



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du Troisième cycle de Médecine Spécialisée-
Chirurgie.

par

Armelle BRETON

le 21 septembre 2012

**RECONSTRUCTION OSSEUSE DES MEMBRES PAR FIBULA
VASCULARISEE DANS LES PERTES DE SUBSTANCE OSSEUSE
SEPTIQUES, OSTEITES ET PSEUDARTHROSES SEPTIQUES :
REVUE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 35 CAS**

Examineurs de la thèse :

Président :

- Mr le Professeur Gilles DAUTEL (Nancy)

Juges :

- Mr le Professeur François DAP (Nancy)

- Mme le Professeur Isabelle AUQUIT-AUCKBUR (Rouen)

- Mr le Docteur Stéphane BARBARY (Nancy)

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen « Pédagogie » : Professeur Karine ANGIOI
Vice Doyen *Mission « sillon lorrain »* : Professeur Annick BARBAUD
Vice Doyen *Mission « Campus »* : Professeur Marie-Christine BÉNÉ
Vice Doyen *Mission « Finances »* : Professeur Marc BRAUN
Vice Doyen *Mission « Recherche »* : Professeur Jean-Louis GUÉANT

Assesseurs :

- 1 ^{er} Cycle :	Professeur Bruno CHENUÉL
- « Première année commune aux études de santé (PACES) et universitarisation études para-médicales »	M. Christophe NÉMOS
- 2 ^{ème} Cycle :	Professeur Marc DEBOUVERIE
- 3 ^{ème} Cycle :	
« DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques »	Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI
« DES Spécialité Médecine Générale	Professeur Francis RAPHAËL
- Filières professionnalisées :	M. Walter BLONDEL
- Formation Continue :	Professeur Hervé VESPIGNANI
- Commission de Prospective :	Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT
- Recherche :	Professeur Didier MAINARD
- Développement Professionnel Continu :	Professeur Jean-Dominique DE KORWIN
Assesseurs Relations Internationales	Professeur Jacques HUBERT

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX
Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain BERTRAND - Pierre BEY – Patrick BOISSEL
Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL
Claude CHARDOT - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE
Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE Jean
FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD
Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN - Claude HURIET
Christian JANOT – Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES
Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS
Michel MANCIAUX - Jean-Pierre MALLIÉ – Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Denise MONERET-VAUTRIN
Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS
Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU – Jacques POUREL
Jean PREVOT - Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT
Michel SCHWEITZER – Claude SIMON - Danièle SOMMELET – Jean-François STOLTZ
Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ - Gérard VAILLANT - Paul VERT
Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS
PRATICIENS HOSPITALIERS**

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeur Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER

Professeur René ANXIONNAT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Professeur Ali DALLOUL

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIIEWSKI

3^{ème} sous-section : (Maladies infectieuses ; maladies tropicales)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (Épidémiologie, économie de la santé et prévention)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

2^{ème} sous-section : (Médecine et santé au travail)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (Médecine légale et droit de la santé)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUSSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Hématologie ; transfusion)

Professeur Pierre BORDIGONI - Professeur Jean-François STOLTZ – Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie et réanimation chirurgicale ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES – Professeur Gérard AUDIBERT – Professeur Thomas FUCHS-BUDER

2^{ème} sous-section : (Réanimation médicale ; médecine d'urgence)

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT

Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP et RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI
Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE – Professeur Luc TAILLANDIER

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN
Professeur Thierry CIVIT

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD

Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL

Professeur Christian de CHILLOU

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY – Professeur Christine PERRET-GUILLAUME

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER

Professeur François FEILLET - Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (*Oto-rhino-laryngologie*)

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeur Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (*Ophtalmologie*)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3^{ème} sous-section : (*Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie*)

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur Jean-Marc BOIVIN

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT – Docteur Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Docteur Edouard BARRAT – Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Docteur Aude BRESSENOT

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Docteur Damien MANDRY

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN – Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND

Docteur Shyue-Fang BATTAGLIA

3^{ème} sous-section : (*Biologie Cellulaire*)

Docteur Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)

Docteur Francine MORY – Docteur Véronique VENARD – Docteur Hélène JEULIN

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU – Madame Marie MACHOUART

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteur Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

2^{ème} sous-section : (*Médecine et Santé au Travail*)

Docteur Isabelle THAON

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Docteur Laurent MARTRILLE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Docteur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique)*)

Docteur Lina BOLOTINE

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteur Céline BONNET

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

3^{ème} sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique*)

Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT – Docteur Nicolas GAMBIER

50^{ème} Section : RHUMATOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Rhumatologie*)

Docteur Anne-Christine RAT

3^{ème} sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Docteur Anne-Claire BURSZEJN

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie*)

Docteur Laure JOLY

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

3^{ème} sous-section :

Docteur Olivier MOREL

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Elisabeth STEYER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE

Monsieur Vincent LHUILLIER

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK – Monsieur Walter BLONDEL

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Mademoiselle Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Mr Nick RAMALANJAONA

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY
Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA
Madame Nathalie MERCIER

66^{ème} section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

67^{ème} section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE

Madame Nadine MUSSE

PROFESSEURS ASSOCIÉS

Médecine Générale

Professeur associé Francis RAPHAEL

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteur Jean-Louis ADAM
Docteur Paolo DI PATRIZIO
Docteur Sophie SIEGRIST
Docteur Arnaud MASSON

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Jean-Marie ANDRÉ - Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Pierre BEY
Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Michel BOULANGÉ – Professeur Jean-Pierre CRANCE
Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ
Professeur Simone GILGENKRANTZ - Professeur Michèle KESSLER - Professeur Henri LAMBERT
Professeur Denise MONERET-VAUTRIN – Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS
Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON - Professeur Jacques POUREL
Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER - Professeur Gilbert THIBAUT
Professeur Hubert UFFHOLTZ – Professeur Paul VERT
Professeur Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

A notre Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur Gilles Dautel, Professeur de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique.

Soyez vivement remercié pour l'honneur que vous nous faites en siégeant à notre jury et d'en avoir accepté sa Présidence.

Votre précision chirurgicale, vos connaissances, votre calme et votre respect sont pour nous un modèle.

Vous nous avez accordé votre confiance et accepté dans votre service pour que nous puissions bénéficier de votre enseignement, nous donnant ainsi le privilège de faire partie de vos élèves. Nous espérons ne pas vous décevoir.

A notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur François Dap, Professeur de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique.

Vous nous faites l'honneur de faire partie des membres de notre jury et de juger cette thèse.

Vous nous avez impressionné par vos connaissances bibliographiques et nous avons apprécié de nous en faire bénéficier.

Nous sommes fiers de faire partie de vos élèves.

A notre Maître et Juge,

Madame le Professeur Isabelle Auquit-Auckbur, Professeur de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique.

Vous nous avez donné la vocation de la chirurgie de la main alors que nous n'étions qu'externe et vous nous l'avez confirmée alors que nous n'étions que faisant fonction d'interne.

Soyez assurée de toute notre gratitude pour avoir accepté de juger cette thèse.

A notre Juge,

Monsieur le Docteur Stéphane Barbary, Chirurgien Orthopédiste et Chirurgien de la Main.

Tu nous fais l'honneur de juger cette thèse.

Tu es à l'origine de ce travail pour nous avoir permis de t'assister à plusieurs reprises lors de ce type de reconstruction.

Nous avons apprécié de travailler à tes côtés afin d'acquérir ta précision et ta rapidité microchirurgicale.

A notre ancien Maître,

Monsieur le Professeur Duparc, Professeur d'Anatomie,

En reconnaissance de nous avoir accordé votre confiance en nous accueillant en tant que faisant fonction d'interne dans le service de Chirurgie Orthopédique du CHU de Rouen et d'avoir été notre maître pour le certificat d'anatomie.

A notre ancien Maître,

Monsieur le Docteur Roberto Beccari,

Vous nous faites l'honneur d'assister à cette thèse.

Vous avez su nous guider sur la voie à prendre en fin d'externat et avez toujours veillé sur nous durant l'internat.

Que ce travail soit le gage de notre sincère reconnaissance.

A nos Maîtres d'internat,

Monsieur le Professeur F. Dap
Monsieur le Professeur G. Dautel
Monsieur le Professeur L. Galois
Monsieur le Professeur P. Journeau
Monsieur le Professeur P. Lascombes
Monsieur le Professeur D. Mainard
Monsieur le Professeur D. Molé
Monsieur le Professeur F. Sirveaux

A nos Praticiens Hospitaliers et Chefs de Clinique,

Monsieur le Docteur S. Barbary
Monsieur le Docteur E. Choufani
Monsieur le Docteur A. Dederichs
Monsieur le Docteur C. Dezaly
Monsieur le Docteur J. Diligent
Monsieur le Docteur N. Gibert
Madame le Docteur L. Goffinet
Monsieur le Docteur T. Haumont
Monsieur le Docteur T. Jager
Monsieur le Docteur F. Medrykowski
Monsieur le Docteur N. Paris
Monsieur le Docteur R. Philippe
Monsieur le Docteur M. Pozzetto
Monsieur le Docteur O. Roche
Monsieur le Docteur Y. Vincelet
Monsieur le Docteur F. Wein

Une pensée particulière à Antoine et Thomas qui nous ont «supporté» deux ans de suite. Merci de votre apprentissage, confiance et exigence. Vous avez assuré notre formation chirurgicale durant ces deux ans, nous permettant d'entamer notre post-internat en toute sérénité.

A nos Maîtres, Praticiens Hospitaliers et Chefs de Clinique de Rouen :

Madame le Professeur I. Auquit-Auckbur
Monsieur le Professeur F. Duparc
Monsieur le Docteur R. Beccari
Monsieur le Docteur JP. Mure

A Monsieur le Docteur Pétry et tout son service de rééducation qui participent aux bons résultats du service.

A Madame le Docteur Michèle de Gaspéry qui a su nous apporter son aide pour toute l'étude statistique.

A Madame le Docteur Sibylle Bevilacqua pour sa disponibilité et son aide dans la prise en charge des patients septiques.

A Sandra, ma secrétaire. Merci de ta gentillesse, bonne humeur et surtout de ta compétence. Avec toi, tout est toujours possible et il n'y a jamais de problème.

A mes co-internes...A Marie, Emeline, Eva, Clotilde qui font partie comme nous de ces quelques filles en orthopédie, adulte ou infantile. A mes co-internes de chirurgie de la main, Pierre-Yves, Benoit, Nicolas, Jérémie. A mes co-internes «vrais» orthopédistes, Guillaume, Jean-Manuel, Arnaud, Damien.

A tout le personnel de chirurgie de la main que ce soit le quatrième, l'ambulatorio, le bloc opératoire, les urgences, la consultation. Merci de votre compétence et de votre soutien.

A mes parents qui m'ont toujours soutenue dans mon choix de m'engager dans les études médicales et plus particulièrement chirurgicales. Merci d'avoir toujours été présents, j'espère que vous êtes fiers de moi.

A ma grand-mère que j'aurais aimé avoir à mes côtés...Tu as su que j'allais devenir médecin mais tu n'as pas eu le temps de voir que la «dernière de tes petites filles» allait devenir chirurgien de la main.

A mon grand-frère, Cyril, et ma grande-soeur, Hélène, toujours là pour soutenir et protéger leur petite soeur.

A mes amies de Rouen, Amélie, Anne, Nadia...Vous m'avez soutenue durant ces années d'expatriation par vos coups de fils, lettres, colis ou séjours en Lorraine. Votre amitié est pour moi très précieuse.

A Elise super externe qui est devenue une super amie.

A Cédric qui comble ma vie depuis peu...

Enfin, à tous ceux que j'aurais oubliés...

SERMENT

"Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

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

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

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque".

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION : page 1

PREMIERE PARTIE : GENERALITES : page 2 à 20

1. ANATOMIE DE LA FIBULA : page 2 à 5

1.1. généralités

1.2. le corps

1.2.1. face latérale

1.2.2. face médiale

1.2.3. face postérieure

1.3. l'extrémité supérieure ou tête de la fibula

1.4. l'extrémité inférieure ou malléole externe

2. VASCULARISATION : page 5 à 6

2.1. vascularisation de la fibula

2.2. vascularisation musculaire et cutanée

3. PRELEVEMENT : pages 7 à 14

3.1. lambeau osseux

3.2. lambeau ostéo-septo-cutané

3.3. lambeau ostéo-musculaire

4. BILAN PRE-OPERATOIRE D'IMAGERIE : page 15 à 18

- 4.1. généralités
- 4.2. l'artériographie
- 4.3. l'angioscanner
- 4.4. l'angiIRM
- 4.5. l'écho-doppler

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODE : page 19 à 25

1. CRITERES D'INCLUSION : page 19

2. DONNEES PRE-OPERATOIRES : page 19 à 21

- 2.1. patients
- 2.2. étiologie
- 2.3. interventions avant la reconstruction par fibula vascularisée
- 2.4. évaluation clinique
- 2.5. évaluation paraclinique
 - 2.5.1. biologique
 - 2.5.2. bactériologique
 - 2.5.3. imagerie vasculaire
 - 2.5.4. imagerie infectieuse
 - 2.5.5. radiographie

3. DONNEES PER-OPERATOIRES : page 21 à 22

3.1. prélèvement osseux et reconstruction osseuse

3.2. couverture cutanée

3.3. sutures vasculaires

3.4. bactériologie

4. DONNEES POST-OPERATOIRES : page 22 à 23

4.1. complications post-opératoires du site donneur

4.2. complications post-opératoires du site receveur

4.3. fractures de stress

4.4. fixateur externe et appui

4.5. interventions post reconstruction par fibula vascularisée

4.6. récurrence de l'infection

4.7. consolidation

5. DONNEES A LA REVUE : page 23 à 25

5.1. données subjectives

5.2. données cliniques

5.2.1. appui

5.2.2. amplitudes articulaires site donneur

5.2.3. amplitudes articulaires site receveur

5.3. données radiographiques

5.3.1. hypertrophie

5.3.2. cal vicieux

TROISIEME PARTIE : RESULTATS : page 26 à 41

1. DONNEES PRE-OPERATOIRES : page 26 à 32

1.1. patients

1.2. étiologie

1.3. interventions avant la reconstruction par fibula vascularisée

1.4. évaluation clinique

1.5. évaluation paraclinique

1.5.1.biologique

1.5.2. bactériologique

1.5.3. imagerie vasculaire

1.5.4. imagerie infectieuse

1.5.5. radiographie

2. DONNEES PER-OPERATOIRES : page 32 à 34

2.1. prélèvement osseux et reconstruction osseuse

2.2. couverture cutanée

2.3. sutures vasculaires

2.4. bactériologie

3. DONNEES POST-OPERATOIRES : page 34 à 40

3.1. complications post-opératoires du site donneur

3.2. complications post-opératoires du site receveur

3.3. fractures de stress

3.4. fixateur externe et appui

3.5. interventions post reconstruction par fibula vascularisée

3.6. récurrence de l'infection

3.7. consolidation

4.DONNEES A LA REVUE : page 40 à 41

4.1. données subjectives

4.2. données cliniques

4.2.1. appui

4.2.2. amplitudes articulaires site donneur

4.2.3. amplitudes articulaires site receveur

4.3. données radiographiques

4.3.1. hypertrophie

4.3.2. cal vicieux

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION : page 42 à 53

1. LA CONSOLIDATION : page 42 à 48

1.1. comportement biologique des greffes osseuses non vascularisées et vascularisées

1.2. consolidation des greffes osseuses osseuses vascularisées

1.3. consolidation des greffes osseuses non vascularisées versus vascularisées

1.4. alternative aux greffes vascularisées

2. MONTAGE, BRANCHEMENT VASCULAIRE ET OSTEOSYNTHESE : page 48 à 50

3. FRACTURE DE STRESS : page 50 à 51

4. HYPERTROPHIE : page 51 à 52

5. MORBIDITE DU SITE DONNEUR : page 52 à 53

CINQUIEME PARTIE : CAS CLINIQUES : page 54 à 62

1. MONSIEUR M., né le 24/08/1953 : page 54 à 58

1.1. histoire de la maladie

1.2. résultats

1.3. revue

1.4. évolution radiographique

2. MONSIEUR G., né le 23/11/1959 : page 58 à 62

2.1. histoire de la maladie

2.2. résultats

2.3. revue

2.4. évolution radiographique

CONCLUSION : page 63

BIBLIOGRAPHIE : page 64 à 69

ANNEXES : page 70 à 76

INTRODUCTION

Les pseudarthroses septiques, ostéites ou pertes de substance osseuse infectées posent deux problèmes simultanés. Le premier, est le problème osseux avec à la fois la reconstruction du défaut osseux et sa consolidation. Le deuxième est le problème infectieux. Les greffes osseuses vascularisées permettent simultanément de leur apporter une solution par la reconstruction osseuse avec meilleure consolidation et défense contre l'infection du fait de la préservation de la vascularisation. Taylor [1], en 1975, fut le premier à décrire le prélèvement de fibula vascularisée. Il faudra attendre 1979 pour avoir la première description française par Gilbert [2].

Le but de ce travail est d'évaluer à la fois sur le plan osseux et infectieux, la reconstruction des membres, inférieur et supérieur, dans un contexte septique, par fibula vascularisée.

Nous rappellerons, d'abord des généralités sur l'anatomie, la vascularisation et les techniques de prélèvement de la fibula ainsi que les différents type d'imagerie pré-opératoire.

Ensuite, nous analyserons la reconstruction des membres dans un contexte septique par fibula vascularisée chez 35 patients opérés entre 1996 et 2011 dans le service de Chirurgie de la Main et de Chirurgie Reconstructrice de l'Appareil Locomoteur du CHU de Nancy.

Puis, notre discussion portera sur les avantages et inconvénients des reconstructions par fibula vascularisée.

Enfin, nous illustrerons notre étude par deux cas cliniques.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1. ANATOMIE DE LA FIBULA [3] [4]

1.1. généralités

La fibula est un os long, grêle, qui forme avec le tibia le squelette de la jambe. Elle se trouve en position externe. Elle présente un corps où s'insèrent les différents muscles et deux extrémités, l'une supérieure qui s'articule avec le tibia, l'autre, inférieure qui s'articule avec l'astragale.

1.2. le corps

Il est prismatique, triangulaire et comporte trois faces : une latérale, une médiale et une postérieure.

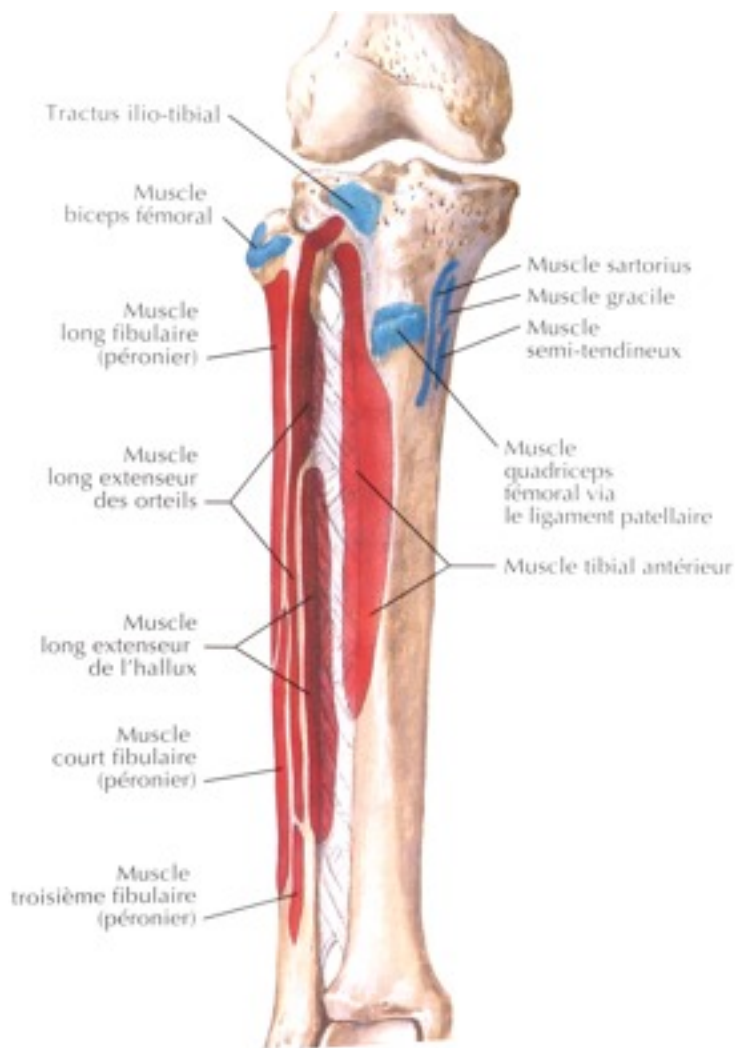
1.2.1. face latérale

Elle est convexe en haut et déprimée en gouttière longitudinale dans sa partie moyenne. A sa partie supérieure, elle donne insertion au *muscle long fibulaire*, alors qu'à sa partie inférieure s'insère le *court fibulaire*. La partie distale est divisée par une crête oblique en bas et en arrière en deux segments : l'un, antérieur, libre de toute insertion et sous cutanée ; l'autre, postérieur, déprimé en gouttière dans laquelle glissent les tendons fibulaires.

1.2.2. face médiale

Elle est parcourue de haut en bas par la crête interosseuse sur laquelle vient s'insérer la membrane interosseuse qui le relie au tibia. La partie antérieure appartient donc à la loge antérieure qui donne naissance au *muscle long extenseur des orteils* et au *long extenseur de l'hallux*. La partie postérieure appartient à la loge postérieure. Elle est déprimée en gouttière dans ses deux tiers supérieure où s'attache le *muscle tibial postérieur*.

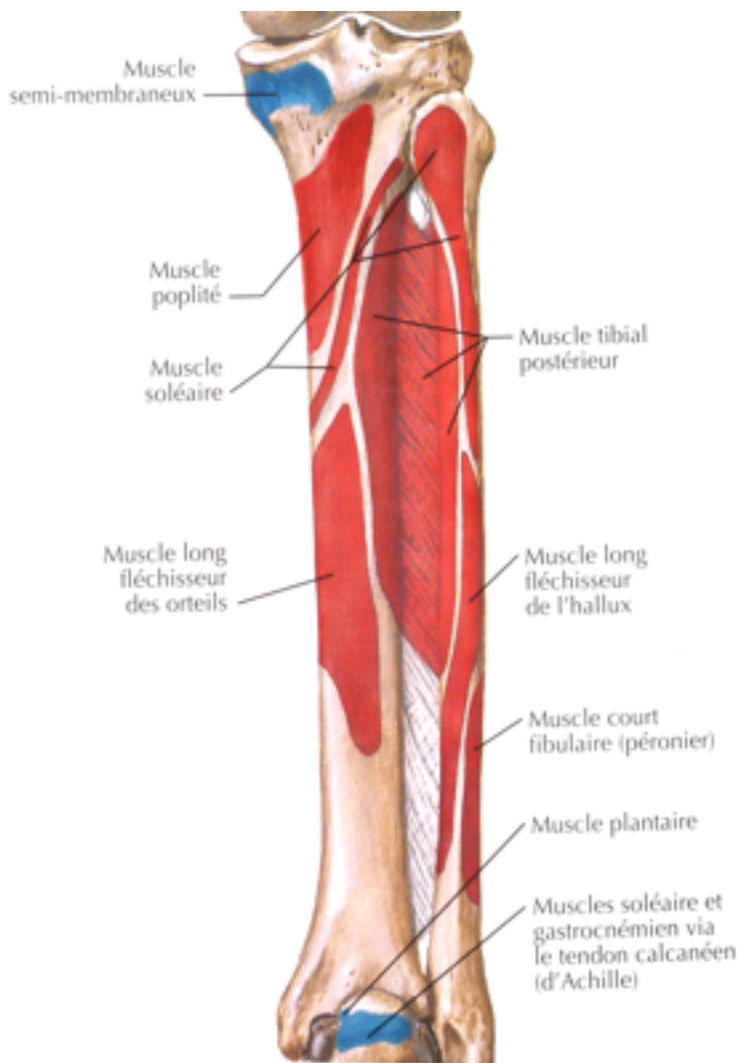
Figure 1 : vue antérieure des deux os de la jambe avec les insertions musculaires (en rouge, l'origine et en bleu, la terminaison) [4]



1.2.3. face postérieure

Dans son tiers supérieur, cette face est convexe, rugueuse et donne insertion au *muscle soléaire*. C'est dans sa partie moyenne plus large que se fixe le *muscle long fléchisseur de l'hallux*. Elle comporte également le trou nourricier principal à l'union du tiers proximal et du tiers moyen. Dans son quart inférieur, elle dévie en dedans et se met dans le même plan que la face interne.

Figure 2 : vue postérieure des deux os de la jambe avec les insertions musculaires (en rouge, l'origine et en bleu, la terminaison) [4]



1.3. l'extrémité supérieure ou tête de la fibula

Elle a la forme d'un cône à base supérieure prolongée en arrière et en dehors par l'apophyse styloïde. Elle est unie au corps par le col au contact duquel chemine le nerf fibulaire commun. Il se divise dans un tunnel ostéomusculaire formé par le col et par le *muscle long fibulaire* en nerf fibulaire superficiel qui descend verticalement et en nerf fibulaire profond qui traverse la cloison intermusculaire latérale.

La face supérieure, ou base, présente à sa partie interne une surface articulaire arrondie, plane, regardant en haut, en dedans et en avant. Elle s'articule avec la surface fibulaire de l'extrémité supérieure du tibia. La fibula ne s'articule donc pas avec le fémur.

Le ligament latéral externe court et le tendon du biceps s'insèrent sur l'apophyse styloïde.

La face externe porte à sa partie haute une empreinte pour l'insertion du ligament latéral externe du genou et au dessous, une autre pour l'insertion du *muscle long fibulaire*.

1.4. l'extrémité inférieure ou malléole externe

Elle est allongée du haut vers le bas et aplatie transversalement. Elle est plus longue, plus volumineuse et descend plus bas que la malléole interne. La partie antérieure de la face externe est libre de toute insertion et est sous cutanée. Sa partie postérieure est déprimée en gouttière dans laquelle chemine les tendons des *muscles long et court fibulaires*.

La face interne présente une surface articulaire, triangulaire, à base supérieure, convexe, qui s'articule avec l'astragale. En arrière, une fossette donne insertion au faisceau fibulo-astragalien postérieur du ligament latéral externe. Au dessus de la surface articulaire s'insère le ligament interosseux tibio-fibulaire.

Le bord antérieur, épais, donne insertion de haut en bas, au ligament tibio-fibulaire antérieur et au ligament latéral externe (faisceau antérieur, fibulo-astragalien antérieur et le faisceau moyen, fibulo-calcanéen).

Le bord postérieur donne attache au ligament tibio-fibulaire postérieur. Sur le sommet, mousse et bi-tuberculeux, se fixe le faisceau moyen du ligament latéral externe.

2. VASCULARISATION [3] [4]

2.1. vascularisation de la fibula

La vascularisation de la fibula est double : médullaire et périostée, assurée par l'artère fibulaire. L'artère fibulaire est la branche externe de la bifurcation externe du tronc tibio-fibulaire et dont la branche interne est représentée par l'artère tibiale postérieure. Elle descend verticalement dans la loge externe de la jambe entre le *muscle tibial postérieur* et le *muscle long fléchisseur de l'hallux* à sa partie supérieure puis entre la membrane interosseuse et le *muscle long fléchisseur de l'hallux*. Elle se termine en branche antérieure qui perfore la membrane interosseuse pour venir s'anastomoser avec l'artère malléolaire externe (branche de l'artère tibiale antérieure) et en branche postérieure qui descend en arrière de la malléole externe pour s'anastomoser avec des branches de l'artère tibiale postérieure.

