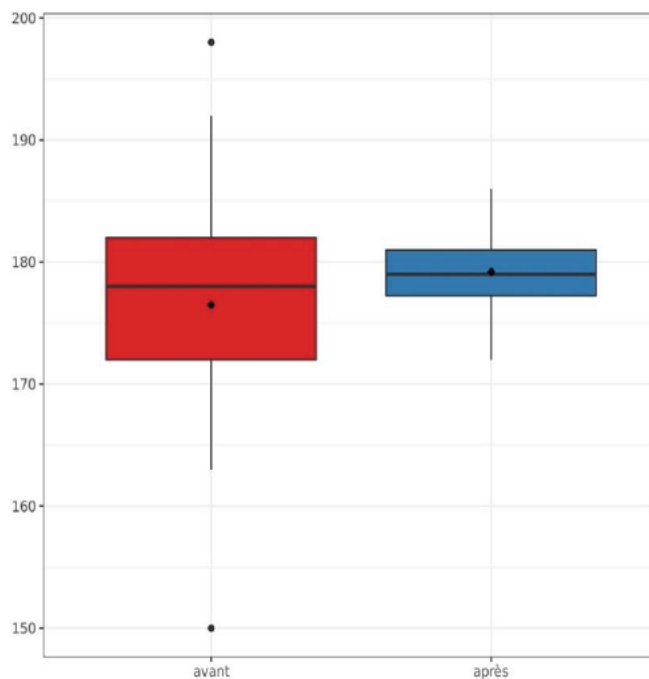
## Évaluation radiologique au dernier recul

### *Alignement*

L'angle HKA moyen était de  $176,5^\circ \pm 7,6$  [150 – 198] en pré opératoire.

L'angle HKA moyen post opératoire sur les données disponibles était de  $179,2 \pm 2,7$  [172 – 186] ;

Une différence statistiquement significative était retrouvée ( $p < 0,01$ ).



**Figure 44 : Alignement pré et post opératoire**

## Ostéointégration

L'ostéointégration des allogreffes a été analysée radiologiquement chez 44 patients. D'après la classification d'Oswestry, une allogreffe est intégrée si le score est supérieur ou égal à 3. Dans la reconstruction associant allogreffe et tantale, il y a 28 cônes de tantale et 45 allogreffes analysés radiographiquement (27 au plateau tibial médial et 18 au plateau tibial latéral).

Tous les cônes tibiaux analysés ont montré des signes de bonne ostéointégration. Aucune migration de cône n'a été observée. Aucun liseré n'a été retrouvé à l'interface du cône.

Concernant les greffes du plateau tibial médial analysées (N=27), 25 greffes étaient consolidées avec un score d'Oswestry moyen de  $3,6 \pm 0,8$  [2 – 5]. Concernant les greffes du plateau tibial latéral analysées (N=18), 15 greffes étaient consolidées avec un score d'Oswestry moyen de  $3,5 \pm 1,0$  [1 – 5]. Le score d'Oswestry global moyen était de  $3,7 \pm 0,7$  [2,3 – 5].

Dans les reconstructions allogreffe seule, il y a 27 allogreffes analysées (16 au plateau tibial médiale et 11 au plateau tibial latéral).

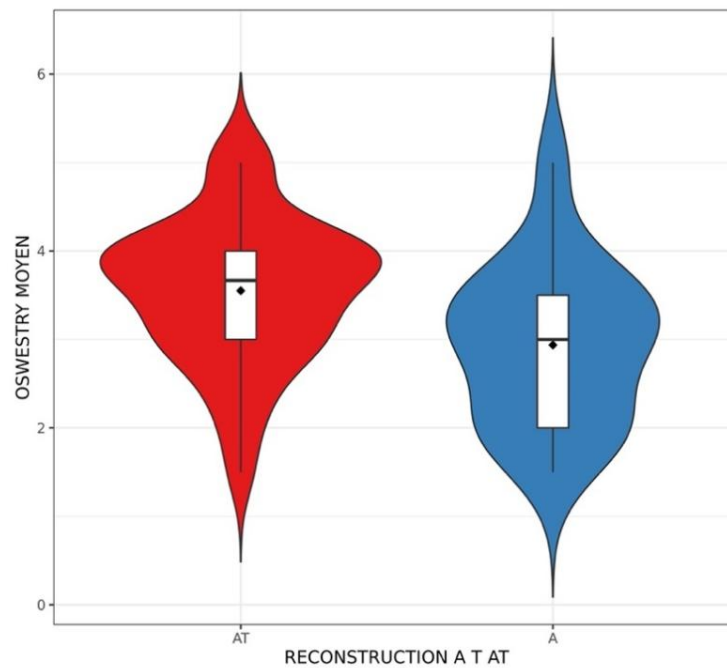
Concernant les greffes du plateau tibial médial analysées (N=16), 11 greffes étaient consolidées avec un score d'Oswestry moyen de  $3,1 \pm 1,0$  [0 – 5],

Concernant les greffes du plateau tibial latéral analysées (N=11), 6 greffes étaient consolidées avec un score d'Oswestry moyen de  $2,5 \pm 0,9$  [1 – 4].

Le score d'Oswestry global moyen était de  $3,1 \pm 1,0$  [1,5 – 5].

Tableau 9 : résultats radiographiques d'ostéointégration des allogreffes selon le type de reconstruction

	Allogreffe + tantale N=45	Allogreffe seule N=27	<b>p</b>
Consolidation	40 (88,9%)	17 (62,9%)	
Plateau tibial médial (Oswestry moyen)	$3,6 \pm 0,8$	$3,1 \pm 1,0$	0,11
Plateau tibial latéral (Oswestry moyen)	$3,5 \pm 1,0$	$2,5 \pm 0,9$	<b>&lt;0,01</b>
Oswestry global	$3,7 \pm 0,7$	$3,1 \pm 1,0$	<b>&lt;0,05</b>



**Figure 45 : Répartition des score d'ostéointégratino d'Oswestry selon la reconstruction tibial Allogreffe + Cône de tantale (AT) ou allogreffe seule (A)**

Une différence statistiquement significative était retrouvée concernant l'ostéointégration de la greffe du plateau latéral ( $p < 0,005$ ).

On retrouve des liserés non significatifs (non évolutifs, présents sur la radio post-opératoire et stable au dernier recul) chez 6 patients (20,5%) à l'interface ciment-os, tous situés au niveau de l'extension de la tige tibiale.

En analyse multivarée, les défauts osseux classés T2B ( $\beta = -0.64$ ,  $[-1.23 ; -0.04]$ ,  $p = 0.0363$ ) et T3 ( $\beta = -1.08$ ,  $[-1.79 - -0.36]$ ,  $p = 0.004$ ), étaient associés avec des valeurs plus faibles d'ostéointégration selon Oswestry

L'IMC ( $\beta = 0.05$ ,  $[-0.0 ; 0.1]$ ,  $p = 0.0669$ ) n'avait pas d'influence sur la valeur de l'Oswestry moyen.

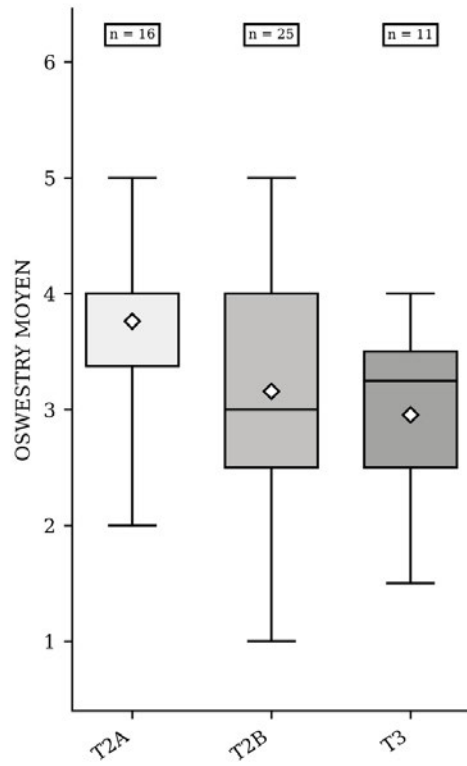


Figure 46 : Répartition des scores d'ostéointégration selon les stades de l'AORI

## V. DISCUSSION

### Contexte

La reconstruction des PSO tibiale dans les révisions pose de nombreux défis techniques, sans qu'il n'y est de réel consensus quant à la technique chirurgicale adaptées aux larges défauts osseux<sup>7</sup>. La technique idéale de reconstruction permettrait un comblement de la PSO, le bon positionnement des implants avec une restitution de la hauteur de l'interligne, et réalisant un support mécanique stable et durable<sup>38,39</sup>, associé à un effet ostéoinducteur et conducteur ; alors même que l'ensemble de ces facteurs sont connus pour favoriser la survie de l'implant révisé à long terme. Ainsi, le « gold standard » pour la gestion des PSO AORI 2 et 3 n'a pas encore été établi.

### Analyse des résultats fonctionnels

Nous retrouvons dans notre série de bons résultats cliniques avec des scores fonctionnels classés en moyenne comme « bon ». Ces scores sont basés sur des PROMs, instruments permettant de mesurer le résultat perçus par le patient. Outils importants pour la prise en charge des patients, la Haute Autorité de Santé promeut son utilisation pour une utilisation en pratique clinique courante<sup>87</sup>.

