

# **Université de Poitiers**

## **Faculté de Médecine et Pharmacie**

ANNEE 2021

### **THESE**

**POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE  
(décret du 25 novembre 2016)**

Présentée et soutenue publiquement  
le 23 avril 2021 à Poitiers  
par **Mme Laura GARNIER**  
Née le 11/09/1991

**Faisabilité du lambeau antérolatéral de cuisse sur modèle  
cadavérique revascularisé SimLife® et intérêt pédagogique**

#### **COMPOSITION DU JURY**

**Président** : Monsieur le Professeur Jiad MCHEIK

**Membres** : Monsieur le Professeur Xavier DUFOUR  
Monsieur le Professeur Jean-Pierre FAURE  
Monsieur le Professeur Christophe JAYLE

**Directeur de thèse** : Monsieur le Docteur Édouard PAULUS





*Le Doyen,*

Année universitaire 2020 - 2021

## LISTE DES ENSEIGNANTS DE MEDECINE

### **Professeurs des Universités-Praticiens Hospitaliers**

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

- ROBLOT France, maladies infectieuses, maladies tropicales
- ROBLOT Pascal, médecine interne
- RODIER Marie-Hélène, parasitologie et mycologie (**retraite 01/03/2021**)
- SAULNIER Pierre-Jean, thérapeutique
- SCHNEIDER Fabrice, chirurgie vasculaire
- SILVAIN Christine, hépato-gastro- entérologie
- TASU Jean-Pierre, radiologie et imagerie médicale
- THIERRY Antoine, néphrologie
- THILLE Arnaud, réanimation
- TOUGERON David, gastro-entérologie
- WAGER Michel, neurochirurgie
- XAVIER Jean, pédopsychiatrie

### **Maîtres de Conférences des Universités-Praticiens Hospitaliers**

- ALBOUY-LLATY Marion, santé publique (**en mission 2020/21**)
- ALLAIN Géraldine, chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
- BEBY-DEFAUX Agnès, bactériologie – virologie (**en cours d'intégration PH**)
- BEN-BRIK Eric, médecine du travail (**en détachement**)
- BILAN Frédéric, génétique
- BOISSON Matthieu, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire (**en mission 1 an à/c nov.2020**)
- CASTEL Olivier, bactériologie - virologie – hygiène
- CAYSSIALS Emilie, hématologie
- COUDROY Rémy, réanimation
- CREMNITER Julie, bactériologie – virologie
- DIAZ Véronique, physiologie
- FROUIN Eric, anatomie et cytologie pathologiques
- GACHON Bertrand, gynécologie-obstétrique
- GARCIA Magali, bactériologie-virologie
- JVAUGUE Vincent, néphrologie
- KERFORNE Thomas, anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
- LAFAY-CHEBASSIER Claire, pharmacologie clinique
- LIUU Evelyne, gériatrie
- MARTIN Mickaël, médecine interne
- PALAZZO Paola, neurologie (**en dispo 1 an**)
- PERRAUD Estelle, parasitologie et mycologie
- SAPANET Michel, médecine légale
- THUILLIER Raphaël, biochimie et biologie moléculaire

### **Professeur des universités**

- PELLERIN Luc, biochimie et biologie moléculaire

### **Professeur des universités de médecine générale**

- BINDER Philippe

### **Professeurs associés de médecine générale**

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

### **Maîtres de Conférences associés de médecine générale**

- AUDIER Pascal
- ARCHAMBAULT Pierrick
- BRABANT Yann
- JEDAT Vincent

### **Enseignants d'Anglais**

- DEBAIL Didier, professeur certifié

### **Professeurs émérites**

- CARRETIER Michel, chirurgie générale (08/2021)
- GIL Roger, neurologie (08/2023)
- GOMES DA CUNHA José, médecine générale (08/2021)
- GUILHOT-GAUDEFFROY François, hématologie et transfusion (08/2023)
- HERPIN Daniel, cardiologie (08/2023)
- KITZIS Alain, biologie cellulaire (16/02/2021)
- MARECHAUD Richard, médecine interne (24/11/2023)
- MAUCO Gérard, biochimie et biologie moléculaire (08/2021)
- RICCO Jean-Baptiste, chirurgie vasculaire (08/2022)
- SENON Jean-Louis, psychiatrie d'adultes (08/2023)
- TOUCHARD Guy, néphrologie (08/2021)

### **Professeurs et Maîtres de Conférences honoraires**

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

## REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur Jiad Mcheik,

Avoir la possibilité de bénéficier de votre enseignement est un grand atout pour les internes de chirurgie plastique du CHU de Poitiers.

Je vous remercie de me faire l'honneur de juger ce travail et d'avoir accepté d'en présider le jury.

À Monsieur le Professeur Xavier Dufour,

J'ai eu le plaisir de bénéficier de votre enseignement, vos qualités humaines et professionnelles forcent le respect.

Merci de me faire l'honneur de juger ce travail.

À Monsieur le Professeur Jean-Pierre Faure,

Vous avez contribué à la création d'un modèle de simulation révolutionnaire représentant une chance incroyable pour les internes de chirurgie de Poitiers et de France.

Merci de me faire l'honneur de juger ce travail.

À Monsieur le Professeur Christophe Jayle,

Vous avez été mon premier mentor et avez su par votre enseignement et accompagnement faire de mon premier semestre d'internat un vrai compagnonnage.

Je vous remercie pour cette présence bienveillante dont vous avez fait preuve tout au long de mon internat.

Merci de me faire l'honneur de juger ce travail.

À Monsieur le Docteur Édouard Paulus,

Je te remercie sincèrement d'avoir accepté de diriger ce travail, et j'espère que cette thèse sera à la hauteur de tes espérances.

Merci pour ta patience et ton enseignement pendant tous ces semestres, ta pratique chirurgicale et médicale force l'admiration.

J'espère avoir encore la chance de travailler à tes côtés.

À mes Maîtres de Chirurgie :

À Monsieur le Professeur Pierre Corbi et au Docteur Jamil Hajj Chahine merci pour votre enseignement et votre gentillesse lors de ce premier semestre en chirurgie cardio-thoracique qui restera l'un des meilleurs souvenirs de mon internat.

Au Docteur Justine Leclerc, travailler en binôme avec toi a été un grand plaisir et un grand honneur. Merci pour ta compréhension et ta bienveillance lors de ma décision de changement de spécialité. Je suis ravie que nos services soient au même étage et d'avoir ainsi pu continuer à te croiser toutes ces années.

Aux Docteurs Lombard, Merienne et Xavier, merci pour cette découverte de l'orthopédie dans la joie et la bonne humeur.

Aux Docteurs Smirnoff et Lefant, merci pour votre patience à mon arrivée dans votre service devant ma maîtrise plus que bancale de la caméra de coelioscopie. Ce semestre passé en chirurgie viscérale avec vous a été un vrai plaisir.

Au Docteur Intissar Ben Achour,

Ton départ du service a été une perte immense pour les internes de chirurgie plastique de Poitiers. Merci pour ces journées au bloc opératoire qui pouvaient suffirent à me redonner de l'énergie et de l'envie pour toute une semaine. Merci pour ton incroyable gentillesse, ta patience et la confiance que tu m'as accordé dans ta pratique professionnelle. J'espère avoir un jour le plaisir de travailler de nouveau à tes côtés.

Au Docteur Vincent Huguier,

Merci de m'avoir appris la rigueur et la patience jusque dans le moindre petit geste. Vos qualités professionnelles forcent l'admiration et le respect. Je garderai toujours un souvenir ému de ces DIEP et rhinoplasties secondaires avec vous !

A l'équipe du 4C, à l'équipe de chirurgie plastique du bloc et de la consultation et plus particulièrement à Adeline, Véronique, Ségolène et Murielle. Merci pour votre compétence, votre gentillesse, votre bonne humeur et votre soutien dans les moments difficiles.

À ma famille,

À mes parents,

Merci pour les parents incroyables que vous êtes,  
Merci de m'avoir transmis l'amour de la médecine,  
Merci de m'avoir encouragée et soutenue toutes ces années,  
Je mesure la chance incroyable que j'ai de vous avoir,  
Vous rendre fiers est ma plus belle récompense.

À mes frères et sœur Marion, Romain et Thibaud,

À mes amis,

Juliette, merci d'être là depuis toutes ces années, de me supporter dans mes meilleurs comme mes pires moments, de connaître le moindre de mes défauts et de m'aimer quand même. À nos futurs road trip en van !

Astrid, Amélie F, Camille C, Camille D, Chloé, Lucie, merci pour ces belles années de fac avec vous. À nos fous rires à la BU, nos soirées endiablées, nos révisions tardives et notre réussite !

Aux belles rencontres poitevines :

Agathe L, Agathe D, Hélène, Amélie, Damien & Mathilde, Pierre & Fanny, Caroline & Barnabé, Iris, Hugo & Caro, Clémentine, Marine, Julie, Héloïse, Arthur R, Caragh, Manu & Chloé, Agate, Pauline, Paul F, Arthur F, Nadia, Jeanne, et tous les autres...

Vous avez rendu ces années d'internat plus belles ! On dit que les amis que l'on se fait pendant l'internat durent toute une vie, je compte bien là-dessus !

Amélie, ton aide pour ce travail a été plus que précieuse, je te remercie infiniment.

Chloé, quel plaisir d'avoir pu être ta co-interne, même si ce fut bref. Je te souhaite le meilleur dans ta nouvelle spécialité, ils ont beaucoup de chance d'accueillir quelqu'un comme toi.

Thibault, qui aurait pu penser que je m'entendrais aussi bien avec un orthopédiste ! Je n'aurais pas pu rêver meilleur partenaire pour les combats que nous avons menés et ceux qui nous attendent. Merci d'être toujours au rendez-vous.

Et enfin Hajar,

Les mots ne suffiront pas. Merci pour ce soutien indéfectible que tu m'apportes depuis notre premier semestre ensemble. Merci d'avoir été cette co-interne incroyable. J'espère avoir le plaisir de travailler avec toi encore de longues années.



# TABLE DES MATIERES

<b>I</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>15</b>
<i>I.A</i>	<i>RAPPELS HISTORIQUES ET ANATOMIQUES</i>	<i>16</i>
I.A.1	GÉNÉRALITÉS	16
I.A.2	LA CLASSIFICATION DE NAKAJIMA	18
I.A.2.a	Définition	18
I.A.2.b	Application aux lambeaux	21
I.A.3	LE CONCEPT D'ANGIOSOME (TAYLOR, 1987)	21
I.A.4	LAMBEAUX PERFORANTS	24
I.A.4.a	Définition	24
I.A.4.b	Nomenclature	27
I.A.5	LE CONCEPT DE PERFORASOME (SAINT-CYR, 2009)	30
<i>I.B</i>	<i>LE LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE</i>	<i>32</i>
I.B.1	PRINCIPES	32
I.B.2	BASES ANATOMIQUES	33
I.B.2.a	Plan superficiel	33
I.B.2.b	Plan musculaire	33
I.B.2.c	Plan profond	34
I.B.3	VARIATIONS DU PEDICULE VASCULAIRE	36
I.B.3.a	Type de perforante	36
I.B.3.b	Nombre et localisation des perforantes	38
I.B.4	TECHNIQUE CHIRURGICALE	39
I.B.4.a	Principe de prélèvement des lambeaux perforants	39
I.B.4.b	Technique de levée d'un lambeau antérolatéral de cuisse	40
I.B.4.c	Technique de prélèvement fin	41
I.B.5	APPLICATIONS	44
I.B.5.a	Tête et cou	45
I.B.5.b	Membres inférieurs	47
I.B.5.c	Membres supérieurs	50
I.B.5.d	Paroi abdominale et région périnéale	51

<i>I.C</i>	<i>MODELE CADAVERIQUE REVASCULARISE : LE SIMLIFE®</i>	53
<i>I.C.1</i>	PRÉSENTATION DU SIMLIFE®	53
<i>I.C.2</i>	LA TECHNOLOGIE SIMLIFE®	54
<i>I.C.3</i>	PREPARATION ET UTILISATION DU SIMLIFE®	56
<i>I.C.4</i>	ADAPTATION A UN SCENARIO CHIRURGICAL	57
<b>II</b>	<b>MATERIEL ET METHODE</b>	<b>58</b>
<i>II.A</i>	<i>INTERET PEDAGOGIQUE DU SIMLIFE® : LE MODELE DE KIRKPATRICK</i>	58
<i>II.B</i>	<i>APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE SIMLIFE® AU LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE</i>	59
<i>II.B.1</i>	DESCRIPTION ET DUREE DE L'ETUDE	59
<i>II.B.2</i>	POPULATION DE L'ETUDE	59
<i>II.B.3</i>	DESCRIPTION DE LA PROCEDURE	59
<i>II.B.4</i>	DONNEES RECUEILLIES	64
<i>II.B.5</i>	OBJECTIFS ET CRITERES DE JUGEMENT	64
<b>III</b>	<b>RESULTATS</b>	<b>65</b>
<i>III.A</i>	<i>DONNEES ANATOMIQUES</i>	65
<i>III.A.1</i>	TYPES DE PERFORANTE	65
<i>III.A.2</i>	LONGUEUR DU PEDICULE	65
<i>III.A.3</i>	DIAMETRE DU PEDICULE A SON ORIGINE	66
<i>III.A.4</i>	TEMPS OPERATOIRES	66
<i>III.B</i>	<i>VIABILITE DES LAMBEAUX</i>	70
<b>IV</b>	<b>DISCUSSION</b>	<b>71</b>
<i>IV.A</i>	<i>FAISABILITE LOGISTIQUE DU MODELE</i>	71
<i>IV.B</i>	<i>LIMITES DE LA SIMULATION</i>	72
<i>IV.C</i>	<i>PERSPECTIVES : VERS UN MODÈLE D'ENSEIGNEMENT CHIRURGICAL PAR LA SIMULATION</i>	72
<b>V</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>74</b>

## TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : LES COMPARTIMENTS VASCULAIRES SELON NAKAJIMA	18
FIGURE 2 : CLASSIFICATION DES VAISSEAUX PERFORANTS LE FASCIA PROFOND SELON NAKAJIMA	20
FIGURE 3 : CLASSIFICATION DE MATHES ET NAHAI DES VAISSEAUX PERFORANTS A DESTINATION CUTANEE	20
FIGURE 4 : LES ANGIOSOMES	22
FIGURE 5 : TERRITOIRES CUTANES SELON TAYLOR	23
FIGURE 6 : LES ANGIOSOMES DES ARTERES SOURCES DU CORPS	24
FIGURE 7 : LES DIFFERENTS TYPES DE VAISSEAUX PERFORANTS SELON LA CLASSIFICATION DE GAND	26
FIGURE 8 : NOMENCLATURE DES LAMBEAUX PERFORANTS SELON KIM	28
FIGURE 9 : LES DIFFERENTS TYPES DE LAMBEAUX ANTERO-LATERAUX DE CUISSE SELON KIM	29
FIGURE 10 : VAISSEAUX COMMUNICANTS ENTRE DEUX PERFORASOMES SELON SAINT-CYR	31
FIGURE 11 : PERFORASOMES COURANTS	31
FIGURE 12 : PLAN SUPERFICIEL DE LA REGION ANTEROLATERALE DE LA CUISSE	33
FIGURE 13 : GROUPE MUSCULAIRE ANTERIEUR DE LA CUISSE	34
FIGURE 14 : VASCULARISATION ARTERIELLE DE LA REGION ANTEROLATERALE DE LA CUISSE	36
FIGURE 15 : DISTRIBUTION CUTANEE DE 329 PERFORANTES ANTEROLATERALES DE CUISSE	39
FIGURE 16 : DESSIN DU LAMBEAU.	40
FIGURE 17 : LES DIFFERENTS TYPES DE TRAJET DES PERFORANTES DANS LA GRAISSE SOUS CUTANEE SELON KIMURA	42
FIGURE 18 : PROCEDURE CHIRURGICALE DE MICRODISSECTION D'UN LAMBEAU PERFORANT FIN SELON KIMURA	43
FIGURE 19 : LEVEE D'UN LAMBEAU PERFORANT FIN SELON HONG	44
FIGURE 20 : EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ALT EN RECONSTRUCTION DE LA FACE	46
FIGURE 21 : EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ALT EN RECONSTRUCTION PELVI-LINGUALE	46
FIGURE 22 : PATIENT DE 50 ANS PRESENTANT UN CARCINOME EPIDERMOÏDE DE LA CAVITE BUCCALE	47
FIGURE 23 : EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ALT EN RECONSTRUCTION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE DU PIED	49
FIGURE 24 : EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ALT EN RECONSTRUCTION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE DU PIED	49
FIGURE 25 : EXEMPLE D'APPLICATION DE L'ALT EN RECONSTRUCTION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE DU MEMBRE SUPERIEUR	50
FIGURE 26 : RECONSTRUCTION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE DE LA PAROI ABDOMINALE	52
FIGURE 27 : RECONSTRUCTION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE SCROTALE PAR ALT PEDICULE	52
FIGURE 28 : SCHEMATISATION DU MODELE SIMLIFE	55
FIGURE 29 : INSTALLATION, CHAMPAGE ET DESSIN DU LAMBEAU	61
FIGURE 30 : INCISION DE LA BERGE MEDIALE, LEVEE DU FASCIA DU RECTUS FEMORIS.	61
FIGURE 31 : LAMBEAU LEVE, MUSCLE RECTUS FEMORIS RECLINE, PEDICULE INDIVIDUALISE	62
FIGURE 32 : LAMBEAU LEVE AVEC 2 PERFORANTES	62

FIGURE 33 : PEDICULE SECTIONNE A SON ORIGINE	63
FIGURE 34 : LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE AVEC SON PEDICULE SECTIONNE	63
FIGURE 35 : REPARTITION DES TYPES DE PERFORANTE	65
FIGURE 36 : LONGUEUR DU PEDICULE PAR DISSECTION	66
FIGURE 37 : COURBE DE PROGRESSION DU TEMPS OPERATOIRE TOTAL	68
FIGURE 38 : COURBE DE PROGRESSION DU TEMPS DE DISSECTION DU PEDICULE	68
FIGURE 39 : COURBES DE PROGRESSION DES TEMPS OPERATOIRES EN FONCTION DE LA NATURE DE LA PERFORANTE	69

## TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : VARIATIONS ANATOMIQUES DU PEDICULE DU LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE SELON LA LITTERATURE	38
TABLEAU 2 : TABLEAU DES TEMPS OPERATOIRES	67
TABLEAU 3 : COMPARAISON DES TEMPS OPERATOIRES DE DISSECTION DU PEDICULE EN FONCTION DE LA NATURE DE LA PERFORANTE	69

## Liste des abréviations

ALT : Lambeau antérolatéral de cuisse

EIAS : Épine iliaque antéro-supérieure

ACLF : Artère circonflexe fémorale latérale

BDACLF : Branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale



# I INTRODUCTION

Un lambeau est une technique chirurgicale qui permet d'apporter du tissu vascularisé par un pédicule pour combler une perte de substance. On distingue plusieurs types de lambeaux selon le type de pédicule (en continuité avec la zone donneuse ou dérivé par anastomose microchirurgicale) et la nature de la structure tissulaire transférée.

L'évolution de la chirurgie des lambeaux a été marquée dans les années 80 par l'introduction du concept des lambeaux perforants. Le développement de cette technique a constitué une des avancées majeures de la chirurgie plastique.

Les lambeaux perforants sont constitués d'une palette cutanée et d'une quantité variable de graisse sous-cutanée, vascularisées par un ou plusieurs vaisseaux qui perforent un muscle ou un fascia. Leur prélèvement suit la perforante jusqu'à son vaisseau d'origine tout en préservant les tissus sous-jacents (muscle, aponévrose, nerfs), diminuant la morbidité du site donneur. Le respect du site donneur ainsi que la polyvalence de la palette cutanée ont permis la diffusion des lambeaux perforants dans tous les domaines de la chirurgie : reconstruction mammaire, chirurgie de la main, couverture des pertes de substance des membres ou du thorax, reconstruction cervico-faciale... Cette technique a permis d'accroître les possibilités de lambeaux libres pour une région donnée et d'étendre ainsi l'arsenal thérapeutique des chirurgiens.

Le lambeau antéro-latéral de cuisse (ALT), initialement décrit par Song en 1984(1) est un lambeau perforant vascularisé par des perforantes septocutanées ou musculocutanées de la branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale.

## I.A RAPPELS HISTORIQUES ET ANATOMIQUES

### I.A.1 GÉNÉRALITÉS

Depuis l'Antiquité, des lambeaux locaux du visage sont pratiqués. Vers 700 avant J.C. en Inde, SUSHRUTA est le premier chirurgien à donner une description de reconstruction nasale par lambeau de peau prélevé sur le front. Cependant son enseignement met plusieurs siècles à parvenir en occident.

Il faut attendre le 15<sup>ème</sup> siècle en Italie pour la découverte des lambeaux à distance. Gaspare TAGLIACOZZI, professeur d'anatomie et de chirurgie à l'université de Bologne, publie des procédés de reconstruction du nez par un lambeau prélevé sur le bras.

Au 19<sup>ème</sup> siècle les connaissances sur les lambeaux explosent. Joseph CARPUE publie en 1816 une reconstruction du nez par lambeau frontal. Camille BERNARD publie en 1852 son procédé d'excision des triangles à la base des lambeaux d'avancement, qui est aussi publié en 1855 par Karl VON BUROW dont l'histoire a finalement retenu le nom pour désigner ces triangles.

Astley COOPER et Benjamin TRAVERS sont les premiers à utiliser des lambeaux ailleurs que sur le visage pour couvrir des pertes de substance de l'urètre et Franck HAMILTON est l'inventeur du célèbre lambeau en cross-leg qu'il décrit pour la première fois en 1856 afin de couvrir une perte de substance de la jambe.