La vascularisation endomédullaire est assurée par l'artère fibulaire qui pénètre à la jonction tiers proximal tiers moyen de la face postérieure de la diaphyse. Elle donne également de nombreuses collatérales circonférentielles, tout au long de la fibula, permettant une vascularisation périostée.

Il existe de nombreuses variations anatomiques. Nakazawa a retrouvé un cas où l'artère fibulaire provenait de l'artère tibiale antérieure et les perforantes de l'artère tibiale postérieure.[5]

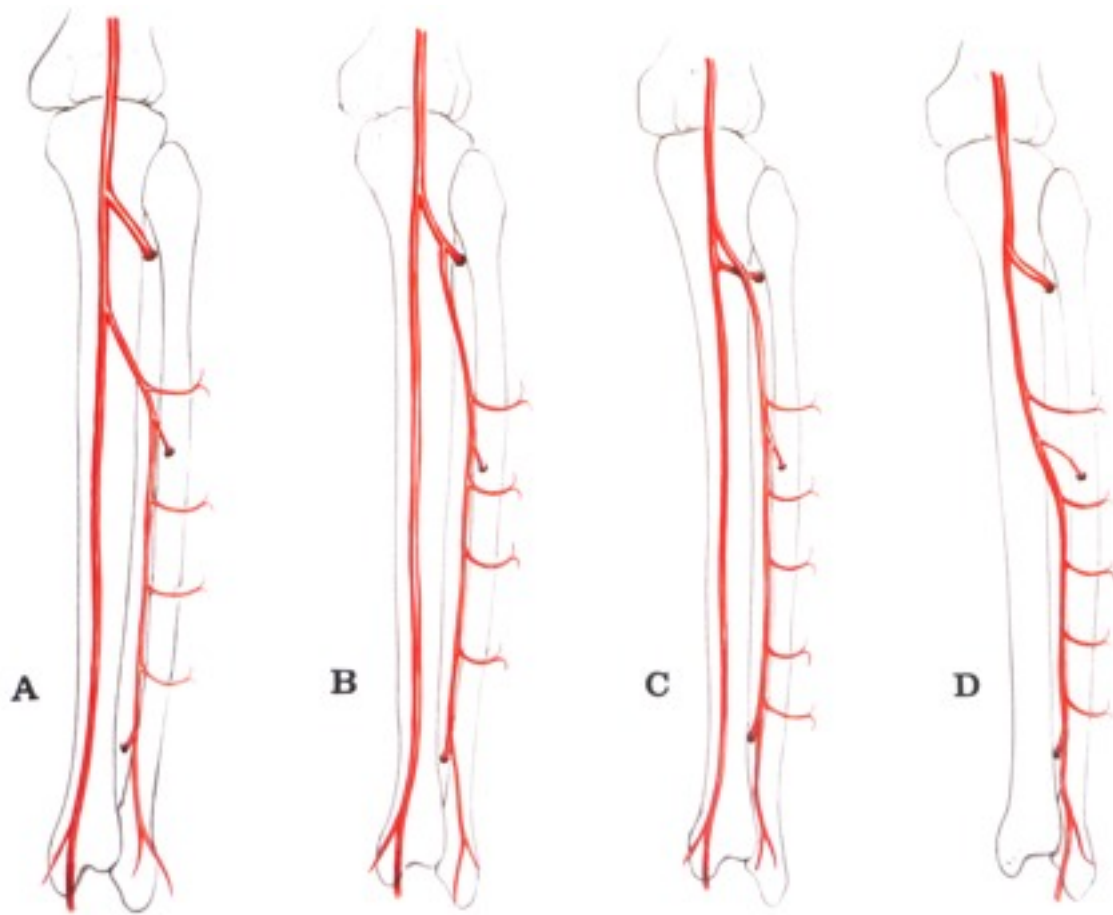
A noter que l'épiphyse proximale de la fibula a sa propre vascularisation assurée par l'artère inféro-latérale du genou (branche de l'artère poplitée) et par des branches de l'artère tibiale antérieure.

L'artère tibiale antérieure permet à elle seule de prélever l'épiphyse proximale et 13 cm de diaphyse.[6]. Le prélèvement proximal est particulièrement intéressant chez l'enfant puisqu'il comporte la plaque de croissance.

Le retour veineux est assuré par des veines comitantes parallèles à l'artère.

Le diamètre des vaisseaux fibulaires varie de 1,5 à 2,5 mm pour l'artère et de 2 à 4 mm pour les veines [7].

Figure 3 : variations anatomiques de l'artère fibulaire [8] : A : l'artère fibulaire provient du tronc tibio-péronier (90% des cas), B : l'artère fibulaire provient de l'artère tibiale antérieure (1% des cas), C : l'artère fibulaire provient de l'artère poplitée (1% des cas), D : l'artère fibulaire remplace l'artère tibiale postérieure



2.2. vascularisation musculaire et cutanée

L'artère fibulaire envoie :

- des branches cutanées directes passant dans la cloison intermusculaire entre le *muscle soléaire* en arrière et les *muscles long et court fibulaires* en avant,
- des branches musculo-cutanées passant au travers du *muscle soléaire* et des *muscles long et court fibulaires* et se distribuant ensuite à la peau.

Cette spécificité anatomique permet le prélèvement de transfert composite, ostéo-septo-cutané ou ostéo-musculo-cutané permettant de combler un défaut osseux et d'assurer une couverture cutanée dans le même temps opératoire.

Le nombre moyen de perforante varie de 3,58 à 4,8 selon les études [9] [10].

Les perforantes septo-cutanées sont prédominantes en distalité alors que les perforantes musculo-cutanées sont majoritairement situées dans le tiers proximal [11] [12]. Dans son étude, Ribuffo [11] retrouve toujours au moins une perforante septo-cutanée distale.

En ce qui concerne les perforantes musculo-cutanées, dans deux tiers des cas, elles traversent le *muscle soléaire* et dans un tiers des cas le *muscle long fléchisseur de l'hallux* [9].

3. PRELEVEMENT

3.1. lambeau osseux [12] [13] [14] [15]

Initialement, Taylor [1] utilisait un abord postérieur chez un patient en décubitus ventral. Actuellement, l'abord latéral décrit par Gilbert [2] est le plus utilisé. Le patient est installé en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse homolatérale au prélèvement afin de mettre le membre inférieur en rotation interne et avoir accès à la face latérale de la jambe. Une légère flexion du genou est également nécessaire afin de détendre les *muscles gastrocnémiens*. Un garrot est placé à la racine de la cuisse.

L'incision cutanée est longitudinale, face externe de jambe, selon une ligne passant par la tête de la fibula et la pointe de la malléole externe. L'incision cutanée se poursuit jusqu'au fascia crural. L'espace entre le compartiment des *muscles fibulaires*, situé en avant et celui du *muscle soléaire*, situé en arrière, est identifié afin d'avoir accès à la face latérale de la fibula. L'exposition osseuse s'effectue en ménageant autour de la diaphyse une «cuff» musculaire d'un millimètre d'épaisseur préservant ainsi la vascularisation périostée de la fibula.

Les *muscles fibulaires* sont réclinés en avant et donnent ainsi accès au septum qui sépare la loge antérieure de la loge externe. Celui-ci est incisé afin d'avoir accès à la loge antérieure où les *muscles extenseurs* sont écartés via des Faraboeufs permettant ainsi d'arriver sur la membrane inter-osseuse qui est incisée au plus près de la fibula afin de ne pas léser le pédicule tibial antérieur.

En arrière, le *muscle soléaire* est récliné et l'arcade du soléaire est sectionnée afin d'avoir accès au tronc artériel tibio-fibulaire. La dissection se poursuit en arrière avec la désinsertion du *muscle long fléchisseur de l'hallux* dont une cuff musculaire est laissée afin de protéger le pédicule fibulaire et de favoriser le retour veineux. Le pédicule fibulaire est ainsi exposé et le nerf tibial postérieur est repéré et protégé. La dissection passe entre le pédicule fibulaire en dehors et le paquet tibial postérieur en dedans.

Le périoste est incisé et rétracté aux deux extrémités du prélèvement et les ostéotomies se font à la scie oscillante sous irrigation et en protégeant muscles et éléments nobles. Le prélèvement osseux est centré sur le trou nourricier, tiers moyen de la fibula. Ces deux ostéotomies permettent une désinsertion plus facile du *muscle tibial postérieur* en manipulant, avec soin, le prélèvement osseux..

Les vaisseaux fibulaires sont disséqués en proximal après avoir réséqué, si besoin, une baguette osseuse de fibula. Cette baguette pourra être utilisée, comme greffe osseuse non vascularisée. Cette résection proximale de la fibula permet également d'obtenir un pédicule plus long évitant ainsi le recours à un pontage veineux.

Puis le pédicule est ligaturé en distal. La fibula est levée de distal en proximal avec son pédicule jusqu'au tronc tibio-fibulaire.

Le garrot est lâché afin de permettre une re-circulation dans le greffon et de vérifier la vascularisation osseuse par le saignement des tranches d'ostéotomie.

L'artère fibulaire est sectionnée à la jonction tibio-fibulaire puis les vaisseaux sont préparés selon les techniques habituelles de microchirurgie à savoir adventicectomie et héparinisation.

L'ostéotomie distale doit se faire au maximum à 6 cm de la pointe de la malléole externe afin de préserver la stabilité de la cheville. De même, l'ostéotomie proximale se fait à 6 cm de la tête afin de protéger le nerf fibulaire commun.

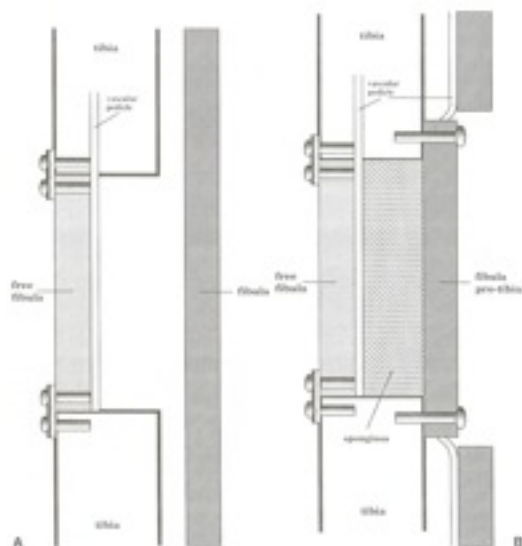
La fermeture du site donneur se fait plan par plan sur drain de redon aspiratif. Certains [7] propose la suture du muscle long fléchisseur de l'hallux à la membrane inter-osseuse.

La taille du prélèvement osseux peut aller jusqu'à plus de 25 cm chez l'adulte [7] [16].

Le prélèvement peut se faire en simple barreau ou en double barreau [17]. Le premier barreau, proximal, a donc une double vascularisation (périostée et endomédullaire) alors que le second barreau n'a qu'une vascularisation périostée [18]. Le prélèvement bifolié est particulièrement intéressant dans la reconstruction des os large tels que l'extrémité inférieure du fémur, l'extrémité proximale du tibia ou encore l'humérus distal [18].

Une autre technique consiste à prélever les deux fibulas, soit dans le même temps opératoire [19], soit 6 à 8 semaines d'intervalle [16] dans les reconstructions de tibia. La première fibula libre est encastrée en intramédullaire et la deuxième est pédiculée et apposée au site receveur.

Figure 4 : double barreau avec deux fibulas [16]



A : transfert de la première fibula libre

B : transfert de la deuxième fibula, après un intervalle de 6 semaines avec greffe spongieuse.

3.2. lambeau ostéo-septo-cutané

Chen et Al [20] a été le premier à décrire un prélèvement composite ostéo-septo-cutané. Le prélèvement de la fibula avec une palette cutanée elliptique a deux avantages [21] :

- le premier est de permettre une reconstruction osseuse et une couverture cutanée en un seul et même temps opératoire ;
- le deuxième est de permettre une surveillance du lambeau osseux ; la palette cutanée servant de monitoring. En cas de modification de la couleur, du temps de recoloration, du pouls capillaire de la palette, une reprise chirurgicale en urgence peut être nécessaire à la recherche d'une thrombose veineuse et ou artérielle [22] [23].

La palette cutanée est dessinée au tiers moyen, tiers distal [24] d'une ligne allant de la tête de la fibula à la pointe de la malléole externe et sera adaptée à l'analyse per-opératoire des perforantes. Yu [12] décale cette ligne de 2 cm en postérieur. La taille de la palette est fonction du défaut cutané à combler.

L'incision cutanée antérieure jusqu'au fascia est réalisée en faisant attention au nerf fibulaire superficiel. La peau est décollée en arrière afin de repérer l'espace entre les *muscles fibulaires* en avant, et le *muscle soléaire* en arrière. C'est dans cet espace que se trouve le fascia contenant les perforantes septo-cutanées directes. Il s'agit d'un repérage per-opératoire des perforantes. Elles peuvent être également repérées en pré-opératoire grâce à une imagerie vasculaire notamment l'écho-doppler [11] [24] [25]. La grande majorité des perforantes sont septo-cutanées et sont distales alors que les perforantes myo-cutanées sont plutôt proximales, traversant le *muscle soléaire* dans 2/3 des cas et le *muscle long fléchisseur de l'hallux* dans 1/3 des cas. [9] [12]. Ribuffo [11], dans son étude par angioscanner, retrouve toujours la présence d'au moins une perforante septale.

Une fois les perforantes repérées en per-opératoire, le dessin de la palette cutanée est modifiée afin de la centrer sur la ou les perforantes septales les plus proximales. Une perforante permet un prélèvement cutané maximal d'une surface de 7*12 cm. Si les perforantes sont musculo-cutanées, une partie du *muscle soléaire* est également prélevé. Pour Cho [10], lorsque la palette cutanée se trouve à moins de 20 cm de la tête de la fibula, une cuff musculaire du *soléaire* et du *long fléchisseur de l'hallux* est prélevé de façon systématique. Le reste de la dissection a été précédemment décrite. La fermeture cutanée du site donneur peut être directe lors de prélèvement de palette de petite taille mais fait appel le plus souvent à une greffe de peau prélevée au dermatome face interne de cuisse et expansée.

Il a été également décrit le prélèvement de deux palettes cutanées, la première basée sur une perforante proximale et la deuxième basée sur une perforante distale. Ce type de couverture est surtout utilisé dans les reconstructions maxillo-faciales [12].

La surface cutanée prélevée est fonction de la taille du défaut cutané sachant que certains auteurs [20] conseillent de prélever une palette un cinquième plus grande que celle du défaut. Le prélèvement peut aller jusqu'à une surface de 10*20 cm.

3.3. lambeau ostéo-musculaire

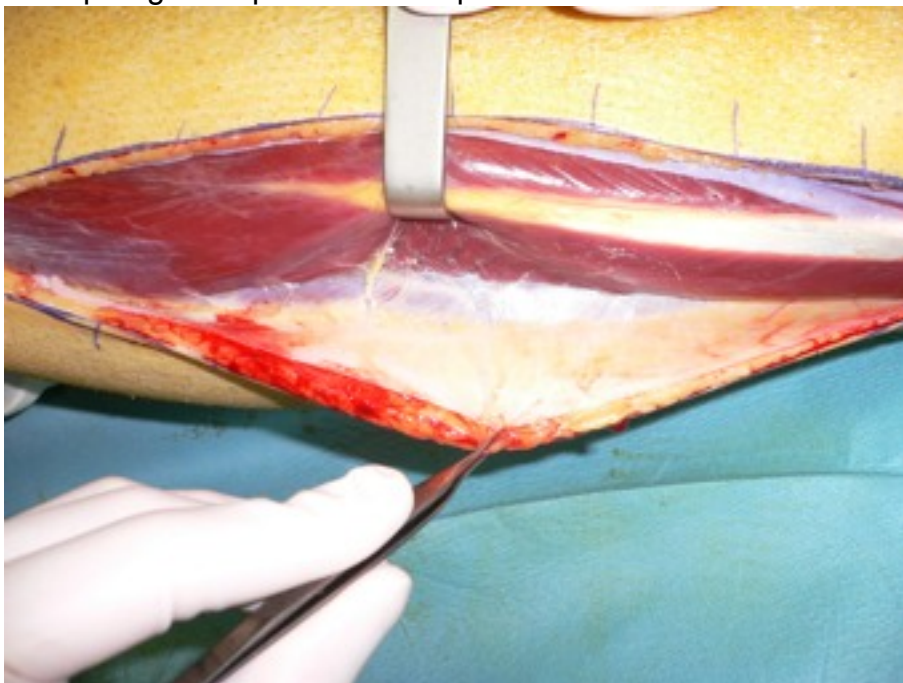
Ce type de transfert permet une reconstruction osseuse et le comblement d'une cavité lorsque la simple couverture cutanée n'est pas suffisante. La fibula est prélevée avec la portion latérale du *muscle soléaire*. Ce prélèvement est plus facile à réaliser sur un patient en décubitus ventral. L'incision cutanée est la même que pour le prélèvement du lambeau osseux. Le chef latéral du *muscle gastrocnémien* est soulevé donnant ainsi accès au *muscle soléaire*. A la partie proximale, il faut prendre soin du nerf fibulaire commun. Le *muscle soléaire* est sectionné progressivement le long de la ligne médiane, ainsi seule sa portion latérale est prélevée. Le reste de la dissection est identique à celle pratiquée pour le prélèvement isolé de la fibula.

Figure 5 : étapes montrants un prélèvement ostéo-septo-cutané

A : tracé de la palette cutanée



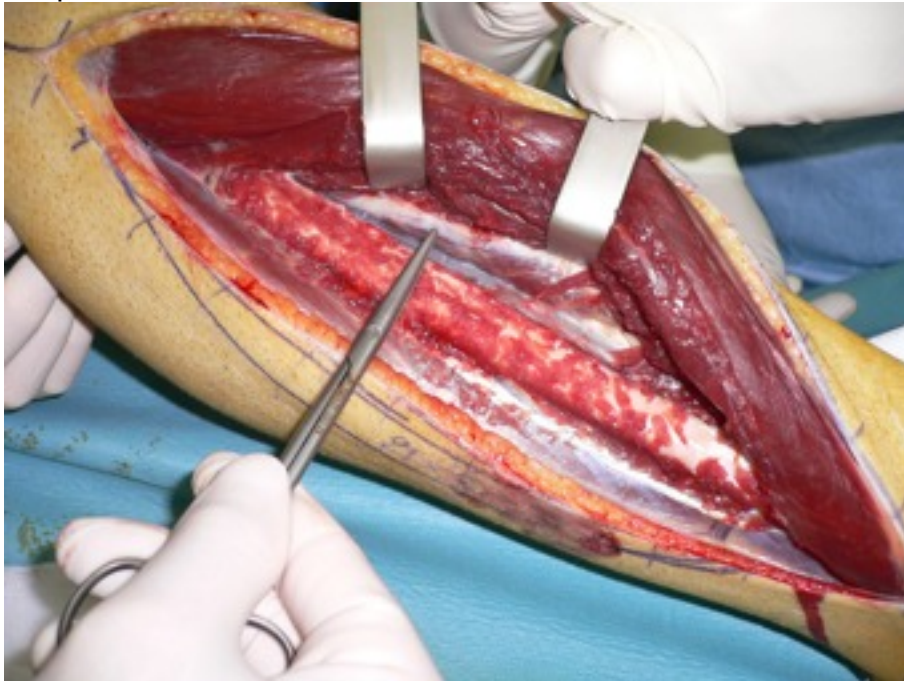
B : repérage des perforantes septo-cutanées



C : exposition de la face latérale de la fibula, les muscles fibulaires sont réclinés en avant et le muscle soléaire en arrière



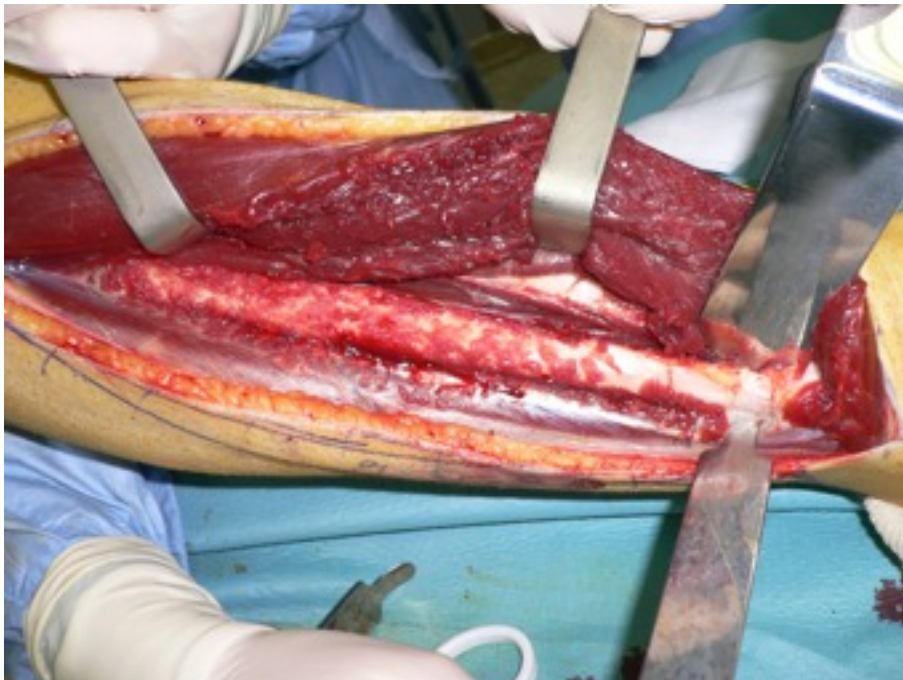
D : pédicule tibial antérieur



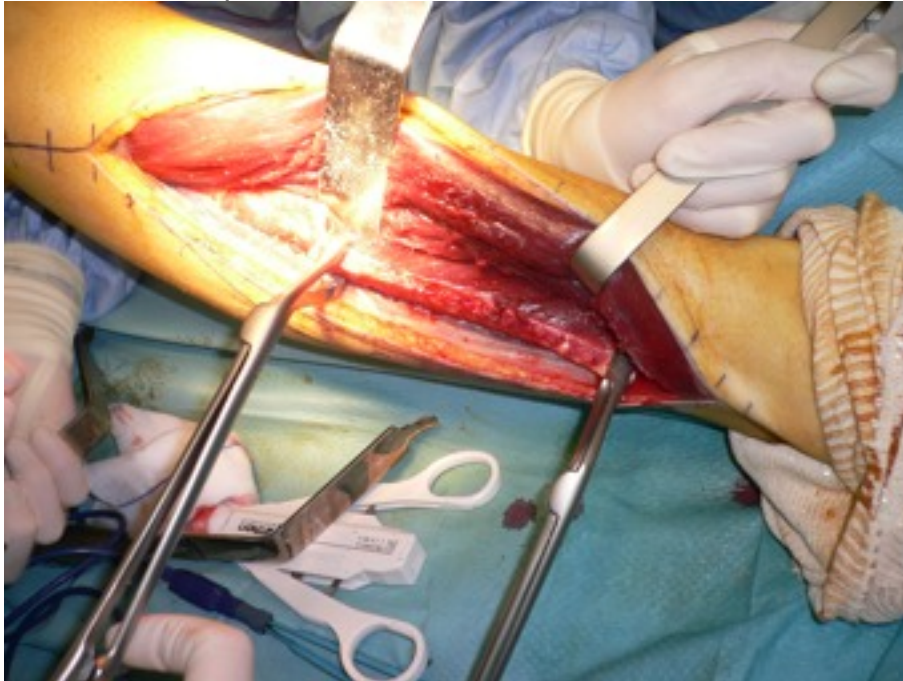
E : repérage du trait d'ostéotomie distal à au moins 6 cm de la pointe de la malléole



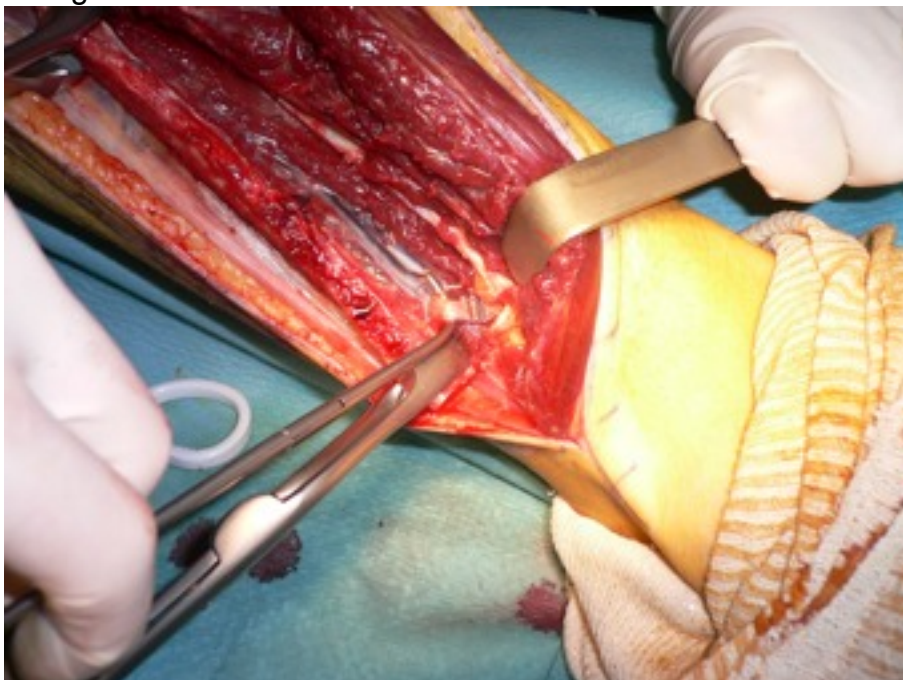
F : ostéotomie distale



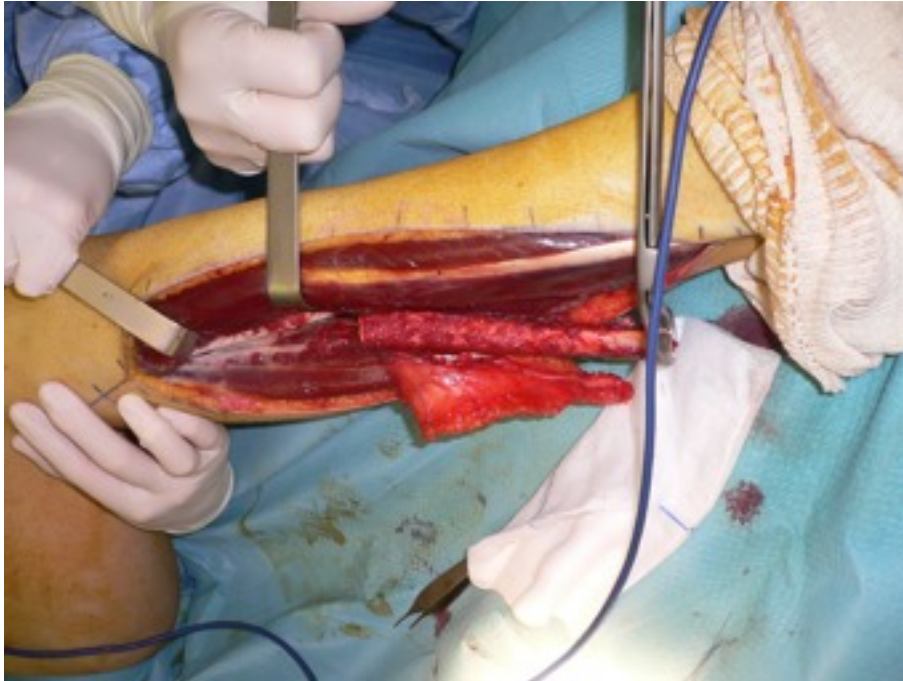
G : ostéotomie proximale



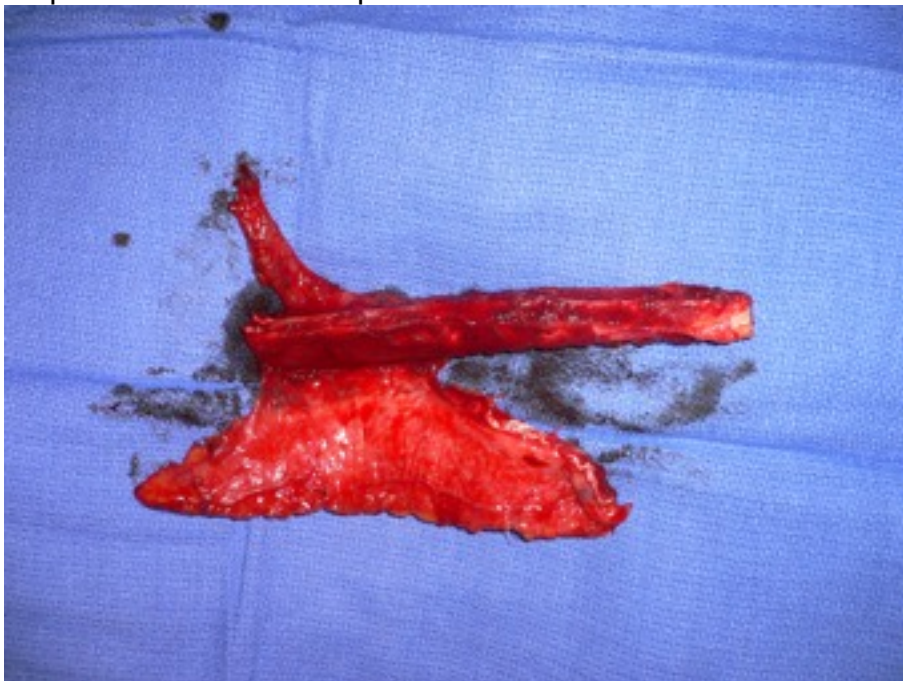
H : ligature distale de l'artère fibulaire