Concernant le score IKS, les différents domaines du score (Objectif et Subjectif) démontre des bons résultats aussi bien par l'évaluation du chirurgien que par la perception du patient (score Objectif de  $71,6 \pm 17,8$  , score IKS Subjectif à  $72,2 \pm 47,9$ ) ; de même que l'analyse du score KOOS-12.

Le score FJS-12 post opératoire était lui de  $42,8 \pm 30,2$  en moyenne, témoin qu'une reprise de prothèse ne permet pas de restituer un genou dit « oublié ».Le score FJS a cependant un effet plafond peu élevé et un effet plancher bas dans la première année suivant la mise en place d'une prothèse, ce score est ainsi moins utile dans une série à court et moyen terme, comme ceci est

le cas dans notre étude<sup>88</sup>. De plus, la littérature retrouve un taux de « articulation oubliée » plus important dans les prothèse de hanche que dans les prothèses de genou<sup>81</sup>.

Notre technique permettait de retrouvé des mobilités articulaires correctes, avec une flexion post-opératoire de  $105.69^\circ \pm 19.46$  [40-130] et une flessum post-opératoire de  $2.41 \pm 4.47$  [0-20]. Ces résultats sont très satisfaisant étant donné que la série était uniquement basée sur des révision de prothèse, celles-ci sont plus à risque de complications et avec de moins bons résultats cliniques que les prothèses de genou de primo intention<sup>89</sup>.

Les mobilités post opératoires n'étaient pas statistiquement associée à l'importance du défect selon la classification de l'AORI ni à la cause de la reprise ( $p > 0,05$ ).

### Les cales

L'utilisation des cales a pour principal avantage la modularité dans la gestion des PSO.

Les cales sont très utilisées dans la gestion des PSO fémorales et notamment dans les d fects intéressant les condyles fémoraux postérieurs afin de régler la rotation de l'implant fémoral. Ces cales ne posent pas les mêmes problèmes rencontrés avec les cales tibiales, soumises à des contraintes mécaniques différentes.

Au niveau tibial, celles-ci permettent de rétablir facilement la hauteur de l'interligne articulaire. Hockman et Engh.<sup>5</sup> ont constaté que les augmentations modulaires seules ne permettaient pas de traiter correctement la perte osseuse dans 48% des cas, et notaient une amélioration du taux de survie lorsqu'elles étaient combinées à une greffe sous la cale.

Dans notre expérience, les cales étaient associées à de nombreux échecs de révision prothétique en lien avec un descellement tibial. Une technique de reconstruction alternative a donc été recherchée avec le remplacement de l'utilisation de cales de grandes épaisseurs par une allogreffe structurale.

### L'allogreffe

Les greffes paraissent être, par définition, le meilleur substitut à la perte osseuse. On retrouve dans notre série, une meilleure ostéo-intégration radiologique des implants, lorsqu'il y a une greffe associée à un cône de tantale. Le groupe « Allogreffe » (N=16) dans notre étude avait

d'excellents résultats, sans aucun descellement tibial. On retrouve 2 cas d'ostéolyse des greffes structurales à court terme.

L'allogreffe est disponible sous 2 formes : morcelée et structurale. Cette dernière permet une « reconstruction » du genou et doit être privilégiée.

L'allogreffe sous forme morcelée quant à elle a montré un remodelage lent lorsqu'implanté dans un os viable<sup>90</sup>, et a démontré son efficacité pour la gestion des petits défauts cavitaires. Cependant, elle ne peut sous cette forme fournir un soutien mécanique viable.

Pour la gestion des PSO nécessitant ce soutien, l'utilisation d'allogreffe structurale est alors à privilégier. Les résultats des allogreffes structurales sont globalement bons dans la littérature, même s'il est fréquemment décrit des cas précoces d'ostéolyse des greffons.

Idéalement, l'allogreffe doit être fixée à l'os hôte uniquement par la tige centro médullaire de la prothèse<sup>91</sup>. Cependant la fixation de l'allogreffe dans notre technique nécessite une fixation supplémentaire. Initialement par broches et surtout utilisé au fémur (6 cas dont 1 au tibia), celles-ci étaient source de complications avec migration du matériel d'ostéosynthèse et souffrance cutanée nécessitant son ablation chez 2 patients soit 1/3 des patients. Une fixation alternative par vis enfouies a été développée, diminuant les complications liées au matériel d'ostéosynthèse (aucune complication avec les vis enfouies au niveau tibial ou fémoral).

Une revue de la littérature récente retrouve un. D'après Bauman et al.<sup>8</sup>, les reprises pour échec de l'allogreffe survenaient après un délai moyen de 44,1 mois. Les bons résultats de notre série « Allogreffe » pourrait s'expliquer par le manque de recul (en moyenne de 26,8 mois).

Étude	Année	Age (range)	AORI	Allogreffe utilisée	Patient/Genou (N)	Suivi en année (range)	Échec	Échec de la greffe (descellement, fracture)	Infection	Autre
Backstein et al. <sup>86</sup>	2006	73,4 (26-92)	/	68	61	5,4 (1-16)	19,1%	6	4	3
Engh et al. <sup>76</sup>	2007	67 (39-89)	T3 (49)	49	47/49	8,1 (5,1-15,9)	8,2%	2	2	0
Bauman et al. <sup>8</sup>	2009	67,9 (34-87)	2B / 3 (T+F)	63 TF 24 AUTRES	65/70	7,5 (5-14,8)	22,8%	16	5	3
Burnett et al. <sup>52</sup>	2009	67 (52-78)	/	6 TF 2 AUTRES	8/8	4 (2-8)	12,5%	1	0	0
Lvall et al. <sup>33</sup>	2009	59 (38-69)	T2B (1) T3 (14)	15 TF	15/15	5,4 (2,8-9,6)	13,3%	1	1	0
Richards et al. <sup>34</sup>	2011	73	T3 (13) F3 (11)	29 TF	24/24	4 (2-8,2)	0	0	0	0
Franke et al. <sup>33</sup>	2013	72 (60-85)	2A / 2B / 3 (T+F)	11 TF	11/11	5 (1-14)	10%	3	0	0
Chun et al. <sup>86</sup>	2013	68 (30-85)	F2A (7) F2B (11) T2A (7) T2B (10)	27 TF	27/27	9,1 (6-12)	3,7%	0	1	0

			T3 (3)							
<i>Wang et al.</i> <sup>97</sup>	2013	70 (53-79)	T3 (27) F3 (11)	50 TF	28/30	6,3 (3,2-11,3)	0%	0	0	0
<i>Sandiford et al.</i> <sup>98</sup>	2017	66 (30-85)	T2A (13) T2B (6) F2A (9) F2B (2)	30 TF	28	9,1 (6-12)	7%	0	0	2
<b>Total</b>					314 / 323		9,7%	29	13	8

## Les cônes de tantale

L'indication des cônes en tantale est principalement réservée aux RPTG avec pertes de substance osseuse AORI 2B et 3, même si certains auteurs les utilisent également pour des pertes de substance AORI 2A voir AORI 1<sup>10,99</sup>.

Dans notre étude, tous les cônes de tantale ont montré des signes radiologiques d'ostéointégration. L'analyse de l'ostéointégration est radiologique dans la plupart des cas mais peut parfois être macroscopique lors d'une révision. Un cas de re révision pour cause de sepsis a nécessité l'ablation de l'implant tibial sans ablation du cône tibial. Celui-ci a été laissé en place devant une excellente intégration de celui-ci.

Au total sur les 65 cônes de tantale implantés au versant tibial, un seul cône n'était pas intégré et a nécessité son ablation lors de la reprise pour descellement tibial mécanique. La littérature confirme les capacités d'ostéointégration des cônes de tantale (Tableau 10).

Tableau 10 : Analyse de l'ostéointégration et des descellements aseptiques des cônes en tantale

Série	Recul (années)	Effectif	Pourcentage de cônes intégrés	Descellement aseptique
<b>Meneghini. JBJS 2009</b>	2,8	15	100%	0
<b>Long. JOA 2009</b>	2,6	16	100%	0
<b>Howard. JBJS 2011</b>	2,75	24	100%	0
<b>Schmitz. JOA 2013</b>	3	38	94,7%	1 cône fémur 1 cône tibia
<b>Derome. JOA 2014</b>	2,75	29	100%	0
<b>De Martino. Clin orthop 2015</b>	6	18	100%	0
<b>Kamath. JBJS 2015</b>	5,8	63	97%	2 cônes tibiaux



<b>Girerd. OTSR 2016</b>	2,8	51	100%	0
<b>Potter. JBJS 2016</b>	5	157	96%	6 cônes fémoraux

De plus, la mise en place d'un cône de tantale n'était pas associée significativement avec une augmentation de complications per opératoires ( $p > 0,005$ ), ceci est concordant avec les différentes études présentes dans la littérature<sup>100</sup>.

La technique opératoire des cônes de tantale est relativement simple par rapport aux autres techniques de reconstruction tel que l'allogreffe massive ou la prothèse massive, ce qui entraîne une diminution de la durée opératoire et donc du risque infectieux<sup>101</sup>.