Au 20<sup>ème</sup> siècle, Sir Harold GILLIES dirige un hôpital consacré uniquement à la chirurgie plastique du visage, créé pour faire face à l'afflux massif de blessés de la 1<sup>ère</sup> Guerre Mondiale. C'est le premier service de chirurgie plastique au monde, participant à l'émergence de cette nouvelle spécialité chirurgicale(2).

Cependant, durant la première moitié du vingtième siècle les bases anatomiques de la vascularisation cutanée sont peu connues. Le panel de lambeaux cutanés est restreint aux lambeaux cutanés dit « au hasard », vascularisés par les plexus dermiques et sous-dermiques, avec une viabilité dépendante d'un respect du ratio longueur sur largeur. Ces lambeaux sont différenciés selon leur type de mouvement (avancement, rotation ou translation). Certains pionniers tels que Pietro SABATTINI, Robert ABBE, Jacob August ESTLANDER ou encore Carl

MANCHOT contribuent, au début du 20<sup>ème</sup> siècle, à établir les notions actuelles concernant la survie et la vascularisation des lambeaux.

C'est entre 1970 et 1990 que l'évolution des connaissances de la vascularisation cutanée modifie complètement la pratique de chirurgie plastique et lui donne ses armes modernes, tant en ce qui concerne les types de lambeaux que la façon de les transférer grâce à la microchirurgie vasculaire. Ainsi les travaux expérimentaux de Milton en 1970(3) puis de MacGregor et Morgan en 1973(4) montrent que la viabilité des lambeaux cutanés repose sur les caractéristiques du réseau vasculaire. Ils identifient des vaisseaux sous-cutanés à l'origine de la vascularisation de larges palettes cutanées avec une localisation et une orientation prédictibles ; c'est le premier concept de lambeau cutané à flux axial.

Les premières descriptions de lambeaux musculo-cutanés datent de 1906 par Tanzini qui utilise des lambeaux de grand dorsal en reconstruction mammaire. Il faut attendre 1972 pour que Orticochea(5) redécouvre leur utilisation dans laquelle la vascularisation de la peau est fournie par le muscle sous-jacent, prélevé en conservant son pédicule vasculaire. L'utilisation des lambeaux musculo-cutanés se généralise à la fin des années 70 et dans les années 80.

En 1981 Ponten introduit le concept de lambeau fascio-cutané(6). Il réalise de grands lambeaux prélevés avec le fascia profond sous-jacent mais sans vaisseau axial sous-cutané identifiable. Les travaux sur les fondements de la vascularisation cutanée sont donc relancés.

## I.A.2 LA CLASSIFICATION DE NAKAJIMA

### I.A.2.a Définition

La connaissance de l'origine de la vascularisation cutanée permet de prélever des lambeaux cutanés purs, musculo-cutanés ou fascio-cutanés. L'apparition des lambeaux perforants conduit ensuite à s'intéresser aussi à la façon dont les vaisseaux abordent la peau.

La structure histologique de la peau est constituée de 3 couches principales : l'épiderme, le derme et l'hypoderme. L'épiderme est totalement avasculaire. L'hypoderme est faiblement vascularisé et constitue surtout une voie de transit pour les vaisseaux. C'est le derme qui est la structure nourricière essentielle de la peau dont il contient les vaisseaux sous forme de plexus. Selon leur densité, ces plexus dermiques et sous-dermiques permettent de faire survivre des lambeaux cutanés d'une longueur proportionnelle à leur largeur. C'est le principe de survie des lambeaux cutanés « au hasard ».

En 1986 Nakajima(7) propose une classification selon laquelle il divise les systèmes vasculaires impliqués dans la vascularisation cutanée en quatre compartiments schématiques (Fig 1) :

- Les plexus dermiques et sous dermiques (compartiment D)
- Les plexus sous-cutanés et fasciaux (compartiment F)
- Le réseau vasculaire des septum inter-musculaires (compartiment S)
- Le réseau vasculaire musculaire (compartiment M)

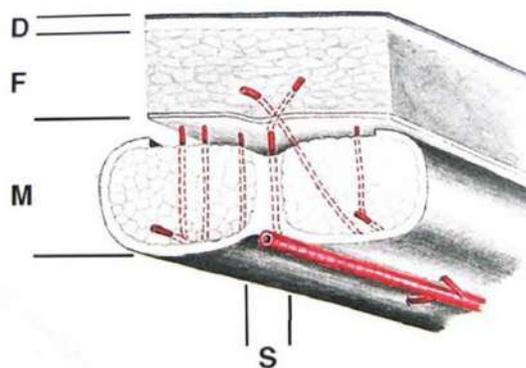


Figure 1 : les compartiments vasculaires selon Nakajima

Les plexus dermiques et sous dermiques sont alimentés par les plexus sous-cutanés et fasciaux, qui reçoivent eux-mêmes leur vascularisation des réseaux vasculaires intermusculaires et musculaires par l'intermédiaire de 6 types d'artères (Fig 2) :

- **Type A : les artères cutanées directes.** Ce sont des vaisseaux bien développés dans les zones de faible masse musculaire telles qu'autour des articulations. Après avoir perforé le fascia profond, les artères cutanées directes cheminent parallèlement à la surface de la peau pour former les plexus fascio-cutanés.

Exemples : l'artère iliaque circonflexe superficielle, l'artère épigastrique inférieure superficielle

- **Type B : les artères septo-cutanées directes.** Elles passent à travers les septa intermusculaires des membres et pénètrent directement et obliquement dans la peau

Exemples : artère radiale collatérale, artère ulnaire collatérale supérieure

- **Type C : les branches cutanées directes d'artères musculaires.** Avant de gagner son muscle, l'artère musculaire envoie une branche à la peau qui passe par l'espace intermusculaire. Ces artères suffisent souvent à vasculariser la peau au-dessus du muscle en se passant du flux sanguin apporté par les perforantes musculo-cutanées. Ainsi en utilisant ces branches cutanées directes on peut transformer un lambeau musculo-cutané en un lambeau fascio-cutané.

Exemple : la branche cutanée directe de l'artère thoraco-dorsale

- **Type D : les branches perforantes d'artères musculaires.** L'artère musculaire traverse le muscle jusqu'à la peau où elle devient la branche cutanée. Ce sont des vaisseaux d'un diamètre généralement égal à 1,5mm, pouvant être utilisés pour une anastomose, ce qui les distingue des artères de type F de calibre plus petit.

Exemples : perforantes cutanées de l'artère circonflexe fémorale latérale

- **Type E : les perforantes septo-cutanées.** Échelonnées le long des septa intermusculaires, elles vascularisent chacune un petit territoire cutané segmentaire. Elles peuvent parfois passer à travers le muscle à sa bordure (perforante septo-musculo-cutanée).

Exemples : les artères perforantes des artères des membres

- **Type F : les perforantes musculo-cutanées.** Elles perforent le muscle perpendiculairement à son artère musculaire.

Exemples : les perforantes du latissimus dorsi ou du rectus abdominis

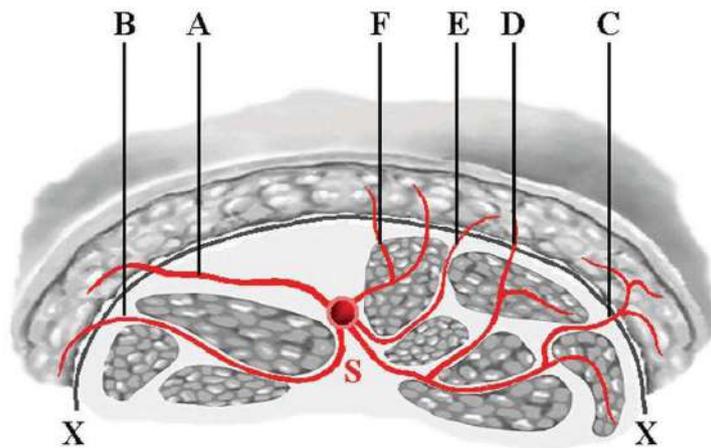


Figure 2 : classification des vaisseaux perforants le fascia profond selon Nakajima

(S) vaisseau source ; (X) fascia profond ; (A) artère cutanée directe ; (B) artère septocutanée directe ; (C) branche cutanée directe d'une artère musculaire ; (D) branche perforante d'une artère musculaire ; (E) perforante septocutanée ; (F) perforante musculocutanée

A leur tour Mathes et Nahai réalisent également en 1986 une classification distinguant 3 types de vaisseaux perforants à destination cutanée (Fig 3) :

- Type A : vaisseau cutané direct
- Type B : vaisseau septocutané
- Type C : vaisseau musculocutané

Les perforantes avec un trajet intramusculaire, de type D et F selon Nakajima, sont de type C selon Mathes et Nahai.

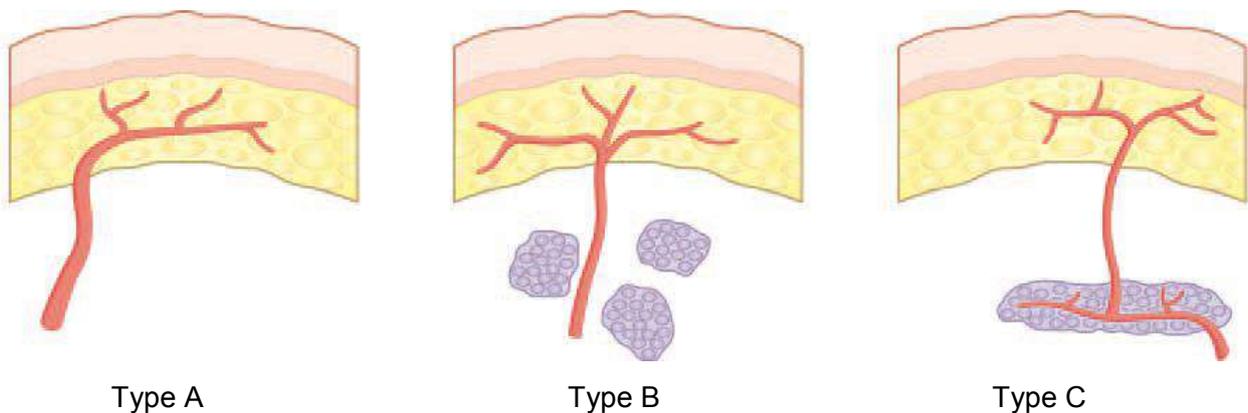


Figure 3 : Classification de Mathes et Nahai des vaisseaux perforants à destination cutanée

### *I.A.2.b Application aux lambeaux*

En combinant les 4 compartiments vasculaires de Nakajima impliqués dans la vascularisation cutanée, on peut alors classer les lambeaux en 5 catégories :

- **Lambeaux cutanés**, vascularisés par les plexus dermiques et sous dermiques (compartiment D). Ce sont les lambeaux « au hasard ». Viables si le rapport de leur longueur sur leur largeur ne dépasse pas 1,5 (3 au visage).
- **Lambeaux fascio-cutanés**, vascularisés par les compartiments D et F (plexus sous-cutanés et fasciaux). Ces lambeaux peuvent être distingués selon le type d'artère alimentant le compartiment F. Les lambeaux alimentés par les artères de type A, B, C ou D peuvent être levés en ilot ou utilisés en lambeaux libres. Le lambeau inguinal (artère circonflexe iliaque superficielle) ou le lambeau antéro-latéral de cuisse (perforante musculo-cutanée de l'artère circonflexe fémorale latérale) sont des lambeaux pouvant être classés dans cette catégorie. Les lambeaux alimentés par les artères de type E ou F (perforantes septo et musculo-cutanées de petit diamètre) sont les lambeaux fascio-cutanés pédiculés classiques très utilisés au membre inférieur.
- **Lambeaux fascio-adipeux**, vascularisé par le compartiment F
- **Lambeaux septo-cutanés**, dépendants des compartiments D, F et S
- **Lambeaux musculo-cutanés**, vascularisés par les compartiments D, F et M, qui sont en fait un lambeau fascio-cutané vascularisé par une perforante musculo-cutanée et prélevée avec le muscle correspondant.

### I.A.3 LE CONCEPT D'ANGIOSOME (TAYLOR, 1987)

En 1987 Taylor présente le concept d'angiosome(8). Ses travaux sont fondés sur des dissections avec injection de colorant et de produit de contraste. Ils définissent un angiosome comme une unité anatomique composite vascularisée par une artère source et correspondant à un territoire cutané unique. Le territoire cutané de l'angiosome est vascularisé par une artère cutanée directe qui traverse indifféremment les structures profondes (muscles, fascia) mais reste principalement destinée à la peau. Les artères cutanées indirectes émergent du

fascia profond et n'ont qu'un rôle secondaire dans la vascularisation cutanée. Leur rôle principal est de vasculariser les muscles et autres tissus profonds et elles viennent ensuite secondairement renforcer la vascularisation cutanée principale.

La limite de chaque territoire cutané correspond au point d'équilibre entre les pressions de perfusion des artères cutanées directes. A la frontière entre deux territoires cutanés « anatomiques », un réseau vasculaire latent associe des artères frontières « choke arteries » et des veines oscillantes (non valvulées). L'augmentation de la pression de perfusion d'un territoire cutané anatomique peut lui permettre de s'étendre sur le territoire anatomique voisin par recrutement des vaisseaux frontières latents : c'est la notion de territoire cutané « hémodynamique » (Fig 5).

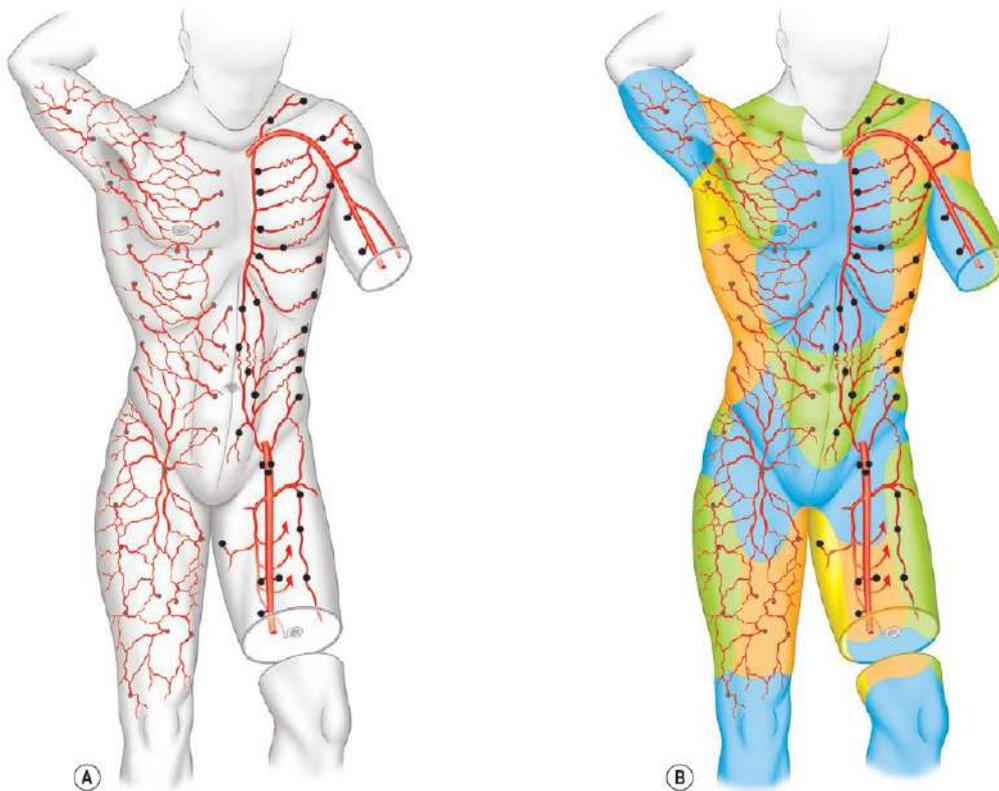


Figure 4 : Les angiosomes

(A) : les perforantes cutanées et leurs connections sont représentées sur la gauche, l'origine des perforantes provenant des artères sources est représentée sur la droite.

(B) : illustration du territoire vasculaire de chaque artère source.

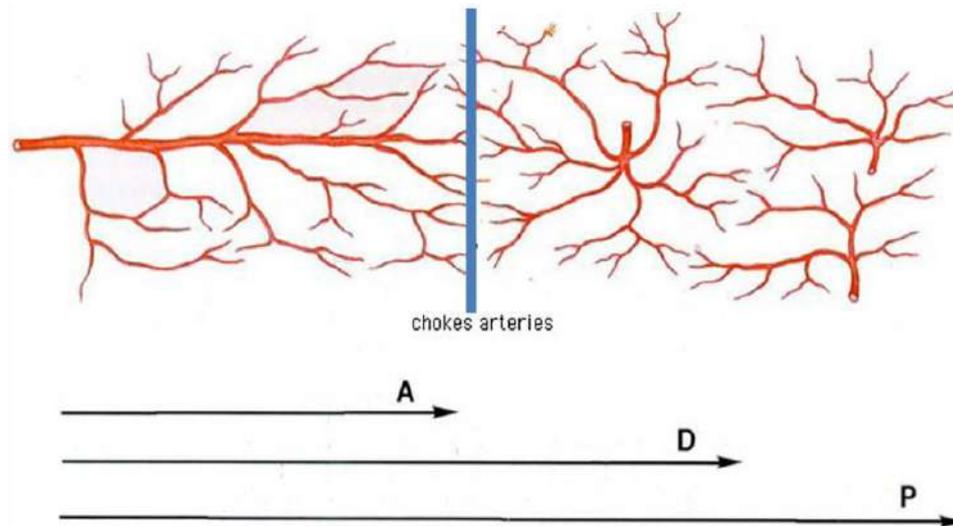


Figure 5 : territoires cutanés selon Taylor

- (A) : territoire cutané « anatomique » basé sur une artère cutanée directe
- (D) : territoire cutané « dynamique » par recrutement des artères frontières
- (P) : territoire cutané « potentiel » par extension au hasard.

Il est ainsi établi une cartographie des territoires cutanés décrivant 40 angiosomes, chacun nommé par leur artère source (Fig 6).

Le concept d'angiosome de Taylor peut être appliqué à la classification de Nakajima : les artères cutanées directes correspondent aux types A, B, C et E et les artères cutanées indirectes aux types D et F.

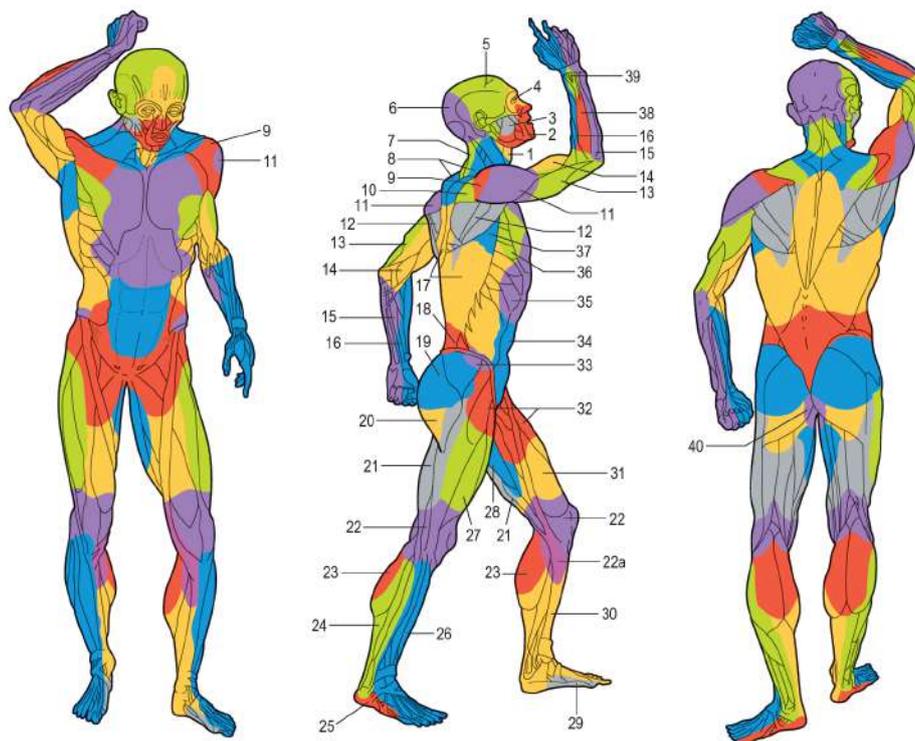


Figure 6 : les angiosomes des artères sources du corps

Les angiosomes des artères: (1) thyroïde; (2) faciale; (3) buccale; (4) ophthalmique; (5) temporale superficielle; (6) occipitale; (7) cervicale profonde; (8) cervicale transverse; (9) acromio-thoracique; (10) suprascapulaire; (11) circumflexe humérale postérieure; (12) circumflexe scapulaire; (13) brachiale profonde; (14) brachiale; (15) ulnaire; (16) radiale; (17) intercostale postérieure; (18) lombaire; (19) glutéale supérieure; (20) glutéale inférieure; (21) fémorale profonde; (22) poplitée; (22a) géniculaire descendante; (23) surale; (24) péronière; (25) plantaire latérale; (26) tibiale antérieure; (27) fémorale circumflexe latérale; (28) adducteur (profonde); (29) plantaire médiale; (30) tibiale postérieure; (31) fémorale superficielle; (32) fémorale commune; (33) circumflexe iliaque profonde; (34) épigastrique inférieure profonde; (35) thoracique interne; (36) thoracique latérale; (37) thoracodorsale; (38) interosseuse postérieure; (39) interosseuse antérieure ; (40) pudendale interne.