I : libération proximale du pédicule fibulaire



J : prélèvement ostéo-septo-cutané



4. BILAN PRE-OPERATOIRE D'IMAGERIE

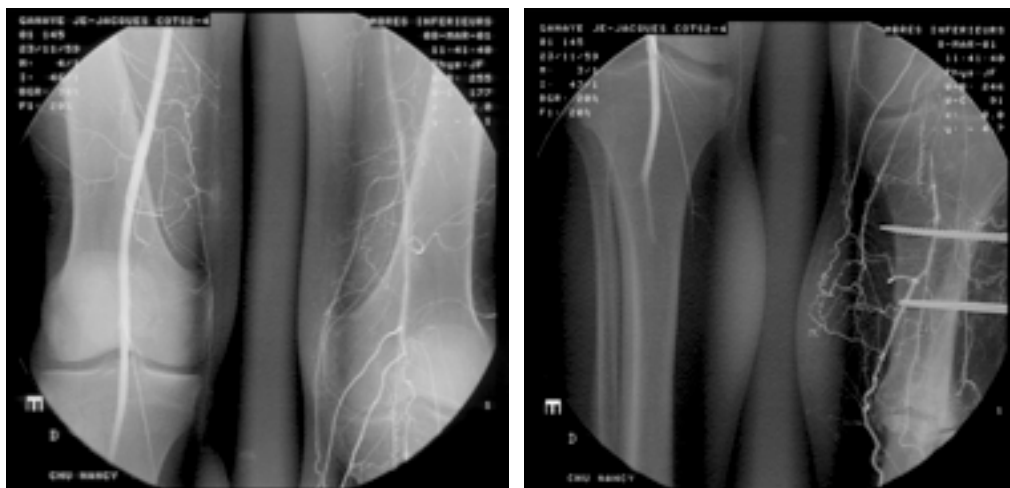
4.1. généralités

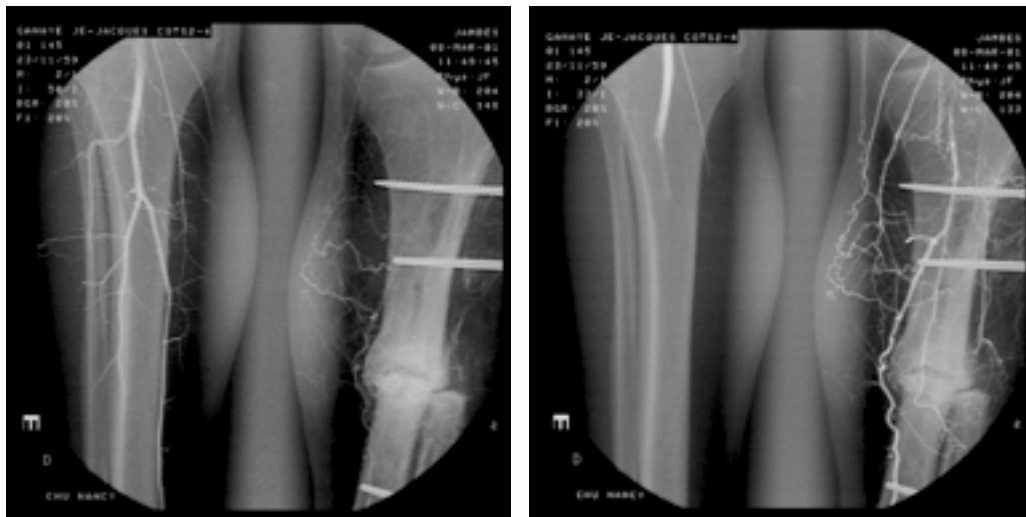
Le bilan d'imagerie pré-opératoire est très controversé [26] [27]. Beaucoup d'auteurs proposent de faire un bilan d'imagerie vasculaire pré-opératoire [28] de la fibula afin de rechercher des contre-indications à son prélèvement. Disa [29], quant à lui, le réserve aux patients ayant un examen vasculaire anormal (absence de pouls pédieux ou tibial postérieur), antécédent de claudication intermittente des membres inférieurs. En effet, certaines variations anatomiques telles que l'absence d'artère tibiale antérieure ou postérieure mettrait en jeu la vascularisation du pied avec un risque d'ischémie à son niveau en cas de vascularisation dominante du pied par l'artère fibulaire (artère fibulaire magna) [30]. De plus, la présence de sténose et ou d'athérome sur l'artère fibulaire met en jeu la qualité du prélèvement.

4.2. L'artériographie

L'artériographie est considérée comme le gold standard. Le produit de contraste iodé est injecté dans l'artère fémorale au niveau du triangle de Scarpa puis des clichés radiographiques sont tirés permettant de définir le trajets des trois axes vasculaires de la jambe (artère tibiale antérieure, artère tibiale postérieure et artère fibulaire) ainsi que les anastomoses et les perforantes. Dans son étude, Kessler et Al [28] ne retrouve que dans 40% des cas une anatomie vasculaire normale avec des artères saines (pas d'athérome, pas de sténose). Les risques de cette technique d'investigation sont nombreux : insuffisance rénale et allergie liées au produit de contraste iodé ; hématome, faux anévrisme, thrombose liées à la ponction artérielle ; sans oublier l'irradiation [31]. Le taux de complication varie de 3 à 5% [27].

Figure 6 : artériographie bilatérale, traumatisme de la jambe gauche : thrombose de l'artère poplitée et tibiale postérieure, artère tibiale antérieure revascularisée par un réseau périphérique du genou. A droite, les 3 axes jambiers sont perméables





4.3. L'angioscanner

Comme pour l'artériographie, un produit de contraste est injecté mais contrairement à celle-ci, il est injecté dans le système veineux périphérique évitant ainsi les complications liées à la ponction artérielle de l'artère fémorale. Il permet une cartographie vasculaire très précise avec une concordance per-opératoire proche de 100% [32]. L'angioscanner tend à remplacer l'artériographie [33]. En effet celui-ci est moins invasif, moins coûteux, et permet également l'analyse de l'os et des tissus mous pour des résultats au moins équivalents.

Figure 7 : angioscanner avec reconstruction des axes vasculaires : 3 axes vasculaires perméables à droite comme à gauche

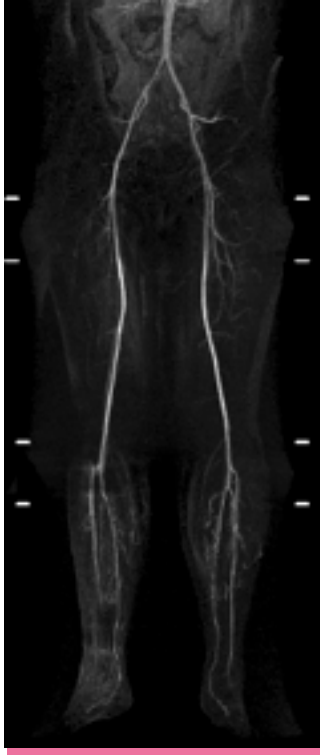


4.4. L'angiIRM

Alors que l'angiIRM semblait être une bonne alternative à l'artériographie [25] [31], Miller [34] dans sa récente étude retrouve que l'angiIRM ne permet pas une analyse

des perforantes. Les avantages sont pourtant très intéressants : pas d'irradiation, pas d'injection de produit de contraste, cependant son coût et sa disponibilité sont les facteurs limitants de cet examen.

Figure 8 : angiIRM : 3 axes vasculaires perméables à droite et à gauche



4.5. L'écho-doppler

L'écho-doppler est de plus en plus utilisé dans le bilan pré-opératoire. En effet, cet examen est non irradiant, sans injection de produit de contraste ; son coût est faible et sa disponibilité importante. Dans son étude, Smith [27] a réalisé chez 17 patients un écho-doppler et une artériographie afin de confirmer ou non la possibilité du prélèvement de la fibula. Les résultats de l'écho-doppler et de l'artériographie étaient concordants. Il en conclut donc, que l'écho-doppler est suffisant pour le bilan pré-opératoire. En effet, si celui-ci est normal, le prélèvement peut être effectué alors que si le doppler montre une courbe monophasique ou une absence de flux, le prélèvement est contre indiqué.

EXAMEN	AVANTAGES	INCONVENIENTS
artériographie	• gold standard • anatomie des axes vasculaires • analyse des perforantes • détecte les anomalies endovasculaires • disponibilité	• produit de contraste iodé : - allergie - insuffisance rénale • ponction artérielle : - hématome - faux anévrisme - thrombose • irradiation
angioscanner	• anatomie des axes vasculaires • analyse des perforantes • détecte les anomalies endovasculaires • coupes transversales fines • reconstruction 3D • disponibilité	• produit de contraste iodé : - allergie - insuffisance rénale • irradiation
angioIRM	• pas d'irradiation • pas d'injection de produit de contraste	• pas d'analyse des perforantes • coût • disponibilité
écho-doppler	• pas d'irradiation • pas d'injection de produit de contraste • disponibilité • coût • détecte les perforantes	• opérateur dépendant • pas d'analyse anatomique • analyse endovasculaire indirecte via la courbe du flux

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODE

1. CRITERES D'INCLUSION

Trente sept dossiers ont été analysés. Deux patients ont été exclus en raison de l'échec de la boucle artério-veineuse ne permettant pas la reconstruction par un transfert osseux vascularisé. Au total, 35 patients ont bénéficié d'une reconstruction osseuse par fibula vascularisée entre 1996 et 2011 dans le service de Chirurgie de la Main et de Chirurgie Reconstructrice de l'Appareil Locomoteur du CHU de Nancy. Il s'agissait de patient présentant une perte de substance osseuse dans un contexte septique (ostéïte, pseudarthrose septique, perte de substance osseuse infectée), sans présumer de leur étiologie ou de la localisation de la reconstruction. Cette reconstruction osseuse par greffe vascularisée pouvait intervenir ou non après échec de greffe osseuse non vascularisée ou après échec de la technique de la membrane induite.

2. DONNEES PRE-OPERATOIRES

2.1. patients

Nous avons pris en compte l'âge du patient au moment de son intervention ainsi que le délai entre l'accident initial et la reconstruction par la technique de la fibula vascularisée. La notion de reconstruction «tout en un temps» a également été analysée. Elle correspond au parage osseux et des tissus mous avec la reconstruction osseuse et la couverture cutanée dans un seul et même temps opératoire.

Les facteurs de risque à type d'obésité (évalué par le Body Masse Index (BMI) et calculé selon la formule suivante : $BMI = \text{poids (en kilogramme)} / \text{taille au carré (en mètre carré)}$) et de tabagisme ont été recherchés. En effet, le tabac joue un rôle important dans la consolidation osseuse. Dans le cas où le patient était fumeur, nous lui avons demandé s'il avait arrêté le tabac pour l'intervention et en cas de reprise, à quel délai.

Enfin, le site reconstruit a été noté, à savoir s'il s'agissait pour le membre supérieur, de l'humérus ou des deux os de l'avant-bras ; et pour le membre inférieur, du fémur ou du tibia.

2.2. étiologie

Dans un premier temps, nous nous sommes attachés à retracer l'histoire clinique du patient pour savoir s'il s'agissait d'une infection dans le cadre de fracture ou bien dans les suites d'une intervention orthopédique. Dans le cadre des fractures, nous avons recherché le contexte de survenue (accident du travail, accident de la voie publique, chute...) et si elles étaient ouvertes ou non et dans ce cas, nous avons utilisé la classification de Cauchoux. Le stade I correspond à une ouverture cutanée punctiforme ou une plaie peu étendue, avec une peau non contuse et dont la suture se fait sans tension. Le stade II retrouve une lésion cutanée présentant un risque élevé de nécrose cutanée secondaire. Cette nécrose peut être due soit à une suture sous tension, soit à une peau contuse, soit à une suture de lambeaux dont la vitalité est douteuse. Enfin, le stade III correspond à une perte de substance cutanée, non

suturable, en regard du foyer de fracture. La notion de souffrance cutanée secondaire a été également appréciée afin de déterminer le risque septique. Enfin, le type d'ostéosynthèse initiale a été pris en compte.

2.3. interventions avant la reconstruction par fibula vascularisée

Nous avons recherché le nombre et le type d'interventions chirurgicales avant la reconstruction par fibula vascularisée, notamment si le patient avait déjà eu : un parage osseux, un lambeau musculaire, un lambeau septo-cutané, un spacer au ciment, une greffe osseuse conventionnelle et/ou une injection de moelle osseuse.

2.4. évaluation clinique

D'après l'étude des données du dossier du patient et de son interrogatoire, nous avons évalué s'il existait des signes cliniques infectieux pré-opératoires à type de rougeur, chaleur, fistule mais également si des troubles trophiques pouvaient être observés.

2.5. évaluation paraclinique

2.5.1. biologique

Elle consiste par la mise en évidence de signes infectieux biologiques comme l'hyper-leucocytose à polynucléaires neutrophiles et/ou l'augmentation de la protéine C réactive (CRP).

2.5.2. bactériologique

Lorsque des prélèvements bactériologiques pré-opératoires ont été effectués, nous avons recherché quel(s) germe(s) était(en)t en cause. Nous les avons classés en 3 grandes catégories :

- staphylocoque aureus (SAMS et SAMR)
- staphylocoque à coagulase négatif (SEMS, SEMR, staphylocoque capitis)
- germes de l'environnement (bacillus cereus, acinetobacter baumannii, pantoea agglomerans, enterobacter cloacae, pseudomonas aeruginosa).

Nous avons également recherché une résistance aux antibiotiques (SAMR, SEMR). L'antibiothérapie pré-opératoire a été analysée et répartie selon les grandes classes d'antibiotique :

- pénicilline (AUGMENTIN®, ORBÉNINE®, TIÉNAM®, TAZOCILLINE®)
- céphalosporine (FORTUM®, ROCÉPHINE®)
- quinolone (OFLOXET®, CIFLOX®, TAVANIC®)
- rifamycine (RIFADINE®)
- aminoglycoside (AMIKLIN®, GENTAMYCINE®)
- polypeptide (VANCOMYCINE®)
- macrolide (PYOSTACINE®, DALACINE®)
- glycopeptide (TARGOCID®)

2.5.3. imagerie vasculaire

Nous avons recherché si le patient a bénéficié d'une imagerie vasculaire pré-opératoire afin d'évaluer à la fois le site donneur et le site receveur. Dans le cas où une imagerie a été réalisée, nous avons noté de quel type d'examen il s'agissait (artériographie, angio-scanner, angioIRM, echo-doppler) et quel était leur résultat.

2.5.4. imagerie infectieuse

Nous avons également recherché si le patient avait eu un bilan infectieux à type de scintigraphie osseuse, leucoscan ou une scintigraphie aux polynucléaires marqués et quel en était leur résultat.

2.5.5. radiographie

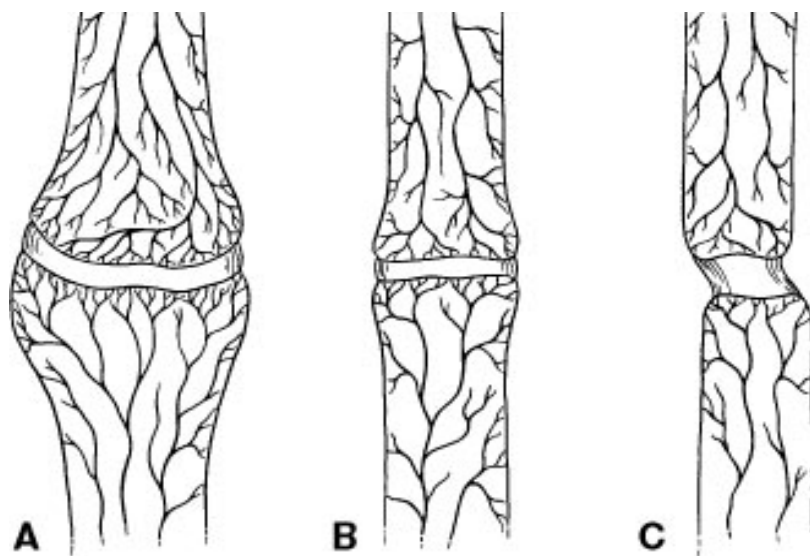
Elle apportera par sa classification en trois grands types, la notion de :

- perte de substance osseuse
- ostéite
- pseudarthrose

Concernant la pseudarthrose, nous nous sommes basés sur la classification de Cech et Weber [35] qui définit trois types de pseudarthrose :

- hypertrophique
- eutrophique
- atrophique

Figure 8 : classification de Cech et Weber, A : pseudarthrose hypertrophique, B : pseudarthrose eutrophique, C : pseudarthrose atrophique



3.DONNEES PER-OPERATOIRES

3.1. prélèvement osseux et reconstruction osseuse

Le côté du prélèvement a été noté en définissant si sa position était homolatérale ou controlatérale au membre lésé ; ensuite s'il s'agissait d'une fibula libre ou pédiculé et

enfin, si elle était monofoliée ou bifoliée. Sur les radiographies post-opératoires immédiates, nous avons calculé le défaut osseux correspondant à la distance entre les deux traits d'ostéotomies ainsi que la taille de prélèvement. Pour les reconstructions par fibula bifoliée, nous avons fait la somme des deux barreaux. La longueur de malléole externe persistante au niveau du site de prélèvement a été mesurée sur un cliché radiographique de face. Le type de fixation a été analysée. De plus, nous avons recherché si la reconstruction par fibula vascularisée avait été associée à une greffe osseuse ou des facteurs de croissance osseuse de type BMP lors du même temps opératoire.

3.2. couverture cutanée

La reconstruction s'est faite soit par une fibula vascularisée seule, soit par un lambeau ostéo-septo-cutané, permettant une reconstruction osseuse et une couverture cutanée dans le même temps opératoire. Pour les lambeaux composite avec palette cutanée, nous avons analysé, via les comptes rendus opératoires, le nombre de perforantes et leur type : septales pures ou musculo-cutanées. La surface de la palette a été appréciée lors de l'examen clinique que nous avons pratiqué lorsque nous avons revu les patients.

3.3. sutures vasculaires

Pour les fibulas vascularisées libres, nous avons recherché si le patient avait bénéficié d'une boucle artério-veineuse. Quant aux sutures vasculaires, artérielles ou veineuses, nous avons analysé leur localisation, leur type (latéro-terminale ou termino-terminale) ainsi que la nécessité ou non d'un pontage veineux.

3.4. bactériologie

Lors de l'étude des différents dossiers, nous nous sommes attachés à la recherche systématique de prélèvements bactériologiques réalisés durant le temps opératoire et à la nature de leurs résultats. En cas de positivité, nous avons essayé de retrouver le germe causal de même que nous avons pris en compte la notion d'une antibiothérapie per-opératoire.

4. DONNEES POST-OPERATOIRES

4.1. complications post-opératoires du site donneur

Les complications sur le site de prélèvement à type de paresthésies dans le territoire du nerf fibulaire superficiel, de déficit d'extension ou de flexion de l'hallux, ont été rapportées ainsi que la nécrose de la greffe cutanée.

4.2. complications post-opératoires du site receveur

Nous avons recherché la survenue de complications vasculaires à type de thrombose artérielle, thrombose veineuse ou hématome. Nous avons également noté la survenue ou non d'une nécrose de la palette cutanée ainsi qu'un écoulement au niveau des fiches du fixateur externe.

4.3. fractures de stress

La fracture de la fibula vascularisée est une complication fréquente, notamment à la reprise de l'appui. Elle correspond à la survenue d'une fracture en plein corps de la greffe alors que la consolidation aux extrémités était acquise. Elle favorise l'hypertrophie de la reconstruction osseuse. Lorsqu'une fracture de stress était survenue, nous avons quantifié son délai de survenue après l'intervention ainsi que son délai de consolidation et le type de traitement mis en place.

4.4. fixateur externe et appui

Dans notre étude, la plupart des patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse mixte à la fois interne, par des vis ou des broches, et externe par un fixateur externe. Pour les patients ayant eu un fixateur externe, la dynamisation de ce dernier a été recherchée ainsi que son délai d'ablation. Le délai de la reprise de l'appui partiel et total a été noté.

4.5. interventions post reconstruction par fibula vascularisée

La plupart des patients ont subi des interventions après leur reconstruction par fibula vascularisée, que ce soit pour retirer le fixateur externe ou pour traiter les complications de type thrombose vasculaire, non consolidation de la fracture de stress... Nous avons donc évalué le nombre d'interventions réalisées après celle de la fibula vascularisée ainsi que le type.

4.6. récurrence de l'infection

Nous avons recherché si il y avait eu une récurrence de l'infection et quelle a été sa prise en charge, notamment si un nouveau parage et lavage a été nécessaire.

4.7. consolidation

L'analyse de la consolidation osseuse a été évaluée sur des clichés radiographiques ; la consolidation était considérée comme acquise lorsque nous observions la présence de trois corticales sur quatre sur un cliché de face et de profil. La consolidation est dite primaire ou secondaire selon qu'elle a nécessité une greffe osseuse et/ou un substitut osseux.

5. DONNEES A LA REVUE

5.1. données subjectives

Par l'interrogatoire, nous avons demandé au patient s'il était plutôt satisfait ou modérément satisfait de l'esthétisme post-chirurgical à la fois du site receveur et du site donneur. Nous lui avons demandé, également, de coter sa douleur par échelle visuelle analogique (EVA) sur les deux sites.

5.2. données cliniques

5.2.1. appui

Pour les patients ayant bénéficié d'une reconstruction du tibia ou du fémur, nous avons noté si le patient était en appui et dans ce cas, si cet appui était partiel ou total et s'il se faisait avec ou sans aide.

5.2.2. amplitudes articulaires site donneur

Les amplitudes du genou et de la cheville ont été mesurées à l'aide d'un goniomètre.

5.2.3. amplitudes articulaires site receveur

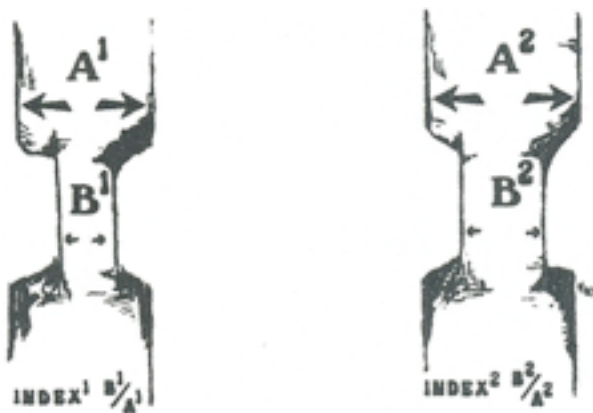
Les amplitudes des articulations sus et sous-jacentes du site receveur ont été estimées, elles aussi, à l'aide d'un goniomètre.

5.3. données radiographiques

5.3.1. hypertrophie

Elle a été calculée sur un cliché radiographique de face selon la formule de De Boer et Wood [36], et reprise par El-Gammal [37] :

pourcentage d'hypertrophie = $(B2/A2 - B1/A1) / (B1/A1)$



B2 correspond au diamètre de la fibula vascularisée à un temps X de la reconstruction par fibula vascularisée (en millimètre)

A2 correspond au diamètre de l'os receveur à un temps X de la reconstruction par fibula vascularisée (en millimètre)

A1 correspond au diamètre de l'os receveur en post-opératoire immédiat (en millimètre)

B1 correspond au diamètre de la fibula vascularisée en post-opératoire immédiat (en millimètre)

5.3.2.cal vicieux

La recherche d'un cal vicieux, dans le cadre des reconstruction du tibia, en flessum ou recurvatum se fait sur un cliché de profil et celle d'un valgus ou d'un varus sur un cliché de face.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS

1. DONNEES PRE-OPERATOIRES

1.1. les patients

Trente sept patients auraient dû avoir une reconstruction osseuse dans un contexte septique, par fibula vascularisée entre 1996 et 2011. Deux patientes n'ont pu bénéficier de cette reconstruction du fait de l'échec de la boucle artério-veineuse. L'une a dû être amputée de sa jambe. Pour la seconde, une reconstruction par la technique de Masquelet a été réalisée.

Ainsi, nous avons inclus 35 patients ayant bénéficié d'une reconstruction osseuse par fibula vascularisée dans un contexte septique. Il s'agissait de 29 hommes et de 6 femmes dont l'âge moyen était de 41,5 ans (17 ans-77 ans) au moment de la reconstruction.

Le BMI (Body Masse Index) était en moyenne de 26 (18-34).

Dans les antécédents, 1 patient était diabétique, 1 était alcoolique et 1 était porteur d'une hépatite C chronique.