Plusieurs propriétés du tantale poreux expliquent son utilisation en tant que biomatériau en chirurgie orthopédique (haut coefficient de friction, faible module d'élasticité, importante porosité).

Cependant, l'utilisation de cône de tantale possède ses désavantages avec notamment la technique de pose nécessitant une ablation d'os potentiellement sain afin de créer l'emplacement du futur cône majorant la PSO<sup>102</sup> (même si plusieurs tailles sont disponibles afin de s'adapter au mieux aux dimensions de la PSO), le coût important (supérieur à 1500€/cône), et les difficultés d'ablation lors d'une éventuelle ré opération<sup>103</sup>. A noter que Cooper a décrit en 2018 une technique chirurgicale permettant d'extraire un cône de tantale bien intégré pour pallier à cet écueil<sup>103</sup>. Concernant une éventuelle étude coût/efficacité, il est important de noter que près d'1/4 des cônes tibiaux de notre série globale ont été extraits au recul moyen de 5 ans, après avoir cumulé les causes de re-révisions mécaniques et septiques

## Complications

Six cas de complications per opératoires ont été notés dans la série de reconstruction associant allogreffe et cône de tantale soit 18,8% des patients. Aucune complication per opératoire n'est directement en lien avec l'utilisation de cônes de tantale ou de l'allogreffe. Un cas de fracture per opératoire du tibia a été noté et est en lien avec la préparation du fût médullaire pour l'implantation de la tige centro médullaire. En ce qui concerne la méthode de fixation de la tige (cimentée ou non), aucune différence n'a été décrite dans la littérature et est encore choisie en fonction de la préférence et des habitudes du chirurgien<sup>104</sup>.

Notre série présente un taux de complications assez élevé de 46,8% soit 15 patients.

La majorité des complications post opératoire n'était pas en lien avec le type de reconstruction utilisée mais commun à toute reprise chirurgicale (risque cutané avec désunion cicatricielle, perte de substance avec nécessité de lambeau de couverture, risque de récurrence septique).

Au total, 32% des patients ayant bénéficié d'une reconstruction composite associant allogreffe et cône de tantale ont été réopérés à 2 ans toute cause confondues.

### Limites de la technique

Notre technique a pour principale limite la gestion des PSO de type 3 de l'AORI, du fait d'un besoin très important de greffe osseuse, avec des greffons disponibles limités en taille<sup>7</sup>. Les autres options chirurgicales dans la prise en charge des PSO de type 3 de l'AORI sont limitées<sup>7</sup>. Par exemple l'utilisation de méga prothèse de reconstruction est grevée de nombreuses complications, suites opératoires difficiles et résultats non optimaux<sup>30,105,106</sup>.

L'utilisation dans un contexte septique est aussi discutable. L'apport de greffe osseuse dans un environnement potentiellement infecté augmente considérablement le risque infectieux persistant<sup>107</sup> de même que l'implantation d'un cône de tantale, matériel inerte supplémentaire. Cependant l'utilisation de cône de tantale est utilisable même dans un contexte de révision septique comme montré par Burastero et al.<sup>108</sup> avec une récurrence de 3,3% des patients repris pour récurrence septique. De plus, l'étude de Beckman et al.<sup>109</sup> compare le risque d'infection entre deux groupes : l'un utilisant des cônes de tantale et l'autre des allogreffes dans les RPTG. Aucune différence significative entre les deux reconstructions n'a été mise en évidence.

Bien que notre technique soit utilisable pour la reconstruction des PSO fémorales (*ANNEXE 4*), cette analyse sera réalisée de manière séparée.

Une meilleure codification des étapes chirurgicales a été publiée en 2021<sup>110</sup>, en fournissant une procédure étape par étape, en insistant sur la planification pré opératoire et l'étude de l'échec de la prothèse. Ces révisions étant chronophages, ce guide permettrait de diminuer la durée opératoire, avec pour objectif un temps chirurgical de moins de 90 à 120 minutes, afin de diminuer au maximum le risque d'infection.

De plus, les auteurs soulignent les résultats prévisibles des révisions et les potentiels échecs futurs: par exemple une RPTG pour raideur aura tendance à être raide en post opératoire et jamais instable, à contrario une RPTG pour instabilité tend à rester instable et jamais raide. Notre technique s'inscrit parfaitement dans cette démarche.

### Limites de l'étude

Notre étude comporte de nombreuses limites :

- Le recul n'est que de 31 mois en moyenne, faible compte tenu de la durée de vie théorique des implants prothétiques (de 10 à 20 ans). La technique de reconstruction étant récente, les résultats à moyen et long terme de ces reconstructions ne sont pas connus et devront faire l'objet d'une étude ultérieure, notamment dans un contexte septique.
- L'analyse des paramètres radiologiques de l'étude est mono-examineur. Même si elle a été réalisée deux fois pour éviter les erreurs, il existe forcément un biais de classement induit par cette limite. La classification finale AORI des défauts osseux ne peut être réalisée uniquement après ablation des implants en place mais cette notion était rarement précisée dans les comptes rendus opératoires.
- La puissance de l'étude est faible par le nombre peu élevé de patients, notamment dans le groupe « Allogreffe ».
- Enfin c'est une étude rétrospective avec un nombre conséquent de perdus de vue, ce qui altère la puissance statistique. De plus, nous n'avons pas pu récupérer de scores fonctionnelles pré opératoires. Cela biaise nos résultats fonctionnels quand on les compare à d'autres séries de la littérature.

### Conclusion

L'utilisation des cônes en tantale associé à l'allogreffe pour la gestion des PSO serait une solution fiable, avec de bons résultats fonctionnels, tout en permettant une ostéointégration de l'implant, et qui trouve sa place dans l'algorithme décisionnel de prise en charge des PSO modérées à sévères (AORI 2A, 2B et 3) dans les révisions de prothèse de genou.



## **BIBLIOGRAPHIE**

- (1)
- (2) Chakrabarty, G.; Newman, J. H.; Ackroyd, C. E. Revision of Unicompartmental Arthroplasty of the Knee. *The Journal of Arthroplasty* **1998**, *13* (2), 191–196. [https://doi.org/10.1016/S0883-5403\(98\)90098-5](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(98)90098-5).
- (3) Saragaglia, D.; Estour, G.; Nemer, C.; Colle, P.-E. Revision of 33 Unicompartmental Knee Prostheses Using Total Knee Arthroplasty: Strategy and Results. *International Orthopaedics (SICOT)* **2009**, *33* (4), 969–974. <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0585-0>.
- (4) Dorr, L. D. Bone Grafts for Bone Loss with Total Knee Replacement. *Orthop Clin North Am* **1989**, *20* (2), 179–187.
- (5) Hockman, D. E.; Ammeen, D.; Engh, G. A. Augments and Allografts in Revision Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* **2005**, *20* (1), 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2004.09.059>.
- (6) Radnay, C. S.; Scuderi, G. R. Management of Bone Loss: Augments, Cones, Offset Stems. *Clinical Orthopaedics and Related Research* **2006**, *446*, 83–92. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214437.57151.41>.
- (7) Panegrossi, G.; Ceretti, M.; Papalia, M.; Casella, F.; Favetti, F.; Falez, F. Bone Loss Management in Total Knee Revision Surgery. *International Orthopaedics (SICOT)* **2014**, *38* (2), 419–427. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-2262-1>.
- (8)
- (9) Kim, E.; Patel, N.; Chughtai, M.; Elmallah, R.; Delanois, R.; Harwin, S.; Mont, M. Tantalum Cones in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg* **2016**, *29* (08), 621–626. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1593370>.
- (10) Bonanzinga, T.; Gehrke, T.; Zahar, A.; Zaffagnini, S.; Marcacci, M.; Haasper, C. Are Trabecular Metal Cones a Valid Option to Treat Metaphyseal Bone Defects in Complex Primary and Revision Knee Arthroplasty? *Joints* **2018**, *06* (01), 058–064. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1608950>.
- (11) Potter, G. D.; Abdel, M. P.; Lewallen, D. G.; Hanssen, A. D. Midterm Results of Porous Tantalum Femoral Cones in Revision Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery* **2016**, *98* (15), 1286–1291. <https://doi.org/10.2106/JBJS.15.00874>.
- (12) Nikolaus, O. B.; Abdel, M. P.; Hanssen, A. D.; Lewallen, D. G. Porous Tantalum Femoral Metaphyseal Cones for Large Femoral Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty. *JBJS Essential Surgical Techniques* **2017**, *7* (2), e17. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.16.00096>.
- (13) ANSM - Surveillance Des Dispositifs Médicaux à Risque. Prothèses Totales de Genou (PTG) - Janvier 2016.Pdf.
- (14) Kurtz, S.; Ong, K.; Lau, E.; Mowat, F.; Halpern, M. Projections of Primary and Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* **2007**, *89* (4), 780–785. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00222>.
- (15) Havelin, L. I. The Norwegian Joint Registry. *Bull Hosp Jt Dis* **1999**, *58* (3), 139–147.
- (16) Sheng, P.-Y.; Konttinen, L.; Lehto, M.; Ogino, D.; Jämsen, E.; Nevalainen, J.; Pajamäki, J.; Halonen, P.; Konttinen, Y. T. Revision Total Knee Arthroplasty: 1990 Through 2002. *The Journal of Bone & Joint Surgery* **2006**, *88* (7), 1425–1430. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00737>.
- (17) Bansal, A.; Khatib, O. N.; Zuckerman, J. D. Revision Total Joint Arthroplasty: The Epidemiology of 63,140 Cases in New York State. *The Journal of Arthroplasty* **2014**, *29* (1), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.04.006>.
- (18) Uppfill-Brown, A.; Hsiue, P. P.; Sekimura, T.; Shi, B.; Ahlquist, S. A.; Patel, J. N.;