## I.A.4 LAMBEAUX PERFORANTS

### I.A.4.a Définition

La première description d'un lambeau perforant est faite par Koshima en 1989(9). Il le prélève sur une branche perforante de l'artère épigastrique inférieure profonde en respectant le fascia profond et le rectus abdominis. Le terme de lambeau perforant est choisi pour les distinguer des lambeaux fascio-cutanés. Le fascia n'est pas prélevé avec le lambeau et la vascularisation dépend directement d'une artère à destinée cutanée.

En 2001 a lieu à Gand une conférence de consensus sur les lambeaux perforants(10). Le but est de donner une définition claire et consensuelle des lambeaux perforants afin de permettre aux chirurgiens plasticiens de communiquer entre eux en utilisant la même terminologie.

Il est jugé que la classification de Nakajima, bien que juste, est trop complexe. En effet, ce qui importe c'est de savoir quel plan anatomique suivre pendant la dissection en identifiant les tissus par lesquels passe la perforante.

Est d'abord établie la définition d'un vaisseau perforant, qui reprend celle de Hallock (2003) :

« Un vaisseau perforant ou une « perforante » a pour origine un tronc vasculaire axial et traverse le fascia profond et la graisse avant de vasculariser le tissu sous cutané. On distingue les perforantes directes et indirectes. Les « directes » ne traversent aucune structure avant de franchir le fascia profond et les « indirectes » traversent différents plans tissulaires (muscles, périmysium ou septum inter-musculaire) »

Par conséquent, 5 types de vaisseaux perforants, répertoriés selon une version simplifiée de la classification de Nakajima, sont identifiés (Fig 7) :

- Les vaisseaux perforants directs, perforants uniquement le fascia profond
- Les vaisseaux perforants indirects musculaires vascularisant principalement le tissu sous cutané après avoir traversé le muscle et le fascia profond
- Les vaisseaux perforants indirects musculaires vascularisant principalement le muscles mais donnant des branches secondaires pour le tissu sous cutané
- Les vaisseaux perforants indirects périmysiaux cheminant à travers les fibres musculaires dans le périmysium avant de traverser le fascia profond
- Les vaisseaux perforants indirects septaux traversant le septum intermusculaire avant de franchir le fascia profond

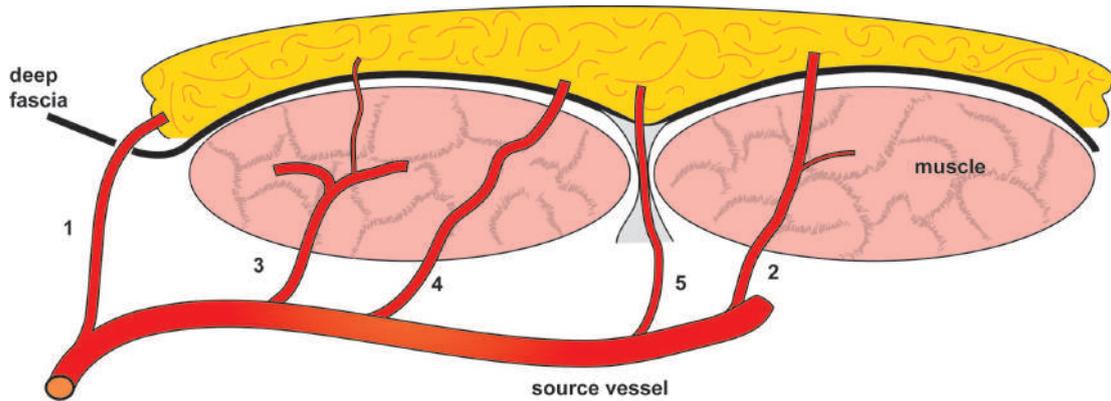


Figure 7 : Les différents types de vaisseaux perforants selon la classification de Gand

(1) : vaisseaux perforants directs, (2) : vaisseaux perforants indirects musculaires à destination principalement cutanée, (3) : vaisseaux perforants indirects musculaires à destination principalement musculaire, (4) : vaisseaux perforants indirects périmysiaux, (5) : vaisseaux perforants indirects septaux

En se basant sur cette classification, il est alors établie une définition consensuelle des lambeaux perforants, prenant en compte les impératifs techniques liés à leur prélèvement et les distinguant ainsi des lambeaux conventionnels.

- **Définition 1** : Un lambeau perforant est constitué de peau et/ou de graisse sous cutanée. Il est vascularisé par une ou plusieurs perforante(s) individualisé(es). Cette perforante chemine depuis son vaisseau d'origine à travers ou entre les tissus profonds (muscle le plus souvent)
- **Définition 2** : Une perforante musculaire est un vaisseau qui traverse le muscle et le fascia profond avant de vasculariser la peau
- **Définition 3** : Une perforante septale est un vaisseau qui traverse uniquement le septum intermusculaire avant de traverser le fascia profond et d'atteindre la peau
- **Définition 4** : Un lambeau vascularisé par une perforante musculaire est un lambeau perforant musculaire
- **Définition 5** : Un lambeau vascularisé par une perforante septale est un lambeau perforant septal

Les perforantes indirectes musculaires et périmysiales sont regroupées au sein des lambeaux perforants musculaires car leurs techniques de dissection sont proches.

Il est important de revenir sur le terme « uniquement » concernant la définition d'une perforante septale. En effet, certaines perforantes ont un trajet mixte septal et musculaire. Le lambeau antéro-latéral de cuisse en est un très bon exemple. Les perforantes de l'artère descendante de la cuisse peuvent cheminer partiellement dans le septum intermusculaire proximale puis entrer dans le vastus lateralis avant d'atteindre le fascia profond puis la peau. Dans ce cas, nous parlerons alors d'un lambeau perforant musculaire. Le lambeau antéro-latéral de cuisse peut également être un perforant septal mais seulement si la perforante chemine uniquement dans le septum intermusculaire.

Cependant l'application stricte de ces définitions peut faire considérer tous les lambeaux cutanés comme des lambeaux perforants, et toutes les artères à destinée cutanée comme des perforantes directes ou indirectes. Blondeel, Koshima et Wei recommandent donc de limiter l'utilisation du terme de lambeau perforant aux lambeaux cutanés vascularisés par des perforantes indirectes musculaires ou septales. En effet, le prélèvement d'un lambeau basé sur une perforante cutanée directe fait appel à une chirurgie en général plus aisée et rapide. Le terme de « lambeau perforant » doit rester une traduction des contraintes techniques liées à la dissection des vaisseaux perforateurs septaux ou intra-musculaires.

#### *1.A.4.b Nomenclature*

La multitude de nouveaux lambeaux décrits ces 20 dernières années et l'absence de nomenclature consensuelle a rendu la littérature obscure. Le même lambeau peut être nommé différemment en fonction du chirurgien, portant à confusion.

Nous proposons ici de reprendre la classification proposée par Kim en 2005(11). Il décrit une nouvelle nomenclature des lambeaux perforants, qui permet de nommer de manière précise chaque lambeau perforant selon :

- Le type de perforante prélevée :
  - > MCp pour musculo-cutaneous perforator
  - > SCp pour septo-cutaneous
  - > DCp pour direct-cutaneous
- Le niveau de ligature du vaisseau d'origine

Selon cette nomenclature, la description des lambeaux perforants repose sur 4 notions principales (Fig 8) :

- Les lambeaux perforants musculo-cutanés sont désignés par le muscle sous-jacent (« tensor fascia latae perforator flap »)
- Les lambeaux perforants septo-cutanés et cutanés directs sont nommés selon le vaisseau source de la perforante (« submental perforator flap »)
- Lorsque le calibre de la perforante au niveau du fascia profond est suffisant pour réaliser une anastomose, le lambeau est prélevé sans dissection musculaire et en respectant le vaisseau source, on parle alors de « perforator based flap », qui peut être basé aussi bien sur une DCp qu'une SCp ou une MCp
- Les techniques variées de prélèvement de palette cutanée fine sont regroupées selon le terme général de « thin perforator flap »

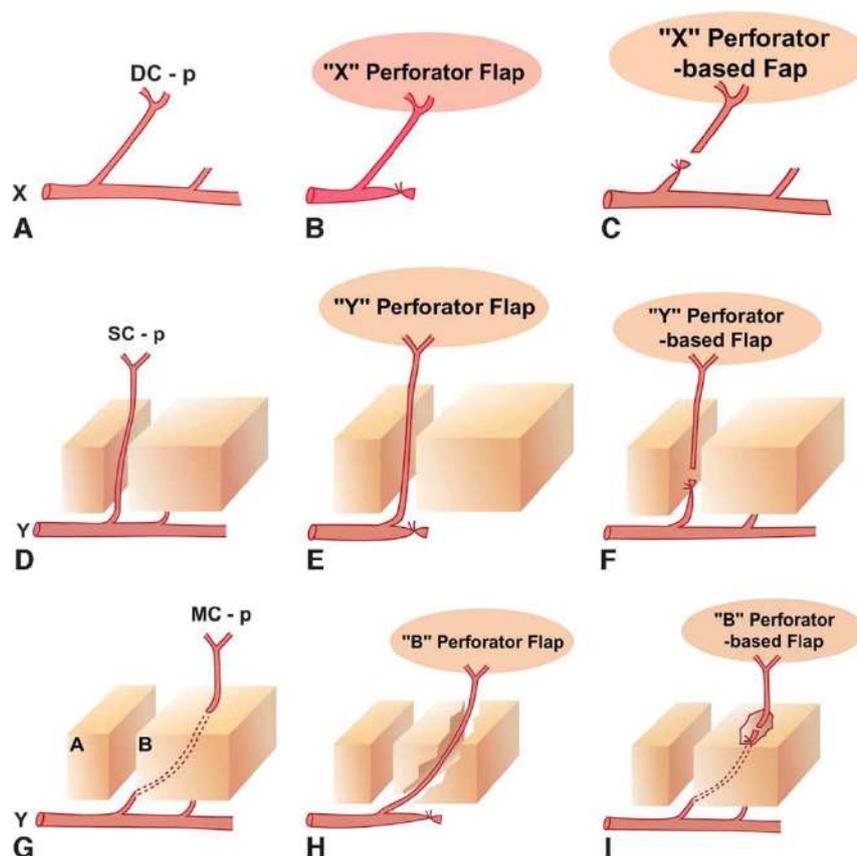


Figure 8 : Nomenclature des lambeaux perforants selon Kim

(A) (B) (C) : lambeau perforant cutané direct nommé d'après son vaisseaux d'origine, (X) vaisseau d'origine, (DC-p) perforante cutanée directe

(D) (E) (F) : lambeau perforant septo-cutané nommé d'après son vaisseaux d'origine, (Y) vaisseau d'origine, (SC-p) perforante septo-cutanée

(G) (H) (I) : lambeau perforant musculo-cutané nommé d'après le muscle traversé, (Y) vaisseau d'origine, (MC-p) perforante musculo-cutanée, (B) muscle traversé par la perforante

Ainsi, suivant cette nomenclature, le lambeau antérolatéral de cuisse tel que nous le connaissons peut être distingué en 5 lambeaux de cuisse différents selon les variations anatomiques de son pédicule et le type de prélèvement (Fig 9) :

- Vastus lateralis perforator flap (MCp)
- Descending perforator flap (SCp)
- Lateral circumflex femoral perforator flap (SCp)
- Vastus lateralis perforator based flap
- Descending perforator based flap

Termes auxquels il est possible de rajouter « thin » à chacun en cas de prélèvement de palette cutanée fine.

Ainsi, pour désigner le lambeau décrit dans cette thèse en utilisant la nomenclature de Kim, on peut dire :

« **Vastus lateralis perforator flap** » ou « **lateral circumflex femoral perforator flap** » selon les constatations per opératoires de la nature de la perforante.

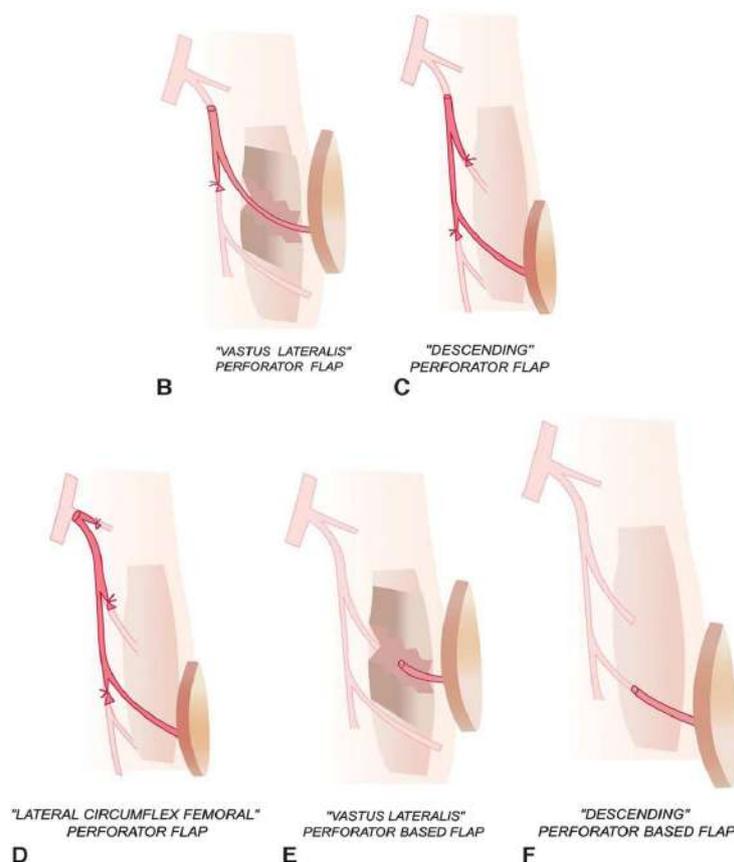


Figure 9 : Les différents types de lambeaux antéro-latéraux de cuisse selon Kim

#### I.A.5 LE CONCEPT DE PERFORASOME (SAINT-CYR, 2009)

Les travaux de Taylor ont considérablement fait avancer les connaissances en matière d'anatomie vasculaire. Cependant l'ère des lambeaux perforants a conduit à focaliser les recherches non plus sur les artères sources mais sur les perforantes elles-mêmes.

En 2009 Saint Cyr décrit dans une publication fondamentale le concept de perforasome (artériel) et les territoires cutanés de nombreuses perforantes(12). Un perforasome est le territoire cutané propre d'une artère perforante, parcouru par un flux sanguin hautement variable et complexe.

Il décrit 4 grands principes de la vascularisation de ces perforasomes :

- Chaque perforasome est connecté aux perforasomes adjacents par deux types de vaisseaux communicants : les directs et les indirects. Les vaisseaux communicants directs sont des vaisseaux de bon calibre connectant directement une perforante à une autre. Les vaisseaux communicants indirects lient 2 perforasomes via les plexus sous-dermiques (équivalent des artères frontières de Taylor), selon un flux sanguin rétrograde. Il existe également des branches communicantes entre vaisseaux communicants directs et indirects (Fig 10).
- Le dessin de la palette cutanée d'un lambeau perforant doit être basé sur la direction des vaisseaux communicants : suivant l'axe du membre aux membres supérieurs et inférieurs, perpendiculaires à la ligne médiane sur le tronc.
- La répartition du flux sanguin dans un perforasome via les artères communicantes se fait d'abord vers les perforantes issues de la même artère source, avant de s'étendre vers d'autres territoires vasculaires adjacents
- Le flux sanguin dans un perforasome dont l'artère perforante se situe près d'une articulation s'éloigne de cette articulation, alors que les perforantes situées à mi-chemin entre 2 articulations ont un flux multidirectionnel (Fig 11).

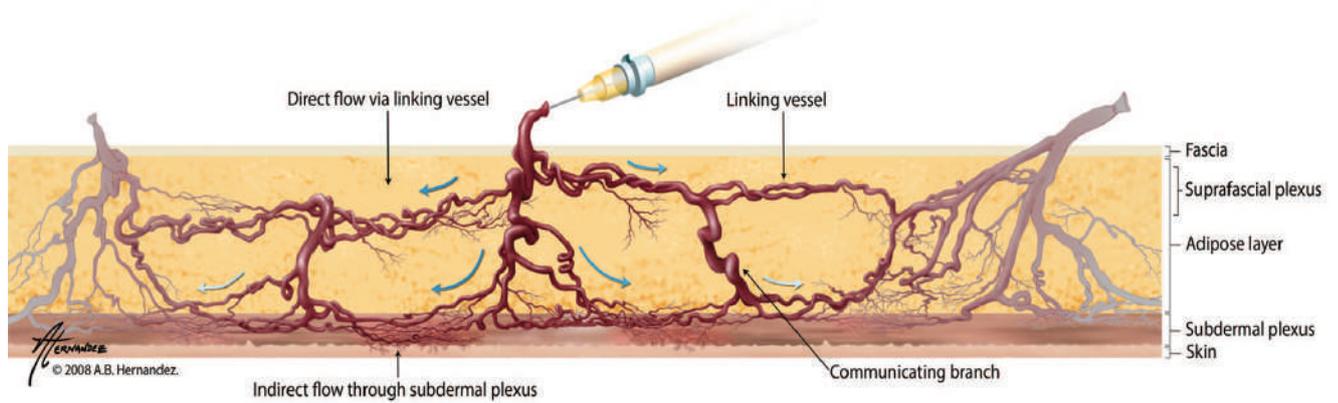


Figure 10 : vaisseaux communicants entre deux perforasomes selon Saint-Cyr

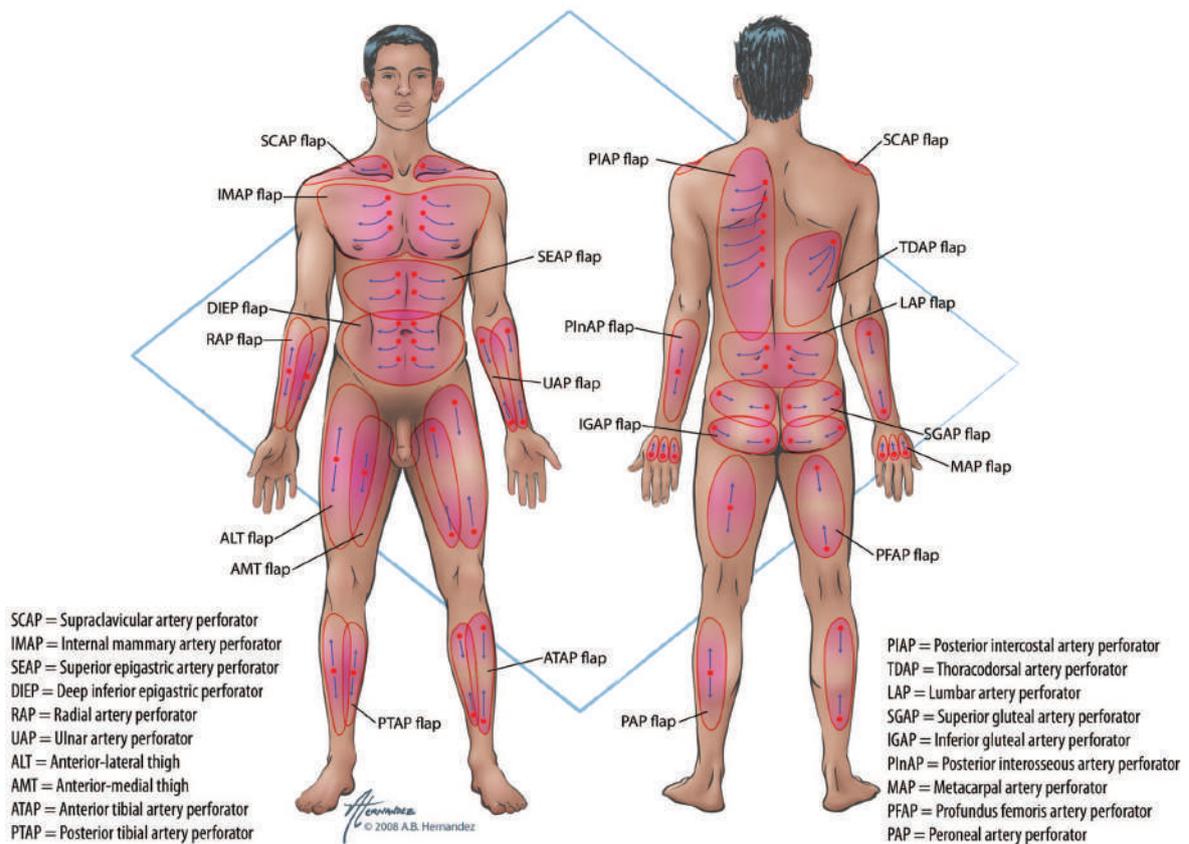


Figure 11 : Perforasomes courants avec axe et direction du flux en fonction de leur position

## I.B LE LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE

### I.B.1 PRINCIPES

Le lambeau antérolatéral de cuisse est décrit pour la première fois par Song en 1984 dans sa publication sur les lambeaux libres de la cuisse (antérolatéral, antéromédial et postérieur)(1). Il le décrit comme un lambeau septo-cutané de la face antéro-latérale de la cuisse dont le pédicule est la branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale, d'un diamètre généralement supérieur ou égal à 2 mm et d'une longueur d'au moins 8 cm. Cette artère donne une branche septo-cutanée et des branches cutanées accessoires participant à la vascularisation de la palette du lambeau.

Dans cette première publication, où 9 ALT sont réalisés, les artères vascularisant la palette sont décrites comme des artères septo-cutanées directes, et non des perforantes musculo-cutanées (même s'il est décrit la nécessité parfois de disséquer ses vaisseaux à travers une fine couche musculaire). L'ALT tel que décrit par Song peut être considéré comme un lambeau à pédicule de type B selon Nakajima. Cependant, même si les premières études anatomiques notaient que les vaisseaux étaient principalement septo-cutanés, les études plus récentes montrent qu'il s'agit le plus souvent de vaisseaux musculo-cutanés.