Soixante quinze pour-cent des patients étaient fumeurs avant l'intervention par fibula vascularisée. Parmi les fumeurs, 76 % avaient arrêté pour l'intervention. Parmi ceux qui avaient arrêté, 81% ont repris le tabac avec un délai moyen de 9,5 mois (4 jours à 5 ans).

Dans 32 cas, il s'agissait d'une reconstruction du membre inférieur avec dans 28 cas une reconstruction du tibia et dans 4 autres, d'une reconstruction du fémur. Trois cas demandaient une reconstruction du membre supérieur avec 1 humérus et 2 avant-bras. Le côté droit était atteint dans 16 cas.

Le délai moyen entre l'accident initial et la reconstruction était de 24 mois (0,16 mois-128 mois). Seul 8% d'entre eux ont bénéficié d'une reconstruction «tout en un temps» qui comprend en un seul et même temps opératoire le parage et la reconstruction osseuse.

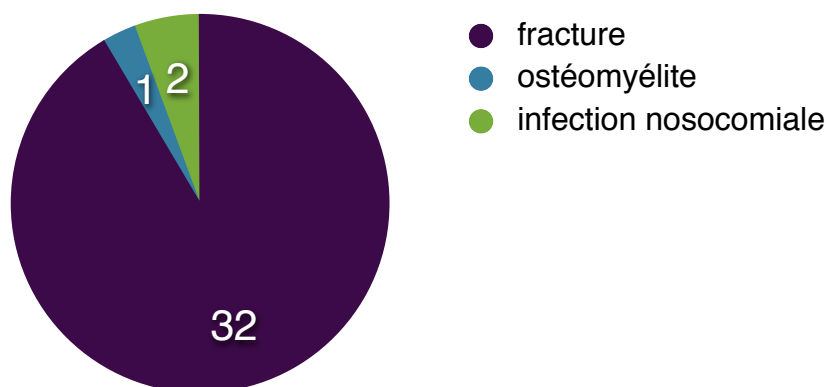
Tableau 1 : répartition des localisations du site receveur

LOCALISATION	NOMBRE
fémur	4
tibia	28
humérus	1
avant-bras	2
TOTAL	35

1.2. étiologie (annexe 1)

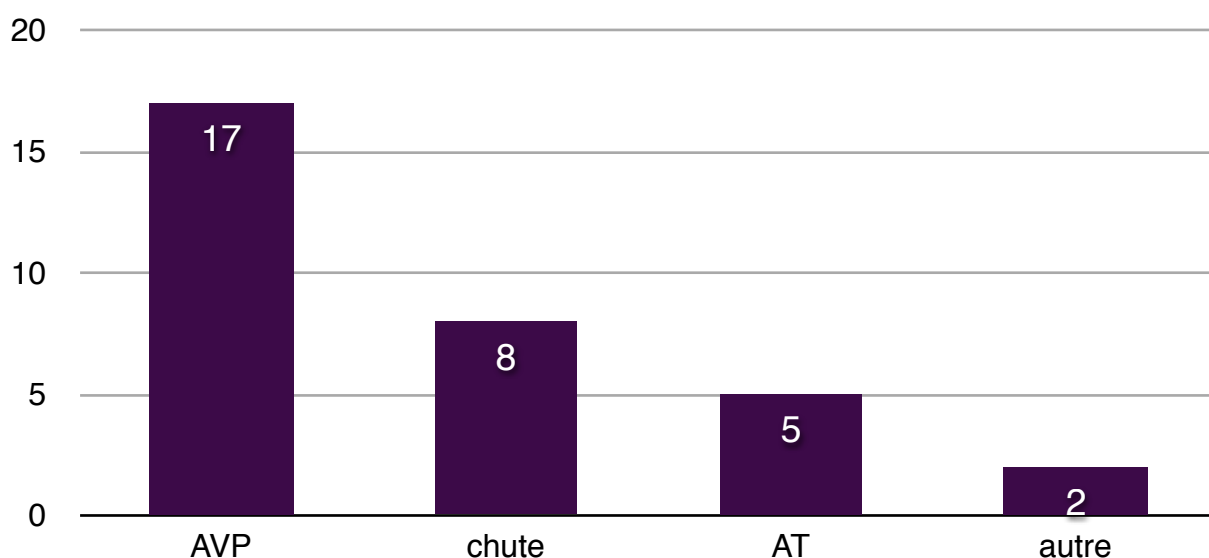
La grande majorité des patients présentait initialement un contexte traumatique ayant entraîné une fracture ouverte ou non. Dans notre série, nous avons 32 fractures, 1 ostéomyélite et 2 infections osseuses nosocomiales survenues, dans un cas, après une prothèse totale de hanche associée à un allongement du fémur, et dans l'autre cas, après une prothèse totale de genou.

Diagramme 1 : répartition des étiologies



En ce qui concerne les 32 fractures, un accident de la voie publique (AVP) était retrouvé dans 17 cas, une chute dans 8 autres, un accident du travail (AT), le plus souvent à type d'écrasement, dans 5 cas, et les 2 derniers sont le résultat d'un traumatisme balistique.

Diagramme 2 : répartition des étiologies dans le cadre des fractures



Dans près de trois quart des cas (78%), il s'agissait de fracture ouverte avec dans plus de la moitié des cas, fracture ouverte de type Cauchoux III.

Diagramme 3 : répartition des fractures ouvertes ou fermées

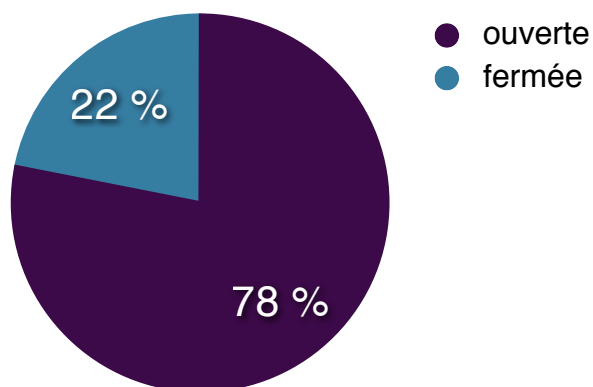
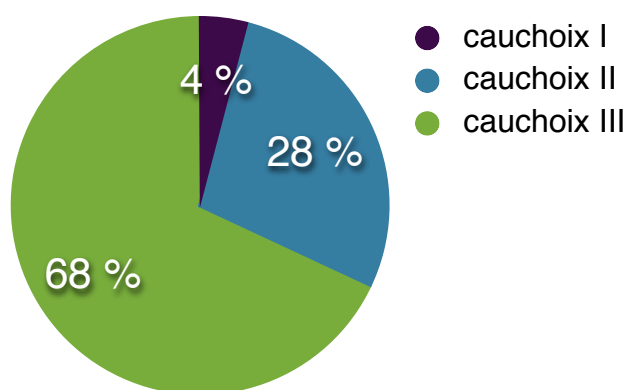


Diagramme 4 : répartition des fractures ouvertes (n=25) selon la classification de Cauchoix :

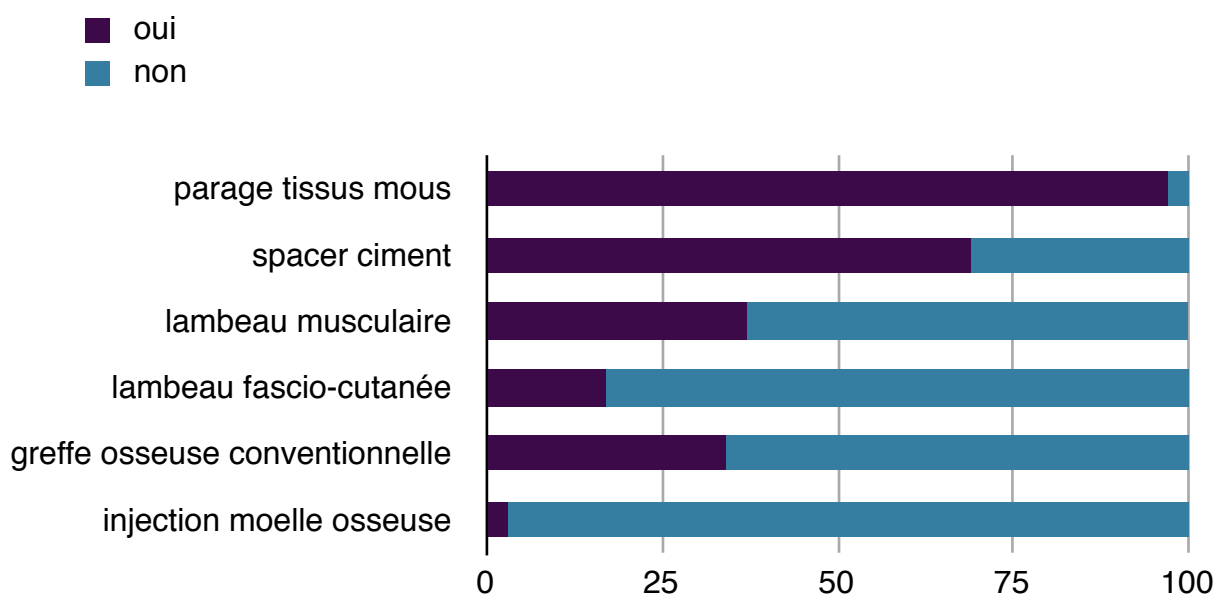


Chez 8 patients, nous avons observé une souffrance cutanée secondaire ayant entraîné une exposition osseuse.

1.3. interventions avant la reconstruction par fibula vascularisée

Dans toutes les observations, les patients ont subi plusieurs interventions chirurgicales que ce soit pour la prise en charge initiale ou pour les différents temps de parage et/ou de couverture osseuse. Dans la moitié des cas, le nombre d'intervention avant la reconstruction par fibula vascularisée était supérieure à 5. Le nombre moyen d'intervention avant la fibula vascularisée est 5,3 (min=2 ; max=15). Deux patients avaient bénéficié d'une intervention orthopédique. Il s'agissait d'une prothèse totale de hanche associée à une allongement du fémur dans un cas et d'une prothèse totale de genou dans l'autre cas. Dans les 32 autres cas traumatiques, l'ostéosynthèse initiale comportait 13 fixateurs externes, 9 clous centro-médullaires et 10 plaques. Dans la moitié des cas environ (17 sur 35), le nombre d'intervention réalisées avant la fibula vascularisée était supérieur à 5. Il s'agit donc de patients multi-opérés. Vingt quatre avaient eu un parage osseux avec spacer au ciment, 13 avaient eu une greffe osseuse conventionnelle, 13, un lambeau musculaire et 6 un lambeau fascio-cutané.

Diagramme 5 : type d'intervention chirurgicale avant la fibula vascularisée, répartition en pourcentage



1.4. évaluation clinique

Treize patients sur 35, soit 37% des cas, présentaient des signes inflammatoires avec fistule.

1.5. évaluation paraclinique

1.5.1. biologique

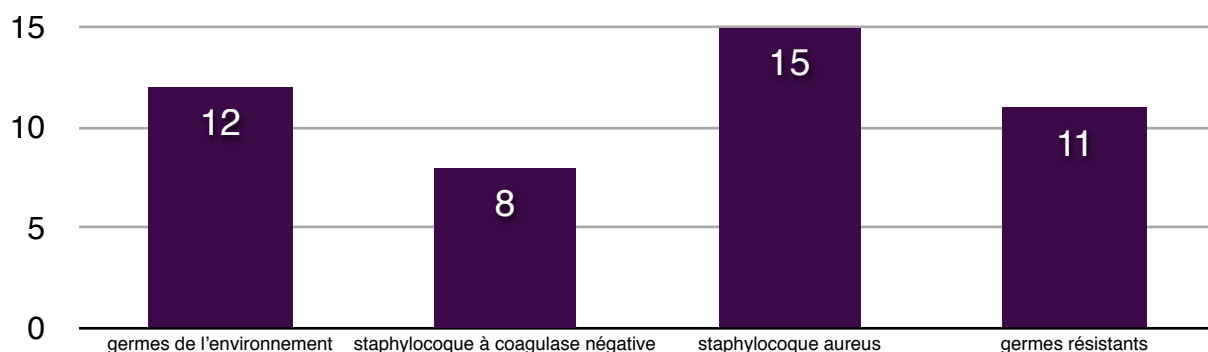
Trois patients présentaient une hyperleucocytose à polynucléaires neutrophiles et dans la moitié des cas (n=23) la C protéine réactive (CRP), protéine de l'inflammation, était supérieure à 5.

1.5.2. bactériologique

Parmi ces 35 patients, 34 avaient eu des prélèvements bactériologiques pré-opératoires dont 31 sont revenus positifs. Pour le patient n'ayant pas eu de prélèvement bactériologique pré-opératoire, l'histoire clinique faisait suspecter une pseudarthrose septique puisqu'il s'agissait d'une fracture ouverte Cauchoux III. Le sepsis a été confirmé par des prélèvements per-opératoires positifs à *Staphylococcus Capitis*. Dans 61% des cas, les prélèvements retrouvaient plusieurs germes. La répartition des germes était la suivante :

- staphylocoque à coagulase négative : 8 (2 SEMS, 6 SEMR)
- staphylocoque aureus : 15 (9 SAMS, 6 SAMR)
- germes de l'environnement : 12
- germes résistants : 11 cas

Diagramme 6 : répartition des germes (prélèvements pré-opératoires)



Chez les patients présentant une fracture ouverte, dans 61% des cas, on retrouvait une contamination polymicrobienne. Dans 43% des cas, des germes de l'environnement étaient mis en évidence et dans 40% des cas, les germes étaient résistants aux antibiotiques. En ce qui concerne les patients présentant une souffrance cutanée secondaire, la contamination était polymicrobienne dans 71% des cas avec dans 28% des cas des germes résistants.

La quasi totalité (34 patients sur 35) des patients avait eu une antibiothérapie avant la fibula vascularisée. Dans 2 cas, il s'agissait d'une mono-thérapie, 29 cas d'une bi-thérapie, dans 2 cas, d'une tri-thérapie et dans 1 cas d'une quadri-thérapie.

La répartition des antibiotiques était la suivante :

- pénicilline : 15
- céphalosporine : 5
- quinolone : 23
- rifampicine : 14
- aminoglycoside : 4
- polypeptide : 3
- macrolide : 4

1.5.3. imagerie vasculaire

Que ce soit pour évaluer le site receveur, à la recherche de lésions traumatiques des axes vasculaires receveurs pour les sutures ou le site donneur pour la faisabilité du prélèvement, 23 patients ont bénéficié d'une imagerie vasculaire comportant 9 artériographies, 12 angioscanners, 1 angio IRM. Un patient a subi une artériographie et un angioscanner. Un écho-doppler a été réalisé.

Par 3 fois, l'imagerie était ininterprétable du côté du membre traumatisé en raison d'artéfacts liés au matériel d'ostéosynthèse. Dans 12 cas, les axes vasculaires étaient normaux et dans 8 d'entre eux, nous retrouvions des anomalies vasculaires sur le site receveur. Enfin, pour l'ensemble de la série, aucune anomalies n'a été mise en évidence sur le site donneur empêchant le prélèvement de la fibula.

1.5.4. imagerie infectieuse

Lorsque la clinique était peu parlante, nous nous aidions d'imagerie de médecine nucléaire afin de confirmer ou non le caractère septique. Seuls deux de nos patients

ont bénéficié de ce type d'examen, et à chaque fois, il s'agissait d'une scintigraphie osseuse aux polynucléaires marqués qui a permis de conclure à l'absence d'argument en faveur d'une infection alors que les résultats bactériologiques per-opératoires sont revenus positifs. Aucune scintigraphie osseuse ou leucoscanner n'avait été réalisé en pré-opératoire.

Figure 9 : scintigraphie aux polynucléaires marqués, images réalisées à 4h et 20 h après injection de polynucléaires marqués à l'Indium 111, pas d'argument pour une éventuelle infection



1.5.5. radiographie

Les radiographies pré-opératoires retrouvaient dans 8 cas une ostéite, dans 19 cas une pseudarthrose et dans 8 cas une perte de substance osseuse. En ce qui

concerne les pseudarthroses, il s'agissait dans 21% des cas d'une pseudarthrose hypertrophique, dans 15% des cas d'une pseudarthrose eutrophique, dans 63% des cas d'une pseudarthrose atrophique selon la classification simplifiée de Cech et Weber.

2. DONNEES PER-OPERATOIRES (Annexe 2)

2.1. prélèvement osseux et reconstruction osseuse

Dans 32 cas, la reconstruction par fibula vascularisée s'est faite par lambeau osseux libre et dans 3 cas, par lambeau pédiculé. Dans 28 cas, le prélèvement était homolatéral au site receveur. Dans 33 cas, le type de prélèvement était ostéo-septo-cutané et dans 2 cas, osseux pur. Aucun prélèvement ostéo-musculaire n'a été réalisé. Dans 24 cas, la reconstruction s'est faite par fibula monofoliée et 11 cas par fibula bifoliée. La fibula bifoliée a été utilisée dans 6 cas pour la reconstruction du pilon tibial, dans 3 cas pour celle de la diaphyse tibiale et enfin, dans 2 cas pour la reconstruction de l'extrémité inférieure du fémur.

Diagramme 7 : répartition du type de fibula vascularisée libres (fibula monofoliée ou bifoliée)

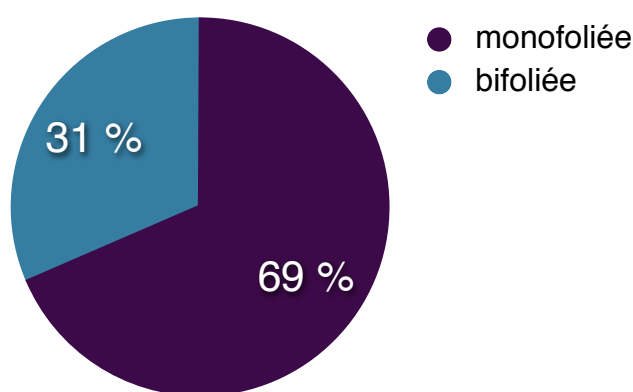
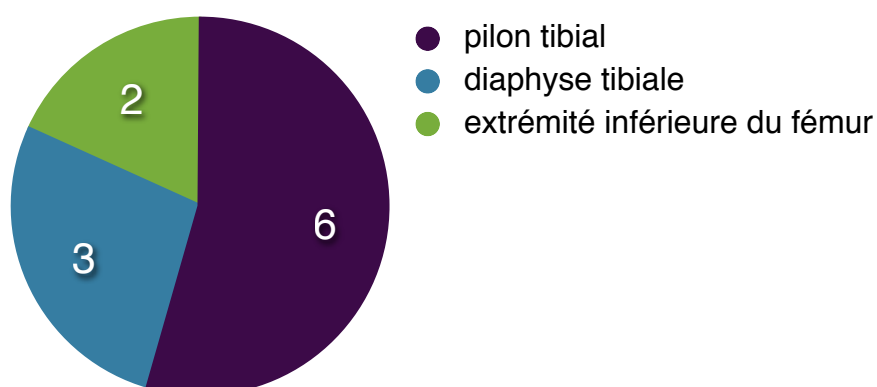


Diagramme 8 : répartition des fibulas bifoliées



La longueur moyenne du prélèvement osseux était de 16,2 cm (10-25,5) avec une distance moyenne entre le trait d'ostéotomie distal et la pointe de la malléole externe

de 9,9 cm (7-16,4). La longueur moyenne du défaut osseux, après parage est mesurée à 8,8 cm (4-16). Dans toutes les situations observées, la fibula était encastrée. Le mode d'ostéosynthèse était le suivant :

- fixateur externe et broche : 16
- fixateur externe et vis : 14
- vis : 2
- plaque : 2
- encastrement seul : 1

Tableau 2 : type d'ostéosynthèse en fonction de la localisation

	FEMUR	TIBIA	HUMERUS	RADIUS	TOTAL
fixateur externe +broches	1	15			16
fixateur externe+vis	1	12		1	14
plaque	1	1			2
encastrement seul	1				1
vis			1	1	2
total	4	28	1	2	35

Dans un seul cas une greffe osseuse non vascularisée a été associée dans le même temps de reconstruction par fibula vascularisée. Aucun facteur de croissance osseuse n'a été administré à nos opérés.

2.2. couverture cutanée

Dans notre série, 33 patients ont bénéficié d'une reconstruction par lambeau composite ostéo-septo-cutané. Vingt trois comptes rendus opératoires rapportent que le repérage des perforantes était per-opératoires : dans 22 cas, les perforantes étaient de type septale et dans 1 cas, elles étaient musculaires. Le nombre moyen de perforantse par palette était de 1,5 (1-3). La surface moyenne de la palette cutanée était de 70 cm² (12-200) .

2.3. sutures vasculaires

Pour les 32 péronés libres, 28 anastomoses artérielles étaient faites en termino-latérale et 4 en termino-terminale. La répartition des localisations des sutures artérielles était la suivante :

- artère fémorale : 3
- artère fémorale superficielle : 1
- artère poplitée : 1
- artère tibiale postérieure : 17

- artère tibiale antérieure : 7
- artère humérale : 2
- artère radiale : 1

Cinq sutures artérielles ont nécessité un pontage veineux.

En ce qui concerne les sutures veineuses, dans la grande majorité des cas (n=29), une seule veine a été suturée. Dans 3 cas, le retour veineux a été assuré par deux veines. Quatre pontages ont été nécessaires. Dans 28 d'entre eux, il s'agissait de suture termino-terminale et dans 4 autres de suture termino-latérale. Les branchements veineux étaient répartis de la façon suivante :

- veine fémorale : 2
- veine saphène interne : 7
- veine saphène externe : 2
- veine comitante de l'artère tibiale postérieure : 14
- veine comitante de l'artère tibiale antérieure : 4
- veine comitante de l'artère humérale : 2
- veine comitante de l'artère radiale : 1

Pour cinq patients, il a été indispensable de réaliser une boucle artério-veineuse. Trois se sont soldées par sa thrombose ce qui a eu pour conséquence d'empêcher la reconstruction par fibula vascularisée dans deux cas : les deux patients exclus de la série.

2.4. bactériologie

Des prélèvements bactériologiques per-opératoires ont été effectués chez 32 patients et sont revenus positifs dans 15 cas. Dans 6 cas, il s'agissait de germes résistants. Dans 6 cas, les germes retrouvés en per-opératoires avaient déjà été identifiés en pré-opératoire. Chez 3 patients, 2 germes étaient retrouvés en per-opératoire. Les germes retrouvés étaient les suivants :

- staphylocoques à coagulase négative : 7 cas dont 5 SEMR
- SAMR : 1
- germes de l'environnement : 5 (1 bacillus cereus, 1 pantoea agglomerans, 2 enterobacter cloacae, 1 pseudomonas aeruginosa)
- autres : 5 (3 propionibacterium acnes, 1 enterocoque faecalis, 1 candida parapsilosis)

Dans 12 cas, les prélèvements per-opératoires ont été effectués alors que le patient, était sous antibiotique, et sont revenus positifs dans 60% des cas.

Au niveau de l'antibiothérapie, la PENICILLINE a été prescrite dans 8 cas, la RIFAMPICINE dans 12 cas, une CEPHALOSPORINE dans 8 cas, un AMYNOGLYCOSIDE dans 1 cas, un POLYPEPTIDE dans 9 cas, un MACROLIDE dans 5 cas, un GLYCOPEPTIDE dans 3 cas. L'antibiothérapie a dû être adaptée dans 6 cas.

3. DONNEES POST-OPERATOIRES

3.1. complications post-opératoires du site donneur

Trente sept pour-cent des patients ont présenté une complication du site donneur. Sept d'entre eux ont présenté des paresthésies dans le territoire du nerf fibulaire

superficiel associés pour 3 d'entre eux à des troubles de la mobilité de l'hallux que ce soit en flexion ou en extension. La récupération spontanée des troubles de la sensibilité a été observée dans tous les cas. Dans 3 cas, des troubles isolés de la mobilité de l'hallux, que ce soit en flexion ou en extension ont été notés. Là encore, la récupération s'est faite spontanément favorablement. Aucune rétraction du long fléchisseur de l'hallux n'a été notée.

Enfin, dans 4 cas, la greffe cutanée a partiellement nécrosé. Dans 3 cas, les soins locaux ont été suffisants pour permettre la cicatrisation et dans un cas une nouvelle greffe a été réalisée.

Diagramme 9 : présence de complication du site donneur

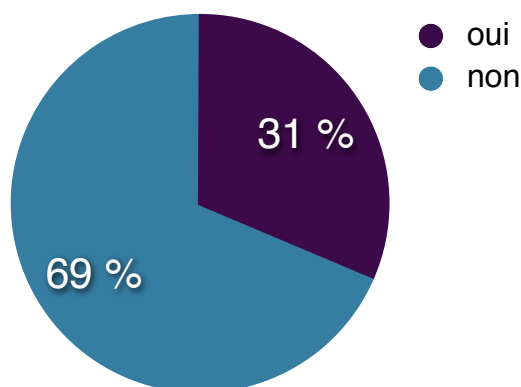
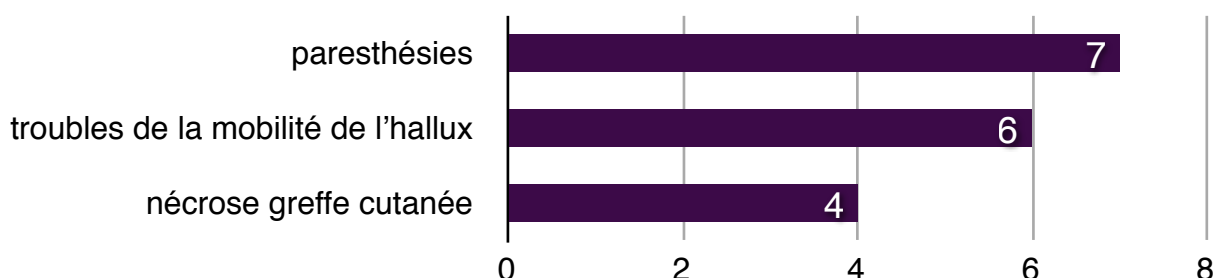


Diagramme 10 : répartition des complications du site donneur (nombre de cas)



3.2. complications post-opératoires du site receveur

Vingt sept patients sur 35, soit 77% des cas, ont présenté une complication sur le site receveur. Pour 4 d'entre eux, il s'agissait d'une thrombose artérielle ayant nécessité dans tous les cas une thrombectomie en urgence et dans un cas, la thrombectomie a été associée à un pontage veineux. Cinq thromboses veineuses ont été observées. Toutes ont été traitées par une thrombectomie en urgence. Deux d'entre elles, ont nécessité un pontage veineux et une nouvelle suture sur la veine saphène a été réalisée dans un cas. Au total, 6 patients ont présenté une thrombose vasculaire. Parmi ces 6 patients, un seul a consolidé à un délai supérieur à 6 mois, 3 ont présenté une nécrose de la palette (2 nécroses partielles et une nécrose totale). Un patient a présenté un hématome qui a été évacué en urgence.

Une nécrose de la palette cutanée a été observée dans 7 cas. Dans 4 cas, il s'agissait d'une nécrose partielle qui ont toutes été traitées par des soins locaux permettant une cicatrisation dirigée. Dans 3 cas, la palette a complètement nécrosé.