- Adamson, M.; Stavrakis, A. I. Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States, 2012 to 2019. *Arthroplasty Today* **2022**, *15*, 188-195.e6. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2022.03.004>.
- (19) Inglis, A.; Walker, P. Revision of Failed Knee Replacements Using Fixed-Axis Hinges. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* **1991**, *73-B (5)*, 757–761. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B5.1894661>.
- (20) Neyret, P.; M??ller, W. *Trait?? de chirurgie du genou*; Elsevier Masson: Issy-les-Moulineaux [France, 2012.
- (21) Fraser, J.; Werner, S.; Jacofsky, D. Wear and Loosening in Total Knee Arthroplasty: A Quick Review. *J Knee Surg* **2014**, *28 (02)*, 139–144. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398375>.
- (22) Willert, H.-G.; Semlitsch, M. Reactions of the Articular Capsule to Wear Products of Artificial Joint Prostheses. *J. Biomed. Mater. Res.* **1977**, *11 (2)*, 157–164. <https://doi.org/10.1002/jbm.820110202>.
- (23) Goodman, S. B.; Gibon, E.; Yao, Z. The Basic Science of Periprosthetic Osteolysis. *Instr Course Lect* **2013**, *62*, 201–206.
- (24) Gallo, J.; Goodman, S. B.; Konttinen, Y. T.; Wimmer, M. A.; Holinka, M. Osteolysis around Total Knee Arthroplasty: A Review of Pathogenetic Mechanisms. *Acta Biomaterialia* **2013**, *9 (9)*, 8046–8058. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2013.05.005>.
- (25) Spicer, D.; Pomeroy, D.; Badenhausen, W.; Schaper, J. L.; Curry, J.; Suthers, K.; Smith, M. Body Mass Index as a Predictor of Outcome in Total Knee Replacement. *International Orthopaedics (SICOT)* **2001**, *25 (4)*, 246–249. <https://doi.org/10.1007/s002640100255>.
- (26) Wasielewski, R. C.; Parks, N.; Williams, I.; Surprenant, H.; Collier, J. P.; Engh, G. Tibial Insert Undersurface as a Contributing Source of Polyethylene Wear Debris. *Clin Orthop Relat Res* **1997**, No. 345, 53–59.
- (27) Argenson, J.-N.; Boisgard, S.; Parratte, S.; Descamps, S.; Bercovy, M.; Bonneville, P.; Briard, J.-L.; Brillhault, J.; Chouteau, J.; Nizard, R.; Saragaglia, D.; Servien, E. Survival Analysis of Total Knee Arthroplasty at a Minimum 10 Years' Follow-up: A Multicenter French Nationwide Study Including 846 Cases. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2013**, *99 (4)*, 385–390. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.03.014>.
- (28) Kendoff, D. One Stage Exchange Arthroplasty: The Devil Is in the Detail. *THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY*. 2012.
- (29) Citak, M.; Gessmann, J.; Fehmer, T.; Russe, O.; Schildhauer, T. A.; Seybold, D. Two-Stage Revision of Infected Total Knee Arthroplasty Using a Distraction Spacer. *THC* **2011**, *19 (3)*, 167–171. <https://doi.org/10.3233/THC-2011-0619>.
- (30) Mancuso, F.; Beltrame, A.; Colombo, E.; Miani, E.; Bassini, F. Management of Metaphyseal Bone Loss in Revision Knee Arthroplasty. *Acta Biomed* **2017**, *88 (2S)*, 98–111. <https://doi.org/10.23750/abm.v88i2 -S.6520>.
- (31) Deen, J. T.; Clay, T. B.; Iams, D. A.; Horodyski, M.; Parvataneni, H. K. Proximal Tibial Resorption in a Modern Total Knee Prosthesis. *Arthroplasty Today* **2018**, *4 (2)*, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2017.10.005>.
- (32) Dartus, J.; Jacques, T.; Martinot, P.; Pasquier, G.; Cotten, A.; Migaud, H.; Morel, V.; Putman, S. Intérêt du Cone-Beam CT en comparaison du scanner multibarrettes conventionnel dans le bilan étiologique de douleurs sur prothèse totale de genou. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* **2021**, *107 (3)*, 358–365. <https://doi.org/10.1016/j.rcot.2021.02.027>.
- (33) Khan, Y.; Arora, S.; Kashyap, A.; Patralekh, M. K.; Maini, L. Bone Defect Classifications in Revision Total Knee Arthroplasty, Their Reliability and Utility: A Systematic Review. *Arch Orthop Trauma Surg* **2022**. <https://doi.org/10.1007/s00402-022-04517-y>.
- (34) Stambough, J. B.; Haynes, J. A.; Barrack, R. L.; Nunley, R. M. Acetabular Wedge Augments for Uncontained Tibial Plateau Defects in Revision Total Knee Arthroplasty. *Arthroplasty Today* **2018**, *4 (3)*, 313–318. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2018.02.005>.
- (35) Rosso, F.; Cottino, U.; Dettoni, F.; Bruzzone, M.; Bonasia, D. E.; Rossi, R. Revision

- Total Knee Arthroplasty (TKA): Mid-Term Outcomes and Bone Loss/Quality Evaluation and Treatment. *J Orthop Surg Res* **2019**, *14* (1), 280. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1328-1>.
- (36) Engelbrecht E. Errors and Pitfalls in Total Knee Replacement. *Eur Instr Course Lect* 1993; 1: 10-8.
- (37) Qiu, Y. Y.; Yan, C. H.; Chiu, K. Y.; Ng, F. Y. Review Article: Bone Defect Classifications in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)* **2011**, *19* (2), 238–243. <https://doi.org/10.1177/230949901101900223>.
- (38) Bonnin, M.; Laurent, J.-R.; Hutten, D. Reprises de prothèses totales du genou. *EMC - Techniques chirurgicales - Orthopédie - Traumatologie* **2009**, *4* (2), 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0246-0467\(09\)48877-9](https://doi.org/10.1016/S0246-0467(09)48877-9).
- (39) Partington, P. F.; Sawhney, J.; Rorabeck, C. H.; Barrack, R. L.; Moore, J. Joint Line Restoration after Revision Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* **1999**, No. 367, 165–171.
- (40) Figgie, H. E.; Goldberg, V. M.; Heiple, K. G.; Moller, H. S.; Gordon, N. H. The Influence of Tibial-Patellofemoral Location on Function of the Knee in Patients with the Posterior Stabilized Condylar Knee Prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* **1986**, *68* (7), 1035–1040.
- (41) Didden, K.; Luyckx, T.; Bellemans, J.; Labey, L.; Innocenti, B.; Vandenuecker, H. Anteroposterior Positioning of the Tibial Component and Its Effect on the Mechanics of Patellofemoral Contact. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* **2010**, *92-B* (10), 1466–1470. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B10.24221>.
- (42) Patel, J. V.; Masonis, J. L.; Guerin, J.; Bourne, R. B.; Rorabeck, C. H. The Fate of Augments to Treat Type-2 Bone Defects in Revision Knee Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* **2004**, *86-B* (2), 195–199. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.86B2.13564>.
- (43) Hofmann, S.; Seitlinger, G.; Djahani, O.; Pietsch, M. The Painful Knee after TKA: A Diagnostic Algorithm for Failure Analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **2011**, *19* (9), 1442–1452. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1634-6>.
- (44) Saleh, A.; George, J.; Faour, M.; Klika, A. K.; Higuera, C. A. Serum Biomarkers in Periprosthetic Joint Infections. *Bone & Joint Research* **2018**, *7* (1), 85–93. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.71.BJR-2017-0323>.
- (45) Boisgard, S.; Erivan, R.; Villatte, G.; Descamps, S. Prothèses totales de genou douloureuses. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* **2021**, *107* (6), S43–S52. <https://doi.org/10.1016/j.rcot.2021.06.037>.
- (46) Zhang, J.; Li, E.; Zhang, Y. Prostheses Option in Revision Total Knee Arthroplasty, from the Bench to the Bedside: (1) Basic Science and Principles. *EFORT Open Reviews* **2022**, *7* (2), 174–187. <https://doi.org/10.1530/EOR-21-0089>.
- (47)
- (48) Pagnano, M. W.; Trousdale, R. T.; Rand, J. A. Tibial Wedge Augmentation for Bone Deficiency in Total Knee Arthroplasty. A Followup Study. *Clin Orthop Relat Res* **1995**, No. 321, 151–155.
- (49) Lotke, P. A.; Carolan, G. F.; Puri, N. Impaction Grafting for Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty: *Clinical Orthopaedics and Related Research* **2006**, *446*, 99–103. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214414.06464.00>.
- (50) Harris, A. I.; Poddar, S.; Gitelis, S.; Sheinkop, M. B.; Rosenberg, A. G. Arthroplasty with a Composite of an Allograft and a Prosthesis for Knees with Severe Deficiency of Bone.: *The Journal of Bone & Joint Surgery* **1995**, *77* (3), 373–386. <https://doi.org/10.2106/00004623-199503000-00007>.
- (51) Sheth, N. P.; Bonadio, M. B.; Demange, M. K. Bone Loss in Revision Total Knee Arthroplasty: Evaluation and Management. *J Am Acad Orthop Surg* **2017**, *25* (5), 348–357. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00660>.
- (52) Whittaker, J. P.; Dharmarajan, R.; Toms, A. D. The Management of Bone Loss in Revision Total Knee Replacement. *J Bone Joint Surg Br* **2008**, *90* (8), 981–987.