C'est Wei qui popularisa le lambeau ALT en Asie dans sa version perforante au début des années 2000. Avec son étude rétrospective sur 672 lambeaux ALT(13), il le présente comme le lambeau idéal pour la reconstruction des parties molles, pouvant contenir de la peau, du fascia, du muscle ou une combinaison de ces tissus, avec un pédicule d'une grande constance (seulement 6 cas où il n'a pas été retrouvé de perforante cutané lors de la dissection sont rapportés dans l'étude).

La technique de prélèvement peut être relativement simple à condition de maîtriser la technique de prélèvement des lambeaux perforants. L'anatomie, bien que variable, permet une vascularisation fiable de la palette cutanée. L'ALT peut également être utilisé comme lambeau pédiculé. Ses inconvénients principaux sont sa couleur et la pilosité de la région, en particulier dans les populations occidentales. Son prélèvement est relativement peu morbide et la zone donneuse peut souvent être fermée directement.

## I.B.2 BASES ANATOMIQUES

### I.B.2.a Plan superficiel

La région antéro-latérale de la cuisse est délimitée en haut par l'épine iliaque antéro-supérieure (EIAS), en bas par le condyle fémoral, en dedans par le bord médial du muscle droit fémoral et en dehors par le tractus ilio-pubien.

Le plan superficiel est constitué de la peau et d'un tissu graisseux sous cutané divisé par un fascia superficialis. Dans la région sous-fasciale passe le nerf cutané latéral de la cuisse, qui provient des racines L2-L3, passe sous le ligament inguinal puis perfore le muscle tenseur du fascia lata pour assurer l'innervation sensitive de la région (Fig 12).

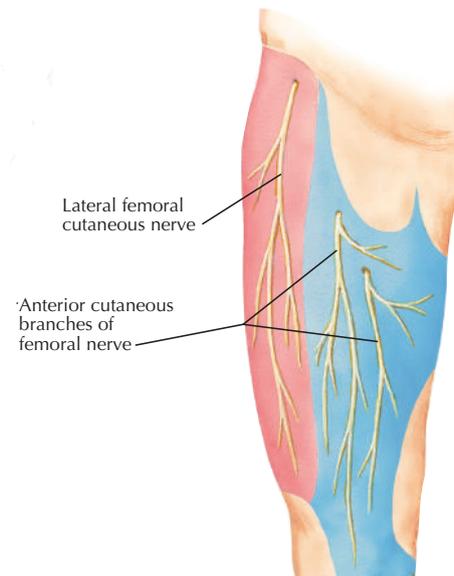


Figure 12 : Plan superficiel de la région antéro-latérale de la cuisse ; le nerf cutané fémoral latéral

Atlas of Human Anatomy, 6th Ed, Netter

### I.B.2.b Plan musculaire

Les muscles de la cuisse sont répartis en 3 groupes : antérieur, médial et postérieur. Ils sont enveloppés dans le fascia fémoral profond, étroitement lié au fascia lata en dehors. Le fascia fémoral antérieur émet par sa face profonde deux septa inter-musculaires :

- Un septum intermusculaire externe qui s'insère sur la lèvre externe de la ligne âpre après être passé en arrière du vaste latéral
- Un septum intermusculaire interne, beaucoup plus fin, qui rejoint la lèvre interne de la ligne âpre.

Ces deux septa délimitent les deux loges antérieure et postérieure de la cuisse.

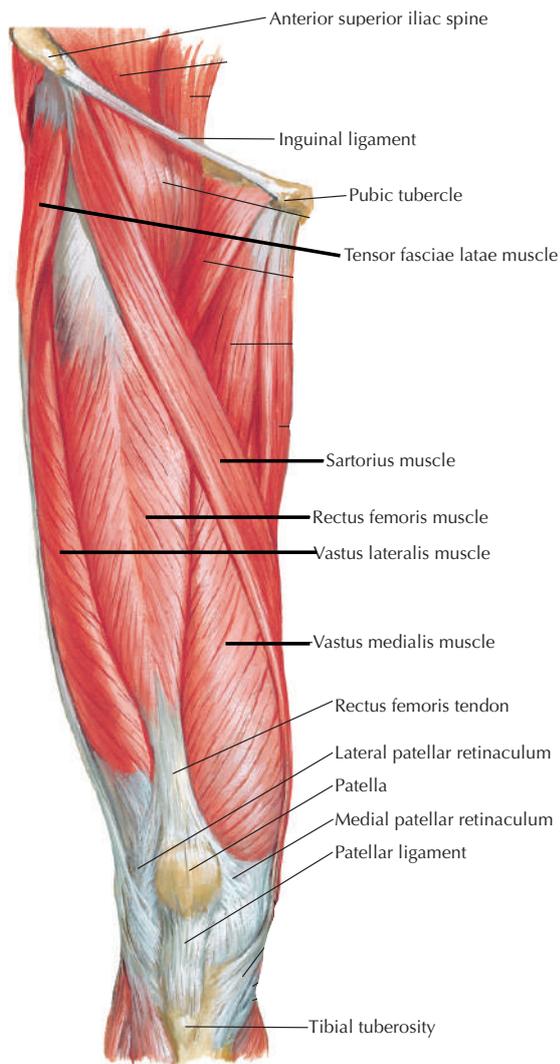


Figure 13 : groupe musculaire antérieur de la cuisse

Dans la loge antérieure, on retrouve le groupe musculaire antérieur de la cuisse : le tenseur du fascia lata, le sartorius et le quadriceps. Le quadriceps regroupe 4 muscles se terminant tous par un tendon commun (le tendon rotulien) sur la rotule et la tubérosité tibiale antérieure : le droit antérieur, le vaste médial, le vaste latéral et le vaste intermédiaire. L'insertion proximale du muscle droit antérieur se fait par 2 tendons sur l'épine iliaque antéro-supérieure et le sourcil cotyloïdien ; celle du vaste latéral se fait sur la ligne âpre du fémur qu'il contourne par sa face externe.

### *1.B.2.c Plan profond*

Dans le plan profond de la face antérieure de la cuisse cheminent les vaisseaux fémoraux, dans leur canal fémoral fermé par le sartorius. Environ 5 cm sous le ligament inguinal, l'artère fémorale donne à sa face postérieure l'artère fémorale profonde qui chemine entre les adducteurs à la face médiale de la cuisse. Quasiment dès son origine, l'artère fémorale profonde donne les artères circonflexes médiale et latérale.

L'artère circonflexe fémorale latérale (ACFL) se dirige latéralement, croisant la face postérieure du muscle rectus femoris et du muscle sartorius. Elle se divise en une branche

ascendante, une branche transverse et une branche descendante qui a un trajet septo-cutané ou musculo-cutané, pour enfin vasculariser la peau. Cette branche descendante, appelée artère descendante de la cuisse ou encore artère du quadriceps, longe le bord médial du muscle vastus lateralis.

Chez 30% de la population l'artère descendante de la cuisse se divise en une branche médiale et une branche latérale au niveau de la ligne unissant l'EIAS au bord latéral de la patella. La branche médiale se dirige médialement sous le muscle rectus femoris pour alimenter ce muscle et la peau antéro-médiale de la cuisse. La branche latérale chemine dans le septum intermusculaire séparant le vastus lateralis et le rectus femoris, donnant naissance à des perforantes musculo-cutanées ou septo-cutanées à destinée cutanée, puis perfore le vastus lateralis près du genou.

Plus couramment, la branche descendante ne se divise pas et continue vers le bas dans le septum inter-musculaire, puis s'anastomose avec le cercle artériel péri-rotulien. Ces anastomoses permettent la levée d'un lambeau antéro-latéral de cuisse à pédicule distal.

Le drainage veineux de la région antéro-latérale de la cuisse est fourni par des branches des veines cutanées latérales et antérieures qui se drainent dans la veine grande saphène, juste avant qu'elle ne s'abouche dans la veine fémorale. Le drainage du lambeau antérolatéral de cuisse peut se faire par les veines qui accompagnent les perforantes artérielles.

La branche nerveuse motrice pour le vastus lateralis naît du nerf fémoral, plus grosse branche du plexus lombaire (L2, L3, L4). Après avoir franchi l'arcade crurale il se divise en un grand nombre de branches dont le nerf moteur du vastus lateralis qui accompagne l'ACFL dans le septum intermusculaire. Cette branche nerveuse participe à la stabilité extrinsèque du genou.

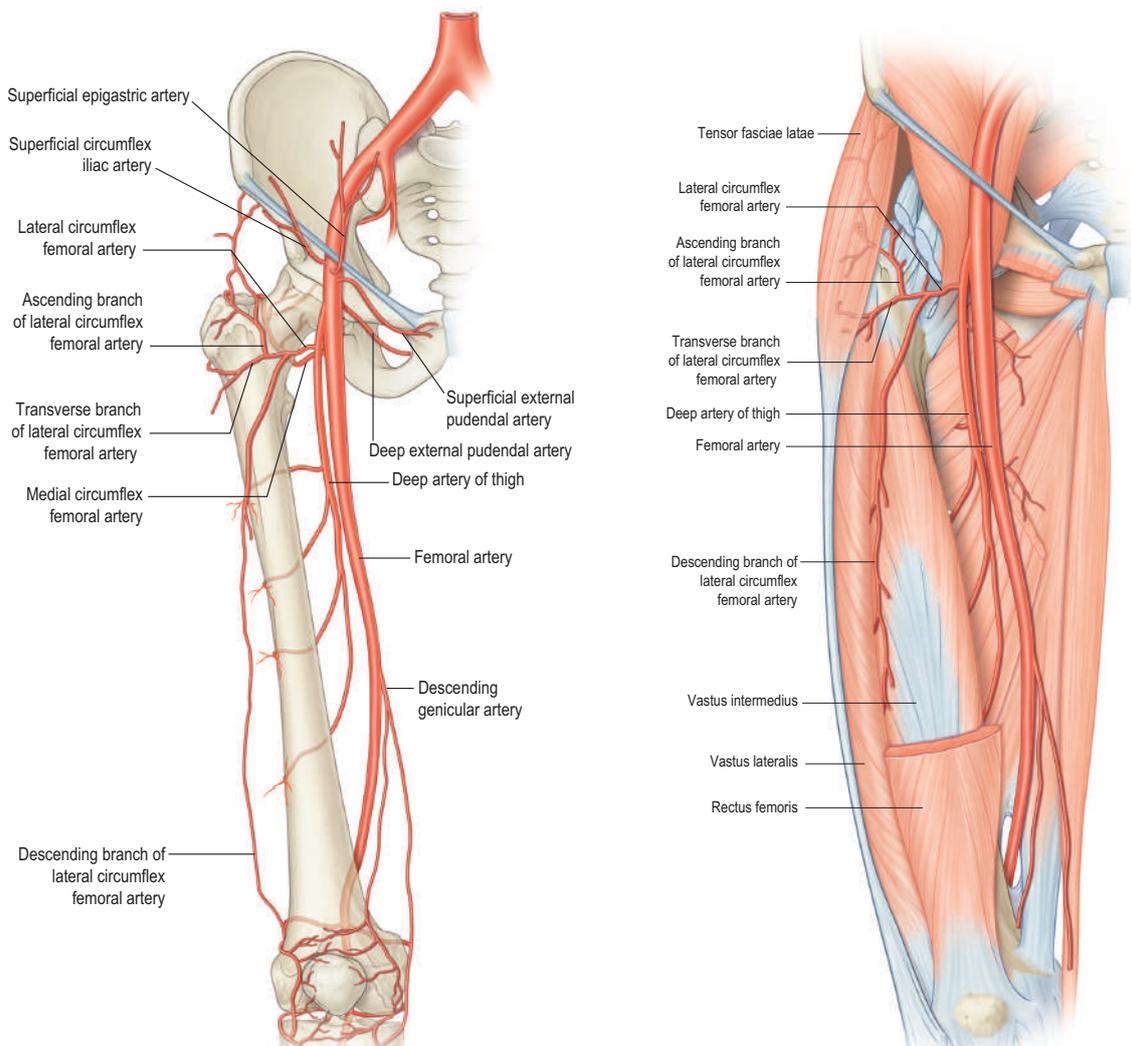


Figure 14 : vascularisation artérielle de la région antérolatérale de la cuisse

### I.B.3 VARIATIONS DU PEDICULE VASCULAIRE

#### *I.B.3.a Type de perforante*

Comme vu plus haut, le pédicule du lambeau est la branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale, elle-même branche de l'artère fémorale profonde.

Cette branche descendante chemine entre les muscles vastus lateralis et rectus femoris, en compagnie de la branche motrice du nerf fémoral destinée au vastus lateralis. Elle donne des branches musculaires pour ces muscles mais aussi des branches perforantes vascularisant la palette cutanée de la face antéro-latérale de la cuisse.

Les variations anatomiques du pédicule vasculaire de l'ALT ont été étudiées par de nombreux auteurs. Bien que Song décrive initialement des perforantes septo-cutanées directes(1), les études anatomiques successives montrent une prédominance des artères perforantes sur les artères directes d'une part, et la prédominance des perforantes musculo-cutanées sur les perforantes septo-cutanées d'autre part.

En 1998, Kimata décrit, sur une étude de 70 ALT, 81,9% de perforantes musculo-cutanées et 18,1% de septo-cutanées(14). Il ne fait cependant pas de distinction sur l'origine de ces perforantes.

En 2001, Wei décrit, dans sa série de 672 ALT, 87,1% de perforantes musculo-cutanées et 12,9% de perforantes septo-cutanées(13).

Sur une étude de 72 ALT réalisés sur une population occidentale, Yu décrit en 2004 trois types de perforantes cutanées(15) :

- 90% de perforantes septo ou musculocutanées issues de la branche descendante de l'ACLF,
- 4% de perforantes issues de la branche transverse de l'ACLF et cheminant dans le vaste latéral sur l'intégralité de leur trajet, nécessitant une dissection intra-musculaire fastidieuse,
- 4% de perforantes issues directement de l'artère fémorale profonde et cheminant à travers le rectus femoris. Dans ce dernier cas, le lambeau n'est pas utilisable à cause du calibre trop petit de la perforante et de la faible longueur du pédicule.

Cette étude est intéressante car elle étudie les caractéristiques d'une population occidentale (Texas), alors que la grande majorité des études réalisées antérieurement concerne des populations asiatiques où l'ALT est très largement utilisé.

Plus récemment, dans une étude de 110 ALT sur une population asiatique entre 2010 et 2013, Lee décrit 80% de perforantes issues de la branche descendante de l'ACLF et 20% de perforantes issues de la branche transverse(16). Parmi les perforantes issues de la branche descendante, on retrouve 83% de perforantes musculo-cutanées et 17% de perforantes septo-cutanées.

Il existe donc une grande variabilité dans le type de perforantes cutanées vascularisant le lambeau antéro-latéral de cuisse. Cependant les auteurs s'accordent pour retenir dans la grande majorité des cas une vascularisation par des perforantes musculo-cutanées (80% des cas – type D de Nakajima) ou septo-cutanées (20% des cas – type E de Nakajima) issues de la branche descendante de l'ACLF.

Tableau 1 : variations anatomiques du pédicule du lambeau antérolatéral de cuisse selon la littérature ; NR : non renseigné

Étude	Population	Nombre d'ALT étudiés	Type de perforante (%)		Origine de la perforante (%)	
			Musculo-cutanée	Septo-cutanée	Branche descendante	Branche transverse
Kimata – 1998(14)	Asiatique	70	81,9	18,1	NR	NR
Wei – 2002(13)	Asiatique	672	87,1	12,9	NR	NR
Yu – 2004(15)	Occidentale	72	84	16	90	4
Lee – 2015(16)	Asiatique	110	83	17	80	20

### *1.B.3.b Nombre et localisation des perforantes*

On retrouve une perforante unique dans environ 20% des cas, 2 perforantes dans 55% des cas et 3 perforantes dans 25% des cas.

La localisation maximale des perforantes se situe au milieu de la ligne reliant l'épine iliaque antéro-supérieure et l'angle supéro-externe de la patella (Fig 15). Ainsi, une palette cutanée centrée sur le milieu de cette ligne emporte toujours les perforantes vascularisant le lambeau. Le repérage doppler pré-opératoire apparaît donc non indispensable. Cependant toutes les études montrent de rares cas d'absence de perforante cutanée retrouvée, et la rapidité et l'accessibilité de cet examen ont rendu son utilisation quasi systématique par la plupart des auteurs.

Une palette de 35cm de long sur 25cm de large peut théoriquement être prélevée sur une perforante dominante, ce qui participe à la polyvalence de ce lambeau. La longueur du pédicule peut atteindre jusqu'à 20cm.(16)

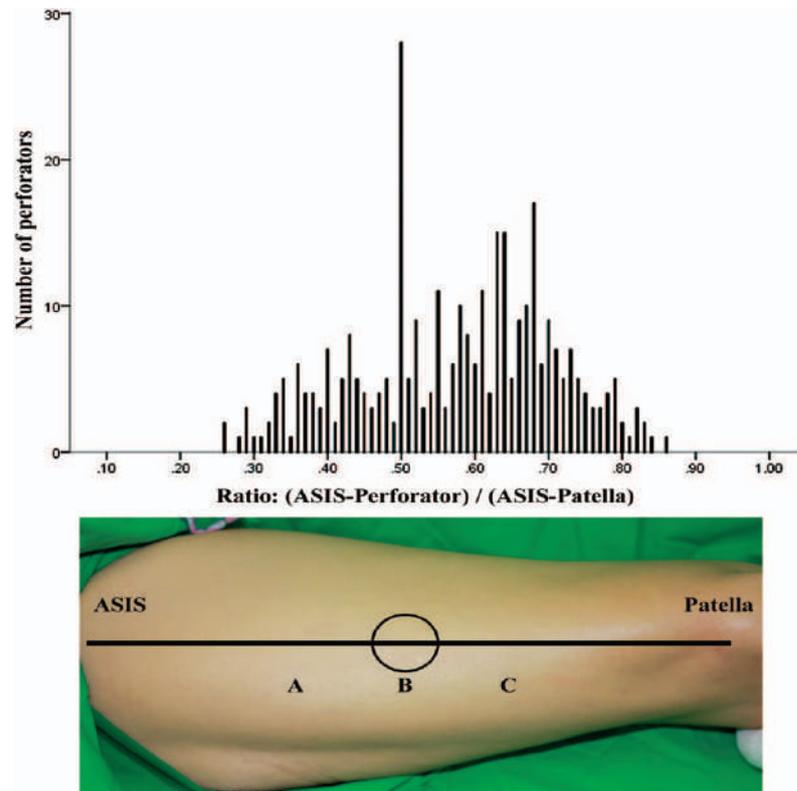


Figure 15 : Distribution cutanée de 329 perforantes antérolatérales de cuisse représentée par leur localisation relative entre l'EIAS (ASIS) et la patella(16).

#### I.B.4 TECHNIQUE CHIRURGICALE

##### *I.B.4.a Principe de prélèvement des lambeaux perforants*

Les particularités techniques de prélèvement des lambeaux perforants sont les suivantes :

- Exposition suffisante pour évaluer le calibre des vaisseaux perforants
- Dissection méticuleuse à travers muscles et/ou fascia
- Électrocoagulation bipolaire des collatérales
- Adaptation du site et de la surface de prélèvement à localisation et à la taille des perforantes

#### *1.B.4.b Technique de levée d'un lambeau antérolatéral de cuisse*

La technique classique de prélèvement décrite dans la littérature est la suivante(13)(17)(18)(19)(20):

- Sujet en décubitus dorsal
- Dessin pré-opératoire : repérage du milieu de la ligne joignant l'EIAS et le bord supéro-externe de la patella. Un cercle de 3 cm de diamètre autour de ce point contient généralement une ou des perforantes. La palette cutanée est donc dessinée autour de ce cercle.
- Le trajet théorique de la branche descendante de l'ACFL peut être représenté par les 2/3 inférieurs de ligne reliant ce point milieu au milieu de l'arcade crurale (tendue entre l'EIAS et le pubis)
- En fonction des équipes, un repérage pré-opératoire des perforantes au doppler acoustique peut être réalisé
- Incision de la berge médiale de la palette cutanée jusqu'à l'aponévrose musculaire du rectus femoris
- Incision du fascia (aponévrose) musculaire
- La palette cutanée avec son tissu graisseux sous cutané et son fascia est levée de médial en latéral le long du muscle droit fémoral sous-jacent jusqu'au repérage de la ou des perforantes cutanées
- Mise en évidence du septum intermusculaire entre rectus femoris et vastus lateralis et exploration de ce dernier afin de repérer la branche descendante de l'ACFL et la perforante à son origine
- Si une perforante septo-cutanée est repérée en association avec une musculo-cutanée, alors c'est la septo-cutanée qui est sélectionnée car elle permet une dissection plus facile et plus rapide

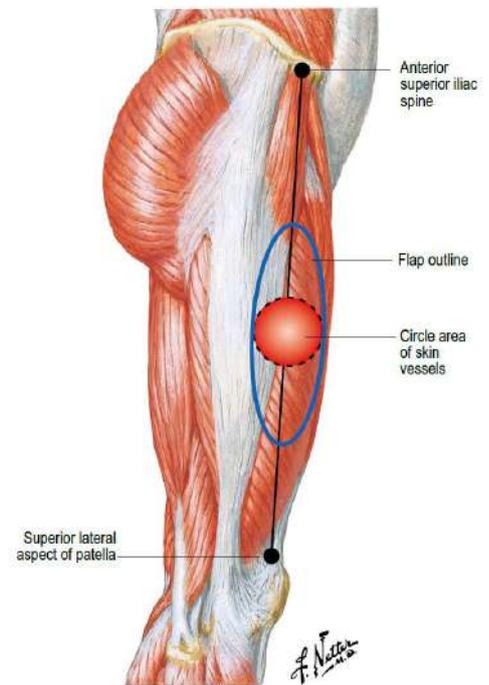


Figure 16 : Dessin du lambeau.

*Flaps and reconstructive surgery, 2009, Wei, Mardini.*

- Dissection de la perforante à travers le muscle si nécessaire, puis dissection du pédicule jusqu'à son origine au niveau de l'ACLF
- Incision de la berge latérale de la palette cutanée et levée du lambeau. Lors de cette étape le dessin du lambeau peut être modifié afin de centrer la palette sur la ou les perforantes retrouvées si ces dernières sont excentrées par rapport au dessin initial.
- Fermeture de la zone donneuse : en fonction de la corpulence du patient, une fermeture directe peut être réalisée pour des prélèvements de lambeau allant jusqu'à 8 cm de largeur, parfois jusqu'à 12 cm chez les patients minces et âgés(21). Dans le cas contraire, une greffe de peau mince est effectuée sur la zone donneuse.

#### *I.B.4.c Technique de prélèvement fin*

Dans la technique chirurgicale classique de l'ALT, le prélèvement est fait sous le fascia profond (lambeau fascio-cutané), ce qui oblige à prélever toute l'épaisseur de graisse comprise entre le fascia profond et la peau. Cette technique entraîne le prélèvement de lambeaux assez épais, notamment dans la population occidentale où le panicule adipeux sous cutané est plus important qu'en Asie. Cependant, certaines indications de resurfaçage, en particulier au niveau des membres ou de l'extrémité céphalique, nécessite l'utilisation de lambeaux plus fins. C'est la raison pour laquelle différentes méthodes de réduction de l'épaisseur des lambeaux perforants ont été développées, en prélevant le lambeau sans le fascia (lambeau fascio-adipeux).

Il est toujours possible de réduire l'épaisseur du lambeau secondairement par dégraissage ou lipoaspiration mais cela impose des temps opératoires supplémentaires et n'est pas toujours possible selon la zone reconstruite.

De nombreuses techniques de levée d'un lambeau perforant « fin » ont été décrites. Kimura publie une première technique en 1996(22) dans laquelle il lève d'abord un lambeau de pleine épaisseur puis dégraisse la palette cutanée en préservant une collerette de graisse d'environ 1 cm de diamètre autour du pédicule. Cependant, sa classification des perforantes selon leur trajet dans la graisse profonde montre les limites de cette technique(23). Dans le type 2 il est nécessaire de respecter une collerette de graisse d'environ 2 cm autour de la perforante, dans le type 3 le trajet de la perforante dans la graisse s'étend jusqu'à 9 cm du point de passage de l'aponévrose profonde (Fig 17). Un lambeau de petite taille prélevé fin avec cette technique est en fait épais sur la majorité de sa surface.

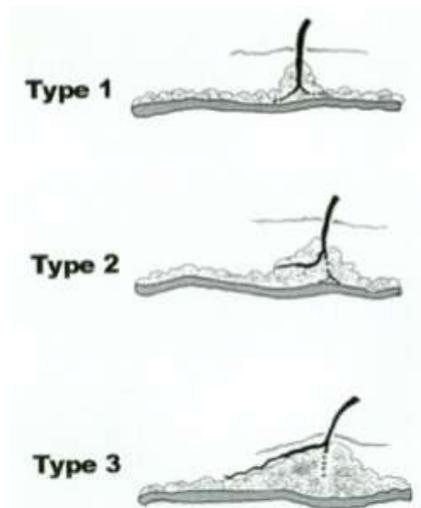


Figure 17 : Les différents types de trajet des perforantes dans la graisse sous cutanée selon Kimura

Kimura poursuit son travail sur les lambeaux perforants fins au début des années 2000 où il développe une technique de microdissection lui permettant d'obtenir un lambeau uniformément fin(24). Il décrit alors les vaisseaux perforants en 3 portions, de la profondeur à la superficie : le pied, le tronc et les branches. Le lambeau est d'abord levé dans le plan sus-facial, au ras de l'aponévrose profonde, jusqu'à la découverte des perforantes. Les perforantes sont ensuite disséquées au microscope jusqu'au plan du fascia superficialis. L'ensemble des branches de la perforante est ainsi débarrassé de sa graisse profonde sur environ 1 cm puis le reste du lambeau peut être levé sans risque dans le plan du fascia superficialis (Fig 18).

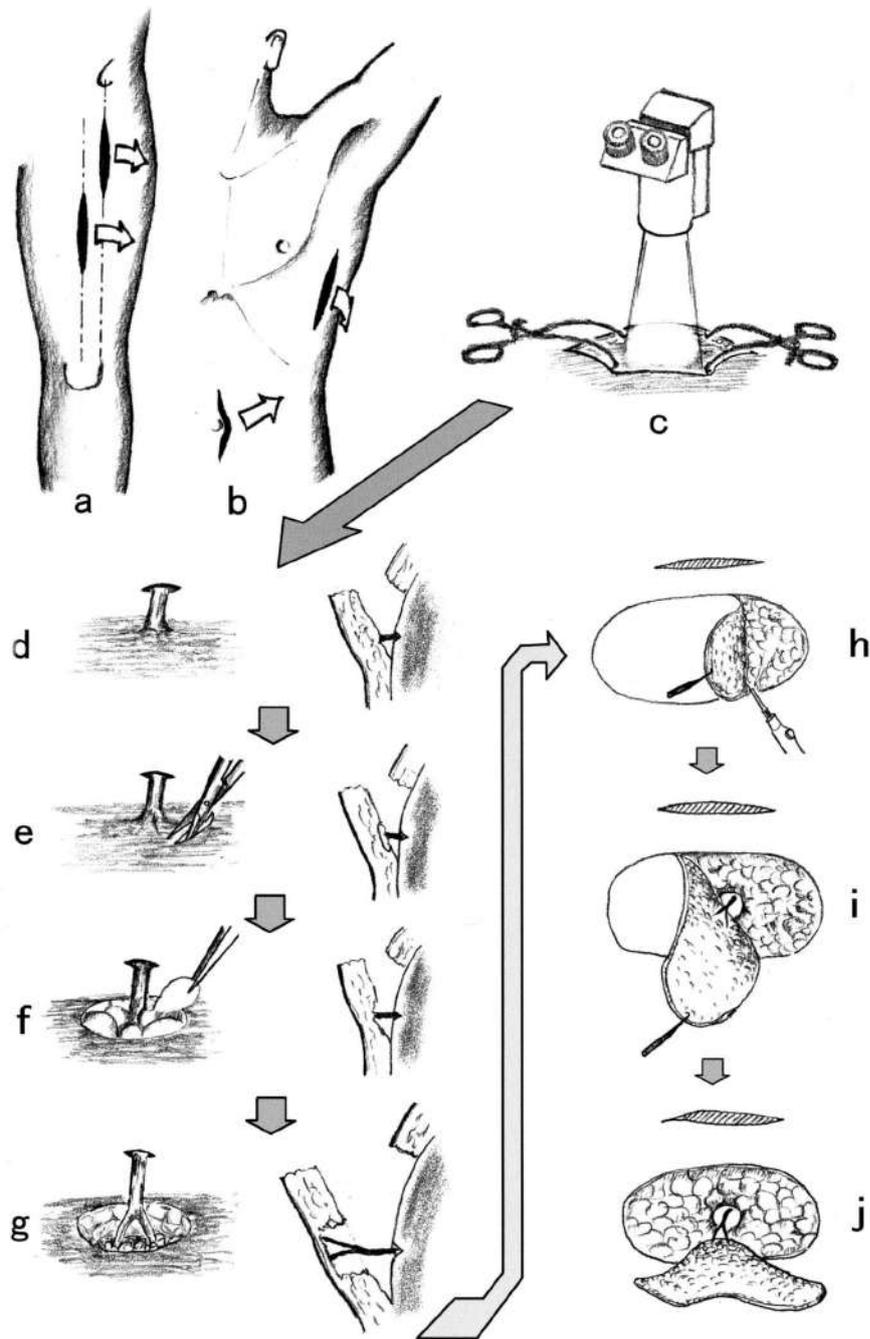


Figure 18 : Procédure chirurgicale de microdissection d'un lambeau perforant fin selon Kimura

En 2014, Hong publie une autre technique de levée des lambeaux fins(25). Elle consiste à lever le lambeau cutané dans le plan du fascia superficialis, laissant la graisse profonde sur le fascia profond (Fig. 19). Selon lui cette technique permet un prélèvement en un temps, sans dissection laborieuse au microscope et sans risque de léser les perforante au cours d'un dégraissage, le plan du fascia superficialis étant un plan anatomique.

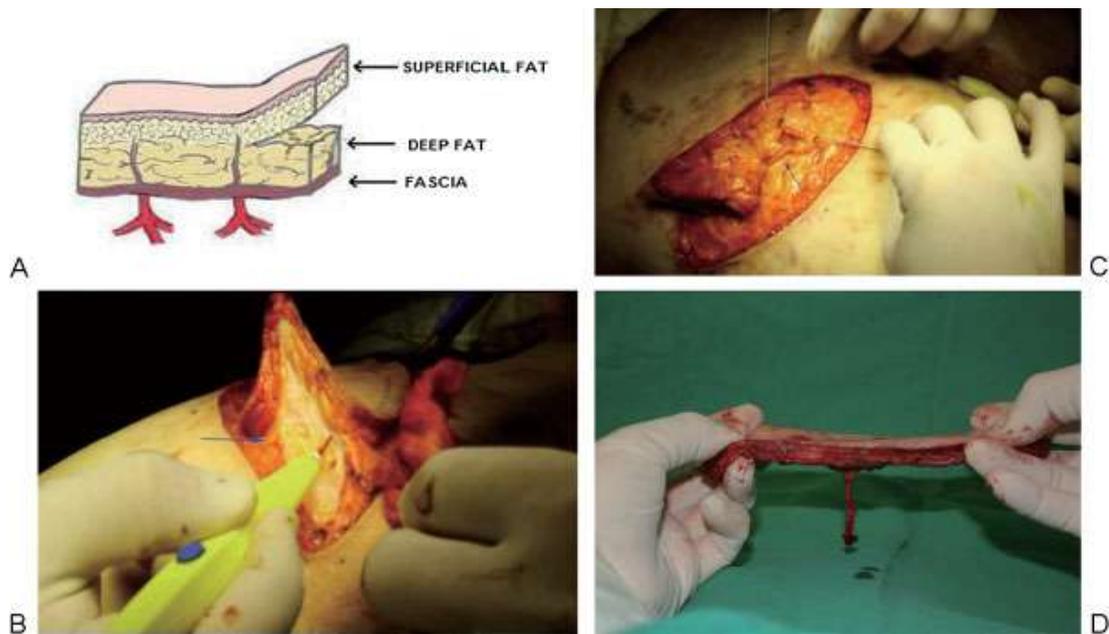


Figure 19 : levée d'un lambeau perforant fin selon Hong

Quelle que soit la technique utilisée, le prélèvement d'un ALT en lambeau fin rajoute une difficulté technique supplémentaire, avec un temps opératoire allongé et un risque accru de nécrose partielle ou totale du lambeau.

#### I.B.5 APPLICATIONS

Depuis sa description par Song et al. en 1984(1), le lambeau antérolatéral de cuisse a lentement obtenu la reconnaissance. Il était peu populaire initialement en raison de la difficulté technique de son prélèvement, nouvelle pour l'époque, et d'un manque de fiabilité vasculaire. Mais les différentes études anatomiques décrivant les variations de sa vascularisation ont mis en évidence sa fiabilité et le caractère idéal, pour la microchirurgie, de la branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale (diamètre source entre 2 et 3 mm et longueur allant jusqu'à 20 cm). Il s'est progressivement imposé comme un lambeau de choix pour les tissus mous en raison de sa grande polyvalence et de sa morbidité réduite au niveau du site donneur.

### *1.B.5.a Tête et cou*

En reconstruction des pertes de substances de la tête et du cou, la technique de prélèvement en lambeau fin prend toute sa place. La longueur du pédicule permet une anastomose vasculaire aisée dans la région cervicale. Ainsi il peut être indiqué dans la reconstruction des pertes de substance transfixiantes de la joue (où il peut être replié en 2)(26), ou encore dans la reconstruction des larges pertes de substance composites mandibulaires, associé à un lambeau fibulaire(27).

Ce lambeau a également sa place dans les reconstructions pelvi-linguales(26).

Toujours au niveau de l'extrémité céphalique, l'ALT fait partie de l'arsenal thérapeutique des grosses pertes de substance du scalp. Il peut même compenser un défaut de la dure-mère s'il est prélevé avec du fascia lata(20).

En reconstruction carcinologique de l'extrémité céphalique, le lambeau antébrachial radial a longtemps été le lambeau de choix et est toujours très largement utilisé. Cependant, les études montrent que le lambeau antérolatéral de cuisse peut apporter une quantité plus large de tissu. Il a pour avantage principal sur le lambeau antébrachial radial une plus faible morbidité de la zone donneuse avec une cicatrice moins visible, plus aisément dissimulée et un taux plus faible de complications post-opératoires. Dans les larges pertes de substance oro-mandibulaires, avec nécessité de la réalisation d'un lambeau fibulaire associé, le lambeau antébrachial radial est parfois trop mince pour couvrir correctement l'os fibulaire et combler l'espace mort laissé par l'excision des muscles masticateurs, de la glande parotide et de la boule de Bichat(28).

Ainsi, si le lambeau antébrachial radial garde toute sa place dans les tumeurs de bas grade, l'ALT paraît être le lambeau de choix pour les larges résections tumorales.

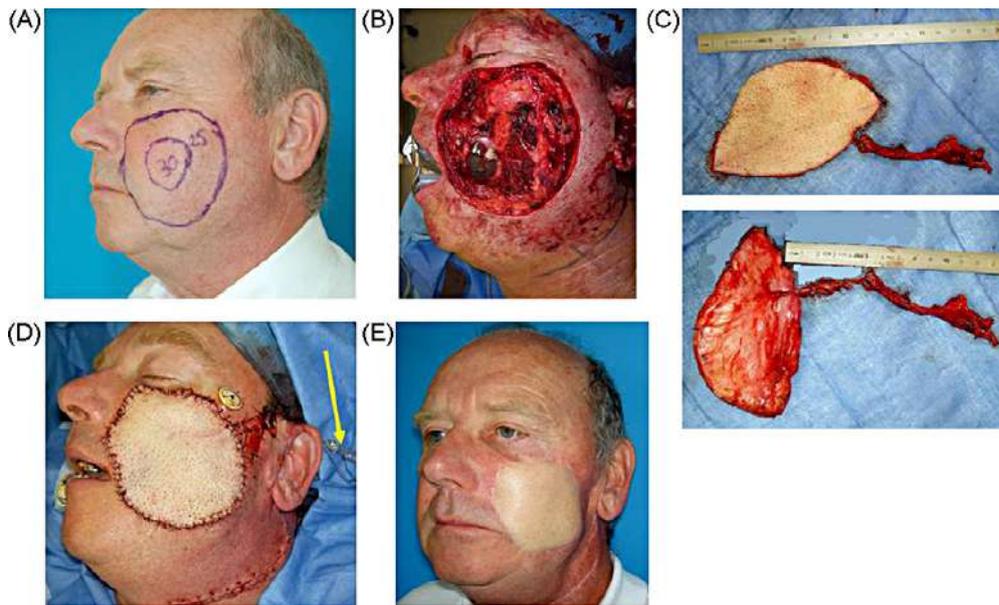


Figure 20 : Exemple d'application de l'ALT en reconstruction de la face

(A) Patient de 62 ans présentant un dermatofibrosarcome de Darrier et Ferrand.  
 (B) résection tumorale avec une marge de 25mm, exérèse transfixiante mais la perte de substance muqueuse a pu être suturée, (C) Le lambeau avec sa palette cutanée, (D) Résultat post-opératoire immédia, (E) Résultat à un an.  
 (Source : Bayol et al. – 2011 – le lambeau libre antérolatéral de cuisse en reconstruction faciale : particularités techniques du prélèvement et résultats à propos de 6 cas)

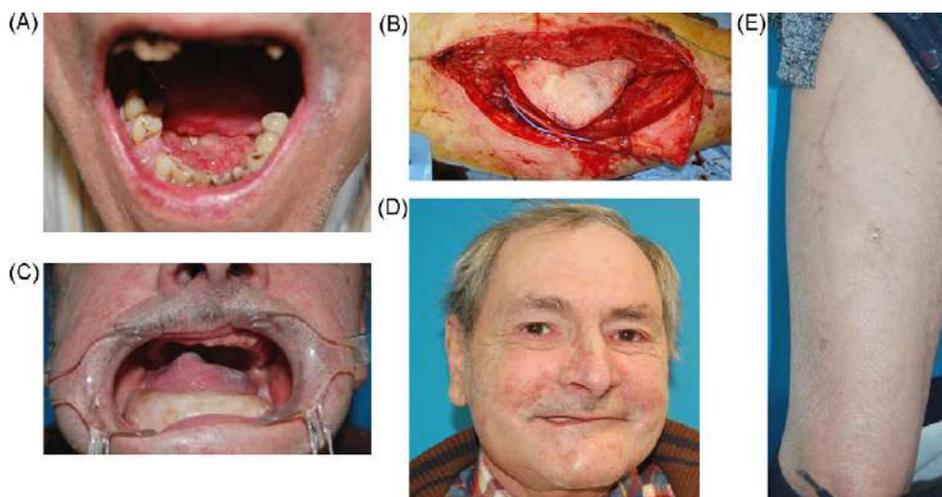


Figure 21 : Exemple d'application de l'ALT en reconstruction pelvi-linguale

(A) Patient de 61 ans présentant un carcinome épidermoïde pelvilingual antérieur, une pelviglossomandibulectomie non interromptrice a été réalisée, (B) Conformation du lambeau pour reconstruire le plancher antérieur et la face ventrale de la langue, (C) et (D) Résultats à 5 mois, le patient peut manger et parler, il n'a pas d'incontinence orale, (E) Cicatrice de la zone donneuse à 10 mois.

(Source : Bayol et al. – 2011 – le lambeau libre antérolatéral de cuisse en reconstruction faciale : particularités techniques du prélèvement et résultats à propos de 6 cas)



*Figure 22 : Patient de 50 ans présentant un carcinome épidermoïde de la cavité buccale avec extension cutanée  
Reconstruction par un transfert de fibula vascularisé recouvert par un lambeau antérolatéral de cuisse.*  
(Source : Wei et al. - 2002 - Combined Anterolateral Thigh Flap and Vascularized Fibula Osteoseptocutaneous Flap in Reconstruction of Extensive Composite Mandibular Defects)

### *1.B.5.b Membres inférieurs*

Les pertes de substance distales des membres inférieurs représentent un problème récurrent pour le chirurgien plasticien. La finesse des téguments facilite l'exposition des structures sous-jacentes et une reconstruction par lambeau est quasiment toujours nécessaire. De plus, la reconstruction n'a plus pour unique but le sauvetage du membre par la couverture des structures exposées ; la restauration de la fonction et des contours esthétiques du membre est devenue tout aussi importante. Les lambeaux pédiculés locaux, ou les lambeaux libres musculaires, sont les solutions les plus souvent adoptées mais peuvent poser le problème de résultats esthétiques et fonctionnels peu satisfaisant ou de séquelles non négligeables au niveau du site donneur(29).

Le lambeau antérolatéral de cuisse répond à la quasi-totalité des critères attendus pour un lambeau de couverture du membre inférieur (30):

- Une zone donneuse permettant un travail en double équipe, réduisant ainsi considérablement le temps opératoire
- Un large diamètre vasculaire du pédicule permettant une anastomose aux loupes binoculaires.
- Une bonne longueur du pédicule (pouvant atteindre 20 cm), idéale en cas de perte de substance traumatique où l'anastomose microvasculaire doit être réalisée à distance de la zone du traumatisme.
- Il peut être utilisé comme un « flow-through flap », avec son pédicule interposé entre 2 extrémités d'une perte de substance vasculaire. En effet les pertes de substance majeures du membre inférieur sont souvent associées à des lésions vasculaires.
- Il peut être levé comme un lambeau sensitif avec le nerf cutané fémoral latéral. Les reconstructions du membre inférieur peuvent nécessiter un apport de tissu sensible pour la reconstruction des zones d'appui (talon par exemple).
- Certaines localisations du membre inférieur, comme le dos du pied ou la crête tibiale, nécessitent une reconstruction par un lambeau fin et malléable. La technique de prélèvement de l'ALT fin prend alors sa place.
- Il peut être levé en lambeau composite avec du fascia lata vascularisé pour la reconstruction tendineuse.
- La couleur et la texture de la palette cutanée sont optimales.
- Il peut être levé avec une partie du muscle vastus lateralis, et peut ainsi être utilisé dans le traitement des ostéites et le comblement d'espaces morts en profondeur.
- Enfin, il peut être laissé pédiculé et utilisé en lambeau à pédicule inférieur pour couvrir des pertes de substance du genou.



Figure 23 : Exemple d'application de l'ALT en reconstruction d'une perte de substance du pied

(A) Patient de 52 ans présentant une PdS étendue de la voûte plantaire suite à une électrisation. Reconstruction par un ALT anastomosé sur le pédicule pédieux, (B) Résultats à court termes, (C) Résultats à deux ans procédure de dégraissage par lipoaspiration.

(Source : Irthum et al. – 2017 – Place du lambeau libre antérolatéral de cuisse dans la reconstruction des pertes de substance distales des membres inférieurs)



Figure 24 : Exemple d'application de l'ALT en reconstruction d'une perte de substance du pied.

(A) Patient de 48 ans présentant, après une tentative de réparation du tendon achilléen à ciel ouvert, une PdS associée à une PdS du tendon de 8 cm de long, (B) Reconstruction par un ALT libre composite avec une extension aponévrotique de fascia lata : résultats à un an.

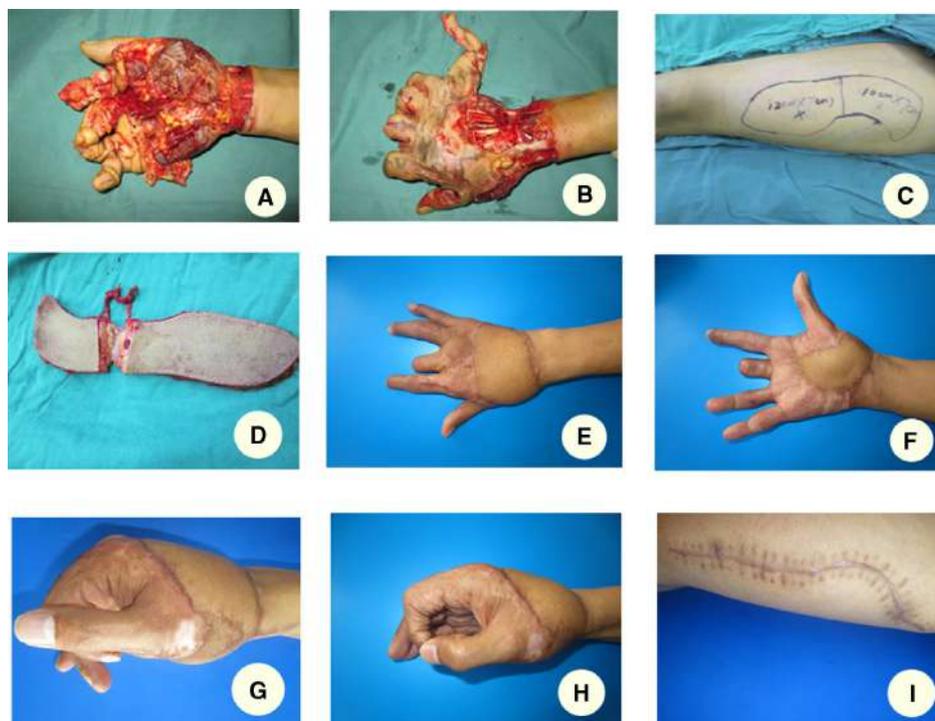
(Source : Irthum et al. – 2017 – Place du lambeau libre antérolatéral de cuisse dans la reconstruction des pertes de substance distales des membres inférieurs)

### *I.B.5.c Membres supérieurs*

L'ALT a prouvé son efficacité dans les plaies de la main, en particulier quand pertes de substance dorsale et palmaire sont associées. En effet, bien que le lambeau antébrachial radial soit une bonne option thérapeutique pour les pertes de substance de la main, il est classiquement utilisé pour la réparation de la face dorsale. La quantité de tissu disponible limitée du site donneur ne permet pas la prise en charge de défaut circulaire.

Dans cette situation, il est historiquement utilisé un lambeau inguinal pédiculé, nécessitant un sevrage secondaire du pédicule. Il en résulte donc une immobilisation prolongée de la main et du membre supérieur avec des séquelles fonctionnelles inévitables. L'utilisation d'un lambeau libre permet d'éviter cette immobilisation.

L'ALT peut s'avérer être un choix adapté dans cette indication, car il peut être levé en 2 palettes cutanées indépendantes, chacune vascularisée par une perforante distincte, avec une même origine sur la BDACL. Ainsi, une seule anastomose est nécessaire, condition indispensable à la main car seul le pédicule radial est disponible pour un branchement vasculaire, l'artère ulnaire assurant alors à elle seule la vascularisation de la main(31).



*Figure 25 : Exemple d'application de l'ALT en reconstruction d'une perte de substance du membre supérieur*

*(A) Perte de substance palmaire, (B) Perte de substance dorsale, (C) Dessin de 2 ALT issus d'un même site donneur, (D) Levée de 2 ALT basé sur un seul pédicule, (E) (F) (G) (H) Aspect à 10 mois post-opératoire, (I) Aspect de la zone donneuse à 10 mois post-opératoire.*  
(Source : Zhang et al. – 2019 – Reconstruction of dorsal and palmar defects of hand with anterolateral thigh flaps from one donor site)

#### *1.B.5.d Paroi abdominale et région périnéale*

Bien que très souvent utilisé en lambeau libre, l'ALT dans sa forme pédiculée, grâce à la longueur de son pédicule, peut couvrir des pertes de substance de la région abdominale sous-ombilicale ou de la région périnéale.

Les pertes de substances transfixiantes de la paroi abdominales sont un défi pour les chirurgiens. En cas de perte de substance de taille modérée, thérapie par pression négative, greffe de peau ou encore lambeaux cutanés locaux peuvent suffirent. Lorsque la perte de substance est plus importante la seule option possible est parfois la réalisation d'un lambeau libre, avec les risques opératoires et anesthésiques et les difficultés de réalisation que cela entraîne.

La longueur du pédicule de l'ALT permet un arc de rotation important lorsqu'il est utilisé en pédiculé et en fait une alternative intéressante pour la reconstruction de la paroi abdominale antérieure. Comme lorsqu'il est utilisé en lambeau libre, la faible morbidité du site donneur lui confère une supériorité sur d'autres lambeaux pédiculés. La possibilité de prélever en même temps du fascia lata, qui sera suturé à l'aponévrose musculaire des muscles abdominaux, permet d'éviter la pose d'une plaque parfois contre-indiqué dans les situations à risque septique(32).

Selon le même principe, des pertes de substance périnéales peuvent être couvertes avec un ALT pédiculé en cas d'indisponibilité ou d'échec des lambeaux classiquement utilisés dans ces indications (lambeaux musculo-cutanés de gracilis ou de rectus abdominis)(33)(34)(35).

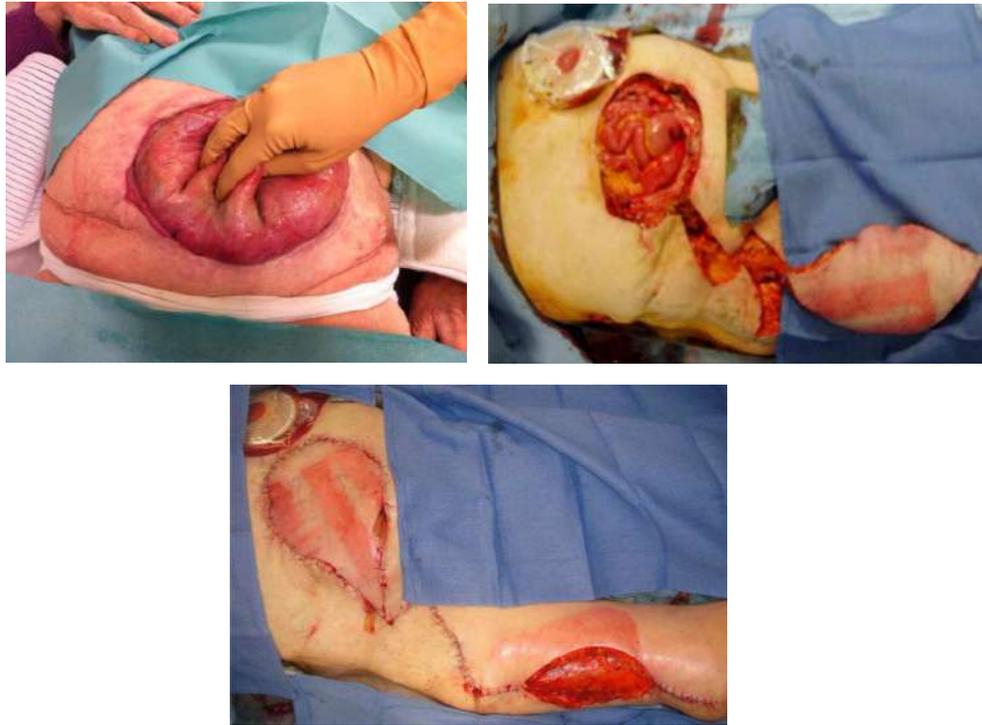


Figure 26 : Reconstruction d'une perte de substance de pleine épaisseur de la paroi abdominale sous ombilicale par un lambeau fascio-cutané antérolatéral de cuisse pédiculé

(Source : Moullot et al. – 2014 – hypogastric abdominal wall reconstruction with a pedicled anterolateral thigh flap)



Figure 27 : Reconstruction d'une perte de substance scrotale par ALT pédiculé

- (A) Perte de substance mesurée à 12 x 6 cm de l'aire scrotale sans atteinte testiculaire, (B) Levée d'un ALT pédiculé avec une palette cutanée adaptée à la perte de substance, (C) Aspect post-opératoire immédiat, (D) Résultat à un mois post-opératoire.

(Source : Yao et al. – 2014 – Reconstruction of Major Scrotal Defects by Anterolateral Thigh Flap)

## I.C MODELE CADAVERIQUE REVASCULARISE : LE SIMLIFE®

### I.C.1 PRÉSENTATION DU SIMLIFE®

La formation pratique des internes de chirurgie est, depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, fondée sur le modèle du compagnonnage selon le principe établi par Halsted : « see one, do one, and teach one ». Cependant, cette approche traditionnelle a été remise en cause ces deux dernières décennies par la communauté chirurgicale et n'est plus considérée comme la meilleure méthode pour former les chirurgiens de demain. En effet les contraintes socio-économiques actuelles, l'augmentation du nombre d'internes en formation, le développement de la chirurgie vidéo-assistée et robotique ainsi que l'accroissement de la pression médico-légale ont entraîné l'émergence de nouveaux outils pédagogiques basés sur la simulation(36). Ce changement de paradigme dans l'enseignement chirurgical est illustré par le Bulletin Officiel de la Haute Autorité de Santé du 15 janvier 2014 : « jamais sur le patient la première fois pour l'apprentissage des gestes techniques et des gestes invasifs »(37).

Cela nécessite donc l'utilisation de modèles de simulation réalistes permettant une immersion de l'apprenant pendant sa formation initiale mais étant également applicables à la formation chirurgicale continue. Les modèles de simulation classiques, en particulier les mannequins « haute fidélité », conviennent à la formation médicale et au diagnostic. Cependant, ils ne contiennent que des éléments informatiques et mécaniques et ne répondent pas aux spécifications anatomiques et physiologiques pour la formation technique des chirurgiens. L'utilisation de modèles animaux pose des problèmes éthiques et a été abandonnée pour l'enseignement dans de nombreux pays. Ainsi, le corps humain donné à la science reste le modèle le plus proche de la réalité clinique(38).

Néanmoins, ce modèle est longtemps resté inerte, sans circulation sanguine ni ventilation. En 2001 Garrett(39) publie le premier modèle de simulation d'un arbre vasculaire humain, à partir de corps frais congelés puis réchauffés et perfusés avec un solvant commercial utilisé dans l'industrie funéraire. Le but de ce modèle est l'entraînement à l'utilisation du matériel de chirurgie endovasculaire. Depuis cette première publication, la littérature internationale

reste très pauvre à propos de telles innovations, et les modèles proposés ne présentent pas de flux sanguin et ventilatoire.

C'est dans ce contexte que le Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Simulation de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Poitiers (ABS Lab) a développé un modèle anatomique dynamique. Un corps frais vidé de son sang est congelé et peut ensuite être décongelé pour une séance de formation. Provenant du Centre du Don du Corps à la Science, le corps est relié à un module technique qui assure une vascularisation artérielle pulsatile avec une couleur et une chaleur réalistes des organes grâce à une simulation de circulation sanguine et de cycle ventilatoire.

## I.C.2 LA TECHNOLOGIE SIMLIFE®

La technologie SimLife® est basée sur 4 axes principaux(38).

Tout d'abord un **corps frais issu du Centre de Don du Corps**. Des canules sont introduites dans les deux artères fémorales et dans l'artère carotide commune gauche pour l'apport artériel, et dans les deux veines fémorales et la veine jugulaire interne gauche pour le retour veineux. La vascularisation des membres peut être exclue, limitant la vascularisation au tronc uniquement, ou un ou deux membres peuvent également être perfusés. Un capteur de pression artérielle centrale est introduit dans la carotide commune droite et avancé jusqu'à la crosse aortique. Une trachéotomie permet la ventilation. Une sonde nasogastrique permet de vider le contenu de l'estomac. Vidé de son sang natif, le corps est d'abord congelé, puis décongelé pour la session d'entraînement.

Ensuite un **module technique** (appelé P4P « Pulse For Practice ») qui anime le corps et utilise 3 pompes synchrones reliées aux cathéters artériels et une autre pompe asynchrone des précédentes pour la ventilation. Le substitut sanguin chauffé à 37°C circule dans le système artériel de manière pulsatile, recoloré et réchauffe les organes, rétablit la pression veineuse et est éliminé via les cathéters veineux. Un technicien au contrôle de chaque module

peut modifier mécaniquement les données physiologiques hémodynamiques en fonction des enregistrements de la pression artérielle centrale. Ces données sont présentées sur un moniteur d'anesthésie visible par l'apprenant.

D'autre part un **environnement simulant un vrai bloc opératoire** : champs opératoires stériles, instrument chirurgicaux, matériel de coagulation, d'aspiration, etc.

Et enfin la mise en place d'une **simulation chirurgicale** selon les principes pédagogiques définis par la Haute Autorité de Santé : apprentissage théorique préalable, briefing, mise en place d'un scénario clinique réaliste, évaluation des compétences et des progrès, débriefing et mesures correctives.

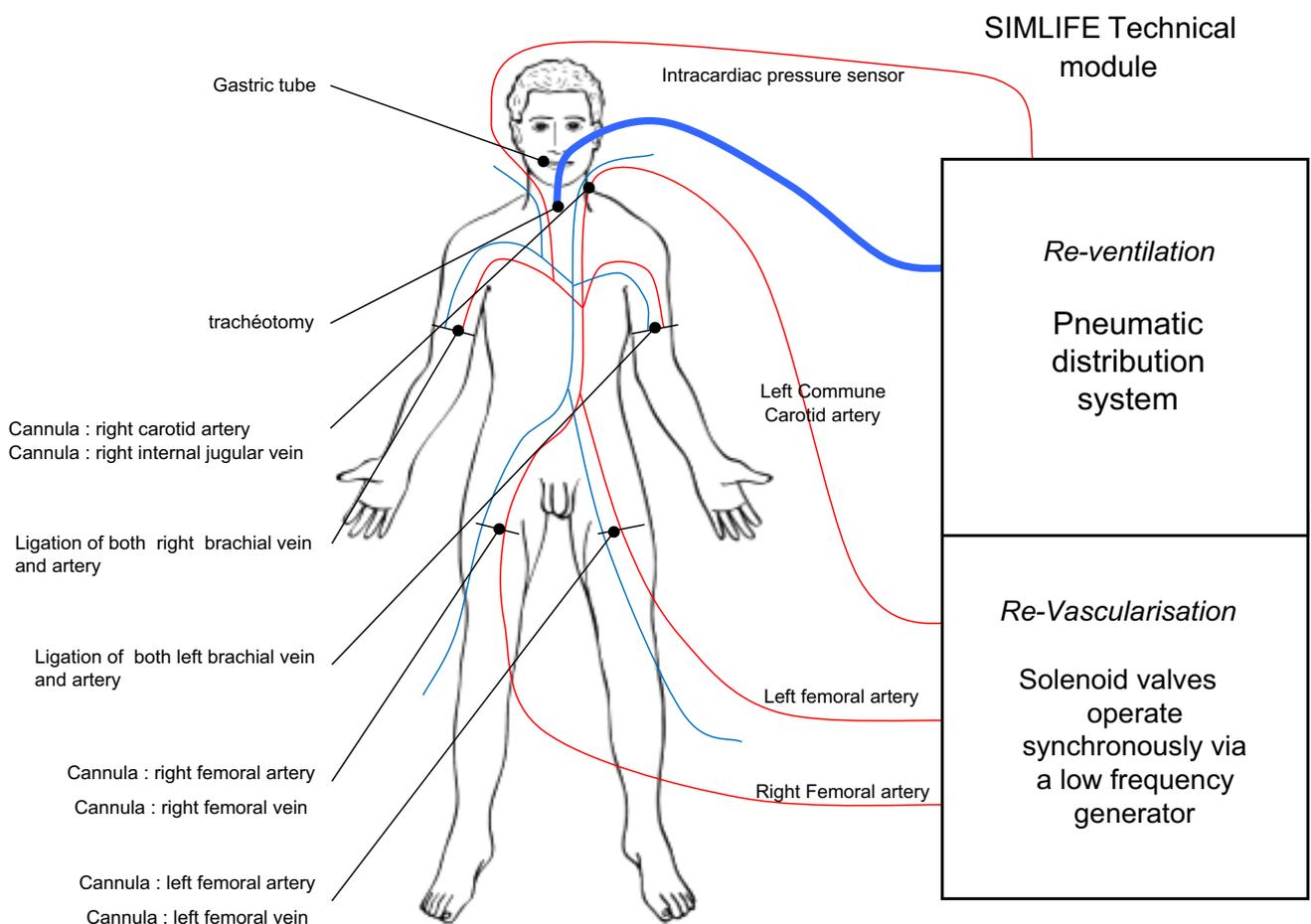


Figure 28 : Schématisation du modèle SimLife et de sa connexion au module technique P4P

### I.C.3 PREPARATION ET UTILISATION DU SIMLIFE®

A l'arrivée du corps au laboratoire d'anatomie, après vérification de l'identité du donneur et de la présence des documents administratifs et juridiques nécessaires inhérents au don du corps, des prélèvements virologiques sont effectués pour vérifier l'absence de risque sanitaire (dépistage VHB, VHC, VIH, HTLV I et II, COVID). Le corps est ensuite assigné à un numéro permettant sa traçabilité tout en garantissant l'anonymat du donneur. La sélection des corps intégrant le programme SimLife® est ensuite réalisée. Les critères d'exclusion sont : les corps présentant des cicatrices non compatibles avec les scénarios chirurgicaux envisagés, les corps présentant une nécrose importante, les porteurs de risque infectieux, l'IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>(36)

Les canules et le capteur de pression intracardiaque sont ensuite introduits dans les vaisseaux selon le protocole vu plus haut. L'extrémité céphalique et les 4 membres sont exclus par ligature des axes vasculaires en aval des canules artérielles et en amont des canules veineuses, permettant ainsi un contrôle optimal de l'arbre vasculaire du tronc. La position des canules et des ligatures peut être revue pour permettre, si le scénario le nécessite, la revascularisation d'un membre ou de la tête.

Le corps est ensuite vidé de son sang natif et des thrombus par de l'eau injectée à basse pression (0,8 bar), à une température maximale de 30°C avec 50 000 UI d'héparine. L'eau est injectée de manière antérograde par les canules artérielles. Le liquide de lavage est recueilli par les canules veineuses. Certaines mobilisations et compressions du thorax et de l'abdomen peuvent aider à l'élimination des caillots.

Une trachéotomie peut remplacer l'intubation orotrachéale rendue difficile par la rigidité cadavérique et une sonde nasogastrique est mise en place. A la fin de la procédure, le corps est congelé à -22°C(40).

Lorsqu'une session de simulation SimLife® est prévue, une décongélation progressive du corps à 16°C pendant 3 jours minimum est réalisée. Les canules sont ensuite reliées au module technique SimLife® par des tuyaux de 10 mm de diamètre(36).

Initialement, le faux sang était constitué d'eau du robinet à 37°C mélangé à un colorant alimentaire rouge jusqu'à obtenir une couleur réaliste. Cependant, comme décrit par

Garret(39), la solution de perfusion du corps induit un œdème après 4h, nécessitant l'arrêt de la simulation jusqu'à ce que tout le faux sang soit évacué. Afin d'éviter ce désagrément, la composition du faux sang a été modifiée et comprend maintenant du colorant alimentaire et de la fécule de maïs à une dilution de 10ml/L d'eau associé à une solution de NaCl 9% à une dilution de 30ml/L d'eau. Ceci a permis 2 améliorations majeures : la possibilité d'hémostase par électrocoagulation et la suppression de l'œdème induit par la perfusion(41).

Des vannes électromagnétiques situées aux entrées artérielles du module P4P assurent la dimension pulsatile de la colonne liquide, imitant pour le chirurgien les battements du cœur transmis aux vaisseaux. La circulation du faux sang donne aux organes une couleur, une température et une texture réalistes. Ce liquide utilise le réseau artériel de manière anatomique et fonctionnelle classique, atteint les viscères, les revascularise par les capillaires et sort du corps par les canules veineuses. Le corps est utilisé à une température ambiante de 20°C, favorable pour la compliance pulmonaire.

Le système pulmonaire est relié lui aussi au module P4P via une valve électromagnétique contrôlée par un générateur d'ondes à basse fréquence permettant de reproduire les mouvements de la cage thoracique(36).

#### I.C.4 ADAPTATION A UN SCENARIO CHIRURGICAL

La fréquence cardiaque et respiratoire et la tension artérielle sont fixées au début de la simulation mais peuvent être adaptées si besoin au cours de la procédure chirurgicale. Des évènements peuvent ainsi être planifiés par l'enseignant ou survenir accidentellement (plaie vasculaire par l'apprenant lors de la dissection) avec une réponse automatique du SimLife® en terme de fréquence cardiaque, pression artérielle et fréquence respiratoire.

L'objectif principal de cette thèse était de montrer la faisabilité du lambeau antérolatéral de cuisse sur SimLife®. Les objectifs secondaires étaient d'évaluer la courbe d'apprentissage (évolution des temps opératoires à mesure des procédures et réalisation avec succès de la procédure) et de comparer les données anatomiques constatées sur modèle cadavérique aux données de la littérature.

## II MATERIEL ET METHODE

### II.A INTERET PEDAGOGIQUE DU SIMLIFE® : LE MODELE DE KIRKPATRICK

Le modèle d'évaluation d'une formation de Kirkpatrick constitue une référence dans la littérature scientifique pédagogique. Il définit 4 niveaux d'objectifs pédagogiques : la réaction, l'apprentissage, le comportement et les résultats(42).

Le niveau 1 (réaction) explore la satisfaction et l'adhésion de l'apprenant au programme de formation, et sa motivation à participer à ce programme. En pratique, la mesure de l'objectif à ce niveau est directement liée à la réponse affective de l'apprenant quant à la qualité et à la pertinence de la formation.

Le niveau 2 (apprentissage) évalue le gain en connaissance et en compétences pratiques apporté par la formation.

Le niveau 3 (comportement) évalue dans quelle mesure les compétences acquises génèrent des changements positifs dans les pratiques et le comportement professionnel de l'apprenant.

Enfin, le niveau 4 (résultats) concerne l'impact de la formation sur les résultats cliniques, notamment la morbi-mortalité dans le cas d'un programme de formation chirurgicale.

L'immersion de l'apprenant dans le scénario semble donc essentielle pour que la simulation soit efficace en terme de formation. En effet, un haut degré de satisfaction entraîne une meilleure implication de l'apprenant, non seulement dans la séance de simulation mais aussi dans l'ensemble du programme de formation (niveau 1 de Kirkpatrick).

Ce niveau 1 de satisfaction des apprenants a été validé pour la technologie SimLife®, qui représente un patient anesthésié au bloc opératoire(43)(40)(44).

## II.B APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE SIMLIFE® AU LAMBEAU ANTEROLATERAL DE CUISSE

### II.B.1 DESCRIPTION ET DUREE DE L'ETUDE

Il s'agit d'une étude monocentrique réalisée au laboratoire d'anatomie ABS Lab de la faculté de Médecine de Poitiers entre le 1<sup>er</sup> février 2020 et le 31 octobre 2020.

### II.B.2 POPULATION DE L'ETUDE

Dans le cadre du don du corps, les corps étaient anonymisés, seul était connu leur sexe.

Onze procédures de prélèvements de lambeaux antérolatéraux de cuisse ont été réalisées par l'apprenant suivant un protocole reproductible. L'opérateur en formation était une interne de 4<sup>ème</sup> année inscrite au DESC de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique. Il était assisté d'un aide opératoire qui était un étudiant de 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> année ou un co-interne plus jeune.

Sur les 11 procédures, trois se sont soldées par un échec avec un arrêt de la chirurgie avant la fin de la dissection.

### II.B.3 DESCRIPTION DE LA PROCEDURE

Tout d'abord avait lieu la canulation du corps qui était ensuite relié au module technique SimLife®. Le corps était installé en décubitus dorsal sur une table opératoire, et l'opérateur disposait également d'une table d'instrumentation, de tout le matériel chirurgical nécessaire à la réalisation de la procédure chirurgicale, d'un tabouret et d'un scialytique.

Afin de réaliser la levée d'un lambeau antérolatéral de cuisse sur SimLife®, les canulations du modèle ont été modifiées. Chaque membre inférieur était canulé au niveau fémoral avec des canules introduites vers la distalité du membre (sens inverse du sens habituel) et une ligature des vaisseaux était réalisé en amont des canules. Ce procédé permettait de contrôler les pressions directement dans le membre perfusé.

Le protocole opératoire était découpé en 7 étapes :

- Etape 1 : dessin du lambeau et champage. Le dessin était réalisé selon la technique utilisée dans la littérature et décrite précédemment. La palette cutanée était centrée sur la position supposée de la perforante et faisait une taille de 10 x 20 cm. Désinfection et champage stérile étaient ensuite effectués.
- Etape 2 : Incision médiale de la palette cutanée jusqu'au fascia du rectus femoris qui était incisé
- Etape 3 : levée du fascia du rectus femoris jusqu'au septum intermusculaire
- Etape 4 : mise en évidence du septum intermusculaire et repérage de la BDACFL en son sein
- Etape 5 : repérage de la perforante cutanée
- Etape 6 : dissection du pédicule de distal en proximal
- Etape 7 : incision latérale de la palette cutanée, levée du lambeau et section du pédicule à son origine

Dans un souci de remise en état du corps donné à la science, la palette cutanée était ensuite resuturée à la zone donneuse.



*Figure 29 : Installation, champage et dessin du lambeau*



*Figure 30 : Incision de la berge médiale, levée du fascia du rectus femoris. Quelques perforantes à destinée cutanée sont déjà visibles*

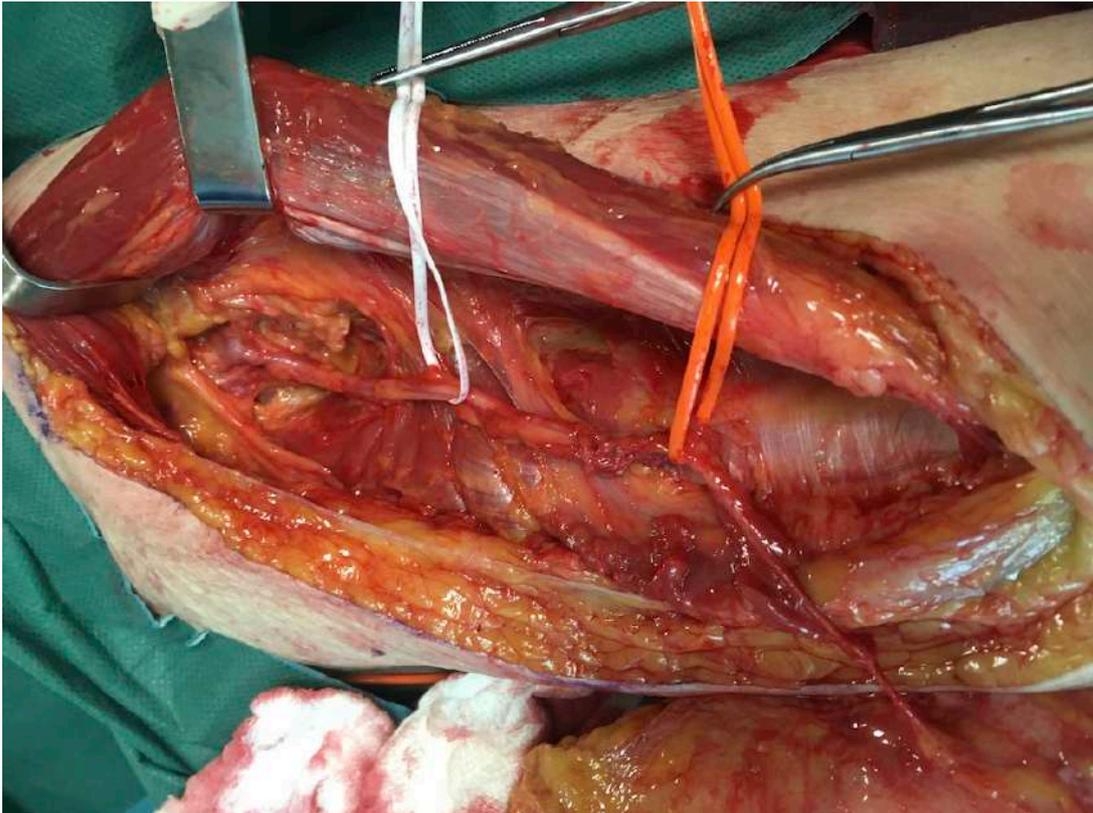


Figure 31 : Lambeau levé, muscle rectus femoris récliné, pédicule individualisé au sein du septum intermusculaire

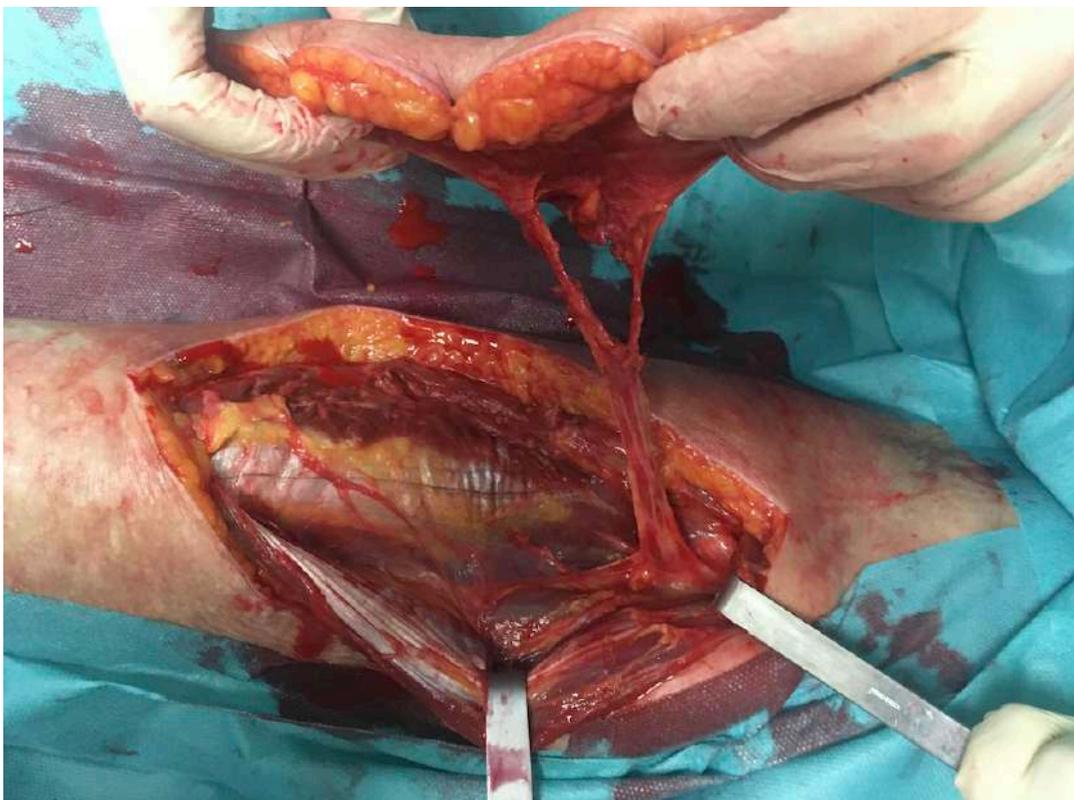


Figure 32 : Lambeau levé avec 2 perforantes



*Figure 33 : Pédicule sectionné à son origine, diamètre permettant une anastomose vasculaire*



*Figure 34 : Lambeau antérolatéral de cuisse avec son pédicule sectionné*

#### II.B.4 DONNEES RECUEILLIES

Le temps chirurgical total et celui de chaque étape était chronométré par un assistant autre que l'aide opératoire et consigné en minutes.

Les données anatomiques (type de perforante, longueur du pédicule...) et les complications chirurgicales éventuelles étaient relevées (la survenue de lésion du pédicule...).

La viabilité du lambeau était évaluée par les critères suivants :

- La pulsatilité du pédicule avant sa section
- Le centrage de la palette cutanée sur le pédicule
- L'absence de fuite vasculaire sur le pédicule
- Le saignement des berges du lambeau.

#### II.B.5 OBJECTIFS ET CRITERES DE JUGEMENT

L'objectif principal de cette thèse était de montrer la faisabilité du prélèvement du lambeau antérolatéral de cuisse sur SimLife®. Le critère de jugement principal était la réalisation de la procédure en entier et la description des causes d'échec de la procédure.

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer la courbe d'apprentissage et de comparer les données anatomiques constatées sur modèle cadavérique aux données de la littérature

Les critères de jugements secondaires étaient l'évaluation des temps globaux et par étapes pour chaque procédure, et de leur évolution au fur des procédures, et la description des données anatomiques du lambeau et de sa viabilité.

### III RESULTATS

#### III.A DONNEES ANATOMIQUES

##### III.A.1 TYPES DE PERFORANTE

Sur les 11 lambeaux disséqués, 18 perforantes ont été individualisées, avec une moyenne de 1,6 perforantes par lambeau.

61% des perforantes retrouvées étaient musculo-cutanées, 39% étaient fascio-cutanées. Il n'a pas été retrouvé de variation anatomique du pédicule, toutes les perforantes étaient issues de la branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale.

Au vu de la petite taille de la cohorte, ces données sont compatibles avec celles de la littérature, où on retrouve une moyenne de 2 perforantes par ALT, et un taux de perforantes musculo-cutanée entre 59% et 87% selon les séries.

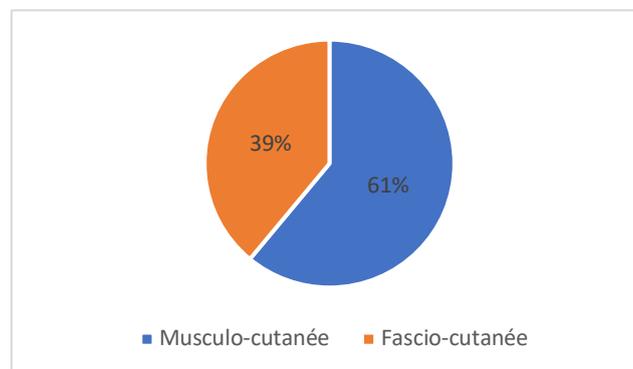


Figure 35 : répartition des types de perforante

##### III.A.2 LONGUEUR DU PEDICULE

Sur les 8 dissections ayant été menées à terme, la longueur moyenne du pédicule après sa section à son origine était de 14,8 cm, avec une longueur minimale observée de 10 cm et une longueur maximale de 20 cm.

Ces données sont compatibles avec celles de la littérature, où l'on retrouve une longueur moyenne entre 13,2 et 14,6 cm.

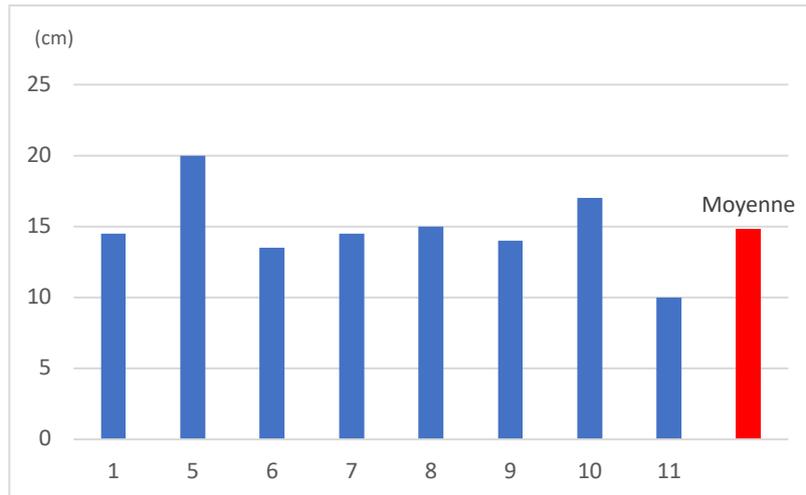


Figure 36 : Longueur du pédicule par dissection

### III.A.3 DIAMETRE DU PEDICULE A SON ORIGINE

Le diamètre moyen du pédicule à son origine au niveau de l'ACFL était de 3 mm, taille tout à fait compatible avec une anastomose micro-chirurgicale.

### III.A.4 TEMPS OPERATOIRES

Le temps opératoire total moyen était de 70 minutes sur les 8 dissections menées à leur terme. Une diminution de ce temps opératoire était globalement observée au fur et à mesure des dissections. Il était également observé une corrélation entre le temps de dissection du pédicule et le temps opératoire total, cette étape représentant la principale difficulté de l'intervention. On obtient ainsi deux courbes de progression presque superposables. On observait également une relation entre la nature de la perforante (septocutanée ou musculocutanée) et le temps opératoire, avec un temps opératoire plus important en cas de perforante musculocutanée, dû à la difficulté de la dissection intra-musculaire.

Ainsi, le temps opératoire moyen de dissection du pédicule des lambeaux à perforante musculocutanées était de 40,25 minutes, et celui des lambeaux à perforante fasciocutanées était de 31,25 minutes.

C'est également sur cette étape opératoire qu'on observe la courbe de progression la plus importante.

Tableau 2 : tableau des temps opératoires (en minutes)

	Numéro de la dissection										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>TOTAL</b>	133	101	27	12	43	83	81	53	59	66	42
Dessin et installation	6	9	4	5	2	5	3	3	5	4	4
Incision médiale jusqu'au fascia	8	5	4	3	2	2	4	1	2	3	2
Levée du fascia du rectus femoris jusqu'au septum intermusculaire	16	7	4	4	2	12	6	7	4	7	9
Mise en évidence du septum intermusculaire	6	7	15		3	4	13	5	4	6	3
Repérage de la perforante	13	4			4	4	2	5	3	5	5
Dissection du pédicule	78	69			25	44	43	23	30	28	15
Incision latérale et levée du lambeau	6				5	12	10	9	11	13	4

Étapes de la dissection

- Dissection s'étant soldées par un échec, et étape de l'arrêt de la dissection :
- 2 : lésion de la perforante lors de sa dissection intra-musculaire
- 3 : arrêt de la dissection devant échec de reperfusion du corps
- 4 : déchirure de la perforante lors de la levée du fascia du rectus femoris

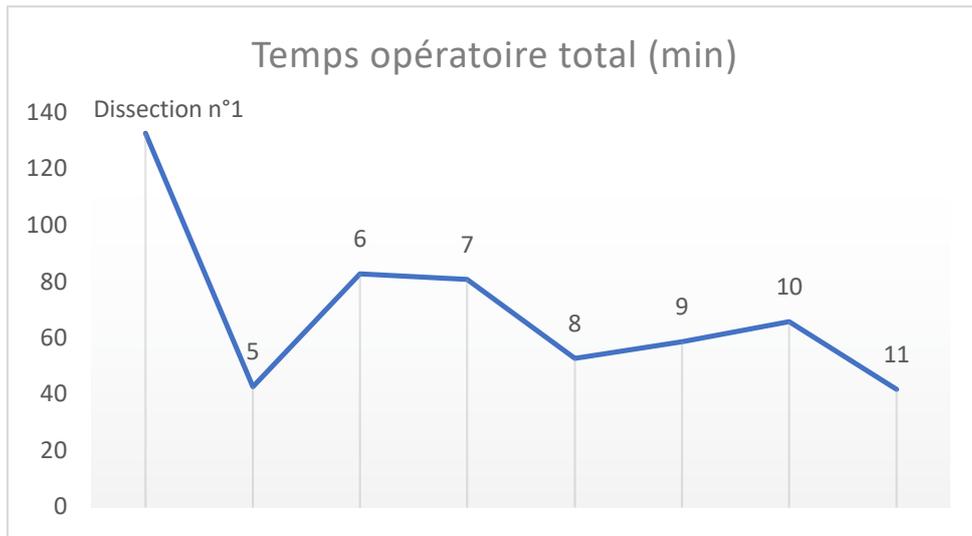


Figure 37 : Courbe de progression du temps opératoire total sur l'ensemble des dissections menées à terme

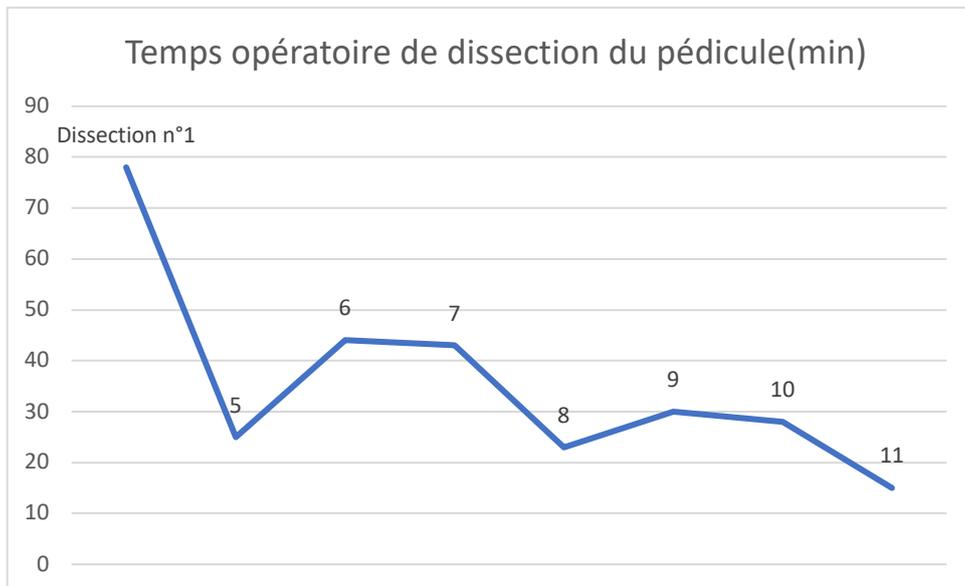


Figure 38 : Courbe de progression du temps de dissection du pédicule sur l'ensemble des dissections menées à terme

*Type de perforante*

	<i>Musculo-cutanées</i>				<i>Fascio-cutanées</i>			
<i>N° de dissection</i>	1	5	9	10	6	7	8	11
<i>Temps de dissection du pédicule (en min)</i>	78	25	30	28	44	43	23	15
<i>Moyenne (en min)</i>	40,25				31,25			

Tableau 4 : comparaison des temps opératoires de dissection du pédicule en fonction de la nature de la perforante

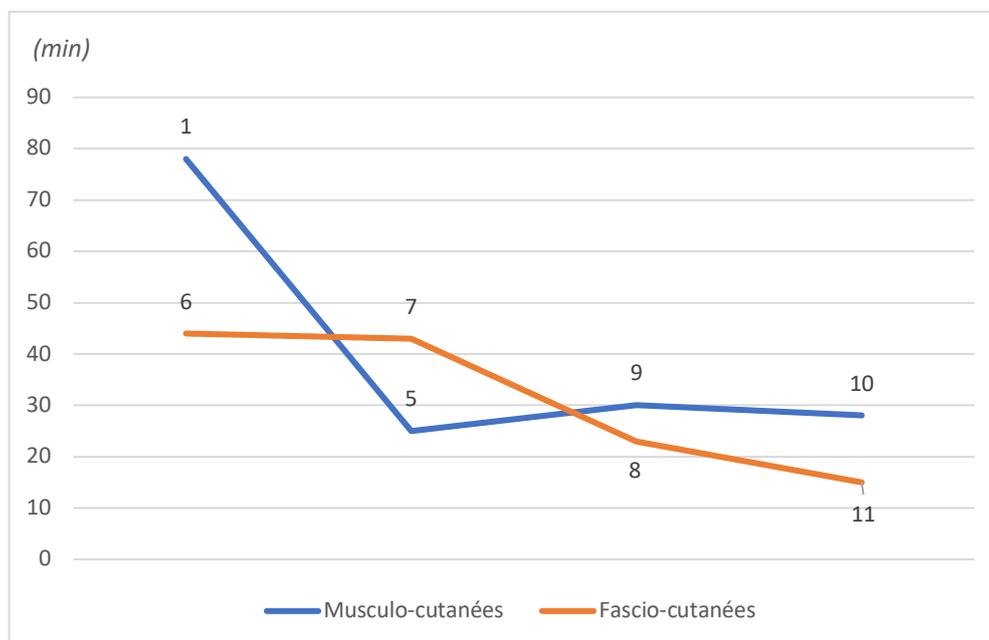


Figure 39 : Courbes de progression des temps opératoires en fonction de la nature de la perforante

### III.B VIABILITE DES LAMBEAUX

Sur les 11 dissections réalisées, 3 n'ont pas été menées à terme.

La dissection numéro 2 s'est arrêtée lors de l'étape de dissection du pédicule à cause d'une lésion irréparable de la perforante musculo-cutanée lors de sa dissection intra-musculaire.

La dissection numéro 3 s'est arrêtée lors de l'étape de mise en évidence du septum intermusculaire, devant un échec de reperfusion du corps avec des fuites importantes au niveau des canules. A partir de cette dissection, l'opérateur a réalisé lui-même les canulations, qui avaient été pour les 3 premières dissections réalisées par les étudiants en médecine travaillant au laboratoire d'anatomie.

La dissection numéro 4 s'est arrêtée à l'étape de levée du fascia du rectus femoris, devant une déchirure de la perforante à l'endroit de son passage dans le fascia.

Les dissections 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 se sont toutes soldées par un succès avec un pédicule pulsatile et centré sur la palette cutanée, l'absence de fuite vasculaire sur le pédicule et le saignement des berges dermiques du lambeau testée par la cathétérisation du pédicule après sa section et l'injection de faux sang.

## IV DISCUSSION

### IV.A FAISABILITE LOGISTIQUE DU MODELE

Nous avons testé la faisabilité du modèle de prélèvement du lambeau ALT celui-ci nous paraît réalisable. En collaboration avec le Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Simulation de la Faculté de Médecine de Poitiers (ABS Lab), nous avons eu accès à des modèles cadavériques reperfusés SimLife®.

Le coût (environ 2000€ par corps) et la disponibilité des corps constituent un obstacle dans l'utilisation et la diffusion de la technologie SimLife®. Néanmoins, ces difficultés peuvent être réduites en mutualisant les formations entre différentes spécialités chirurgicales n'ayant pas les mêmes régions anatomiques d'intérêt. Ainsi, les corps utilisés dans cette thèse avaient souvent servi les jours précédents pour des séances d'entraînement de chirurgie viscérale ou ORL par exemple. Cela permet d'économiser la somme liée au Centre du Don du Corps (1100€) et à la préparation technique de ce dernier les 3 ou 4 jours avant la simulation (150€). Il reste alors le coût lié aux consommables (250€) et celui lié à l'utilisation du laboratoire d'anatomie et à la recherche et au développement de cette technologie (500€)(41). Ainsi, selon le nombre de séances de simulation organisées sur un même corps, le coût d'une procédure peut être diminué jusqu'à 50%.

Peu de matériel chirurgical était nécessaire à la séance et cela a donc permis la réalisation de la simulation dans des conditions proches du réel. L'installation du corps était réalisée en décubitus dorsal sur la table de dissection et les outils chirurgicaux étaient limités à une boîte standardisée d'anciens instruments mise à disposition par le laboratoire et réutilisables pour leur grande majorité d'une dissection à l'autre.

Les dissections répétées au laboratoire ont permis une familiarisation avec l'anatomie de la région. Les variations du pédicule vasculaire du lambeau antérolatéral de cuisse constituant une des principales difficultés de cette chirurgie, la répétition des manipulations permet d'appréhender les différentes variations anatomiques existant, et ainsi de pouvoir s'adapter lors d'interventions chirurgicales sur des patients vivants.

## IV.B LIMITES DE LA SIMULATION

Cependant nous avons rencontrés quelques limites lors de la création et de la réalisation de ce modèle de simulation.

Tout d'abord un biais de recrutement : les corps issus du centre du don du corps étaient dans la totalité des cas des patients très âgés, ce qui n'est pas représentatif de la population cible de l'ALT qui est indiqué chez des patients de tout âge dans le cadre de la traumatologie par exemple, et est souvent réalisé chez des patients plus jeunes. Les antécédents généraux et vasculaires des corps n'étaient également pas connus, pouvant en situation réelle constituer une contre-indication à la réalisation de ce type de lambeau.

Un autre biais de sélection peut s'ajouter du fait du nombre restreint de corps mis à disposition via le Centre de Don du Corps de Poitiers. En effet celui-ci draine une petite zone géographique et le nombre de corps à l'année est peu élevé (environs 40 cadavres par an pour le centre et 2500 en France).

Il existe aussi un biais de mesure. Pour la plupart des manipulations l'apprenant était non accompagné d'un sénior. C'est donc l'apprenant lui-même qui évaluait ses manipulations et la viabilité du lambeau, avec un risque non négligeable d'erreur d'appréciation due au manque d'expérience.

De plus, la série réalisée pour cette thèse (11 lambeaux) apparaît trop faible pour étudier l'ensemble des variations anatomiques des perforantes de cette région. Seules les deux dispositions anatomiques les plus fréquentes ont été rencontrées : perforante musculo-cutanée issue de la BDACFL et perforante septo-cutanée issue de la BDACFL(16).

## IV.C PERSPECTIVES : VERS UN MODÈLE D'ENSEIGNEMENT CHIRURGICAL PAR LA SIMULATION

La répétition des séances d'entraînement à la levée d'un lambeau antérolatéral de cuisse sur modèle SimLife® a permis à l'apprenant de gagner en rapidité opératoire mais également d'améliorer la qualité de son prélèvement, avec des lambeaux constamment viables à partir de la 5<sup>ème</sup> séance. Plus que le simple résultat de la chirurgie, la gestion du temps, du matériel et de l'instrumentation a pu être évaluée.

Ces séances, en particulier celles s'étant soldées par un échec, ont également permis à l'apprenant de repérer les écueils à éviter lors de cette chirurgie et de pouvoir immédiatement mettre en application les connaissances acquises lors de la séance suivante. Cela permet ainsi de gagner la confiance et les compétences nécessaires pour effectuer cette intervention sur un patient vivant dans les meilleures conditions de sécurité.

Ainsi, il paraît intéressant dans le futur d'envisager la création d'une grille d'évaluation validée par des experts, c'est-à-dire des chirurgiens thésés ayant une expérience approfondie dans la levée d'un lambeau ALT. L'apprenant pourrait utiliser cette grille à chacune de ses manipulations pour être évalué sur des items comme le repérage et la conservation des repères anatomiques clés, la réalisation de la check-list ou encore l'installation et le champagne, voire s'auto-évaluer lors de la séance en autonomie, et ainsi limiter le biais d'évaluation. Afin de réduire encore ce biais, une séance de dissection finale en fin de cursus avec la présence d'un expert pourrait être mise en place afin de valider les compétences acquises et autoriser la réalisation de la chirurgie sur un patient vivant. En parallèle de cette grille, un QCM d'évaluation des connaissances théoriques pré et post séance de dissection ainsi qu'une grille d'évaluation de la satisfaction de l'apprenant sont courants dans les procédures de simulation.

Un tel protocole pourrait être étendu à toute procédure chirurgicale complexe réalisable sur SimLife®.

## V CONCLUSION

L'approfondissement des connaissances anatomiques a permis au cours des siècles de mieux cerner les caractéristiques vasculaires des téguments. Parallèlement, la philosophie chirurgicale reconstructrice a évolué vers une conception ne se focalisant plus uniquement sur la perte de substance mais également sur le site donneur, considérant le patient dans son ensemble. La combinaison de ces deux processus a permis l'émergence des lambeaux perforants, avancée majeure de la chirurgie reconstructrice, qui constituent aujourd'hui un outil indispensable dans l'algorithme décisionnel du chirurgien.

Parmi ces lambeaux, le lambeau antérolatéral de cuisse présente une grande polyvalence et est adapté à la reconstruction de nombreux types de pertes de substance, avec une morbidité du site donneur très réduite tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique. Cependant, l'anatomie inconstante des perforantes et la difficulté de la dissection intramusculaire de ces dernières peuvent rendre le prélèvement complexe et nécessitent une courbe d'apprentissage.

Le changement de paradigme de ces dernières années concernant la formation des internes en chirurgie, résumé par le principe de l'HAS « jamais sur le patient la première fois » a entraîné l'émergence de modèles de simulation chirurgicale. Le modèle SimLife® à très haut degré de réalisme permet un entraînement dans des conditions les plus proches possible d'un vrai bloc opératoire. Dans le cas du lambeau antérolatéral de cuisse, il permet la dissection de perforantes parcourues par un flux sanguin, permettant tout d'abord de repérer ces perforantes plus facilement mais aussi de dépister toute lésion du pédicule même minime lors de la dissection.

Ainsi, avec l'arrivée de la technologie SimLife®, les internes en chirurgie disposent d'un outil performant pour l'apprentissage des interventions complexes comme les lambeaux perforants. Cela leur permet d'acquérir un niveau confirmé lors de la réalisation de l'intervention pour la première fois sur patient vivant. Bien entendu cette technologie trouve de nombreuses autres applications chirurgicales. Il semble donc cohérent de penser que le modèle SimLife® pourrait devenir le Gold Standard pour la formation des internes de chirurgie.

## BIBLIOGRAPHIE :

1. Song YG, Chen GZ, Song YL. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg.* :11.
2. Revol M, Binder J-P, Danino MA. Manuel de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique. Sauramps médical; 2012.
3. Milton SH. Pedicled skin-flaps: the fallacy of the length: width ratio. *Br J Surg.* juill 1970;57(7):502-8.
4. McGregor IA, Morgan G. Axial and random pattern flaps. *Br J Plast Surg.* juill 1973;26(3):202-13.
5. Orticochea M. The musculo-cutaneous flap method: an immediate and heroic substitute for the method of delay. *Br J Plast Surg.* avr 1972;25(2):106-10.
6. Pontén B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg.* avr 1981;34(2):215-20.
7. Nakajima H, Fujino T, Adachi S. A new concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann Plast Surg.* janv 1986;16(1):1-19.
8. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg.* :29.
9. Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg.* nov 1989;42(6):645-8.
10. Taylor GI. The "Gent" Consensus on Perforator Flap Terminology: Preliminary Definitions; Phillip N. Blondeel, M.D., Ph.D., Koen H. I. Van Landuyt, M.D., Stan J. M. Monstrey, M.D., Ph.D., Moustapha Hamdi, M.D., Guido E. Matton, M.D., Robert J. Allen, M.D., Charles Dupin, M.D., Axel-Mario Feller, M.D., Ph.D., Isao Koshima, M.D., Naci Kostakoglu, M.D., and Fu-Chan Wei, M.D.: *Plast Reconstr Surg.* oct 2003;112(5):1384-7.
11. Kim JT. New nomenclature concept of perforator flap. *Br J Plast Surg.* juin 2005;58(4):431-40.
12. Saint-Cyr M, Wong C, Schaverien M, Mojallal A, Rohrich RJ. The Perforasome Theory: Vascular Anatomy and Clinical Implications: *Plast Reconstr Surg.* nov 2009;124(5):1529-44.
13. Wei F, Jain V, Celik N, Chen H, Chuang DC-C, Lin C. Have we found an ideal soft-tissue flap? An experience with 672 anterolateral thigh flaps. *Plast Reconstr Surg.* juin 2002;109(7):2219-26; discussion 2227-2230.
14. Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S, Yoshizumi T, Asai M, Saikawa M, et al. Versatility of the Free Anterolateral Thigh Flap for Reconstruction of Head and Neck Defects. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg.* 1 déc 1997;123(12):1325-31.
15. Yu P. Characteristics of the anterolateral thigh flap in a Western population and its application in head and neck reconstruction. *Head Neck.* sept 2004;26(9):759-69.
16. Lee Y-C, Chen W-C, Chou T-M, Shieh S-J. Anatomical Variability of the Anterolateral Thigh Flap Perforators: Vascular Anatomy and Its Clinical Implications. *Plast Reconstr Surg.* avr 2015;135(4):1097-107.

17. Ouezzani S, Gangloff D, Garrido I, Grolleau J-L, Guitard J, Chavoïn J-P. Le lambeau antérolatéral de cuisse: de l'étude anatomique à la technique chirurgicale. *Ann Chir Plast Esthét.* juin 2008;53(3):232-8.
18. Tiguemounine J, Picard A, Fassio E, Goga D, Ballon G. Le lambeau antérolatéral de cuisse. Étude rétrospective. *Ann Chir Plast Esthét.* févr 2005;50(1):62-70.
19. Kuo Y-R, Jeng S-F, Kuo M-H, Liu Y-T, Lai P-W. Versatility of the Free Anterolateral Thigh Flap for Reconstruction of Soft-Tissue Defects: Review of 140 Cases: *Ann Plast Surg.* févr 2002;48(2):161-6.
20. Koshima I, Fukuda H, Yamamoto H, Moriguchi T, Soeda S, Ohta S. Free anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *Plast Reconstr Surg.* sept 1993;92(3):421-8; discussion 429-430.
21. Hanasono MM, Skoracki RJ, Yu P. A prospective study of donor-site morbidity after anterolateral thigh fasciocutaneous and myocutaneous free flap harvest in 220 patients. *Plast Reconstr Surg.* janv 2010;125(1):209-14.
22. Kimura N, Satoh K. Consideration of a thin flap as an entity and clinical applications of the thin anterolateral thigh flap. *Plast Reconstr Surg.* avr 1996;97(5):985-92.
23. Kimura N, Satoh K, Hasumi T, Ostuka T. Clinical application of the free thin anterolateral thigh flap in 31 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg.* oct 2001;108(5):1197-208; discussion 1209-1210.
24. Kimura N, Satoh K, Hosaka Y. Microdissected Thin Perforator Flaps:: 46 Cases. *Plast Reconstr Surg.* déc 2003;112(7):1875-85.
25. Hong J, Choi D, Suh H, Mukarramah D, Tashti T, Lee K, et al. A New Plane of Elevation: The Superficial Fascial Plane for Perforator Flap Elevation. *J Reconstr Microsurg.* 19 févr 2014;30(07):491-6.
26. Bayol J-C, Sury F, Petraud A, Laure B, Goga D. Le lambeau libre antérolatéral de cuisse en reconstruction faciale : particularités techniques du prélèvement et résultats à propos de six cas. *Ann Chir Plast Esthét.* déc 2011;56(6):504-11.
27. Wei F-C, Celik N, Chen H-C, Cheng M-H, Huang W-C. Combined Anterolateral Thigh Flap and Vascularized Fibula Osteoseptocutaneous Flap in Reconstruction of Extensive Composite Mandibular Defects: *Plast Reconstr Surg.* janv 2002;109(1):45-52.
28. Cai Y-C, Li C, Zeng D-F, Zhou YQ, Sun RH, Shui CY, et al. Comparative Analysis of Radial Forearm Free Flap and Anterolateral Thigh Flap in Tongue Reconstruction after Radical Resection of Tongue Cancer. *ORL J Oto-Rhino-Laryngol Its Relat Spec.* 2019;81(5-6):252-64.
29. Irthum C, Fossat S, Bey E, Duhamel P, Braye F, Mojallal A. Place du lambeau libre antérolatéral de cuisse dans la reconstruction des pertes de substance distales des membres inférieurs. *Ann Chir Plast Esthét.* juin 2017;62(3):224-31.
30. Yildirim S, Gideroğlu K, Aköz T. Anterolateral thigh flap: ideal free flap choice for lower extremity soft-tissue reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* mai 2003;19(4):225-33.
31. Zhang G, Su H, Ju J, Li X, Fu Y, Hou R. Reconstruction of dorsal and palmar defects of hand with anterolateral thigh flaps from one donor site. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* déc 2019;72(12):1917-22.
32. Moullot P, Philandrianos C, Gonnelli D, Casanova D. [Hypogastric abdominal wall reconstruction with a pedicled anterolateral thigh flap]. *Ann Chir Plast Esthet.* oct 2014;59(5):364-7.

33. Luo S, Raffoul W, Piaget F, Egloff DV. Anterolateral thigh fasciocutaneous flap in the difficult perineogenital reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* janv 2000;105(1):171-3.
34. Yu P, Sanger JR, Matloub HS, Gosain A, Larson D. Anterolateral thigh fasciocutaneous island flaps in perineoscrotal reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* févr 2002;109(2):610-6; discussion 617-618.
35. Yao H, Zheng D, Wen J, Li J, Lu M, Xu M, et al. Reconstruction of Major Scrotal Defects by Anterolateral Thigh Flap. *Cell Biochem Biophys.* nov 2014;70(2):1331-5.
36. Delpech PO, Danion J, Oriot D, Richer JP, Breque C, Faure JP. SimLife a new model of simulation using a pulsated revascularized and reventilated cadaver for surgical education. *J Visc Surg.* févr 2017;154(1):15-20.
37. Bulletin officiel de la SANTÉ 2012-9 Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2013/13-12/steUne.htm>
38. Danion J, Breque C, Oriot D, Faure JP, Richer JP. SimLife® technology in surgical training – a dynamic simulation model. *J Visc Surg.* juin 2020;157(3):S117-22.
39. Garrett HE. A human cadaveric circulation model. *J Vasc Surg.* mai 2001;33(5):1128-30.
40. Danion J, Donatini G, Breque C, Oriot D, Richer JP, Faure JP. Bariatric Surgical Simulation: Evaluation in a Pilot Study of SimLife, a New Dynamic Simulated Body Model. *Obes Surg.* nov 2020;30(11):4352-8.
41. Faure JP, Breque C, Danion J, Delpech PO, Oriot D, Richer JP. SIM Life: a new surgical simulation device using a human perfused cadaver. *Surg Radiol Anat.* févr 2017;39(2):211-7.
42. Bates R. A critical analysis of evaluation practice: the Kirkpatrick model and the principle of beneficence. *Eval Program Plann.* août 2004;27(3):341-7.
43. Danion J, Oriot E, Breque C, Oriot D, Richer JP, Faure JP. SimLife: face validation of a new dynamic simulated body model for surgical simulation. *J Surg Simul.* 21 janv 2020;6:63-9.
44. Donatini G, Bakkar S, Leclere FM, Dib W, Suaud S, Oriot D, et al. SimLife model: introducing a new teaching device in endocrine surgery simulation. *Updat Surg.* févr 2021;73(1):289-95.



# RÉSUMÉ

## INTRODUCTION

La chirurgie des lambeaux a été marquée ces dernières années par l'avènement des lambeaux perforants. Parmi ces derniers, le lambeau antérolatéral de cuisse s'est peu à peu imposé comme un lambeau de choix grâce à sa grande polyvalence. Cependant, cette technique chirurgicale nécessite un entraînement rigoureux avant d'être maîtrisée et réalisée sur patient vivant.

La formation pratique des internes de chirurgie implique donc de nos jours l'utilisation de modèles de simulation réalistes répondant aux spécifications anatomiques et physiologiques pour la formation technique des chirurgiens. C'est dans ce contexte que le Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Simulation de la Faculté de Médecine de Poitiers (ABS Lab) a développé un modèle cadavérique revascularisé SimLife®.

## MATERIEL ET METHODE

Nous avons réalisé une étude monocentrique de prélèvement de lambeaux antérolatéraux de cuisse au laboratoire d'anatomie ABS Lab de la faculté de Médecine de Poitiers entre février 2020 et octobre 2020.

Onze procédures ont été réalisées par l'apprenant suivant un protocole chirurgical reproductible. L'objectif principal était de montrer la faisabilité du prélèvement du lambeau antérolatéral de cuisse sur SimLife®, les objectifs secondaires étaient d'évaluer la courbe d'apprentissage et de comparer les données anatomiques aux données de la littérature.

## RESULTATS

Sur les 11 procédures, 8 ont été menées à terme. Une diminution globale des temps opératoires et une amélioration de la viabilité des lambeaux étaient observées au fur et à mesure des dissections.

Les données anatomiques constatées étaient compatibles avec celles de la littérature.

La procédure de prélèvement d'un lambeau antérolatéral de cuisse est donc réalisable sur SimLife®, avec une amélioration de la courbe d'apprentissage.

## CONCLUSION

Avec l'arrivée de la technologie SimLife®, les internes en chirurgie disposent d'un outil performant pour l'apprentissage des interventions complexes comme les lambeaux perforants. Cela leur permet d'acquérir un niveau confirmé lors de la réalisation de l'intervention pour la première fois sur patient vivant. Il semble donc cohérent de penser que le modèle SimLife® devrait devenir le Gold Standard pour la formation des internes de chirurgie.

MOTS CLEFS : Lambeau antérolatéral de cuisse, perforant, reconstruction, SimLife®, pédagogie





## SERMENT D'HIPPOCRATE



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