Il s'agissait dans les 3 cas d'une fibula pédiculée. Le traitement a consisté dans un cas en une simple greffe cutanée, dans un autre cas, en l'exérèse de la palette suivie d'une suture directe. Enfin, le dernier patient a bénéficié de l'exérèse et de soins par VAC. Tous les patients ont consolidé (1 patient exclu car amputé à 1 mois, il avait présenté une nécrose complète) avec un délai moyen de 6 mois (4 mois-8 mois). Aucun patient ayant eu une nécrose partielle ou totale de la palette n'a présenté une résurgence du sepsis osseux. Dans 3 cas, cette nécrose est survenue chez des patients ayant présenté en post-opératoire immédiat une thrombose artérielle et/ou veineuse. Dans aucun des cas il n'a été noté l'échec de la greffe osseuse. Dans 4 cas, le délai de consolidation était inférieur ou égal à 6 mois et dans 3 cas, il était supérieur à 6 mois.

Un cas a présenté une thrombose veineuse du prélèvement avant le sevrage du lambeau osseux. Une thrombectomie a été réalisée. Dans les suites, la palette cutanée a nécrosé nécessitant une greffe cutanée. Le patient a consolidé avec un délai de 7 mois.

Un écoulement au niveau des fiches du fixateur externe a été noté dans 13 cas. Sa présence a entraîné l'ablation du fixateur dans 5 cas, les autres ont été traités seulement par des soins locaux.

Quatorze patients, soit 40% des patients, ont présenté une fracture de stress.

Enfin, 2 opérés ont dû être amputés. Dans un cas, il s'agissait d'un patient âgé, psychiatrique. Il avait repris l'appui immédiatement après l'intervention ce qui avait entraîné un démontage de la reconstruction : l'amputation a été réalisée à un mois du transfert de la fibula. Dans le deuxième cas, le patient avait présenté une fracture de stress qui n'avait jamais consolidé : il a été amputé à 17 mois de sa reconstruction par fibula vascularisée.

Diagramme 11 : taux de complication du site receveur

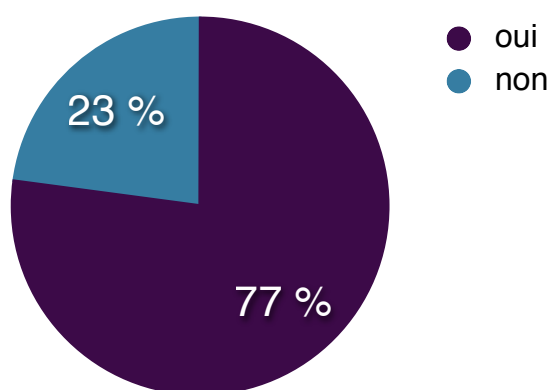


Diagramme 12 : répartition des complications du site receveur (nombre de cas)

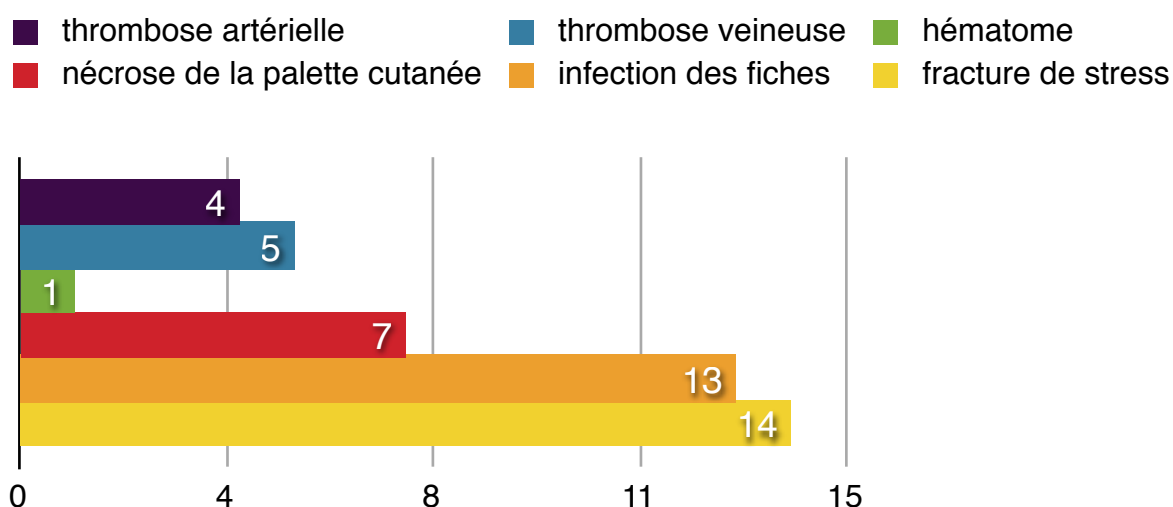


Tableau 3 : résultats des patients ayant eu une nécrose de la palette cutanée

PATIENT	NECROSE DE LA PALETTE	THOMBOSE ARTERIELLE	THOMBOSE VEINEUSE	DELAI DE CONSOLIDATION	FRACTURE DE STRESS
1	partielle	non	non	7	oui
2	partielle	oui	oui	5	oui
3	partielle	non	non	4	non
4	totale	oui	oui	5	non
5	totale	non	non	8	oui
6	partielle	oui	non	7	non
7	totale	non	non	amputation à 1 mois	amputation à 1 mois

3.3. fracture de stress (Annexe 3)

Quatorze patients ont présenté au moins une fracture de stress. Il s'agit de fracture survenant après consolidation du transfert, au niveau de la diaphyse fibulaire, à distance de ses extrémités, et étant la conséquence d'un traumatisme mineur. Un patient a présenté 2 fractures. Toutes les fractures sont survenues au membre inférieur, aucune fracture de stress n'a été observée dans les reconstructions du membre supérieur. Le délai moyen de survenue était de 9,4 mois (5 mois-14 mois) soit après la reprise totale de l'appui, le plus souvent sous couvert du fixateur externe. La survenue était plus fréquente chez les patients ostéosynthésés par fixateur externe associé à des broches (8 patients sur 16) que chez les patients

ostéosynthésés par fixateur externe et vis (5 patients sur 14). Le taux de survenue était de 71 % dans le groupe ayant consolidé en plus de 6 mois alors qu'il n'était que de 36 % dans le groupe ayant consolidé en moins de 6 mois. Onze patients ont consolidé, 2 patients sont en échec de consolidation et une patiente est en cours de consolidation (revue à 5 mois de sa fracture de stress, non encore consolidée). Le délai moyen de consolidation était de 7,4 mois (2 mois-50 mois). Pour les 2 patients qui ont connu un échec de leur consolidation, un a dû être amputé. Quant au deuxième, il marche avec une orthèse type Sarmiento. Dans 10 cas, seul un traitement orthopédique a été réalisé, comportant la mise en décharge lorsque le fixateur externe était encore en place, ou alors une immobilisation cruro-pédieuse. Quatre patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical. La consolidation a été obtenue dans tous les cas chirurgicaux ; grâce à une greffe osseuse non vascularisée dans 2 cas, à une greffe osseuse non vascularisée associée à de l'Osigraft (Stryker) dans 1 cas et à la technique RIA (Reamer/Irrigator/Aspirator) associée à de l'Osigraft dans 1 cas. L'Osigraft est une protéine morphogénétique osseuse. C'est à la fois un ostéo-inducteur et un ostéo-conducteur. A noter que le taux de fracture de stress était de 71 % dans le groupe ayant consolidé à plus de 6 mois alors qu'il n'était que de 36 % dans le groupe ayant consolidé en moins de 6 mois.

3.4. fixateur externe et appui

Sur les 32 patients ayant eu une reconstruction de leur membre inférieur, 29 ont eu une ostéosynthèse par fixateur externe associée à des vis ou des broches. Le patient ayant été amputé à un mois a été exclu des résultats. Nous avons donc un total de 28 patients chez lesquels un fixateur externe a été posé pour la reconstruction de leur membre inférieur. Il a été dynamisé dans 17 cas avec un délai moyen de 5 mois (3 mois-15 mois). Le délai moyen du retrait du fixateur était de 7,4 mois (4 mois-16 mois).

L'appui partiel a été autorisé chez 30 patients avec un délai moyen de 3,3 mois (1 mois-5 mois). Le délai moyen de l'appui total était de 7,2 (4 mois-40 mois).

3.5. interventions post reconstruction par fibula vascularisée

Seuls trois patients n'ont pas eu d'intervention chirurgicale après la reconstruction par fibula. Un garde encore son fixateur externe en place, un autre dont l'évolution a été très favorable et dont l'ablation du fixateur externe s'est faite, non pas au bloc opératoire mais en consultation. Enfin, la troisième concerne une reconstruction d'humérus sans fixateur externe. Au total, 32 patients ont subi au moins une intervention chirurgicale après le transfert de fibula. Le nombre moyen par patients était de 1,8 (1-5).

La répartition était la suivante :

- thrombectomie artérielle : 4
- thrombectomie veineuse : 5
- évacuation d'hématome : 1
- cure de pseudarthrose de fracture de stress : 4
- dégraissage du lambeau : 3
- amputation : 2
- ablation de matériel : 23
- greffe cutanée : 2

- prothèse totale de genou : 1
- Darrach : 1
- correction cal vicieux : 1
- parage/lavage : 3

3.6. récurrence de l'infection

Dans 4 cas, nous avons noté une récurrence de l'infection.

3.7. consolidation

La consolidation a été obtenue dans 32 cas. Le patient ayant été amputé à un mois a été exclu des résultats radiographiques. Il s'agissait d'une consolidation primaire dans 31 cas. Un seul cas a dû être réopéré pour permettre la consolidation (consolidation secondaire). Il s'agissait d'une décortication ce qui a permis la consolidation du greffon. Le délai moyen de consolidation était de 5,7 mois (3 mois-10 mois). Deux patients n'ont pas consolidé. Vingt cinq patients ont consolidé avec un délai inférieur à 6 mois. Parmi ces 25 patients, 5 ont présenté une thrombose vasculaire ; 4 une nécrose de la palette cutanée et 9 une fracture de stress. La consolidation était supérieure à 6 mois chez 7 patients, parmi eux, nous retrouvons, une thrombose vasculaire, 3 nécroses de la palette et 5 fractures de stress.

Tableau 4 : taux du type de complications en fonction de la durée de consolidation

	CONSOLIDATION ≤ 6 MOIS (n=25)	CONSOLIDATION > 6 MOIS (n=7)	NON CONSOLIDATION (n=2)	TOTAL
THROMBOSE VASCULAIRE	5 soit 20%	1 soit 14%	0	6
NECROSE DE LA PALETTE	4 soit 16%	3 soit 43%	0	7
FRACTURE DE STRESS	9 soit 36%	5 soit 71%	0	14

Tableau 5 : hypertrophie moyenne en fonction de la durée de consolidation

	CONSOLIDATION ≤ 6 MOIS (n=25)	CONSOLIDATION > 6 MOIS (n=7)	NON CONSOLIDATION (n=2)
HYPERTROPHIE MOYENNE A 6 MOIS	9,5 %	4,7 %	0 %
HYPERTROPHIE MOYENNE A 12 MOIS	41,1 %	16,7 %	2 %

4. DONNEES A LA REVUE

Vingt sept patients dont 26 qui avaient bénéficié d'une reconstruction du membre inférieur, ont été revus avec un recul moyen de 5 ans (6 mois-19 ans).

4.1. données subjectives

Au niveau du site donneur, les patients étaient satisfaits de l'aspect esthétique de leur jambe dans 66% des cas. Trente trois pour-cent présentaient des douleurs de cheville à la marche avec une EVA allant de 1 à 6. Un seul patient exprimait la sensation d'instabilité au niveau de l'articulation tibio-astragalienne sans que cette instabilité ne soit retrouvée de façon objective à l'examen clinique.

En ce qui concerne le site receveur, le taux de satisfaction était de 77,8%. Soixante quatorze pour-cent des patients se plaignaient de douleurs lors de leurs activités avec une EVA allant de 1 à 8.

4.2. données cliniques

4.2.1. appui

Sur les 26 patients revus pour la reconstruction de leur membre inférieur, 25 étaient en appui sur leur membre dont 24 en appui total. Neuf patients marchaient avec une aide (cannes anglaises, botte de marche ou orthèse articulée).

4.2.2. amplitudes articulaires du site donneur

Tableau 6 : amplitudes articulaires moyennes du genou et de la cheville du site donneur

	GENOU	CHEVILLE
EXTENSION	0°	25°
FLEXION	120°	36°

4.2.3. amplitudes articulaires du site receveur

Un seul patient ayant bénéficié d'une reconstruction de son avant-bras a été réexaminé. La reconstruction des autres opérés revus en consultation concernait le fémur ou le tibia. Pour le patient avec la reconstruction de son membre supérieur (avant-bras), la flexion du coude était de 140°, l'extension de 0°. La flexion du poignet était de 70°, l'extension de 0°, la pronation de 90°, la supination de 0°.

Tableau 7 : amplitudes articulaire moyenne pour la reconstruction du membre inférieur

	HANCHE (n=4)	GENOU (n=26)	CHEVILLE (n=17)
EXTENSION	-7°	0°	9°
FLEXION	12°	116°	21°

Cinq patients étaient en arthrodèse de cheville.

4.3. données radiographiques

4.3.1. hypertrophie

L'hypertrophie moyenne était de 66% à la revue (2-330). Elle était de 8,4% (0-40) à 6 mois et de 35% (0-209) à un an. Il y a donc une nette augmentation de l'hypertrophie après reprise de l'appui.

4.3.2. cal vicieux

Quatorze patients ayant bénéficié d'une reconstruction de leur tibia présentaient un cal vicieux. Dans 6 cas, il s'agissait d'un recurvatum avec une moyenne de 22° (20°-25°), dans 6 cas d'un valgus avec une moyenne de 10° (7°-14°), et dans 5 cas, d'un varus avec une moyenne de 12,6° (11°-15°).

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION

1. LA CONSOLIDATION :

1.1. comportement biologique des greffes osseuses non vascularisées et vascularisées

Pour comprendre l'intégration des greffes osseuses autologues vascularisées ou non, trois notions biologiques sont à prendre en compte [38] [39]:

- l'ostéo-induction ou «creeping substitution» [40] : la résorption de l'os transplanté va être progressivement remplacée par un nouveau tissu osseux

- l'ostéo-conduction : c'est la propriété passive d'un matériau à recevoir la repousse osseuse par invasion cellulaire et vasculaire à partir du tissu osseux receveur au contact de ce matériau. Dans le cas des greffes osseuses, la greffe se comporte comme un support biologique qui va permettre une repousse osseuse à partir de l'os receveur.

- l'ostéo-formation ou ostéogénèse correspond à la construction de matrice osseuse à partir des cellules ostéofonmatrices.

L'ostéo-induction et l'ostéogénèse est meilleure dans les greffes osseuses vascularisées que non vascularisées [41] permettant un taux de consolidation supérieur avec un délai plus court [42].

Dans les greffes osseuses non vascularisées, seuls les ostéocytes de surface survivent soit 5 à 10 % de l'ensemble de l'os prélevé [40]. Cette résorption est remplacée par de l'os vivant, c'est le phénomène de «creeping substitution». La vascularisation dans les transferts osseux vascularisés permet la préservation de la vitalité de la grande majorité des cellules osseuses, ostéoblastes et ostéoclastes [43] [39] permettant ainsi la conservation d'une masse osseuse plus importante avec une résorption plus lente et moins importante [42] [44]. Cependant, la nécrose osseuse commence dès 120 à 180 mn d'ischémie [40]. L'analyse morphométrique des ces deux types de greffes osseuses a montré une ostéoporose significativement plus importante dans les greffes non vascularisées que dans les greffes vascularisées.

1.2. consolidation des greffes osseuses vascularisées

Les greffes osseuses vascularisées interviennent souvent dans la reconstruction osseuse des membres, en dernier recours, après échec des techniques traditionnelles par la membrane induite ou par greffe cortico-spongieuse non vascularisée [13] [44] [45]. Elles représentent une alternative à l'amputation pour le membre inférieur [44] ; en particulier pour les reconstructions diaphysaires ou métaphysaires distales du tibia compte-tenu de la qualité du résultat fonctionnel obtenu par l'appareillage pour les amputations sous le genou.

Il s'agit donc le plus souvent de patients multiopérés dont la reconstruction par fibula vascularisée représente le sauvetage de leur membre. Dans notre série, le nombre moyen d'intervention par patient avant la reconstruction par fibula était de 5,3 (2-15). Vingt quatre avaient eu un spacer au ciment, 12 une greffe osseuse non vascularisée, 13 un lambeau musculaire et 6 un lambeau fascio-cutané.

Il existe dans la littérature consacrée aux transferts vascularisés de fibula, pour la reconstruction des membres, une ambiguïté fondamentale : la notion de consolidation finale est assimilée à celle de succès ou d'échec microchirurgical du transfert, alors qu'il n'existe probablement pas un parallélisme aussi strict entre les deux. La notion de consolidation et d'échec n'est pas clairement définie dans les études. Mathoulin [46] dans son étude exprime la perte du greffon par nécrose dans 3 cas sur 28. Lee [47] quant à lui, retrouve 1 perte du greffon sur ces 51 cas. Ce patient avait présenté une nécrose totale de la palette cutanée ; aucune consolidation n'avait été notée. Dans les autres études [19] [47] [48] [49] [50] , il n'y a pas eu de perte du greffon malgré la survenue de complications à type de thrombose vasculaire, nécrose de la palette, récurrence d'infection et amputation. De même, dans notre étude, aucune lyse du greffon n'a été constatée ; même en cas de non consolidation ou de récurrence septique. Les amputations ont été réalisées dans un cas pour non consolidation de la fracture de stress et dans le second cas pour démontage précoce de la reconstruction chez un patient âgé psychotique.

Notre taux de consolidation est de 94 % avec un délai moyen de 5,7 mois (3 mois-10 mois). Seul 2 patients n'ont pas consolidé. Dans un cas, il s'agissait d'une reconstruction du tibia ; le patient marche actuellement avec une orthèse articulée. Dans le deuxième cas, il s'agissait d'une reconstruction de l'extrémité inférieure du fémur ; le patient marche en appui soulagé avec des cannes anglaises. Dans tous les cas consolidés, excepté un, il s'agissait d'une consolidation primaire sans greffe cortico-spongieuse associée.

Les délais de consolidation pour les greffes osseuses vascularisées sont très variables selon les études, allant, en moyenne, de 3,75 à 11 mois [19] [47] [48] [49] [50] [51]. Notre délai et notre taux de consolidation sont donc concordant avec les différentes études. En effet, Sun [52] retrouve un taux de consolidation de 100 % avec un délai de 4,5 mois dans son étude sur les reconstructions osseuses des os long lors des pseudarthroses septiques. Bi [53], quant à lui, a un taux de consolidation de 100 % avec un délai moyen de 7 mois. Cependant, il s'agissait de reconstruction osseuse lors de perte de substance septique ou non, ce qui peut expliquer cet excellent taux de réussite. Les délais maximum vont de 4 à 43 mois [46] [54]. Il est difficile de ne pas considérer une greffe vascularisée comme un échec devant un délai de consolidation si long. En effet, le délai de consolidation des greffes vascularisées est plus court que celui des greffes non vascularisées [52] [55] [56] grâce au maintien de la vascularisation du transfert qui diminue sa résorption. Ainsi, devant un délai de consolidation anormalement long, on peut mettre en doute la persistance de la vascularisation du transfert qui se comporte alors comme simple greffe non vascularisée.

Dans notre étude, 25 patients ont consolidé avec un délai inférieur à 6 mois et 7 avec un délai supérieur à 6 mois (et allant jusqu'à 10 mois). Cette notion de 6 mois est subjective mais un délai de consolidation supérieur à 6 mois remet en question la vascularisation de la greffe.

La grande variation des délais de consolidation selon les études peut être expliquée par les variations d'indications (perte de substance osseuse non septique, taille de la perte de substance, fixation du montage, simple ou double barreau, greffe spongieuse adjuvante aux extrémités) (Annexe 4).

Certains auteurs [40] [45] [46] [57] préconisent l'ajout, aux extrémités de la greffe vascularisée, d'une greffe autologue spongieuse afin de favoriser la consolidation.

Un échec de consolidation est favorisé par la persistance de l'infection, par un défaut des anastomoses vasculaires, par un montage peu stable [44]. Par contre, Arai et Al

[58] ne retrouvent pas de différence significative concernant la consolidation entre fibula vascularisée libre ou pédiculée. Les deux cas de notre série qui n'ont pas consolidé, n'avaient présenté ni thrombose vasculaire, ni nécrose de la palette cutanée, ni fracture de stress. Par contre, aucune hypertrophie à 1 an n'a été noté sur les radiographies de contrôle bien qu'il s'agisse de reconstruction du membre inférieure.

Parmi les 7 cas de notre série qui ont consolidé avec un délai supérieur à 6 mois, 1 avait présenté une thrombose vasculaire (sur 6 patients de l'étude), 3 nécroses de palettes ont été notées et 5 patients ont présenté dans les suites une fracture de stress. Si on compare les taux de survenue de ces complications dans les deux groupes, le risque de nécrose de la palette et le taux de fracture de stress est très largement supérieur dans le groupe ayant consolidé à plus de 6 mois. En effet, dans le groupe ayant consolidé à plus de 6 mois, le taux de nécrose de la palette était de 43% et celui du taux de fracture de stress était de 71% alors qu'il n'est respectivement que de 16% et de 36% dans le groupe ayant consolidé en moins de 6 mois. Le seul cas qui a présenté une thrombose vasculaire et qui a consolidé avec un délai supérieur à 6 mois, avait également présenté une nécrose de la palette. Ces résultats, bien que critiquables du fait du petit effectif, montrent que les reprises précoces lors de thrombose vasculaire permettent de sauver la greffe et qu'une souffrance plus à distance de la palette reflète une souffrance vasculaire de la greffe pouvant expliquer des délais de consolidation allongés et un risque de fracture de stress plus important. En effet, si la vascularisation du transfert est compromise, la greffe se comporte comme une greffe osseuse non vascularisée ayant pour conséquence un phénomène de «creeping substitution» plus important.

Yoshimura [22], en 1983, a été le premier à utiliser la palette cutanée comme monitoring de la fibula vascularisée. En effet, toute thrombose vasculaire de l'axe fibulaire entrainera une modification du poul, de la couleur, de la chaleur de la palette [21] [22] [23]. En cas de thrombose artérielle, la palette devient blanche froide et son poul est absent alors qu'en cas de thrombose veineuse, la palette est oedématisée, bleue avec un poul capillaire rapide [23]. Cette surveillance clinique post-opératoire immédiate permet une reprise chirurgicale en urgence afin d'effectuer une thrombectomie et de vérifier les sutures vasculaires permettant ainsi de sauver la greffe vascularisée [59]. Il s'agit d'une méthode simple, fiable, reproductible, non invasive, effectuée par l'infirmière permettant une surveillance rapprochée [60].

Dans notre étude, 3 patients ont présenté une thrombose artérielle et veineuse, 1 patient une thrombose artérielle isolée et dans 2 cas une thrombose veineuse isolée. Tous les patients ont été repris en urgence pour thrombectomie avec héparinisation et nouvelle suture +/- pontage comme c'est le cas dans la plupart des études [19] [61] [62]. Seuls 3 patients ont présenté dans les suites une nécrose de la palette (2 nécroses partielles, une nécrose totale). Il est à noter que tous les patients ayant montré en post-opératoire des complications vasculaires ont consolidé avec un délai sensiblement identique (5,5 mois versus 5,7 mois) ce qui confirme la nécessité d'une révision en urgence lors de toute modification précoce de la palette de monitoring. De même, le délai de consolidation est peu différent entre le groupe ayant nécrosé sa palette (6 mois) et celui dont la palette est restée intacte (5,5 mois). Pourtant, pour Lee [63], l'échec de la palette ne correspond pas forcément à l'échec de la fibula puisque dans sa série, la consolidation a été obtenue malgré la nécrose de la palette. Cependant, la seule notion de consolidation ne permet pas d'affirmer la viabilité de la vascularisation de la fibula. En effet, devant un délai de consolidation allongé, la vascularisation de la greffe peut être mise en doute. Dans sa série, Han [64] effectue une scintigraphie osseuse au technetium dans la première semaine

post-opératoire afin de vérifier la vascularisation osseuse du transfert. La scintigraphie fixait dans 76% des cas. Il retrouve une différence significative du taux de consolidation entre le groupe ayant une scintigraphie positive (taux de consolidation=91%) et celui dont la scintigraphie est négative (taux de consolidation=64%). Cependant, la réalisation de la scintigraphie à une semaine ne permet pas une reprise en urgence du transfert afin de sauver la vascularisation ; elle permet juste de prévoir son comportement en terme de consolidation et de survenue de fracture de stress.

Dans sa série, Mattar [55] a perdu une seule greffe. C'était le seul patient dont la scintigraphie ne fixait pas. La scintigraphie permet donc un contrôle à distance de la persistance de la vascularisation du transfert et ainsi d'adapter la durée d'immobilisation et la reprise de l'appui [64] contrairement à la palette cutanée qui permet une reprise en urgence des anastomoses vasculaires afin de sauver le transfert vascularisé.

Cependant, la souffrance de la palette ne reflète pas à 100 % une thrombose vasculaire des vaisseaux fibulaires puisque celle-ci peut être due à une compression des artères septo-cutanées alors que les vaisseaux fibulaires restent perméables [21]. La circulation vasculaire de la palette, notamment veineuse, est également influencée par l'oedème et la tension des sutures cutanées [58]. De ce fait, Arai et Al [58] lors de la congestion de la palette cutanée n'effectuent pas de révision pour thrombectomie mais allonge la durée des anticoagulants.

Le monitoring du greffon par une palette cutanée est une technique simple et relativement fiable. Certains auteurs [42] [60] proposent une surveillance par doppler [23]. Nous préférons une surveillance clinique par du personnel formé et compétent en association si besoin d'une surveillance paraclinique au doppler. Il s'agit également d'une technique simple, fiable, non-invasive. Le principal inconvénient est le risque d'interférence avec les autres vaisseaux [60].

A noter qu'il est souvent difficile d'inclure une palette cutanée dans la reconstruction fémorale du fait d'une épaisseur musculaire au niveau de la cuisse bien supérieure à la longueur du septum intermusculaire de la jambe contenant les perforantes. Chez ces patients dont la reconstruction avec palette ne peut être effectuée, la surveillance de la vascularisation fait appel au doppler. Dans les anciennes séries, le transfert de fibula était effectué sans palette. Il n'y avait donc aucune surveillance post-opératoire immédiate de la vascularisation du greffon ; ni par palette cutanée, ni par doppler [65]. Il est donc impossible dans ces séries d'évaluer le succès de la vascularisation de la greffe sauf si une scintigraphie était réalisée à distance [45] [56] [57] [65]. Comme nous l'avons vu précédemment, la seule survenue d'une consolidation n'est pas un argument suffisant pour établir à posteriori que le transfert a été un succès du point de vue microchirurgical.