<https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B8.19948>.

- (53) Fosco, M.; Amendola, L.; Fantasia, R.; Pipino, G.; Tigani, D. Revision Total Knee Arthroplasty: Experience with Tantalum Cones in Severe Bone Loss. *Eur Orthop Traumatol* **2013**, *4* (3), 131–136. <https://doi.org/10.1007/s12570-013-0160-z>.
- (54) Dennis, D. A. Repairing Minor Bone Defects: Augmentation & Autograft. *Orthopedics* **1998**, *21* (9), 1036–1038. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19980901-39>.
- (55) Saha, S.; Pal, S. Mechanical Properties of Bone Cement: A Review. *J. Biomed. Mater. Res.* **1984**, *18* (4), 435–462. <https://doi.org/10.1002/jbm.820180411>.
- (56) Qiu, Y. Y.; Yan, C. H.; Chiu, K. Y.; Ng, F. Y. Review Article: Treatments for Bone Loss in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)* **2012**, *20* (1), 78–86. <https://doi.org/10.1177/230949901202000116>.
- (57) Berend, M. E.; Ritter, M. A.; Keating, E. M.; Jackson, M. D.; Davis, K. E.; Malinzak, R. A. Use of Screws and Cement in Revision TKA With Primary or Revision Specific Prosthesis With Up to 17Years Followup. *The Journal of Arthroplasty* **2015**, *30* (1), 86–89. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.07.027>.
- (58) Lotke, P. A.; Wong, R. Y.; Ecker, M. L. The Use of Methylmethacrylate in Primary Total Knee Replacements with Large Tibial Defects. *Clin Orthop Relat Res* **1991**, No. 270, 288–294.
- (59) Özcan, Ö.; Yeşil, M.; Yüzügüldü, U.; Kaya, F. Bone Cement with Screw Augmentation Technique for the Management of Moderate Tibial Bone Defects in Primary Knee Arthroplasty Patients with High Body Mass Index. *Jt Dis Relat Surg* **2021**, *32* (1), 28–34. <https://doi.org/10.5606/ehc.2021.76491>.
- (60) Tanwar, Y. S.; Kharbanda, Y.; Bhargava, H.; Attri, K.; Bandil, A. Mid-Term Results of Impaction Bone Grafting in Tibial Bone Defects in Complex Primary Knee Arthroplasty for Severe Varus Deformity. *SICOT-J* **2019**, *5*, 2. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2018056>.
- (61) Vasso, M.; Beaufils, P.; Cerciello, S.; Schiavone Panni, A. Bone Loss Following Knee Arthroplasty: Potential Treatment Options. *Arch Orthop Trauma Surg* **2014**, *134* (4), 543–553. <https://doi.org/10.1007/s00402-014-1941-8>.
- (62) Chung, K. S.; Lee, J. K.; Lee, H. J.; Choi, C. H. Double Metal Tibial Blocks Augmentation in Total Knee Arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **2016**, *24* (1), 214–220. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3368-8>.
- (63) Jurgensmeier, D.; Hart, R. Variability in Tissue Bank Practices Regarding Donor and Tissue Screening of Structural Allograft Bone: *Spine* **2010**, *35* (15), E702–E707. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181d2526d>.
- (64) Kuchinad, R. A.; Garbedian, S.; Rogers, B. A.; Backstein, D.; Safir, O.; Gross, A. E. The Use of Structural Allograft in Primary and Revision Knee Arthroplasty with Bone Loss. *Advances in Orthopedics* **2011**, *2011*, 1–8. <https://doi.org/10.4061/2011/578952>.
- (65) Cohen, R. A Porous Tantalum Trabecular Metal: Basic Science. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* **2002**, *31* (4), 216–217.
- (66) Kato, H.; Nakamura, T.; Nishiguchi, S.; Matsusue, Y.; Kobayashi, M.; Miyazaki, T.; Kim, H.-M.; Kokubo, T. Bonding of Alkali- and Heat-Treated Tantalum Implants to Bone. *J. Biomed. Mater. Res.* **2000**, *53* (1), 28–35. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(2000\)53:1<28::AID-JBM4>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(2000)53:1<28::AID-JBM4>3.0.CO;2-F).
- (67) Levine, B.; Sporer, S.; Valle, C.; Jacobs, J.; Paprosky, W. Porous Tantalum in Reconstructive Surgery of the Knee – A Review. *J Knee Surg* **2010**, *20* (03), 185–194. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248041>.
- (68) Eid, Y. The Myths of Trabecular Metal: 'the next Best Thing to Bone'. *Egypt Orthop J* **2013**, *48* (4), 327. <https://doi.org/10.4103/1110-1148.130387>.
- (69) Levi, A. D. O.; Choi, W. G.; Keller, P. J.; Heiserman, J. E.; Sonntag, V. K. H.; Dickman, C. A. The Radiographic and Imaging Characteristics of Porous Tantalum Implants Within the Human Cervical Spine: *Spine* **1998**, *23* (11), 1245–1250. <https://doi.org/10.1097/00007632-199806010-00014>.
- (70) Schildhauer, T. A.; Robie, B.; Muhr, G.; K?ller, M. Bacterial Adherence to Tantalum



- Versus Commonly Used Orthopedic Metallic Implant Materials: *Journal of Orthopaedic Trauma* **2006**, *20* (7), 476–484. <https://doi.org/10.1097/00005131-200608000-00005>.
- (71) Kostuj, T.; Streit, R.; Baums, M. H.; Schaper, K.; Meurer, A. Midterm Outcome after Mega-Prosthesis Implanted in Patients with Bony Defects in Cases of Revision Compared to Patients with Malignant Tumors. *The Journal of Arthroplasty* **2015**, *30* (9), 1592–1596. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.04.002>.
- (72) Hutten, D. Femorotibial Bone Loss during Revision Total Knee Arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2013**, *99* (1), S22–S33. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.11.009>.
- (73) Hutten, D.; Pasquier, G.; Lambotte, J.-C. Techniques for Filling Tibiofemoral Bone Defects during Revision Total Knee Arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2021**, *107* (1), 102776. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.102776>.
- (74) Boureau, F.; Putman, S.; Arnould, A.; Dereudre, G.; Migaud, H.; Pasquier, G. Tantalum Cones and Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2015**, *101* (2), 251–255. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.11.020>.
- (75) Girerd, D.; Parratte, S.; Lunebourg, A.; Boureau, F.; Ollivier, M.; Pasquier, G.; Putman, S.; Migaud, H.; Argenson, J. N. Total Knee Arthroplasty Revision with Trabecular Tantalum Cones: Preliminary Retrospective Study of 51 Patients from Two Centres with a Minimal 2-Year Follow-Up. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2016**, *102* (4), 429–433. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2016.02.010>.
- (76)
- (77) Della Valle, C. J.; Berger, R. A.; Rosenberg, A. G. Surgical Exposures in Revision Total Knee Arthroplasty: *Clinical Orthopaedics and Related Research* **2006**, *446*, 59–68. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214434.64774.d5>.
- (78) Mason, J. B.; Fehring, T. K. Removing Well-Fixed Total Knee Arthroplasty Implants: *Clinical Orthopaedics and Related Research* **2006**, *446*, 76–82. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214413.06464.ce>.
- (79) Gandek, B.; Roos, E. M.; Franklin, P. D.; Ware, J. E. A 12-Item Short Form of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS-12): Tests of Reliability, Validity and Responsiveness. *Osteoarthritis and Cartilage* **2019**, *27* (5), 762–770. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.01.011>.
- (80) Gandek, B.; Roos, E. M.; Franklin, P. D.; Ware, J. E. Item Selection for 12-Item Short Forms of the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS-12) and Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS-12). *Osteoarthritis and Cartilage* **2019**, *27* (5), 746–753. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.11.011>.
- (81) Behrend, H.; Giesinger, K.; Giesinger, J. M.; Kuster, M. S. The “Forgotten Joint” as the Ultimate Goal in Joint Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* **2012**, *27* (3), 430–436.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.06.035>.
- (82) Thienpont, E.; Opsomer, G.; Koninckx, A.; Houssiau, F. Joint Awareness in Different Types of Knee Arthroplasty Evaluated With the Forgotten Joint Score. *The Journal of Arthroplasty* **2014**, *29* (1), 48–51. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.04.024>.
- (83) Insall, J. N.; Dorr, L. D.; Scott, R. D.; Scott, W. N. Rationale of the Knee Society Clinical Rating System. *Clin Orthop Relat Res* **1989**, No. 248, 13–14.
- (84) Scuderi, G. R.; Bourne, R. B.; Noble, P. C.; Benjamin, J. B.; Lonner, J. H.; Scott, W. N. The New Knee Society Knee Scoring System. *Clinical Orthopaedics & Related Research* **2012**, *470* (1), 3–19. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2135-0>.
- (85) Debette, C.; Parratte, S.; Maucourt-Boulch, D.; Blanc, G.; Pauly, V.; Lustig, S.; Servien, E.; Neyret, P.; Argenson, J. N. French Adaptation of the New Knee Society Scoring System for Total Knee Arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* **2014**, *100* (5), 531–534. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.03.025>.
- (86) Backstein, D.; Safir, O.; Gross, A. Management of Bone Loss: Structural Grafts in Revision Total Knee Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research* **2006**, *446*, 104–

112. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214426.52206.2c>.
- (87) HAS. Aide à l'utilisation de Questionnaires Patients de Mesure Des Résultats de Soins (PROMs) Pour Améliorer La Pratique Clinique Courante -. June 17, 2021.
- (88) Lee, Q. J.; Chang, W. Y. E.; Wong, Y. C. Forgotten Joint Score for Early Outcome Assessment after Total Knee Arthroplasty: Is It Really Useful? *Knee Surg & Relat Res* **2020**, *32* (1), 37. <https://doi.org/10.1186/s43019-020-00049-0>.
- (89) Livshetz, I.; Sussman, B. H.; Papas, V.; Mohamed, N. S.; Salem, H. S.; Delanois, R. E.; Mont, M. A.; Scuderi, G. R. Analyzing the Burden of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States between 2009 and 2016. *J Knee Surg* **2021**, s-0041-1731324. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731324>.
- (90) Garbuz, D. S.; Masri, B. A.; Czitrom, A. A. BIOLOGY OF ALLOGRAFTING. *Orthopedic Clinics of North America* **1998**, *29* (2), 199–204. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70318-7](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70318-7).
- (91) Cuckler, J. M. Bone Loss in Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* **2004**, *19* (4), 56–58. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2004.03.002>.
- (92) Burnett, R. S. J.; Keeney, J. A.; Maloney, W. J.; Clohisy, J. C. Revision Total Knee Arthroplasty for Major Osteolysis. *Iowa Orthop J* **2009**, *29*, 28–37.
- (93) Lyall, H. S.; Sanghrajka, A.; Scott, G. Severe Tibial Bone Loss in Revision Total Knee Replacement Managed with Structural Femoral Head Allograft. *The Knee* **2009**, *16* (5), 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2009.02.007>.
- (94) Richards, C. Richards CJ, Garbuz DS, Pugh L, Masri BA. Revision Total Knee Arthroplasty: Clinical Outcome Comparison with and without the Use of Femoral Head Structural Allograft. *J Arthro* 2011; *26*: 1299-304. *J Arthro*. 2011.
- (95) Franke, K. F. Outcome of Revision Total Knee Arthroplasty with Bone Allograft in 30 Cases. *Acta Orthop. Belg.*, 2013, *79*, 427-434. 2013.
- (96) Chun, C. H.; Kim, J. W.; Kim, S. H.; Kim, B. G.; Chun, K. C.; Kim, K. M. Clinical and Radiological Results of Femoral Head Structural Allograft for Severe Bone Defects in Revision TKA — A Minimum 8-Year Follow-Up. *The Knee* **2014**, *21* (2), 420–423. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.04.012>.
- (97) Wang, J.-W.; Hsu, C.-H.; Huang, C.-C.; Lin, P.-C.; Chen, W.-S. Reconstruction Using Femoral Head Allograft in Revision Total Knee Replacement: An Experience in Asian Patients. *The Bone & Joint Journal* **2013**, *95-B* (5), 643–648. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B5.29915>.
- (98) Sandiford, N. A.; Misur, P.; Garbuz, D. S.; Greidanus, N. V.; Masri, B. A. No Difference Between Trabecular Metal Cones and Femoral Head Allografts in Revision TKA: Minimum 5-Year Followup. *Clinical Orthopaedics & Related Research* **2017**, *475* (1), 118–124. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-4898-9>.
- (99) Brown, N. M.; Bell, J. A.; Jung, E. K.; Sporer, S. M.; Paprosky, W. G.; Levine, B. R. The Use of Trabecular Metal Cones in Complex Primary and Revision Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* **2015**, *30* (9), 90–93. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.02.048>.
- (100) Divano, S.; Cavagnaro, L.; Zanirato, A.; Basso, M.; Felli, L.; Formica, M. Porous Metal Cones: Gold Standard for Massive Bone Loss in Complex Revision Knee Arthroplasty? A Systematic Review of Current Literature. *Arch Orthop Trauma Surg* **2018**, *138* (6), 851–863. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2936-7>.
- (101) Peersman, G.; Laskin, R.; Davis, J.; Peterson, M. G. E.; Richart, T. Prolonged Operative Time Correlates with Increased Infection Rate After Total Knee Arthroplasty. *HSS Jrnl* **2006**, *2* (1), 70–72. <https://doi.org/10.1007/s11420-005-0130-2>.
- (102) Trabecular Metal™ Zimmer® Cônes de Reconstruction Tibiale & Fémorale Techniques Opératoires - Techniques Opératoires.
- (103) Cooper, H. J. How to Remove a Well-Fixed Porous Tantalum Cone. *Clin Orthop Relat Res* **2018**, *476* (2), 211–213. <https://doi.org/10.1007/s11999.00000000000000061>.
- (104) Lachiewicz, P. F.; Bolognesi, M. P.; Henderson, R. A.; Soileau, E. S.; Vail, T. P. Can

- Tantalum Cones Provide Fixation in Complex Revision Knee Arthroplasty? *Clinical Orthopaedics & Related Research* **2012**, 470 (1), 199–204. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1888-9>.
- (105) Berend, K. R.; Lombardi, A. V. Distal Femoral Replacement in Nontumor Cases with Severe Bone Loss and Instability. *Clinical Orthopaedics & Related Research* **2009**, 467 (2), 485–492. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0329-x>.
- (106) Höll, S.; Schlomberg, A.; Gosheger, G.; Dieckmann, R.; Streitbueger, A.; Schulz, D.; Harges, J. Distal Femur and Proximal Tibia Replacement with Megaprosthesis in Revision Knee Arthroplasty: A Limb-Saving Procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **2012**, 20 (12), 2513–2518. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1945-2>.
- (107) Lord, C. F.; Gebhardt, M. C.; Tomford, W. W.; Mankin, H. J. Infection in Bone Allografts. Incidence, Nature, and Treatment. *J Bone Joint Surg Am* **1988**, 70 (3), 369–376.
- (108) Burastero, G.; Cavagnaro, L.; Chiarlone, F.; Alessio-Mazzola, M.; Carrega, G.; Felli, L. The Use of Tantalum Metaphyseal Cones for the Management of Severe Bone Defects in Septic Knee Revision. *J Arthroplasty* **2018**, 33 (12), 3739–3745. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.08.026>.
- (109) Beckmann, N. A.; Mueller, S.; Gondan, M.; Jaeger, S.; Reiner, T.; Bitsch, R. G. Treatment of Severe Bone Defects During Revision Total Knee Arthroplasty with Structural Allografts and Porous Metal Cones—A Systematic Review. *The Journal of Arthroplasty* **2015**, 30 (2), 249–253. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.09.016>.
- (110) Salari, P.; Baldini, A. Revision Knee Surgery: The Practical Approach. *EFORT Open Reviews* **2021**, 6 (6), 495–500. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210018>.

# ANNEXE

## Annexe 1 : KOOS-12

### Questionnaire de genou KOOS-12

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_/\_\_/\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Date de naissance : \_\_/\_\_/\_\_

#### INSTRUCTIONS

Ce questionnaire vous demande votre opinion sur votre genou. Il nous permettra de mieux connaître ce que vous ressentez et ce que vous êtes capable de faire dans votre activité de tous les jours. Répondez à chaque question. Veuillez cocher une seule case par question. En cas de doute, cochez la case qui vous semble la plus adaptée à votre cas.

#### Douleur

1. Avez-vous souvent mal au genou ?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Au cours des huit derniers jours, quelle a été l'importance de votre douleur au genou en faisant les activités suivantes?

2. En marchant sur un terrain plat ?

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. En montant ou en descendant les escaliers ?

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. En restant assis(e) ou couché(e) ?

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Fonction, vie quotidienne

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire. Au cours des huit derniers jours, quelle a été votre difficulté pour chacune des activités suivantes?

5. Vous relever d'une position assise

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Rester debout

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Monter ou descendre de voiture

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Tourner ou pivoter sur votre jambe opérée

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Qualité de vie

9. Pensez-vous souvent à votre problème de genou?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Avez-vous modifié votre façon de vivre pour éviter les activités qui pourraient aggraver votre problème de genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Est-ce qu'un manque de confiance dans votre genou vous gêne?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Finalement, êtes-vous gêné(e) par votre genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**\*\*Merci beaucoup d'avoir répondu à ce questionnaire\*\***

## Annexe 2 : FJS-12

<b>Forgotten Joint Score FJS-12</b>
---

**Nom :** \_\_\_\_\_

**Date :** \_\_/\_\_/\_\_

**Prénom :** \_\_\_\_\_

**Date de naissance :** \_\_\_\_\_

Un genou sain n'est pas une chose dont vous avez conscience dans votre vie quotidienne. Cependant, même les plus petits soucis peuvent vous faire prendre conscience de votre genou. Cela signifie que vous pensez à votre genou ou que votre attention est attirée par lui.

Les questions suivantes portent sur la fréquence à laquelle vous avez conscience de votre prothèse de genou dans votre vie de tous les jours.

Veillez cocher  la réponse la plus appropriée pour chacune des questions suivantes.

Veillez débiter le questionnaire sur la seconde page.

---

**Avez vous conscience de votre genou...** Jamais Presque Rarement Parfois Souvent  
jamais

---

- |   |                       |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. ...dans votre lit la nuit ?                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. ...quand vous restez assis sur une chaise plus d'une heure ? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. ... quand vous marchez plus de 15 min ?                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. ...quand vous prenez un bain ou une douche ?                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. ...quand vous voyagez en voiture ?                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. ...quand vous montez les marches d'un escalier ?             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. ...quand vous marchez sur un sol inégal ?                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. ...quand vous vous relevez d'une position assise basse ?     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. ...quand vous restez debout longtemps ?                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. ...quand vous faites des travaux ménagers ou du jardinage ? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. ...quand vous faites de la marche ou de la randonnée ?      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. ...quand vous pratiquez votre sport favori ?                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

### Annexe 3 : Knee Society Knee Scoring System

#### INFORMATION PATIENT

Date : \_\_\_\_\_ Date de naissance : \_\_\_\_\_  
Taille : \_\_\_\_\_ Poids : \_\_\_\_\_ Sexe : M / F  
Genou symptomatique : Droit / Gauche  
Date d'intervention : \_\_\_\_\_ Nom du chirurgien : \_\_\_\_\_

#### Origine Ethnique

- Caucasien  Afrique du Nord ou Moyen Orient  
 Asie  Afrique Noire

Est-ce une chirurgie de première intention ou une révision de prothèse de genou ?

- 1<sup>ère</sup> intention  
 Révision

#### A compléter par le chirurgien :

Classification fonctionnelle de Charnley

- A : Gonarthrose unilatérale  
B1 : PTG unilatérale, gonarthrose controlatérale  
B2 : PTG bilatérales  
C1 : Révision de PTG mais arthrose sur une autre articulation affectant la marche  
C2 : Révision de PTG mais problème médical affectant la marche  
C3 : PTG uni ou bilatérales avec PTH uni ou bilatérales

### EXAMEN PHYSIQUE DU GENOU (à remplir par le chirurgien)



**AXES :**

**1) Axes : mesurés sur une radiographie de face en charge :**

Neutre : 2-10 degrés de valgus (25 pts)  
Varus: moins de 2 degrés de valgus (-10 pts)  
Valgus: plus de 10 degrés de valgus (-10 pts)

**INSTABILITE :**

**2) Instabilité dans le plan frontal (mesurée en extension complète)**

Aucune (15 pts)  
Inférieure à 5 mm (10 pts)  
Egale à 5 mm (5 pts)  
Supérieure à 5 mm (0 pts)

**3) Instabilité dans le plan sagittal (mesurée à 90° de flexion)**

Aucune (10 pts)  
Modérée < 5mm (5 pts)  
Sévère > 5 mm (0 pts)

**4) Amplitudes articulaires : 1 point pour 5° de flexion**

**PENALITES SUR L'ARTICULATION :**

**Flessum :**

1-5 degrés (-2 pts)  
6-10 degrés (-5 pts)  
11-15 degrés (-10 pts)  
Plus de 15 degrés (-15 pts)

**Déficit d'extension active :**

0 à 10 degrés (-5 pts)  
10 à 20 degrés (-10pts)  
Plus de 20 degrés (-15 pts)

**SYMPTOMES : (à compléter par le patient)**

**1-Ressentez-vous une douleur à la marche sur terrain plat ?**

Total/25pts

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aucune					Sévère					

**2 - Ressentez-vous des douleurs dans les escaliers ou sur terrain en pente ?**

10 - Score  
10 - Score

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aucune					Sévère					

**3 – Votre genou vous semble-il « normal » ?**

- Toujours (5 pts)       Parfois (3 pts)       Jamais (0 pts)

**SATISFACTION : (à compléter par le patient)**

**Actuellement, quel est votre degré de satisfaction par rapport à la douleur que ressentez lorsque vous êtes assis ?**

Total/40pts

1 –  
vous

- Très satisfait (8 pts)       Satisfait (6 pts)       Neutre (4 pts)       Insatisfait (2 pts)       Très insatisfait (0 pts)

**2 – Actuellement, quel est votre degré de satisfaction par rapport à la douleur que vous ressentez en étant allongé dans votre lit ?**

- Très satisfait (8 pts)       Satisfait (6 pts)       Neutre (4 pts)       Insatisfait (2 pts)       Très insatisfait (0 pts)

**3 – Actuellement, quel est votre degré satisfaction par rapport à la fonction de votre genou lorsque vous sortez du lit ?**

- Très satisfait (8 pts)       Satisfait (6 pts)       Neutre (4 pts)       Insatisfait (2 pts)       Très insatisfait (0 pts)

**4 – Actuellement, quel est votre degré de satisfaction par rapport à la fonction de votre genou lorsque vous effectuez les tâches ménagères ?**

- Très satisfait (8 pts)       Satisfait (6 pts)       Neutre (4 pts)       Insatisfait (2 pts)       Très insatisfait (0 pts)

**5 – Actuellement, quel est votre degré de satisfaction par rapport à la fonction de votre genou lorsque vous effectuez vos activités de loisir ?**

- Très satisfait (8 pts)       Satisfait (6 pts)       Neutre (4 pts)       Insatisfait (2 pts)       Très insatisfait (0 pts)

**Attentes du patient : (à compléter par le patient)**

**Qu'espérez-vous accomplir grâce à votre prothèse de genou ?**

Total/15pts	Total/100pts
-------------	--------------

**1 – Attendez –vous de votre prothèse genou ?**

Total/30pts

**qu'elle soulage votre douleur du**

- Non, pas du tout (1 pt)
- Oui, un petit peu (2 pts)
- Oui, un peu (3 pts)
- Oui, modérément (4 pts)
- Oui, beaucoup (5 pts)

**2 – Vous attendez-vous à ce que votre opération vous aide à réaliser vos activités de la vie quotidienne ?**

- Non, pas du tout (1 pt)
- Oui, un petit peu (2 pts)
- Oui, un peu (3 pts)
- Oui, modérément (4 pts)
- Oui, beaucoup (5 pts)

**3 – Vous attendez-vous à ce que votre opération vous aide dans la pratique de vos activités de loisir ou de sport ?**

- Non, pas du tout (1 pt)
- Oui, un petit peu (2 pts)
- Oui, un peu (3 pts)
- Oui, modérément (4 pts)
- Oui, beaucoup (5 pts)

**Activités fonctionnelles : (à compléter par le patient)**

**Marcher et rester debout**

1 – Pouvez-vous marcher sans aucune aide (sans cannes, sans béquilles) :

Oui  Non

2 – Si non, quelle aide utilisez-vous ?

Fauteuil roulant (-10 pts)  Une canne (-4 pts)  
 Une béquille (-4 pts)  Deux cannes (-6 pts)  
 Deux béquilles (-8 pts)  Une attelle (-2 pts)

Autre : \_\_\_\_\_

3 – Utilisez-vous cette aide à cause de votre genou ?

Oui  Non

4 – Combien de temps pouvez-vous rester debout (avec ou sans aide), avant de devoir vous assoir à cause d'une gêne au niveau de votre genou ?

Marche impossible (0 pts)  0-5 minutes (3 pts)  6-15 minutes (6 pts)  
 16-30 minutes (9 pts)  31-60 minutes (12 pts)  Plus d'une heure (15 pts)

5 – Combien de temps pouvez-vous marcher (avec ou sans aide), avant de devoir vous arrêter à cause d'une gêne au niveau de votre genou ?