L'autre avantage des greffes osseuses vascularisées est de permettre un parage osseux et des tissus mous associé à une reconstruction en un seul et même temps opératoire réalisant un acte «tout en un temps» [21] [48] . Cette notion est contreversée [50]. En effet, dans un contexte septique, un premier temps de parage osseux et des tissus mous avec mise en place d'un spacer par ciment aux antibiotiques permet l'assèchement du sepsis par délivrance locale d'une concentration élevée d'antibiotique. Le spacer permet également la fabrication d'une membrane induite. Le deuxième temps opératoire est , alors, réalisé 2 à 3 mois après le parage lorsque l'infection est tarie. Il consiste en un temps de reconstruction osseuse par greffe osseuse vascularisée.

1.3. consolidation des greffes osseuses non vascularisées versus vascularisées

Le taux de consolidation des greffes osseuses vascularisées semble supérieur aux greffes osseuses non vascularisées avec un délai plus court [2] [52] [55] [56]. Cependant il est difficile de comparer les études puisque les indications sont différentes. En effet, les greffes vascularisées sont préférées dans les grandes pertes de substance osseuse, supérieure à 6 cm, et dans les reconstructions en milieux défavorables faiblement vascularisés [13] [48] [52] [56]. Pellissier [51] dans son étude, trouve un taux de consolidation meilleur dans les greffes osseuses vascularisées mais avec un délai plus long de 2 mois que dans les greffes non vascularisées. Il réserve les greffes osseuses vascularisées dans les contextes septiques ce qui peut expliquer le délai de consolidation plus important du fait du milieu environnant défavorable (Annexe 5).

Le prélèvement des greffes osseuses non vascularisées peut être spongieux pur pour les pertes de substance très limitées ou le plus souvent cortico-spongieux. Les crêtes iliaques, antérieures et postérieure, sont les sites de prélèvement privilégiés de ce type de greffe. A noter, la technique RIA (Reamer-Irrigation-Aspirator) de prélèvement de spongieux des os longs (fémur, tibia humérus) permettant un comblement de perte de substance osseuse allant jusqu'à 25 cm [66]. Selon les études, le taux de consolidation dans les pseudarthroses septiques ou non, ou dans les pertes de substances osseuses varie de 70 à 90% [66] [67]. Un des principaux avantages de la technique est de la faible morbidité du site donneur contrairement au prélèvement des crêtes iliaques et son abord mini invasif [66] [67] [68]. La fibula peut également servir de greffe osseuse non vascularisée [69]. Elles sont principalement indiquées dans les pertes de substance osseuse inférieure à 6 cm avec un bon environnement des tissus mous [42] [70]. En effet, du fait qu'elles ne sont pas vascularisées, leur résorption est plus importante, leur taux de consolidation est moins bon avec un délai allongé et elles se défendent moins bien dans les milieux septiques [55] [56] [64] [65] [71]. A l'opposé, les greffes osseuses vascularisées, iliaques ou fibulaires, ont montré leur supériorité dans les pertes de substances osseuses ≥ 6 cm et dans les reconstructions osseuses avec un environnement défavorable faiblement vascularisé telles que les infections ou les ostéonécroses post-radiothérapie [50] [54] [55] [64] [65]. En effet, la vascularisation permet une diminution de la résorption osseuse [47] [56] ainsi qu'une meilleure diffusion des antibiotiques [45] [48].

Le risque de fracture de stress est également plus important [42] [69]. Cependant, avant l'utilisation des greffes osseuses vascularisées, les greffes non vascularisées étaient utilisées pour les reconstructions de perte de substance osseuse même septique. En effet, deux temps étaient nécessaires. Un premier temps consistait en un parage osseux et des tissus mous, associé à la mise en place d'un spacer en ciment aux antibiotiques, d'une fixation externe et d'un geste de couverture par un lambeau si besoin [72]. Un deuxième temps était réalisé avec un intervalle minimum de 2 mois permettant l'assèchement du sepsis et la mise en place d'une antibiothérapie intraveineuse et/ou per os. Puis la reconstruction osseuse par greffe cortico-spongieuse intervenait après ablation du spacer [73].

1.4. alternative aux greffes osseuses vascularisées

L'obtention de la consolidation peut faire appel à d'autres techniques chirurgicales ou non. En effet, le champ électromagnétique ou les ultrasons pulsés ont prouvé leur

efficacité dans les pseudarthroses septiques ou non mais dont l'espace interfragmentaire est inférieur à 1 cm [74] [75] [76] [77] [78]. Il est donc difficile de comparer leur excellent taux de consolidation allant de 79 % à 93 % [74] [76] [78] [79] aux résultats des autres techniques puisqu'il s'agit de consolidation dans un contexte de perte de substance osseuse minime voire nulle. Cependant, le champ électromagnétique ou les ultrasons peuvent être utilisées lors de retard de consolidation à l'une des extrémités du greffon vascularisé d'autant plus qu'aucune complication n'a été relevée dans les différentes séries [64] [76] [78].

D'autres techniques chirurgicales, plus anciennes, sont décrites pour la reconstruction des membres dans les pertes de substance septiques ou non. Les deux principales et toujours réalisées, sont la technique de Masquelet [80] et celle d'Ilizarov [81]. La technique de Masquelet ou technique de la membrane induite comprend deux temps opératoires à 3 mois d'intervalle. Le premier temps consiste en un parage osseux jusqu'en zone saine associé à un parage des tissus mous. Le défaut osseux est comblé par un spacer en ciment permettant un maintien de la hauteur osseuse, une stabilité relative du montage et la fabrication de la membrane induite. Le rôle de la membrane induite est triple ; elle prévient la résorption de la greffe spongieuse, favorise la revascularisation et la corticalisation de la greffe. Si besoin, un geste de couverture est réalisé lors de ce premier temps opératoire. Lors de la deuxième étape, la membrane induite présente autour du spacer est ouverte longitudinalement et le spacer retiré est remplacé par une greffe osseuse spongieuse autologue. Cette technique a été utilisée pour des pertes de substance osseuse allant jusqu'à 25 cm. Son taux de consolidation varie de 82 à 100% avec des délais allant de 4 mois à un an [51] [66] [80]. Le taux et le délai de consolidation est donc comparable à celui des greffes vascularisées, cependant, cette technique nécessite deux temps opératoires.

La technique d'Ilizarov, quant à elle repose sur deux grands principes : la mise en tension des tissus mous qui stimule la prolifération cellulaire et la distraction qui permet un allongement progressif des muscles, nerfs et artères [82].

De fines broches avec olive, posées en per-cutanée, sont mises en tension sur un cadre circulaire rigide. Une ostéotomie est réalisée puis la phase de distraction/correction d'axe est suivie d'une phase de consolidation.

Il existe deux types de montage :

- un montage en compression/distraction bifocale (système d'ascenseur). Elle permet de combler un défaut osseux. Il faut environ 40 jours pour reconstruire 1cm d'os [82]

- un montage en compression/distraction monofocale permettant une correction d'axe si besoin.

La technique d'Ilizarov a montré son efficacité dans le traitement des pseudarthroses septiques, ostéite et pertes de substance osseuse septiques [81] [83] [84].

Ses principaux avantages résident dans la possibilité de corriger un défaut d'axe mais également de permettre un allongement du membre [70]. De plus, l'appui est immédiat.

Malgré son excellent taux de consolidation (supérieur à 90 %) [81] [84], il s'agit d'un traitement long avec un taux important de complication [84] pouvant atteindre 89% des cas [81]. Les complications les plus fréquentes sont les infections des fiches et les douleurs lors de la phase de distraction. De plus, dans 10 % des cas, une greffe osseuse est nécessaire. Par ailleurs, la courbe d'apprentissage de cette technique est longue.

A noter une technique exclusivement indiquée pour la consolidation diaphysaire du tibia : la greffe inter-tibio-fibulaire. Cette technique ne recherche pas à reconstruire le

tibia mais à le faire consolider, via une greffe spongieuse, sur la fibula. Elle est indiquée dans les petites pertes de substance osseuse inférieure ou égale à 4 cm. Dans les grandes pertes de substance, elle peut être associée à d'autres techniques de reconstruction telles que les greffes cortico-spongieuses conventionnelles, les greffes osseuses vascularisées, ou la technique de la membrane induite. Elle est également utilisée lors des retards de consolidation constaté à une extrémité de la reconstruction quelque soit la technique utilisée [85]. Son taux de consolidation est excellent mais son délai relativement long [85].

2. MONTAGE, BRANCHEMENT VASCULAIRE ET OSETOSYNTHESE

La fibula, du fait de son anatomie et de ses propriétés mécaniques, est particulièrement intéressante pour la reconstruction des os longs. Elle est la greffe osseuse vascularisée de choix aussi bien dans la reconstruction du membre supérieur, humérus [86] ou avant bras [55] [61] [87], que dans la reconstruction du membre inférieur, fémur et tibia [50] [54] [88]. En effet, contrairement à la crête iliaque [48] qui est incurvée et dont la longueur de prélèvement est limitée, il s'agit d'un os rectiligne, à haute densité d'os cortical, solide, dont la longueur de prélèvement peut aller jusqu'à 26 cm [2] [44] [52] [55] [58] [71] [89]. De plus, le pédicule vasculaire est relativement long pouvant éviter le recours à des pontages et le diamètre des vaisseaux, d'environ 2 mm, facilite les sutures vasculaires microchirurgicales.

Deux types de prélèvement peuvent être effectués : pédiculé, donc homolatéral, utilisé principalement dans les reconstructions de l'extrémité inférieure du fémur ou diaphysaire du tibia [90], soit libre. Le prélèvement pédiculé évite ainsi toute suture vasculaire et permet de n'avoir qu'un site opératoire. Cette technique est notamment utilisée chez les patients âgés présentant un risque vasculaire. Dans notre étude, nous avons eu recours dans 3 cas à une fibula pédiculée. Dans 2 cas, il s'agissait d'une reconstruction du tibia dont un des deux patients était âgé de 77 ans. Pour le troisième cas, il s'agissait d'une arthrodèse de genou.

Un autre avantage de la fibula est de permettre un montage soit monofolié, soit bifolié. En effet, le diamètre de la fibula s'adapte bien pour la reconstruction des diaphyses tibiales ou humérales mais encore du radius et de l'ulna. Son diamètre étant légèrement inférieur à celui des sites receveurs précédemment cités, il peut être encastré [44] permettant ainsi une meilleure stabilité du montage favorisant alors la consolidation.

Cependant sa largeur n'est pas suffisante pour reconstruire les métaphyses proximales du tibia, distales du fémur ou encore distales de l'humérus [88]. Jones et Al [17], en 1988, ont été les premiers à proposer un montage bifolié à partir d'une étude cadavérique. La vascularisation du segment distal est uniquement périostée alors que le segment proximal reçoit une double vascularisation à la fois endostée, par l'artère fibulaire, et périostée [17] [18]. Ce type de montage a double barreau, que ce soit avec 1 ou 2 fibulas, augmente la stabilité du montage favorisant ainsi la consolidation. Elle diminue également le risque de fracture de stress [16] [17] [53].

Dans notre étude, 11 patients ont bénéficié d'une reconstruction par fibula bifoliée. Dans 6 cas, elle a été utilisée pour la reconstruction du pilon tibial, dans 3 autres

pour la diaphyse tibiale et dans 2 derniers pour la métaphyse distale du fémur. Seul 3 patients ont présenté une fracture de fatigue.

Lorsque l'état vasculaire est très défavorable au niveau du site receveur, la réalisation, au préalable d'une boucle artério-veineuse est nécessaire afin de permettre les branchements vasculaires de la fibula [91]. Nous avons utilisé ce procédé dans 5 cas de reconstruction du membre inférieur (1 fémur et 4 tibias). Dans 3 cas, la boucle a présenté une thrombose empêchant tout transfert dans 2 cas. Pour les 3 patients ayant bénéficié d'une boucle artério-veineuse et d'une reconstruction par fibula, aucune reprise pour thrombose n'a été notée, ni aucune nécrose de la palette. Deux patients ont présenté une fracture de stress. Ils ont tous consolidé avec un délai allant de 5 à 6 mois.

Les sutures artérielles se font majoritairement en termino-latérale afin de préserver l'axe vasculaire et le plus proximal possible [44]. Le branchement en termino-terminal est réalisé lorsque l'imagerie pré-opératoire montre un axe artériel borgne [91]. Au niveau de la jambe, le branchement sur l'artère tibiale postérieure est préféré [15], celle-ci ayant un accès plus facile et étant mieux préservée dans les fractures de jambe. Effectivement, dans notre série, nous avons effectué 17 branchement sur l'artère tibiale postérieure contre 7 sur l'artère tibiale antérieure. Au niveau du fémur, l'artère fémorale superficielle est l'artère la plus utilisée. Eventuellement, une branche de l'artère fémorale profonde peut être utilisée ayant une vélocité du flux sanguin moindre que dans l'artère fémorale profonde [44] notamment pour les reconstructions proximales. Parfois, le recours à un pontage est nécessaire afin d'augmenter la longueur du pédicule et permettre des sutures en zone saine [92]. Nous y avons eu recours dans 5 cas, un n'a pas consolidé et 2 ont présenté une thrombose à la fois artérielle et veineuse. Cependant dans ces deux cas, il n'a pas été noté de perte du greffon et la consolidation a été obtenue en 5 mois. Le pontage permet donc des sutures en zone saine mais est à haut risque de thrombose.

Au niveau veineux, une seule suture est majoritairement effectuée [91] avec ou sans pontage et en termino-terminal soit sur une veine profonde, soit sur la veine saphène pour le membre inférieur.

En ce qui concerne l'ostéosynthèse, il en existe deux grands types :

- interne ; comprenant plaque, vis, broches, clou,
- externe ; fixateur externe.

Chaque montage a ses avantages et ses inconvénients. Dans les reconstructions par fibula vascularisée, le montage doit être stable [54] [71] [89] pour favoriser la consolidation mais pas strictement rigide au risque de favoriser des fractures de stress et de limiter l'hypertrophie osseuse [89]. De plus, il ne doit pas compromettre la vascularisation de la greffe osseuse. En effet, toute fixation interne par clou centromedullaire compromet la vascularisation endostée de la fibula alors que la fixation interne par plaque compromet la vascularisation périostée [63] [87]. Par ailleurs, mettre du matériel interne dans un contexte potentiellement septique est fortement déconseillé. Sun [52] le réserve lors des infections contrôlées depuis au moins un an. Pour toutes ces raisons, le montage actuel le plus utilisé est l'association d'un fixateur externe à des vis ou des broches aux deux extrémités de la greffe.

De plus, dans la plupart des cas, la fibula est encastrée dans le fût médullaire de l'os receveur. Ainsi le montage est à la fois stable, sans trop de rigidité, et pouvant être dynamisé. Le fixateur externe est donc préféré dans le cadre des défauts osseux

longs et dans les contextes septiques car il stabilise immédiatement le montage, diminue le risque de récurrence de l'infection, facilite l'accès aux tissus mous, ne compromet pas la vascularisation endostée et périostée de la fibula et peut être dynamisé [52]. Cependant, le risque d'infection superficielle sur fiche est très fréquent, nécessitant des soins locaux mais rarement l'ablation du fixateur. Le principal inconvénient de ce type de montage est le risque d'un mauvais alignement de la fibula source de retard de consolidation et surtout de fracture de stress [58] [71] [93]. Un montage trop rigide diminue les possibilités de remodelage et est défavorable pour la vascularisation tandis qu'une construction trop souple augmente le risque de non consolidation et de pseudarthrose [94].

Dans notre étude, le montage par plaque n'a été utilisé que 2 fois. Dans 1 cas, il s'agissait d'une reconstruction de l'extrémité inférieure du fémur et dans l'autre, d'une reconstruction de la diaphyse tibiale. Concernant la reconstruction fémorale, il s'agissait du seul patient ayant consolidé secondairement grâce à une décortication. Aucune fracture de stress n'a été notée chez ces 2 patients. Aucune ostéosynthèse par clou n'a été utilisée.

L'ostéosynthèse pour le membre supérieur peut être plus souple en raison de contraintes physiques nettement moins importantes qu'au membre inférieur. Une fixation par ECMES (enclouage centromedullaire élastique stable) semble la plus adaptée [87]. Certains [61] proposent également un montage simple avec une fibula encastrée et maintenue à des 2 extrémités par des vis.

3. FRACTURE DE STRESS

La fracture de stress est la complication la plus fréquente [42] [44]. Son taux varie de 24% à 40% selon les études [36] [47] [48] [62] [93]. Elles surviennent principalement la première année avec un délai moyen de 9 mois [36] [47].

Notre taux de fracture est de 40 % avec un délai moyen de 9,4 mois (5-14 mois), ce qui concorde avec les différentes études. De plus, dans notre série, ce taux est beaucoup plus important (71 %) dans le groupe ayant consolidé en plus de 6 mois que dans le groupe ayant consolidé en moins de 6 mois (36 %). Or le taux de survenue est moins important dans les greffes osseuses vascularisées versus non vascularisées [42] [69] ; ainsi la survenue d'une fracture de stress peut elle remettre en cause la vascularisation du transfert tout comme un délai de consolidation allongé comme nous l'avons vu précédemment.

Ces fractures se rencontrent presque exclusivement au membre inférieur, au retrait du fixateur externe, lors de la remise en charge et après consolidation des extrémités [42] [44] [58] [62] [64] [93]. De même, dans notre série, aucune fracture n'a été notée lors des reconstruction du membre supérieur.

Leur survenue n'est fonction ni de la longueur de la perte de substance osseuse, ni de la taille de la fibula [47] [95].

Le montage par double barreau avec une ou deux fibulas diminue le risque de fracture grâce à un montage plus solide [16] [42] [53].

Un point important du montage pour réduire le risque de fracture est le bon alignement de la greffe par rapport à l'os receveur [52] [93]. L'ostéosynthèse joue également un rôle important dans la survenue des fractures de stress. Les ostéosynthèses internes par plaque ou clou diminuent le risque mais compromettent la vascularisation périostée et endostée de la greffe [36] [52]. La principale conséquence des fractures de stress est de favoriser l'hypertrophie de la greffe osseuse.

Généralement, un simple traitement orthopédique avec mise en décharge et immobilisation suffit pour obtenir la consolidation. En cas d'échec, un traitement chirurgical est nécessaire avec abord du foyer, recoupe osseuse et greffe spongieuse ou cortico-spongieuse.

Dans notre série, le taux de consolidation est de 78% avec dans 28% des cas recours à un traitement chirurgical avec greffe osseuse. Deux patients n'ont pas consolidé dont un qui a dû être amputé. Tous les patients traités par greffe osseuse ont consolidé. Le délai moyen de consolidation était de 7,4 mois.

4. HYPERTROPHIE

L'hypertrophie correspond à l'augmentation du diamètre de la greffe osseuse. Sa physiopathologie reste floue [37]. Elle serait sous la dépendance du périoste et de sa vascularisation [96]. En effet, au cours du suivi radiologique, il existe un remodelage et surtout un épaississement de la fibula dont son diamètre tend à rejoindre celui de l'os receveur sans toutefois le dépasser [37]. De Boer [36] a été le premier à analyser l'hypertrophie lors des reconstructions par fibula vascularisée et à proposer une formule pour le calcul de l'hypertrophie. La formule est la suivante :

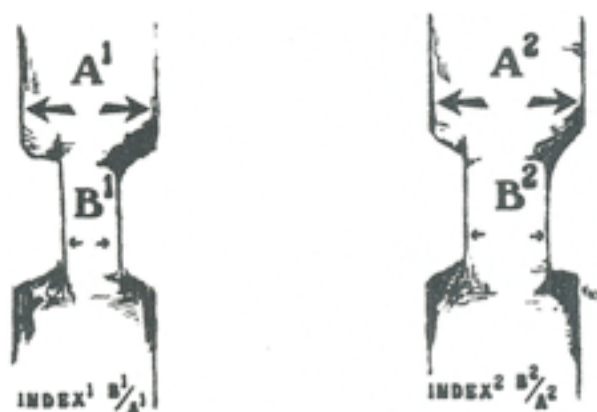
pourcentage d'hypertrophie = $(\text{index 2} - \text{index 1}) / \text{index 1}$

index 1 = $B1/A1$

index 2 = $B2/A2$

A1, A2, B1, B2 étant respectivement les diamètres de l'os receveur en post-opératoire, de l'os receveur au recul, de la fibula en post-opératoire, de la fibula au recul.

Les mesures des diamètres se font à la jonction os receveur/fibula



El Gammal [37] utilise la même formule mais la mesure de diamètre de la fibula se fait à distance de la jonction os receveur/fibula afin de différencier cal osseux et véritable hypertrophie.

L'hypertrophie est plus importante et plus fréquente au membre inférieur en raison de contraintes physiques plus importantes [36] [49].

Les montages très rigides par plaque ou clou diminuent le remodelage de la fibula et donc de l'hypertrophie [97]. Elle est favorisée par la mise en charge progressive [95], la dynamisation du montage et la survenue de fracture de stress [63]. L'hypertrophie est également fonction de l'âge, plus le patient est jeune, plus l'hypertrophie est importante, et du temps [37] [96] [97]. Par contre, elle n'est pas fonction de la longueur de la fibula, de l'addition d'un greffe osseuse non vascularisée, de l'étiologie du défaut osseux. Cette notion de greffe osseuse associée est contestée par Doi [48].

Bien que la physiologie de l'hypertrophie reste inconnue, il est probable qu'elle se rapproche de celle de la consolidation par la formation du nouvel os. En effet, dans notre série, l'hypertrophie à 1 an dans le groupe ayant consolidé en moins de 6 mois est largement supérieur à celui du groupe ayant consolidé en plus de 6 mois (41,1 % versus 16,7 %).

5. MORBIDITE DU SITE DONNEUR

Une des raisons qui fait préférer le prélèvement de la fibula à la crête iliaque est son faible taux de morbidité [55] [58] [98]. Les principales complications en sont [99] [100] :

- paresthésies dans le territoire du nerf fibulaire commun,
- déficit d'extension ou de flexion de l'hallux,
- nécrose de la greffe cutanée lors de la prise d'une palette,
- rétraction du long fléchisseur de l'hallux,
- douleur,
- instabilité de la cheville,
- déformation en valgus de la cheville,

Pour ce qui est des paresthésies et du déficit d'extension ou de flexion des orteils, il s'agit de complications transitoires qui régressent avec le temps. Dans notre série 10 patients présentaient ce type de trouble en post-opératoire immédiat alors qu'à la revue, aucun de ces troubles n'a été noté. Ce dont se plaignent le plus souvent les malades, c'est la douleur n'entravant que rarement les activités [98]. Pour ce qui est de la rétraction du long fléchisseur de l'hallux [42], sa survenue serait prévenue par sa suture au muscle soléaire avec mise en place d'une attelle positionnant les orteils en extension [44]. Enfin, un des points clés du prélèvement est le respect en distal d'au moins 6 cm d'os à partir de la pointe de la malléole afin d'assurer la stabilité de la cheville et d'éviter sa déformation en valgus [98] [101]. Ce point fondamental a été respecté chez tous nos patients et aucun d'entre eux ne présentait une déformation en valgus de la cheville. Seul un patient se plaignait d'une instabilité sans que celle-ci ne soit retrouvée de façon objective lors de l'examen clinique.

Bodde [99] a analysé de façon objective les conséquences de ce type de prélèvement. Il remarque, par rapport au groupe témoin, une diminution de la vitesse de marche ainsi qu'une diminution de l'automatisme de marche.

Nous avons rencontré dans un cas une thrombose veineuse lors du prélèvement. Une simple thrombectomie a suffi pour permettre le prélèvement. Dans les suites, aucune récurrence de thrombose vasculaire n'a été notée. Cependant, le patient a partiellement nécrosé sa palette. Il a consolidé à un délai de 7 mois. Lorsque l'artère fibulaire est complètement occluse sans thrombectomie ou pontage réalisable, Mureau et Al [30] propose le sauvetage de la greffe par artérialisation de la veine fibulaire.

CINQUIEME PARTIE : CAS CLINIQUES

1. MONSIEUR M., né le 24/08/1953

1.1. histoire de la maladie

Patient alors âgé de 51 ans, qui à présenté en 2004 un accident de moto ayant entraîné une fracture, du tibia droit, fermée. Mise en place d'une plaque qui sera retirée après consolidation. Deux ans après, soit en 2006, il présente de nouveau une fracture du tibia droit à la suite d'un accident de moto. La fracture est, cette fois-ci, ouverte Cauchoi III. Elle est ostéosynthésée par plaque et une greffe de peau est effectuée. Dans les suites, il existe une exposition de la plaque secondaire à la nécrose de la greffe et une souffrance cutanée. La plaque est alors retirée. Un premier parage est effectué avec une reconstruction par crête iliaque et pose d'une nouvelle plaque. Devant des signes infectieux persistants, un nouveau parage, osseux et tissulaire, est réalisé avec ablation de la plaque, mise en place d'un fixateur externe et pose d'un VAC. Les prélèvements bactériologiques reviennent positifs à *corynebacterium striatum*. Un deuxième parage est effectué 10 jours après le premier. Les prélèvements bactériologiques retrouvaient un *staphylocoque capitis médisensible* et un *peptostreptococcus sp*. Neufs mois après son accident, devant le contexte septique avec des prélèvements bactériologiques positifs, des signes cliniques infectieux à type de fistule et une CRP largement supérieure à 5, il bénéficie d'une reconstruction de son tibia par fibula composite libre, controlatérale, monofoliée. Aucune imagerie vasculaire pré-opératoire n'avait été réalisée.

1.2. résultats

Le défaut osseux était de 5,5 cm. Le prélèvement était de 10,5 cm avec un trait d'ostéotomie distal à 10,6 cm de la pointe de la malléole externe. La fibula était encastrée maintenue par des vis à ses deux extrémités en plus du fixateur externe. Les sutures vasculaires ont été effectuées en directe sans pontage. En post-opératoire, aucune complication du site donneur à type de paresthésies ou troubles de la mobilité de l'hallux ou du site receveur à type de thrombose vasculaire ou nécrose de la palette n'ont été notés. Le patient a présenté dans les suites, une infection superficielle au niveau des fiches du fixateur externe traitée par des soins locaux. L'appui partiel a été autorisé à 2 mois, l'appui complet à 8 mois avec dynamisation du fixateur externe à 4 mois. Seule une intervention a été effectuée après la reconstruction par fibula et a consisté en l'ablation du fixateur externe à 6 mois. Le patient a consolidé en primaire à un délai de 4 mois. Aucune fracture de stress n'est survenue.