Marche impossible (0 pts)  0-5 minutes (3 pts)  6-15 minutes (6 pts)  
 16-30 minutes (9 pts)  31-60 minutes (12 pts) Plus d'une heure (15 pts)

<b>ACTIVITES CLASSIQUES</b>		<b>/30</b>							
<b>Quel est votre niveau de gêne liée au genou durant la réalisation de chacune des activités suivantes ?</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Pas du tout</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Légèrement</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Modérément</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Beaucoup</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Enormément</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Impossible</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Je ne le fais jamais</td> </tr> </table>	Pas du tout	Légèrement	Modérément	Beaucoup	Enormément	Impossible	Je ne le fais jamais	
Pas du tout	Légèrement	Modérément	Beaucoup	Enormément	Impossible	Je ne le fais jamais			
1. Marcher sur une surface irrégulière	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
2. Tourner ou pivoter sur votre jambe (côté douloureux)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
3. Monter ou descendre une série d'escaliers	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
4. Se lever d'un fauteuil bas ou d'une chaise sans vous aider de vos bras	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
5. Entrer ou sortir d'une voiture	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
6. Se déplacer latéralement (un pas sur le côté)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">4</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span> </div>								

<b>ACTIVITES AVANCEES</b>		<b>/25</b>							
<b>Quel est votre niveau de gêne liée au genou durant la réalisation de chacune des activités suivantes ?</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Pas du tout</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Légèrement</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Modérément</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Beaucoup</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Enormément</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Impossible</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Je ne le fais jamais</td> </tr> </table>	Pas du tout	Légèrement	Modérément	Beaucoup	Enormément	Impossible	Je ne le fais jamais	
Pas du tout	Légèrement	Modérément	Beaucoup	Enormément	Impossible	Je ne le fais jamais			
1. Monter à une échelle ou à un escabeau	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
2. Porter un sac de courses sur 200m	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
3. S'accroupir	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
4. Se mettre à genou	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
5. Courir	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>							
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">4</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span> </div>								

**Description de vos activités**

Cochez parmi les activités proposées, les 3 les plus importantes pour vous :

**Activités de loisir** **Musculation et entraînement**

Natation  
 Golf (18 trous)  
 Vélo de route (+ de 30min)  
 Jardinage  
 Bowling/ Pétanque  
 Sports de raquette  
 Randonnée  
 Danse  
 Exercices d'étirement

Football

Soulever des poids  
 Extension des jambes  
 Simulateur d'escaliers  
 Vélo statique  
 Presse  
 Jogging  
 Elliptique  
 Aerobic

Quel est votre niveau de gêne liée au genou pendant chacune de ces activités ?

<b>Activités</b> (Veuillez reporter les 3 activités dans les cases ci-dessous)	Aucune                      Légère                      Modérée                      Sévère                      Très sévère				
1.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5

4

3

2

1

## Annexe 4 : Reconstruction fémorale allogreffe + cône de tantale

Cas	Age	Sexe	IMC	ASA	Opérateur	Cause reprise	Chirurgie antérieures	Prothèse de reprise	AORI Fémur	Allogreffe	Cône tantale	Complication per opératoire	Durée suivi (mois)	Re révision	Type de complications post opératoires
1	44,3	Féminin	21,1	2	CCA	Descellement aseptique	1	LCKK	F2B	M/L	D	0	8,6	0	0
2	79,6	Masculin	34,0	3	PH	Descellement aseptique	3	RHK	F3	M/L	D	0	11,2	0	Fracture de rotule
3	77,0	Féminin	25,7	2	PU	Descellement aseptique	2	RHK	F2A	L	D + M	0	12,2	0	0
4	60,9	Masculin	22,6	2	PU	Descellement aseptique	3	LCKK	F3	M/L	D	0	15,4	0	0
5	66,0	Masculin	29,4	2	PU	Instabilité	2	LCKK	F2B	M/L	D	0	15,7	0	0
6	54,2	Masculin	26,3	2	CCA	Descellement aseptique	3	LCKK	F2B	M/L	D + M	0	43,0	0	0
7	69,0	Féminin	26,2	2	PH	Descellement aseptique	3	LCKK	F3	M/L	D	0	23,7	1	Descellement tibial
8	56,5	Masculin	22,8	2	PH	Descellement aseptique	2	LCKK	F2B	M/L	M	0	77,1	0	0
9	66,2	Masculin	33,1	2	PH	Sepsis	7	RHK	F2B	M/L	D	0	52,3	1	Luxation charnière + descellement tibial
10	67,5	Masculin	25,5	2	PH	Sepsis	6	RHK	F2B	M/L	M	Perte de substance cutanée	64,4	1	AMOS broche + Descellement fémoral
11	74,5	Masculin	27,8	3	CCA	Descellement aseptique	3	LCKK	F2A	L	D	0	42,6	0	0
12	34,2	Masculin	23,7	2	PU	Descellement aseptique	1	LCKK	F3	M/L	D	0	77,1	0	0
13	76,1	Masculin	25,9	2	PH	Descellement aseptique	3	RHK	F2A	M	D + M	0	9,0	0	0
14	52,0	Masculin	24,7	2	PH	Sepsis	21	RHK	F2A	M	D + M	Fracture condyle fémoral médial	38,6	1	Amputation pour récurrence sepsis
15	72,5	Masculin	24,5	2	PH	Sepsis	2	RHK	F3	M/L	D	0	30,1	1	Amputation pour récurrence sepsis
16	70,6	Masculin	23,0	2	PH	Sepsis	4	RHK	F2B	M/L	D + M	0	62,7	0	Lavage, récurrence sepsis

## SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
  
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
  
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
  
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
  
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*





## **CERTIFICAT DE CONFORMITE AVANT SOUTENANCE**

=====

Je soussigné(e), Professeur de la Faculté de Médecine de Montpellier-Nîmes, déclare avoir lu la thèse et le résumé correspondant, de :

M / Mme : **BOUGAUD ELIAS**

**Intitulé de la thèse : RECONSTRUCTION COMPOSITE ASSOCIANT ALLOGREFFE ET CONE DE TANTALE POUR LA GESTION DES PERTES DE SUBSTANCE OSSEUSE TIBIALES SEGMENTAIRES DANS LES REPRISES DE PROTHESE DE GENOU**

Je certifie, en ma qualité de Président(e) du Jury de Thèse, que les opinions et les principes émis dans cette thèse ne sont contraires ni à l'ordre public ni à la déontologie médicale.

A compter de ce jour et jusqu'à la soutenance, aucune modification du document qui m'a été présenté ne sera demandée à l'auteur.

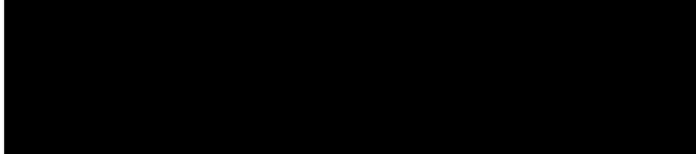
Je donne un avis favorable à la soutenance de cette thèse.

**Fait à Montpellier, le 27/09/2022**

**Le/La Président(e) du jury,**

**Professeur CANOVAS Francois**

[Données à caractère personnel anonymisées pour mise en ligne]



## RESUME

**Objectif :** Une des difficultés techniques des révisions de prothèse de genou est la gestion de la perte de substance osseuses (PSO), sans consensus concernant la technique de reconstruction des larges défauts osseux (classés AORI 2 ou 3). Nous avons développé une technique de reconstruction composite, combinant allogreffe structurale et cône de tantale permettant la gestion des PSO classés AORI 2 ou 3. L'hypothèse principale était que les révisions de prothèse utilisant une allogreffe structurale associée au cône de tantale avait un résultat clinique et radiologique satisfaisant, avec une survie équivalente aux autres révisions avec reconstruction tibiale utilisant allogreffe structurale, cônes de tantale et/ou cales.

**Matériel et méthode :** L'étude portait sur la survie d'une série rétrospective de 128 révisions de prothèse de genou associée à une reconstruction tibiale entre 2014 et 2021, toutes causes de reprise confondues. Deux groupes étaient constitués : 80 révisions avec reconstruction tibiale utilisant une ou plusieurs cales tibiales (« Groupe Cale »), 48 révisions avec reconstruction tibiale utilisant une allogreffe tibiale (« Groupe Allogreffe »). Le critère de jugement principal était la survie de la prothèse au dernier recul disponible. Nous avons effectué une évaluation clinique et radiologique des reconstructions associant allogreffe et cône de tantale

**Résultats :** Le taux de survie pour re-révision mécanique en lien avec un descellement tibial était de 97% à 2 ans dans le groupe « Allogreffe », et de 95% (IC95% 0,6205 – 12,34 ; p=0,47) dans le groupe « Cale ». On retrouvait 7 cas de re-révision aseptique pour descellement tibial survenant à 27,6 mois en moyenne (9,9 – 52,5 mois) : 1 dans le groupe Allogreffe-Tantale, 6 dans le groupe Cale. Concernant les reconstructions associant allogreffe et cône de tantale, le score KOOS moyen post opératoire était de  $60.7 \pm 24.0$  [14.6 – 97.9], le FJS-12 de  $42.8 \pm 30.2$  [0 – 100], le score IKS Objectif de  $71,6 \pm 17,8$  [33 – 97] et le score IKS Subjectif à  $72,2 \pm 47,9$  [0 – 140]. D'un point de vue radiologique, tous les cônes tibiaux analysés ont montré des signes de bonne ostéointégration. Concernant les allogreffes 40 greffes étaient consolidées avec un score d'Oswestry global moyen de  $3,7 \pm 0,7$  [2,3 – 5].

**Conclusion :** L'utilisation des cônes en tantale associé à l'allogreffe pour la gestion des PSO serait une solution fiable, avec de bons résultats fonctionnels, tout en permettant une ostéointégration de l'implant, et qui trouve sa place dans la prise en charge des PSO modérées à sévères (AORI 2A, 2B et 3) dans les révisions de prothèses de genou.

**Mots-clés :** Prothèse de genou ; reprise ; perte de substance osseuse ; allogreffe ; tantale