1.3. revue

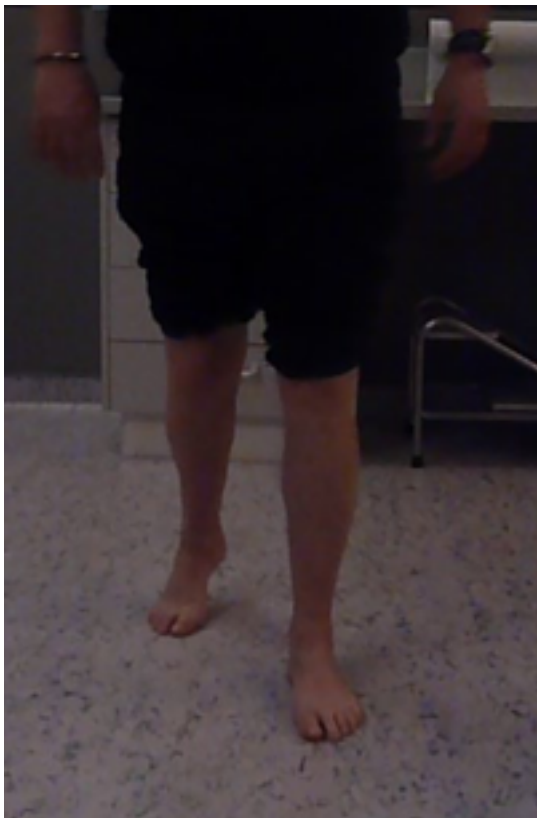
Le patient a été revu à 5 ans de sa reconstruction. Il marchait en appui complet et sans aide. Il ne présentait aucun signe infectieux. Au niveau du site donneur, il ne présentait aucune douleur ou instabilité de la cheville ; était satisfait de l'aspect esthétique de sa jambe et les amplitudes de la cheville et du genou étaient normales. Au niveau de la jambe droite reconstruite, l'extension du genou était de 0°, la flexion de 110°, la flexion dorsale de la cheville de 50° et la flexion plantaire de 50°. L'EVA a

la marche était de 4/10. Enfin, il se disait satisfait de l'aspect de sa jambe reconstruite. L'hypertrophie était de 72%. Le patient a consolidé avec un cal vicieux de 7° en valgus.

Photo de la jambe gauche, site donneur

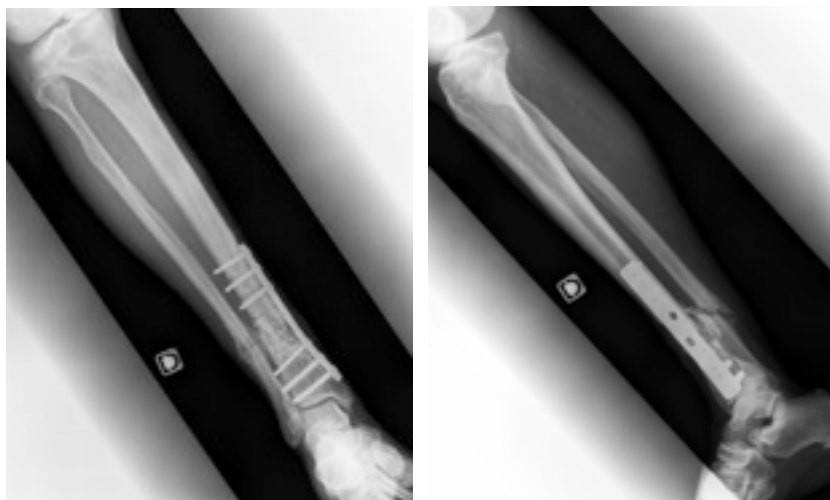


Photos de la jambe droite reconstruite



1.4. évolution radiographique

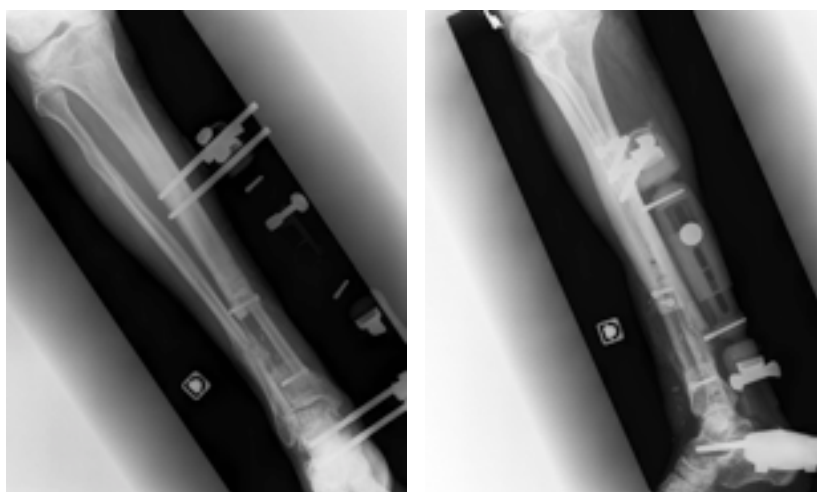
Radiographies avant reconstruction par fibula



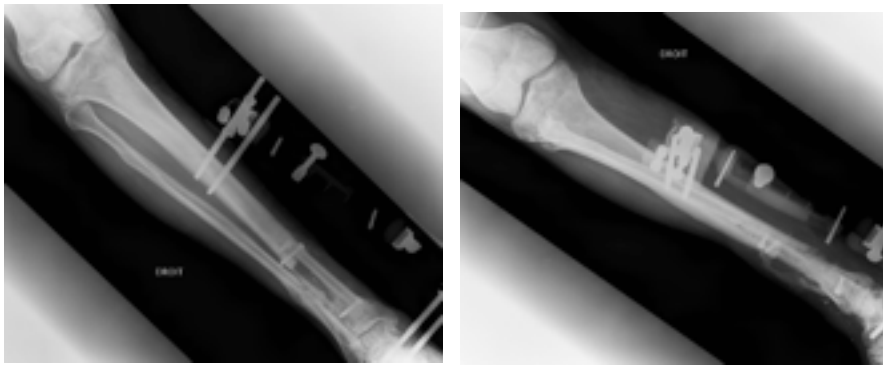
Radiographies post reconstruction par fibula



Radiographies à 4 mois, consolidation acquise, pas d'hypertrophie



Radiographies à 6 mois avant ablation du fixateur externe



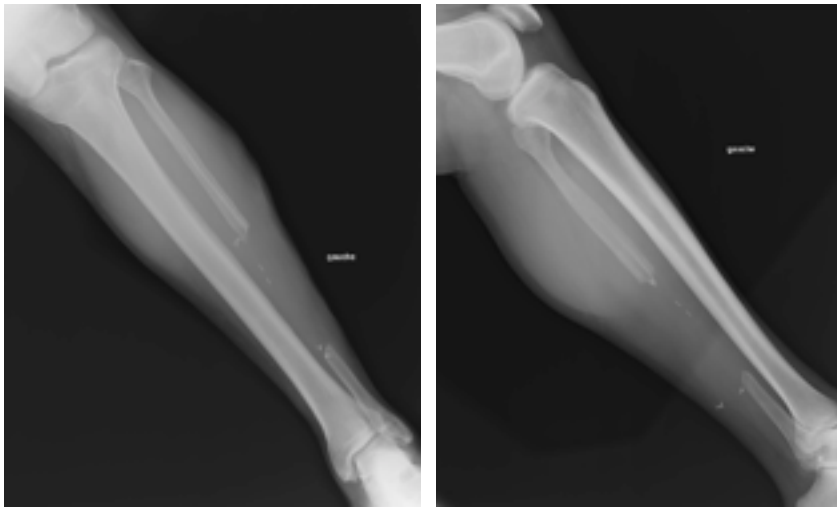
Radiographies à 1 an, hypertrophie de 56%



Radiographies à 5 ans, hypertrophie de 72%, cal vicieux en valgus de 7°



Radiographies à 5 ans de recul du site donneur, pas de valgus de la cheville



2. MONSIEUR G., né le 23/11/1959

2.1. histoire de la maladie

Patient alors âgé de 38 ans, ayant présenté une fracture ouverte Cauchoux III du tibia gauche suite à un accident de moto. Ostéosynthèse en urgence par fixateur externe. Dans les suites, pseudarthrose hypertrophique septique, avec des prélèvements bactériologiques positifs à *Staphylocoque aureus*, traitée entre autres par greffe conventionnelle par crête iliaque et greffe inter-tibio-fibulaire. Quatre ans après l'accident, une reconstruction par fibula vascularisée est réalisée. L'artériographie pré-opératoire retrouve, à gauche, une thrombose de l'artère poplitée. L'artère tibiale postérieure est revascularisée par un réseau de suppléance à hauteur de l'articulation du genou. L'artère tibiale antérieure est également thrombosée en regard du foyer de pseudarthrose. Une boucle artério-veineuse est réalisée entre l'artère poplitée et la veine saphène interne via un pontage pris au dépend de la veine petite saphène contro-latérale. La reconstruction du tibia a été faite par une fibula composite, ostéo-septo-cutanée, libre, pédiculée, bifoliée. Un *Staphylocoque aureus* a été retrouvé dans les prélèvements per-opératoires. Deux ans après, le patient a bénéficié d'une ostéotomie correctrice.

2.2. résultats

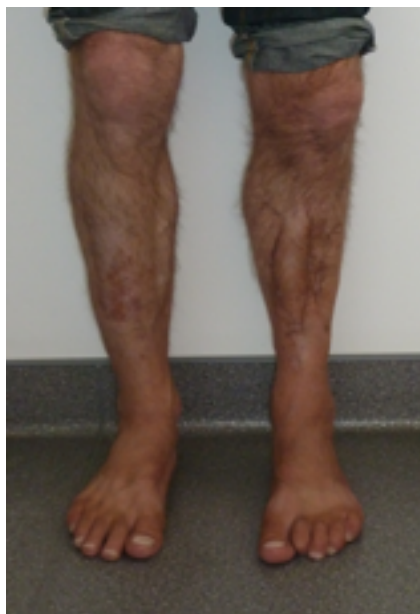
Le défaut osseux était de 7 cm. La taille du prélèvement de la fibula était de 17 cm avec respect en distal de 9 cm. Aucune complication post-opératoire immédiate du site receveur ou donneur n'a été notée. L'appui partiel a été repris à 4 mois, l'appui total à 6 mois sans dynamisation du fixateur externe. Le fixateur externe a été retiré à 7 mois. Il n'y a eu aucune récurrence de l'infection, aucune fracture de stress. La consolidation était considérée comme acquise à 6 mois.

2.3. revue

Le patient a été revu avec un recul de 10 ans. Il ne présentait aucun signe infectieux. L'appui était total avec l'aide d'une canne anglaise de façon occasionnelle. Du fait

d'une inégalité de longueur des deux membres inférieurs, une talonnette de 5 cm était nécessaire du côté gauche. Au niveau du site donneur, le patient se disait peu satisfait de l'aspect esthétique de sa jambe et présentait des douleurs lors de ses activités avec une EVA allant jusqu'à 5. Aucune instabilité de cheville n'a été retrouvée. Les amplitudes articulaires du genou et de la cheville étaient normales. Du côté gauche reconstruit, le patient se plaignait également de douleurs allant jusqu'à 5 lors de la marche. L'extension du genou était de 0°, la flexion de 110°, la flexion dorsale de la cheville était de 0°, la flexion plantaire de 30°. L'hypertrophie était de 44%. Il présentait un cal vicieux avec un recurvatum de 23° et un trouble de rotation

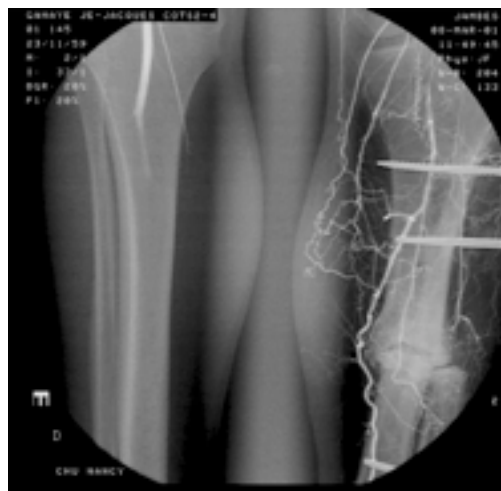
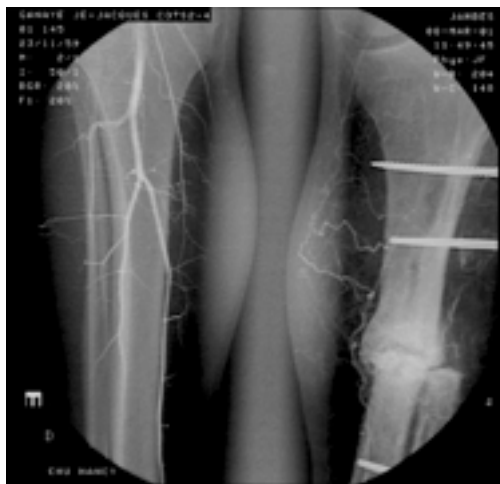
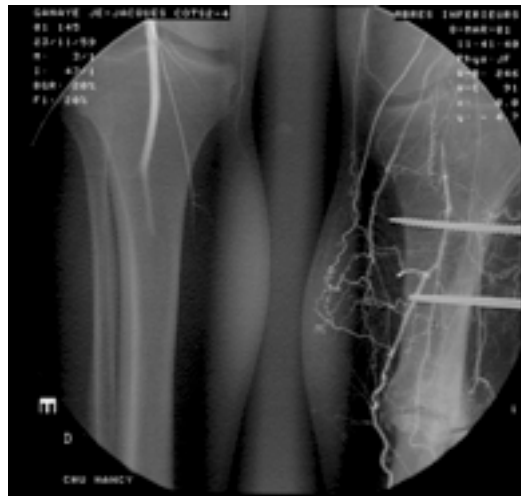
Photos du patient à 10 ans de recul, reconstruction de la jambe gauche :



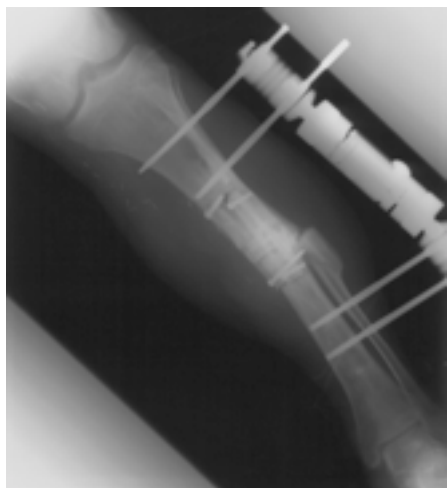
2.4. évolution radiographique

Radiographies avant la reconstruction par fibula, pseudarthrose hypertrophique du tibia gauche

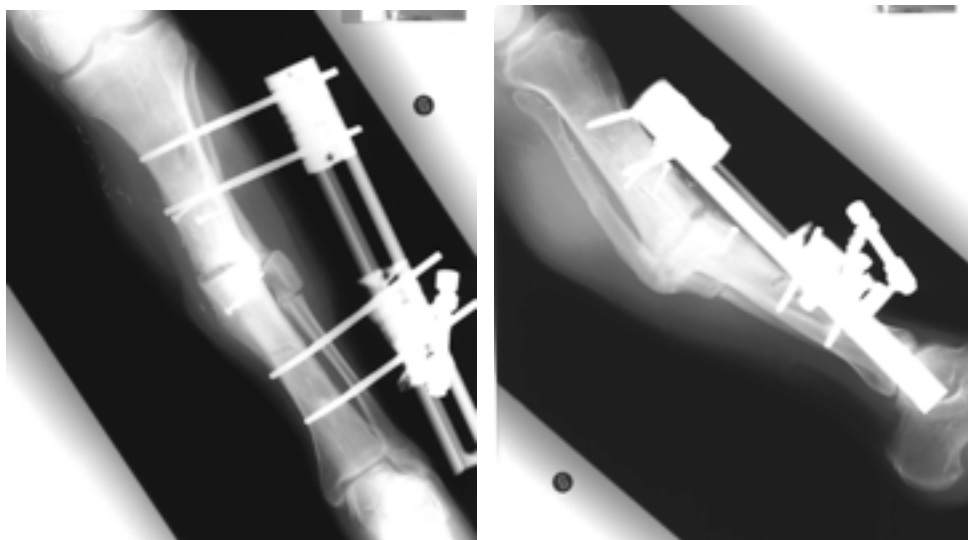




Radiographie après la reconstruction par fibula vascularisée, bifoliée



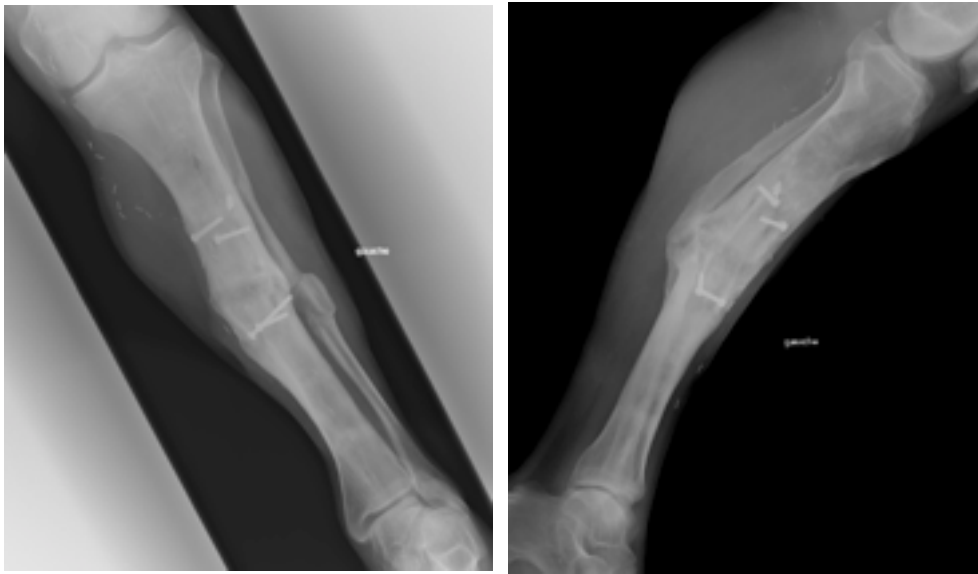
Radiographies après ostéotomie correctrice, soit 2 ans après la reconstruction par fibula



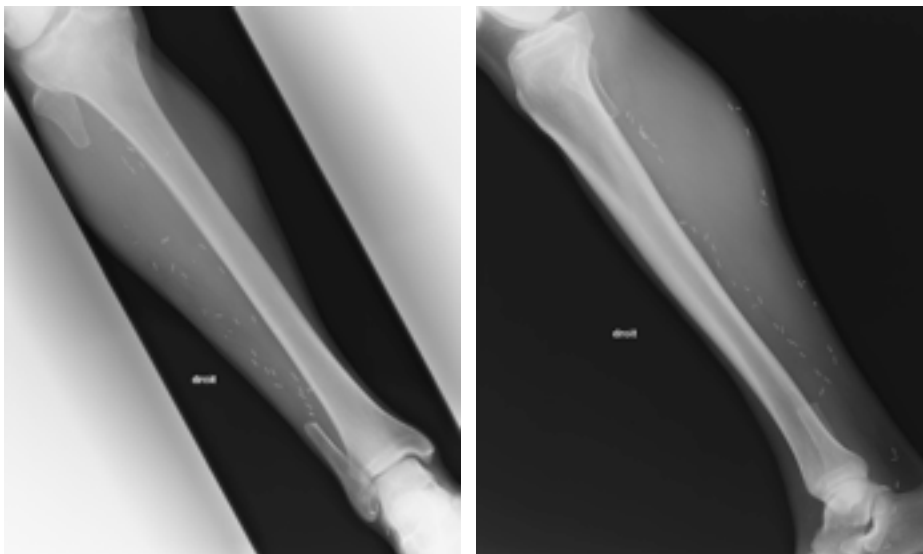
Radiographies à 4 ans de recul



Radiographies de la jambe gauche reconstruite, à 10 ans de recul, hypertrophie 44%, recurvatum 23°



Radiographie de la jambe droite, site donneur pour la reconstruction, à 10 ans de recul, pas de valgus de la cheville



CONCLUSION

Les greffes osseuses vascularisées permettent la reconstruction osseuse des membres lors de grande perte de substance osseuse et/ou dans des milieux défavorables. Elles interviennent souvent en dernier recours avant l'amputation chez des patients multiopérés.

Le maintien de la vascularisation de la greffe permet une diminution de sa résorption, un meilleur taux de consolidation dans des délais plus courts ainsi qu'une meilleure diffusion des antibiotiques. De plus, grâce au prélèvement composite, un seul temps opératoire permet à la fois la reconstruction osseuse et la couverture cutanée.

Le rôle de la palette cutanée est double. Elle permet une couverture cutanée et un monitoring de la greffe osseuse vascularisée. Cependant, sa fiabilité concernant le monitoring n'est pas de 100%. Toute modification de son aspect en post-opératoire immédiate fait craindre une thrombose vasculaire justifiant une reprise chirurgicale en urgence afin de sauver la greffe osseuse alors qu'une nécrose plus à distance fait craindre une probable souffrance chronique du greffon avec un risque de délai de consolidation allongé.

Le montage doit être stable pour permettre la consolidation mais pas trop rigide pour éviter les fractures de stress, principales complications de ce type d'intervention. Il fait souvent appel à des broches associées à un fixateur externe.

Au cours du suivi, les radiographies montrent une hypertrophie de la fibula. Celle-ci survient quasi exclusivement au membre inférieur après mise en charge. Elle est également favorisée par la survenue de fracture de stress.

La fibula du fait de son anatomie et de ses propriétés mécaniques est particulièrement adaptée pour la reconstruction des membres ; en simple barreau pour les diaphyses ou en double barreau pour les métaphyses ou la diaphyse du fémur. Son prélèvement est relativement simple avec peu de morbidité pour le site donneur.

Bibliographie

1. Taylor, G.I., G.D. Miller, and F.J. Ham, *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques*. Plast Reconstr Surg, 1975. **55** (5): p. 533-44.
2. Gilbert, A., *vascularized transfer of the fibula shaft*. Int J Microsurg, 1979. **1**: p. 100-102.
3. Rouvière, H., *Anatomie Humaine Descriptive et Topographique*. 10ème ed. Vol. Tome III. 1967: Masson.
4. Netter, F.H., *Atlas d'anatomie humaine*. 4ème ed. 2004: Masson.
5. Nakazawa, H., et al., *Fibula osteoseptocutaneous flap with a variant perforator and peroneal artery arising from the anterior tibial artery*. J Reconstr Microsurg, 2005. **21**(2): p. 119-24.
6. Mozaffarian, K., P. Lascombes, and G. Dautel, *Vascular basis of free transfer of proximal epiphysis and diaphysis of fibula: an anatomical study*. Arch Orthop Trauma Surg, 2009. **129**(2): p. 183-7.
7. Donski PK, B.U., Tschopp HM, *Surgical dissection of the fibula for free microvascular transfer*. Chirurgia Plastica, 1982. **6**(3): p. 153-164.
8. Strauch, B. and H.L. Yu, *Atlas of Microvascular Surgery, Anatomy and Operative Approaches*. Chapter 7 : Lower Leg and Knee. Vol. 2ème édition. 2006: Thieme.
9. Heitmann, C., F.N. Khan, and L.S. Levin, *Vasculature of the peroneal artery: an anatomic study focused on the perforator vessels*. J Reconstr Microsurg, 2003. **19**(3): p. 157-62.
10. Cho, B.C., et al., *Blood supply to osteocutaneous free fibula flap and peroneus longus muscle: prospective anatomic study and clinical applications*. Plast Reconstr Surg, 2001. **108**(7): p. 1963-71.
11. Ribuffo, D., et al., *Clinical study of peroneal artery perforators with computed tomographic angiography: implications for fibular flap harvest*. Surg Radiol Anat, 2010. **32**(4): p. 329-34.
12. Yu, P., E.I. Chang, and M.M. Hanasono, *Design of a reliable skin paddle for the fibula osteocutaneous flap: perforator anatomy revisited*. Plast Reconstr Surg, 2011. **128**(2): p. 440-6.
13. Wood, M.B., *Free vascularized fibular grafting-25 years' experience: tips, techniques, and pearls*. Orthop Clin North Am, 2007. **38**(1): p. 1-12, v.
14. Masquelet, A.C. and A. Gilbert, *Atlas des Lambeaux de l'Appareil Locomoteur*. 2003: Sauramps Médical.
15. Le Nen, D., et al., *Fibula vascularisée. Techniques, indications en orthopédie et traumatologie.*, in *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*. 2002, Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris. p. 1-10.
16. Banic, A. and R. Hertel, *Double vascularized fibulas for reconstruction of large tibial defects*. J Reconstr Microsurg, 1993. **9**(6): p. 421-8.
17. Jones, N.F., et al., *The "double barrel" free vascularized fibular bone graft*. Plast Reconstr Surg, 1988. **81**(3): p. 378-85.
18. Dautel, G., F. Duteille, and M. Merle, *Use of osteocutaneous "double-barrel fibular flaps" in limb reconstruction: four clinical cases*. Microsurgery, 2001. **21** (7): p. 340-4.
19. Tomita, Y., et al., *Postoperative results of vascularized double fibula grafts for femoral pseudoarthrosis with large bony defect*. Microsurgery, 1994. **15**(5): p. 316-21.

20. Chen, Z.W. and W. Yan, *The study and clinical application of the osteocutaneous flap of fibula*. Microsurgery, 1983. **4**(1): p. 11-6.
21. Minami, A., et al., *Simultaneous reconstruction of bone and skin defects by free fibular graft with a skin flap*. Microsurgery, 1986. **7**(1): p. 38-45.
22. Yoshimura, M., et al., *Free vascularized fibular transplant. A new method for monitoring circulation of the grafted fibula*. J Bone Joint Surg Am, 1983. **65**(9): p. 1295-301.
23. Imran, Y., W. Zulmi, and A.S. Halim, *Skin paddle as an indicator of the viability of vascularised fibular graft*. Singapore Med J, 2004. **45**(3): p. 110-2.
24. Beris, A.E., et al., *Vascularized fibula transfer for lower limb reconstruction*. Microsurgery, 2011. **31**(3): p. 205-11.
25. Fukaya, E., et al., *Magnetic resonance angiography to evaluate septocutaneous perforators in free fibula flap transfer*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009. **63**(7): p. 1099-104.
26. Clemenza, J.W., S. Rogers, and P. Magennis, *Pre-operative evaluation of the lower extremity prior to microvascular free fibula flap harvest*. Ann R Coll Surg Engl, 2000. **82**(2): p. 122-7.
27. Smith, R.B., R.D. Thomas, and G.F. Funk, *Fibula free flaps: the role of angiography in patients with abnormal results on preoperative color flow Doppler studies*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2003. **129**(7): p. 712-5.
28. Kessler, P., et al., *The role of angiography in the lower extremity using free vascularized fibular transplants for mandibular reconstruction*. J Craniomaxillofac Surg, 2001. **29**(6): p. 332-6.
29. Disa, J.J. and P.G. Cordeiro, *The current role of preoperative arteriography in free fibula flaps*. Plast Reconstr Surg, 1998. **102**(4): p. 1083-8.
30. Mureau, M.A., S.J. Flood, and S.O. Hofer, *Total peroneal artery occlusion during fibula free flap harvesting: salvage using the venous flow-through principle*. Plast Reconstr Surg, 2006. **117**(6): p. 101e-106e.
31. Holzle, F., et al., *Evaluation of the vessels of the lower leg before microsurgical fibular transfer. Part II: magnetic resonance angiography for standard preoperative assessment*. Br J Oral Maxillofac Surg, 2010. **49**(4): p. 275-80.
32. Chow, L.C., et al., *Vascular mapping of the leg with multi-detector row CT angiography prior to free-flap transplantation*. Radiology, 2005. **237**(1): p. 353-60.
33. Karanas, Y.L., et al., *Preoperative CT angiography for free fibula transfer*. Microsurgery, 2004. **24**(2): p. 125-7.
34. Miller, M.E., et al., *Preoperative magnetic resonance angiography detection of septocutaneous perforators in fibula free flap transfer*. Arch Facial Plast Surg, 2011. **13**(1): p. 36-40.
35. Weber, B.G. and O. Cech, *Pseudarthrosis : Pathophysiology, Biomechanics, Therapy, Results*. 1976, Bern, Switzerland: Hans Huber Medical Publisher.
36. de Boer, H.H. and M.B. Wood, *Bone changes in the vascularised fibular graft*. J Bone Joint Surg Br, 1989. **71**(3): p. 374-8.
37. El-Gammal, T.A., A. El-Sayed, and M.M. Kotb, *Hypertrophy after free vascularized fibular transfer to the lower limb*. Microsurgery, 2002. **22**(8): p. 367-70.
38. Anract, P., L. Vastel, and B. Tomeno, *Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses.*, in *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*. 1999, Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris. p. 1-14.

39. Joneschild, E.U., J., *Biology of the Vascularized Fibular Graft*, in *Bone Regeneration and Repair : Biology and Clinical Applications*, J.R.F. Liberman, Gary E., Editor. 2005, Humana Press. p. 93-112.
40. Judet, H.G., A., *S.O.F.C.O.T. Réunion Annuelle, novembre 2002. Où en est l'os vascularisé?* Rev Chir Orthop 2003. **89**: p. 2S27-2S41.
41. Plakseychuk, A.Y., et al., *Vascularized compared with nonvascularized fibular grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head*. J Bone Joint Surg Am, 2003. **85-A**(4): p. 589-96.
42. Gilbert, R.W., S., *Vascularized Fibula Grafts*, in *Bone Regeneration and Repair : Biology and Clinical Applications*, J.R.F. Liberman, Gary E., Editor. 2005, Humana Press. p. 311-336.
43. Soucacos, P.N., et al., *Vascularised bone grafts for the management of non-union*. Injury, 2006. **37 Suppl 1**: p. S41-50.
44. Dinh, P., et al., *Reconstruction of osteomyelitis defects*. Semin Plast Surg, 2009. **23**(2): p. 108-18.
45. Solonen, K.A., *Free vascularized bone graft in the treatment of pseudarthrosis*. Int Orthop, 1982. **6**(1): p. 9-13.
46. Mathoulin, C., et al., *[Free transfer of the vascularized fibula in pseudarthrosis and femoral bone loss]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1993. **79**(6): p. 492-9.
47. Lee, K.S., S.B. Han, and J.R. Baek, *Free vascularized osteocutaneous fibular graft to the tibia in 51 consecutive cases*. J Reconstr Microsurg, 2004. **20**(4): p. 277-84.
48. Doi, K., et al., *One-stage treatment of infected bone defects of the tibia with skin loss by free vascularized osteocutaneous grafts*. Microsurgery, 1995. **16**(10): p. 704-12.
49. Tu, Y.K., et al., *Reconstruction of posttraumatic long bone defect with free vascularized bone graft: good outcome in 48 patients with 6 years' follow-up*. Acta Orthop Scand, 2001. **72**(4): p. 359-64.
50. Cavadas, P.C., et al., *Reconstruction of major traumatic segmental bone defects of the tibia with vascularized bone transfers*. Plast Reconstr Surg, 2010. **125**(1): p. 215-23.
51. Pelissier, P., et al., *Bone reconstruction of the lower extremity: complications and outcomes*. Plast Reconstr Surg, 2003. **111**(7): p. 2223-9.
52. Sun, Y., et al., *Treatment for large skeletal defects by free vascularized fibular graft combined with locking plate*. Arch Orthop Trauma Surg, 2010. **130**(4): p. 473-9.
53. Bi, Z.G., et al., *Reconstruction of large limb bone defects with a double-barrel free vascularized fibular graft*. Chin Med J (Engl), 2008. **121**(23): p. 2424-8.
54. Takami, H., et al., *Vascularized fibular grafts for the reconstruction of segmental tibial bone defects*. Arch Orthop Trauma Surg, 1997. **116**(6-7): p. 404-7.
55. Mattar Junior, J., et al., *Vascularized fibular graft for management of severe osteomyelitis of the upper extremity*. Microsurgery, 1994. **15**(1): p. 22-7.
56. Chew, W.Y., C.K. Low, and S.K. Tan, *Long-term results of free vascularized fibular graft. A clinical and radiographic evaluation*. Clin Orthop Relat Res, 1995(311): p. 258-61.
57. De Smet, L., et al., *Vascularized bone transfer for tibial pseudarthrosis. Part I: Vascularized fibula transplantation. A report of 4 cases in the treatment of traumatic bone defects of the tibia*. Acta Orthop Belg, 1992. **58 Suppl 1**: p. 199-203.

58. Arai, K., et al., *Complications of vascularized fibula graft for reconstruction of long bones*. Plast Reconstr Surg, 2002. **109**(7): p. 2301-6.
59. Zhen, P., et al., *One-stage treatment and reconstruction of Gustilo Type III open tibial shaft fractures with a vascularized fibular osteoseptocutaneous flap graft*. J Orthop Trauma, 2010. **24**(12): p. 745-51.
60. Pliefke, J., et al., *Postoperative monitoring of free vascularized bone grafts in reconstruction of bone defects*. Microsurgery, 2009. **29**(5): p. 401-7.
61. Safoury, Y., *Free vascularized fibula for the treatment of traumatic bone defects and nonunion of the forearm bones*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(1): p. 67-72.
62. Halim, A.S. and Y. Imran, *Recalcitrant post-traumatic chronic osteomyelitis/infected non-union of the tibia following open grade-III fractures: treatment with vascularized osteocutaneous fibular graft*. Med J Malaysia, 2006. **61 Suppl A**: p. 66-70.
63. Lee, K.S. and J.W. Park, *Free vascularized osteocutaneous fibular graft to the tibia*. Microsurgery, 1999. **19**(3): p. 141-7.
64. Han, C.S., et al., *Vascularized bone transfer*. J Bone Joint Surg Am, 1992. **74**(10): p. 1441-9.
65. Nonnenmacher, J., J. Bahm, and Y. Moui, *The free vascularised fibular transfer as a definitive treatment in femoral septic non-unions*. Microsurgery, 1995. **16**(6): p. 383-7.
66. Stafford, P.R. and B.L. Norris, *Reamer-irrigator-aspirator bone graft and bi Masquelet technique for segmental bone defect nonunions: a review of 25 cases*. Injury, 2010. **41 Suppl 2**: p. S72-7.
67. Newman, J.T., et al., *A new minimally invasive technique for large volume bone graft harvest for treatment of fracture nonunions*. Orthopedics, 2008. **31**(3): p. 257-61.
68. Stafford, P.R.N.B., *Reamer-Irrigator-Aspirator as a bone graft harvester*. Techniques in Foot and Ankle Surgery, 2007. **6**(100): p. 100-107.
69. El-Sayed, M., M. El-Hadidi, and W. El-Adl, *Free non-vascularised fibular graft for treatment of post-traumatic bone defects*. Acta Orthop Belg, 2007. **73**(1): p. 70-6.
70. Ward, W.G., R.D. Goldner, and J.A. Nunley, *Reconstruction of tibial bone defects in tibial nonunion*. Microsurgery, 1990. **11**(1): p. 63-73.
71. Sun, Y., et al., *Free vascularised fibular grafting in the treatment of large skeletal defects due to osteomyelitis*. Int Orthop, 2010. **34**(3): p. 425-30.
72. Schuind, F., E. Pay-Pay, and F. Burny, *Vascularized bone transfer for tibial pseudarthrosis. Part II: Vascularized bone and muscle transfers. Exclusive free fibular bone graft*. Acta Orthop Belg, 1992. **58 Suppl 1**: p. 204-9.
73. Schottle, P.B., C.M. Werner, and C.E. Dumont, *Two-stage reconstruction with free vascularized soft tissue transfer and conventional bone graft for infected nonunions of the tibia: 6 patients followed for 1.5 to 5 years*. Acta Orthop, 2005. **76**(6): p. 878-83.
74. Simonis, R.B., et al., *Electrical treatment of tibial non-union: a prospective, randomised, double-blind trial*. Injury, 2003. **34**(5): p. 357-62.
75. Cebrian, J.L., et al., *Comparative study of the use of electromagnetic fields in patients with pseudoarthrosis of tibia treated by intramedullary nailing*. Int Orthop, 2010. **34**(3): p. 437-40.
76. Hemery, X., et al., *Low-intensity pulsed ultrasound for non-union treatment: a 14-case series evaluation*. Orthop Traumatol Surg Res, 2011. **97**(1): p. 51-7.

77. Aaron, R.K., D.M. Ciombor, and B.J. Simon, *Treatment of nonunions with electric and electromagnetic fields*. Clin Orthop Relat Res, 2004(419): p. 21-9.
78. Gupta, A.K., K.P. Srivastava, and S. Avasthi, *Pulsed electromagnetic stimulation in nonunion of tibial diaphyseal fractures*. Indian J Orthop, 2009. **43**(2): p. 156-60.
79. Bassett, C.A., S.N. Mitchell, and S.R. Gaston, *Treatment of ununited tibial diaphyseal fractures with pulsing electromagnetic fields*. J Bone Joint Surg Am, 1981. **63**(4): p. 511-23.
80. Masquelet, A.C., et al., *[Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft]*. Ann Chir Plast Esthet, 2000. **45**(3): p. 346-53.
81. Dendrinos, G.K., S. Kontos, and E. Lyritsis, *Use of the Ilizarov technique for treatment of non-union of the tibia associated with infection*. J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(6): p. 835-46.
82. Shortt, N.L., et al., *The use of a nerve stimulator to allow safe placement of Ilizarov wires*. Oper Orthop Traumatol, 2006. **18**(4): p. 364-76.
83. Marsh, D.R., et al., *The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures*. J Bone Joint Surg Br, 1997. **79**(2): p. 273-9.
84. Maini, L., et al., *The Ilizarov method in infected nonunion of fractures*. Injury, 2000. **31**(7): p. 509-17.
85. Fitoussi, F., et al., *Inter-tibiofibular graft for traumatic segmental bone defect of the tibia*. Orthop Traumatol Surg Res, 2012. **98**(2): p. 214-9.
86. Adani, R., et al., *Free fibula flap for humerus segmental reconstruction: report on 13 cases*. Chir Organi Mov, 2008. **91**(1): p. 21-6.
87. Gay, A., et al., *[Free vascularized fibular flap in distal radius reconstruction]*. Chir Main, 2010. **29 Suppl 1**: p. S42-8.
88. Coulet, B., et al., *Double-barrel fibular graft for metaphyseal areas reconstruction around the knee*. Orthop Traumatol Surg Res, 2010. **96**(8): p. 868-75.
89. Jia, W.T., et al., *Free vascularized fibular grafting in combination with a locking plate for the reconstruction of a large tibial defect secondary to osteomyelitis in a child: a case report and literature review*. J Pediatr Orthop B, 2010. **19**(1): p. 66-70.
90. Theos, C., et al., *Reconstruction of tibia defects by ipsilateral vascularized fibula transposition*. Arch Orthop Trauma Surg, 2008. **128**(2): p. 179-84.
91. Cariou, J., *Transfert sou lambeaux libres de et avec péroné ou fibula*. Anatomie chirurgicale, techniques de prélèvement, indications en chirurgie reconstructrice., in *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales-Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*. 2003, Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris. p. 1-38.
92. Amr, S.M., A.O. El-Mofty, and S.N. Amin, *Anterior versus posterior approach in reconstruction of infected nonunion of the tibia using the vascularized fibular graft: potentialities and limitations*. Microsurgery, 2002. **22**(3): p. 91-107.
93. Kasashima, T., A. Minami, and K. Kutsumi, *Late fracture of vascularized fibular grafts*. Microsurgery, 1998. **18**(5): p. 337-43.
94. Hierner, R. and M.B. Wood, *Comparison of vascularised iliac crest and vascularised fibula transfer for reconstruction of segmental and partial bone defects in long bones of the lower extremity*. Microsurgery, 1995. **16**(12): p. 818-26.
95. Minami, A., et al., *Free vascularized fibular grafts*. J Reconstr Microsurg, 1989. **5**(1): p. 37-43.

96. Fujimaki, A. and H. Suda, *Experimental study and clinical observations on hypertrophy of vascularized bone grafts*. Microsurgery, 1994. **15**(10): p. 726-32.
97. Bos, K.E., et al., *Failure of hypertrophy in revascularised fibula grafts due to stress protection*. Microsurgery, 1996. **17**(7): p. 366-70.
98. Garrett, A., et al., *Evaluation of fibula free flap donor site morbidity*. Am J Otolaryngol, 2006. **27**(1): p. 29-32.
99. Bodde, E.W., et al., *Donor-site morbidity after free vascularized autogenous fibular transfer: subjective and quantitative analyses*. Plast Reconstr Surg, 2003. **111**(7): p. 2237-42.
100. Klein, S., J.J. Hage, and L.A. Woerdeman, *Donor-site necrosis following fibula free-flap transplantation: a report of three cases*. Microsurgery, 2005. **25**(7): p. 538-42; discussion 542.
101. Bozkurt, M., et al., *Dynamic function of the fibula. Gait analysis evaluation of three different parts of the shank after fibulectomy: proximal, middle and distal*. Arch Orthop Trauma Surg, 2005. **125**(10): p. 713-20.

Annexe 1 : étiologie de la lésion initiale							
PATIENT	LOCALISATION	COTE	ETIOLOGIE	ETIOLOGIE FRACTURE	FRACTURE OUVERTE	CAUCHOIX	SOUFFRANCE CUT SECONDAIRE
1	fémur	D	fracture	AVP	oui	II	non
2	tibia	G	fracture	chute	oui	II	non
3	humérus	G	fracture	AVP	non		non
4	tibia	G	fracture	autre	oui	III	non
5	tibia	G	fracture	chute	oui	II	non
6	tibia	D	fracture	chute	oui	I	non
7	tibia	G	fracture	AVP	oui	III	non
8	fémur	G	fracture	AVP	oui	III	non
9	fémur	G	post-opératoire				non
10	tibia	D	fracture	AT	non		oui
11	tibia	G	fracture	AVP	oui	II	non
12	radius+cubitus	D	fracture	autre	oui	III	non
13	tibia	G	fracture	AVP	oui	III	non
14	radius+cubitus	G	fracture	AVP	oui	III	non
15	tibia	G	fracture	AVP	oui	II	non
16	tibia	G	fracture	AVP	oui	III	non
17	tibia	D	fracture	AVP	oui	III	non
18	tibia	G	fracture	AVP	oui	III	non
19	tibia	D	osteomyélite				oui
20	tibia	G	fracture	chute	non		oui
21	tibia	D	fracture	chute	oui	II	oui
22	tibia	G	fracture	chute	non		non
23	tibia	D	post-opératoire				oui
24	tibia	G	fracture	chute	non		non
25	tibia	D	fracture	AT	oui	III	non
26	tibia	D	fracture	AVP	oui	III	oui
27	tibia	G	fracture	AVP	oui	III	non
28	tibia	D	fracture	AVP	oui	III	non
29	tibia	D	fracture	AT	oui	III	non
30	fémur	G	fracture	AT	oui	II	non
31	tibia	D	fracture	AVP	oui	III	non
32	tibia	G	fracture	AVP	non		oui
33	tibia	D	fracture	AT	oui	III	non
34	tibia	D	fracture	AVP	oui	III	non
35	tibia	D	fracture	chute	non		oui

Annexe 2 : type de reconstruction par fibula vascularisée

PATIENT	AGE PER OPERATOIRE (années)	DELAI ACCIDENT/ FIBULA VASCULARISEE (mois)	FIBULA OSTEO- SEPTO- CUTANEE	FIBULA HOMO/ CONTRO LATERALE	FIBULA LIBRE/ PEDICULEE	FIBULA MONO/ BIFOLIEE
1	33	42	oui	homo	libre	monofolié
2	37	5	oui	contro	libre	bifolié
3	21	11	oui	contro	libre	monofolié
4	52	0,33	oui	contro	libre	monofolié
5	44	12	oui	contro	libre	monofolié
6	50	9	oui	contro	libre	monofolié
7	17	7	oui	contro	libre	bifolié
8	54	5	non	homo	libre	monofolié
9	46	19	non	homo	libre	monofolié
10	24	11	oui	contro	libre	bifolié
11	37	16	oui	contro	libre	bifolié
12	50	15	oui	contro	libre	monofolié
13	42	45	oui	contro	libre	bifolié
14	21	6	oui	contro	libre	monofolié
15	38	120	oui	contro	libre	monofolié
16	36	16	oui	contro	libre	monofolié
17	22	54	oui	contro	libre	bifolié
18	54	48	oui	contro	libre	monofolié
19	44	72	oui	contro	libre	monofolié
20	60	6	oui	contro	libre	bifolié
21	71	4	oui	homo	pédiculée	monofolié
22	37	55	oui	contro	libre	monofolié
23	60	128	oui	homo	pédiculée	monofolié
24	48	36	oui	contro	libre	monofolié
25	25	5	oui	contro	libre	bifolié
26	53	9	oui	contro	libre	monofolié
27	33	10	oui	contro	libre	monofolié
28	25	16	oui	contro	libre	monofolié
29	29	26	oui	contro	libre	monofolié
30	50	19	oui	homo	libre	bifolié
31	29	0,16	oui	contro	libre	monofolié
32	48	4	oui	contro	libre	bifolié
33	49	12	oui	contro	libre	monofolié
34	40	2	oui	contro	libre	bifolié
35	77	3	oui	homo	pédiculée	monofolié

Annexe 3 : consolidation et fracture de stress

PATIENT	CONSOLIDATION	DELAI DE CONSOLIDATION (mois)	FRACTURE DE STRESS	DELAI FRACTURE DE STRESS (mois)	TRAITEMENT FRACTURE DE STRESS	CONSOLIDATION FRACTURE DE STRESS	DELAI CONSOLIDATION DE LA FRACTURE DE STRESS (mois)
1	oui	10	oui	5	chirurgical	oui	2
2	oui	4	non				
3	oui	4	non				
4	oui	7	oui	8	chirurgical	oui	3
5	oui	4	non				
6	oui	6	oui	6	orthopédique	en cours	
7	oui	6	oui	14	orthopédique	oui	2
8	oui	10	oui	5	orthopédique	oui	3
9	oui	4	oui	9	chirurgical	oui	8
10	oui	5	oui	10	orthopédique	oui	2
11	oui	6	non				
12	oui	5	non				
13	oui	6	non				
14	oui	5	non				
15	oui	5	non				
16	oui	3	non				
17	oui	4	non				
18	non		non				
19	oui	5	oui	13	orthopédique	oui	3
20	oui	5	non				
21	oui	5	non				
22	oui	10	non				
23	oui	8	oui	11	orthopédique	non	
24	oui	6	non				
25	oui	4	non				
26	oui	4	non				
27	oui	4	non				
28	oui	5	oui	13	orthopédique	oui	50
29	oui	4	oui	8	orthopédique	oui	2
30	non		non				
31	oui	9	oui	11	orthopédique	oui	5
32	oui	6	oui	10	orthopédique	oui	2
33	oui	7	non				
34	oui	6	oui	8	chirurgical	oui	7
35	amputation à 1 mois		non				

Annexe 4 : tableau comparatif du taux de consolidation, du délai de consolidation et de la survenue de complications dans les reconstructions par fibula vascularisée :

ETUDE/AUTEUR	INDICATION	NOMBRE DE CAS	TAUX DE CONSOLIDATION	DELAI DE CONSOLIDATION	COMPLICATIONS
Mathoulin 1993 : free transfer of the vascularized fibula in pseudarthrosis and femoral bone loss	perte de substance osseuse septique ou non du fémur	28	90 %	9 mois (3-43)	nécrose du greffon=3 cas greffe secondaire=25%
Sun 2010 : Treatment for large skeletal defects by free vascularized fibular graft combined with locking plate	pseudarthrose septique des os longs	10	100 %	4,5 mois (3-8)	nécrose du greffon=1 cas
Bi 2008 : Reconstruction of large limb bone defects with a double-barrel free vascularized fibular graft	perte de substance septique ou non du membre inférieur	16	100 %	7 mois	
Tomita 1994 : Post operative results of vascularized double fibula grafts for femoral pseudoarthrosis with large bony defect	perte de substance septique du fémur	18	83 %	5 mois	thrombose=2 cas fracture=66%
Coulet 2010 : Double-barrel fibular graft for metaphyseal areas reconstruction around the knee	perte de substance métaphysaire, septique ou non du membre inférieur	8	100 %	6,4 mois	
Lee 2004 : Free vascularized osteocutaneous fibular graft to the tibia in 51 consecutive cases	perte de substance osseuse septique ou non du tibia	51	92 %	3,74 mois (3-7,5)	thrombose=12% fracture=31%
Takami 1997 : Vascularized fibular grafts for the reconstruction of segmental tibial bone defects	perte de substance osseuse septique ou non du tibia	7	100 %	2,5 mois à 4 mois	fracture=28%
Notre étude 2011 : Reconstruction des membres par fibula vascularisée dans les pertes de substance osseuse septiques, ostéites et pseudarthroses septiques	pertes de substance septiques des membres inférieurs et supérieurs	35	94 %	5,7 mois (3-10)	amputation=2 cas thrombose=17 % fracture=41 %

Annexe 5 : comparaison du taux de consolidation, du délai de consolidation et de la survenue de complications dans les reconstructions par greffe osseuse non vascularisée versus greffe osseuse vascularisées :

ETUDE/AUTEUR	TECHNIQUE	INDICATION	NOMBRE DE CAS	TAUX DE CONSOLIDATION	DELAI DE CONSOLIDATION
El Sayed 2007 : Free non-vascularised fibular graft for treatment of post-traumatic bone defects	greffe osseuse non vascularisée	perte de substance osseuse non septique du membre inférieur et supérieur	12	92 %	4 mois
Pelissier 2003 : Bone Reconstruction of the Lower Extremity: Complications and Outcomes	greffe osseuse non vascularisée	perte de substance osseuse non septique du membre inférieur	16	81,3 %	9 mois
Pelissier 2003 : Bone Reconstruction of the Lower Extremity: Complications and Outcomes	greffe osseuse vascularisée	perte de substance osseuse septique du membre inférieur	24	87,5	11,5 mois
Tu 2001 : Reconstruction of posttraumatic long bone defect with free vascularized bone graft	greffe osseuse vascularisée	perte de substance osseuse septique ou non du membre inférieur et supérieur	48	94 %	4,2 mois
Cavadas 2010 : Reconstruction of Major Traumatic Segmental Bone Defects of the Tibia with Vascularized Bone Transfers	greffe osseuse vascularisée	perte de substance osseuse septique ou non du tibia	41	100 %	5 à 9 mois

Annexe 6 : comparaison du taux de consolidation, du délai de consolidation et des complications des techniques alternatives aux greffes osseuses vascularisées

ETUDE/AUTEUR	TECHNIQUE	INDICATION	NOMBRE DE CAS	DELAI DE CONSOLIDATION	TAUX DE CONSOLIDATION	COMPLICATIONS
Gupta 2009 : Pulsed electromagnetic stimulation in nonunion of tibial diaphyseal fractures	champ électromagnétique pulsé	pseudarthrose septique du tibia	45	8 semaines	93 %	aucune
Hemery 2011 : Traitement des non consolidations osseuses par ultrasons pulsés de faible intensité : évaluation d'une série de 14 cas	ultrasons pulsés	pseudarthrose septique ou non des os long	14	5,8 mois	79 %	aucune
Maini 2000 : The Ilizarov method in infected nonunion of fractures	technique d'Ilizarov	pseudarthrose septique des os longs	30	délai moyen du traitement 5 mois	100 %	fracture=10 % récurrence infection= 10% greffe complémentaire= 10% infection des fiches
Dendrinis 1995 : Use of the Ilizarov technique for treatment of non-union of the tibia associated with infection	technique d'Ilizarov	pseudarthrose septique du tibia	28	6 mois délai moyen du traitement 10 mois	89 %	récurrence infection=0 greffe complémentaire=10 %
Fitoussi 2011 : Greffe intertibiofibulaire dans le traitement des pertes de substance osseuse diaphysaire du tibia	greffe intertibiofibulaire	perte de substance osseuse traumatique du tibia	28	10 mois	100 %	
Stafford 2010 : Reamer-irrigator-aspirator bone graft and bi Masquelet technique for segmental bone defect nonunions: a review of 25 cases	Technique de Masquelet+RIA	perte de substance osseuse +/- septique	27	à 6 mois, taux de consolidation de 70 % à 12 mois, taux de consolidation de 90 %	89 % (3 échecs)	aucune
Masquelet 2000 : Reconstruction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse	Technique de Masquelet	perte de substance osseuse +/- septique	35	«aspect de consolidation à 4 mois»	82 %	fracture=6 % récidive infection=22 % amputation=6 % greffe complémentaire=12 %

VU

NANCY, le **20 juillet 2012**

Le Président de Thèse

NANCY, le **26 juillet 2012**

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur G. DAUTEL

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE 4061

NANCY, le 27/08/2012

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Professeur P. MUTZENHARDT

RESUME DE LA THESE :

INTRODUCTION : Les greffes osseuses vascularisées, notamment par fibula, sont indiquées pour les reconstructions osseuses des membres avec un environnement défavorable.

MATERIEL ET METHODE : 35 patients ont bénéficié d'une reconstruction osseuse par fibula vascularisée entre 1996 et 2011 dans le service de Chirurgie Plastique et Reconstructrice de l'Appareil Locomoteur du CHU de Nancy dans le cadre de perte de substance osseuse septique, ostéïtes ou pseudarthroses septiques. Les complications à la fois sur le site donneur et receveurs ont été recherchées. Le taux et le délai de consolidation ont été analysés ainsi que les récurrences septiques. La revue a consisté en une analyse clinico-radiologique.

RESULTATS : La reconstruction concernait dans 32 cas le membre inférieur dont 28 tibias. Le défaut osseux était en moyenne de 8,8 cm et le prélèvement moyen de 16,2 cm. 37% des patients ont présenté une complication mineure du site donneur et 77% du site receveur. 6 patients ont présenté une thrombose vasculaire et 2 patients ont dû être amputés. Une récurrence septique a été notée chez 4 patients. 44% des patients ont présenté une fracture de stress. Le taux de consolidation était de 94% avec un délai moyen de 5,7 mois. L'hypertrophie moyenne à 6 mois était de 35% et de 66% à la revue.

DISCUSSION : Les greffes osseuses vascularisées ont montré leur supériorité en terme du taux et du délai de consolidation dans les reconstructions des membres dont la perte de substance osseuse est supérieure à 6 cm et dont l'environnement est défavorable. Une reconstruction par lambeau mixte ostéo-septo-cutané permet en un seul temps opératoire une reconstruction osseuse et des tissus mous. La palette cutanée permet également un monitoring du transfert osseux mais n'est pas fiable à 100%. Les fractures de stress sont les complications les plus fréquentes. Elles surviennent au membre inférieur lors de la remise en charge et favorise l'hypertrophie de la greffe.

TITRE EN ANGLAIS :

RECONSTRUCTION OF SEPTIC BONE NON UNION WITH FREE VASCULARIZED FIBULA FLAP

THESE DE MEDECINE SPECIALISEE ANNEE 2012

MOTS CLEFS :

fibula vascularisée, perte de substance osseuse septique, ostéïte, pseudarthrose septique

INTITULE ET ADRESSE

UNIVERSITE DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex