



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2019

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**INGÉNIERIE TISSULAIRE EN RECONSTRUCTION MAMMAIRE AUTOLOGUE.
PROCÉDURE CHIRURGICALE MAT(T)ISSE CHEZ LA FEMME :
ÉTUDE ANATOMIQUE.**

Présentée et soutenue publiquement le 24 mai 2019 à 18h au Pôle Recherche
Par César Depoortère

JURY

Présidente :

Madame le Professeur Véronique Duquennoy-Martinot

Assesseurs :

Madame le Professeur Catherine Bruant-Rodier

Monsieur le Professeur Xavier Demondion

Madame le Docteur Clotilde Calibre

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur Pierre Guerreschi

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses :
celles-ci sont propres à leurs auteurs.

DÉCLARATION DE NON PLAGIAT

J'atteste sur l'honneur que tout contenu qui n'est pas explicitement présenté comme une citation est un contenu personnel et original.

DÉCLARATION PUBLIQUE D'INTÉRÊT

Je certifie ne pas avoir d'intérêt direct ou indirect avec un organisme privé, industriel ou commercial en relation avec le sujet présenté.

ABRÉVIATIONS

ANSM	Agence Nationale de Sécurité du Médicament (et des produits de santé)
DIEAPf	<i>Deep Inferior Epigastric Artery Perforator flap</i> = lambeau perforant basé sur le pédicule épigastrique inférieur profond
FGF	Fibroblast Growth Factor = facteur de croissance des fibroblastes
IGAPf	Inferior Gluteal Artery Perforator flap = lambeau perforant basé sur le pédicule glutéal inférieur
IGF-1	Insuline-like Growth Factor-1 = facteur de croissance 1 ressemblant à l'insuline
IMC	Indice de Masse Corporelle
IMAPf	Internal Mammary Artery Perforator flap = lambeau perforant basé sur le pédicule thoracique (mammaire) interne
LICAPf	Lateral InterCostal Artery Perforator flap = lambeau perforant basé sur l'un des pédicules intercostaux latéraux
LTAPf	Lateral Thoracic Artery Perforator flap = lambeau perforant basé sur le pédicule thoracique latéral
Mat(t)isse	MAtrices Textiles Tridimensionnelles synthétiques pour autogreffe de TISSus adipeux dédiées à la reconstruction tissulaire
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
PCL	PolyCaproLactone
PLA	Acide PolyLactique
PGA	Acide PolyGlycolique
SEAPf	Superior Epigastric Artery Perforator flap

= lambeau perforant basé sur le pédicule épigastrique supérieur

SGAPf Superior Gluteal Artery Perforator flap

= lambeau perforant basé sur le pédicule glutéal supérieur

SIEAPf Superficial Inferior Epigastric Artery Perforator flap

= lambeau perforant basé sur le pédicule épigastrique inférieur superficiel

TRAMf Transverse Rectus Abdominis Myocutaneous flap

= lambeau musculo-cutané de muscle droit de l'abdomen

TDAPf Thoraco Dorsal Artery Perforator flap

= lambeau perforant basé sur le pédicule thoracodorsal

TEC Tissue Engineering Chamber

= Chambre d'ingénierie tissulaire

TMGf Transverse Myocutaneous Gracilis flap

= lambeau musculo-cutané du muscle gracilis à palette cutanée transversale

VEGF Vascular endothelial Growth Factor

= facteur de croissance de l'endothélium vasculaire

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	9
I. CANCER DU SEIN	9
II. ARSENAL THÉRAPEUTIQUE EN RECONSTRUCTION MAMMAIRE	9
III. INGÉNIERIE TISSULAIRE EN RECONSTRUCTION MAMMAIRE – ÉTAT DE L’ART	12
1. <i>Choix de la forme de la chambre</i>	15
2. <i>Choix du biomatériau de la chambre</i>	15
3. <i>Optimisation de la vascularisation</i>	16
4. <i>Apport du tissu adipeux</i>	17
PRÉSENTATION DU PROJET MAT(T)ISSE	18
I. OBJECTIF DU PROJET ET DESCRIPTION DU CONCEPT	18
II. RÉSULTATS ANTÉRIEURS MAT(T)ISSE	20
III. OBJECTIFS DE MON TRAVAIL DE THÈSE.....	22
PRÉREQUIS A L’ÉTABLISSEMENT DU CAHIER DES CHARGES.....	23
I. ANATOMIE VASCULAIRE DE LA PAROI THORACIQUE ANTÉROLATÉRALE ET DU SEIN	23
II. RÉFÉRENTIEL CHIRURGICAL POUR LE CANCER DU SEIN.....	26
1. <i>Mastectomie</i>	26
2. <i>Curage axillaire</i>	28
III. PRÉREQUIS ISSUS DES TRAVAUX ANTÉRIEURS MAT(T)ISSE	30
IV. BASES FONDAMENTALES DES LAMBEAUX.....	32
V. REPÉRAGES PRÉOPÉRATOIRES DES PÉDICULES.....	33
VI. DÉFINITION DU CAHIER DES CHARGES : LE LAMBEAU MAT(T)ISSE IDÉAL	35
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	36

I. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET PREMIÈRE DISSECTION	36
II. LES QUATRE LAMBEAUX SÉLECTIONNÉS POUR L'ÉTUDE ANATOMIQUE	41
1. <i>Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales de l'artère thoracique interne – IMA Pf</i>	41
2. <i>Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales musculo-cutanées du pédicule épigastrique supérieur – SEAPf</i>	43
3. <i>Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes latérales d'une artère intercostale – LICAPf</i>	45
4. <i>Lambeau perforant basé sur l'une des branches cutanées directes ou lambeau axial basé sur une branche distale de l'artère thoracique latérale – LTAPf ou LTAf</i> ...	47
III. ÉTUDE ANATOMIQUE.....	50
RÉSULTATS.....	54
I. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE ANATOMIQUE	54
II. RÉPONSE AU CAHIER DES CHARGES.....	60
III. PROCÉDURE CHIRURGICALE MAT(T)ISSE.....	62
DISCUSSION	67
I. ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE ANATOMIQUE	67
II. PLACE DE L'IMAGERIE DANS LE PLANNING PRÉOPÉRATOIRE MAT(T)ISSE	72
III. SUITE DU PROJET MAT(T)ISSE	79
1. <i>Évolution du projet Mat(t)isse</i>	79
2. <i>Études à venir</i>	81
CONCLUSION.....	83
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	84
ANNEXES.....	92

INTRODUCTION

I. Cancer du sein

Le cancer du sein est le cancer féminin le plus diagnostiqué en France comme dans le monde. Selon l'institut de Veille Sanitaire, plus de 60 000 nouveaux cas de cancers du sein seront diagnostiqués en France en 2019. Actuellement, une femme sur 8 sera personnellement confrontée à ce diagnostic au cours de sa vie (1). La survie nette standardisée est de 87 % à 5 ans (2).

En France, le cancer du sein est à la fois la première cause de mortalité par cancer chez la femme mais également le premier pourvoyeur de patients guéris ou en rémission carcinologique (3).

La prise en charge globale impose dans approximativement 30% des cas une mastectomie totale en première intention, augmentant annuellement de 20 000 le nombre de femmes françaises susceptibles de bénéficier d'une reconstruction mammaire. Néanmoins, selon les différentes études épidémiologiques, moins de 20% de ces femmes en bénéficieront. Cette faible proportion est plurifactorielle : elle est en premier lieu liée à la méconnaissance des différentes techniques ou pour certaines à leur mauvaise réputation. Participent également la peur de complications, de la douleur ou la crainte d'être déçue du résultat final. Enfin, l'âge avancé, l'existence de comorbidités, des raisons financières et/ou démographiques amoindrissent encore ce pourcentage (4,5).

II. Arsenal thérapeutique en reconstruction mammaire

La reconstruction mammaire restaure un volume après mastectomie partielle ou totale, soit de manière immédiate, dans le même temps opératoire que l'exérèse tumorale, soit de manière différée, en attendant en général un an après la fin des traitements adjuvants.

Les techniques opératoires sont multiples. Elles se répartissent en techniques :

- prothétiques : prothèses mammaires définitives, d'expansion ou mixtes,
- autologues (c'est à dire utilisant les tissus de la patiente) : lambeaux pédiculés/microchirurgicaux ou transfert de tissu adipeux non vascularisé,
- mixtes, associant les techniques précédentes.

Les indications sont posées en fonction de nombreux critères. L'état des tissus en zone mammaire est l'élément clinique primordial qui, d'emblée, autorise la reconstruction prothétique ou au contraire oriente vers une reconstruction autologue. La morphologie de la patiente et de son sein controlatéral, la répartition des excès tissulaires éventuels, l'état général et le statut vasculaire sont autant d'éléments cliniques que le chirurgien va confronter aux désirs et aux priorités exprimés par la patiente (6).

La technique de reconstruction mammaire idéale doit permettre une reconstruction mammaire autologue, immédiate, en un temps opératoire, et sans interférer sur le suivi carcinologique. À distance, elle doit aussi obtenir les meilleurs scores de qualité de vie.

La profusion des techniques donne aux chirurgiens une capacité d'adaptation mais est aussi le reflet de l'absence d'une technique remplissant toutes ces prérogatives.

Chaque technique a ses avantages et ses inconvénients :

- Les techniques prothétiques consistent à remplacer un volume par un corps étranger sous la peau. Le geste chirurgical est simple, sans prélèvement tissulaire sur une autre zone du corps (appelée site donneur), mais des interventions itératives sont nécessaires au fil du temps pour changer la prothèse et pérenniser le résultat et donc la satisfaction de la patiente. Les prothèses de référence sont constituées de gel de silicone mais il existe également des prothèses remplies de sérum physiologique ou en polyuréthane (ces dernières ont été retirées du marché français par l'ANSM le 5 avril 2019(7)). Les techniques de reconstruction prothétiques sont les plus employées avec

plus de 220 000 procédures de reconstruction mammaire par implants en 2014 à travers le monde (8).

- La réalisation d'un lambeau consiste à transférer un tissu vascularisé d'un site donneur à un site receveur qui est dans ce cas la zone mammaire. Il peut s'agir de lambeaux pédiculés pour lesquels le pédicule artério-veineux n'est pas coupé ou de lambeaux libres, pour lesquels le pédicule est transitoirement interrompu, puis réanastomosé à l'aide d'une suture microchirurgicale, pour rétablir la circulation artérielle et veineuse.

Le geste chirurgical est le plus souvent lourd et induit de potentielles séquelles esthétiques et/ou fonctionnelles du site donneur, mais le résultat est plus naturel et stable dans le temps.

Les sites de prélèvement des lambeaux pédiculés sont situés à proximité de la zone mammaire : région dorsale (différentes variantes du lambeau de grand dorsal autologue ou avec prothèse), région abdominale (Transverse Rectus Abdominis Myocutaneous flap – TRAMf).

Les possibilités microchirurgicales ont permis le prélèvement de tissus plus éloignés de la zone mammaire : région abdominale (Deep Inferior Epigastric Artery Perforator flap - DIEAPf, Superficial Inferior Epigastric Artery Perforator flap - SIEAPf), région fessière (Superior et Inferior Gluteal Artery Perforator flaps – SGAP et IGAPf), face interne de cuisse (Transverse Myocutaneous Gracilis flap - TMGf).

- Le transfert de tissu adipeux autologue (également appelé lipofilling, lipostructure ou autogreffe de tissu adipeux autologue) consiste en un remplissage progressif de la région à reconstruire par du tissu adipeux autologue non vascularisé prélevé ailleurs sur le corps à la seringue. Il s'agit d'une technique séduisante car elle n'induit pas de séquelle du site donneur et permet parfois un bénéfice secondaire par le biais de la

lipoaspiration. Bien que pratiquée depuis la fin du XIX^e siècle, le transfert de tissu adipeux autologue n'a acquis une réputation d'efficacité et de reproductibilité qu'à partir des travaux de Coleman dans les années 1990 (9,10). Cependant, la survie cellulaire ne dépasse pas en général 70% à terme. Khouri *et al.* ont décrit des principes pour la préparation de la zone receveuse, le prélèvement adipocytaire, la préparation du volume prélevé et pour son utilisation permettant d'optimiser la survie cellulaire (11,12). Ce procédé demeure une technique imparfaite nécessitant dans la majorité des situations cliniques des temps opératoires multiples de reconstruction chez des patientes sortant d'un traitement carcinologique.

III. Ingénierie tissulaire en reconstruction mammaire – état de l'art

Dans la pratique médicale et chirurgicale actuelle, malgré les nombreuses innovations techniques, la reconstruction tissulaire *ad integrum* demeure un challenge.

L'état de l'art présenté ici se limite à la restauration d'un volume mammaire, indépendamment des problématiques de couverture cutanée et restauration de la plaque aréolo-mamelonnaire.

Depuis 1997 et la publication de la « earmouse » de Vacanti *et al.*, l'ingénierie tissulaire est en pleine expansion. Le concept initial de l'ingénierie tissulaire consiste en un échafaudage, *scaffold* en anglais, servant de support à la croissance cellulaire. Deux approches se sont initialement opposées : l'ensemencement cellulaire *ex vivo* d'une matrice ultérieurement implantée ou la stimulation de la croissance tissulaire sur une matrice directement *in vivo* (13).

Dans le domaine de la reconstruction mammaire, les deux approches sont étudiées. Les publications portent davantage sur la stimulation de la croissance tissulaire au sein d'une matrice directement *in vivo*, parfois avec l'ajout de facteurs de croissance (14–16).

Peu d'équipes à travers le monde ont publié sur l'ingénierie tissulaire mammaire *stricto sensu*, c'est-à-dire pour obtenir une croissance du tissu mammaire lui-même et donc sa régénération (17,18).

En revanche, plusieurs équipes internationales s'intéressent à la croissance du tissu adipeux pour la reconstruction mammaire. Le but est de remplacer le volume qu'occupait le tissu mammaire plutôt que de le régénérer. L'équipe australienne de Morrison *et al.* est à l'origine de la preuve de concept de Chambre d'Ingénierie Tissulaire (ou Tissue Engineering Chamber - TEC) dans le cadre de la reconstruction mammaire (19–21). Il s'agit de stimuler la croissance du tissu adipeux directement *in vivo*, au sein d'un dispositif implantable servant de bio-incubateur. Le dispositif ainsi employé est appelé chambre.

À ce jour, trois équipes dans le monde rassemblent :

- un projet de commercialisation,
- un brevet spécifique,
- des publications de protocoles expérimentaux précliniques ou cliniques (19,22,23).

Leurs travaux sont présentés dans le *Tableau 1* ci-dessous :

Tableau 1 - Publications sur l'ingénierie tissulaire en reconstruction mammaire au stade préclinique ou au stade clinique.

	<i>Bellaseno</i>	<i>Neopec</i>	<i>BioStruxs</i>
Promoteurs	Hutmacher DW, Chhaya MP (Australie, Allemagne)	Morrison WA, Findlay MW, Dolderer JH (Australie)	Watson CJ (Californie)

Brevet spécifique	Novembre 2014	Mars 2013	Juin 2012
Dernière publication	Mai 2017 (24)	Oct 2018 (25)	Mai 2010 (23)
Stade expérimental	Préclinique sur modèle porcin	Clinique sur 5 femmes	Préclinique sur modèle murin
Matériau	PCL Résorbable	Acrylique Non résorbable	Acide hyaluronique Résorbable
Bio-incubateur	Échafaudage en « éponge »	Dôme seul	Échafaudage en plusieurs couches
Technique chirurgicale	Transfert de tissu adipeux autologue Procédure en 2 étapes : échafaudage seul puis transfert adipeux à 15 jours	Lambeau adipeux basé sur le pédicule thoracique dorsal + Utilisation de Matrigel Ablation du dôme nécessaire, entre 6 et 12 mois	Lambeau de grand omentum ou lambeau adipeux + Utilisation de Matrigel

Les considérations principales actuelles sur la question de l'ingénierie tissulaire en reconstruction mammaire sont exposées ci-après :

1. Choix de la forme de la chambre

Comme l'a montré l'équipe de Morisson *et al.*, la forme de la chambre joue un rôle essentiel dans ses propriétés mécaniques, prérequis indispensable au maintien de l'espace mort et donc à la croissance du tissu adipeux (20).

De façon pragmatique, la forme de la chambre doit lui permettre de supporter à la fois les tissus sous-cutanés le recouvrant mais aussi le poids partiel de la patiente (par exemple au repos) et les chocs, au moins modérés.

Cependant, la quantité de matériau nécessaire pour fabriquer la chambre doit être économisée au maximum pour deux raisons principales :

- d'une part, il semble opportun de limiter la réponse inflammatoire de l'hôte pour atteindre une meilleure biocompatibilité du dispositif – nous aborderons ce point dans la partie *Discussion* ;
- d'autre part, car le coût des matériaux de grade médical, notamment s'ils sont résorbables, est actuellement très élevé, de l'ordre de 1000euros/100g.

2. Choix du biomatériau de la chambre

La chambre idéale doit être faite d'un matériau biocompatible, stérilisable et assez résistant afin de maintenir sa forme malgré les forces qui s'exercent à sa surface. Certaines équipes, comme Mat(t)isse, souhaitent éviter un temps opératoire d'ablation en optant pour un biomatériau résorbable. Lorsque ce n'est pas le cas, il faut que le biomatériau choisi soit résilient afin de ne pas être source d'inconfort et de s'approcher au mieux de la texture d'un sein natif.

Le panel des biomatériaux est large et les choix des équipes internationales diffèrent (26). Dans le domaine de la santé, les polyesters biorésorbables tels que le PLA, PGA et les

copolymères PLGA sont largement utilisés. Non toxiques et éliminés par voie métabolique, ils provoquent une réponse inflammatoire minimale lorsqu'il sont utilisés en faible quantité (27). Le temps de dégradation dépend de caractéristiques intrinsèques (pureté diastéréoisomérique, masse molaire, rapport Lactide/Glycolide) et extrinsèques (milieu, épaisseur et architecture du produit). En modulant ces caractéristiques, on peut obtenir des temps de demi-vie de quelques semaines à plus de 6 mois (28,29).

3. Optimisation de la vascularisation

L'enjeu majeur dans le cadre de l'ingénierie tissulaire est d'obtenir une vascularisation efficiente au sein du dispositif afin de perfuser suffisamment le tissu adipeux transféré, prérequis impératif à sa survie et sa croissance. À cet effet, plusieurs moyens ont été avancés :

- Procédure en 2 étapes (22):
 1. Implantation première de la chambre seule suivie d'un temps de latence pour permettre l'angiogenèse
 2. Transfert de tissu adipeux autologue dans un second temps au sein de la chambre perfusée pour permettre l'adipogenèse.

C'est le choix effectué par l'équipe *Bellaseno*. Ils ont démontré en 2016 que ce temps de latence augmentait significativement la croissance tissulaire par rapport à un transfert de tissu adipeux autologue en une seule étape (22).

- Apport d'un tissu adipeux comportant sa vascularisation propre, c'est-à-dire utilisation d'un lambeau de tissu adipeux.

C'est le choix de la majorité des équipes, dont *Mat(t)isse*. Morrison *et al.* de l'équipe *Neopec* a publié en 2016 la première étude clinique, il s'agissait d'un protocole sur cinq femmes et la procédure utilisait un lambeau adipeux perforant sous-cutané basé sur le pédicule thoracodorsal (TDAPf). Le

lambeau était inséré dans une chambre non résorbable dont l'ablation avait lieu après 6 à 12 mois. Pour la plupart des patientes, aucune croissance significative sur la croissance n'a été objectivée. Pour une patiente, un remplissage complet de la chambre par croissance tissulaire était objectivé à 12 mois (19).

- Boucle artério-veineuse au sein du dispositif (21,30).

Différentes équipes ont étudié le rôle d'une boucle artério-veineuse, seule ou associée à l'apport tissulaire au sein d'une chambre. Ces modèles expérimentaux ont permis d'étudier l'angiogenèse, la migration cellulaire et la différenciation cellulaire. La croissance de différents types tissulaires a été démontrée sur modèle murin : muscle lisse, muscle strié et tissu adipeux.

- Chambre fonctionnalisée avec facteurs de croissance tels que FGF-2, IGF-1 ou VEGF, du Matrigel, de la fraction vasculaire stromale, des pré-adipocytes ou des cellules souches endothéliales.
- Cloche aspirative externe en préopératoire et/ou post-opératoire, avec ou même sans chambre (11,12,31–33).

Ces deux dernières alternatives seront abordées en *Discussion*.

4. Apport du tissu adipeux

Deux solutions sont utilisées :

- Le transfert de tissu adipeux autologue, déjà présenté. Dans ce cas le tissu qui remplit le dispositif est prélevé sans support vasculaire.
- La mobilisation d'un lambeau local de tissu adipeux. Dans ce cas le tissu qui remplit le dispositif contient son pédicule vasculaire. C'est le choix de l'équipe Mat(t)isse.

PRÉSENTATION DU PROJET MAT(T)ISSE

I. Objectif du projet et description du concept

L'objectif global du projet est de mettre au point une nouvelle technique de reconstruction mammaire qui s'affranchirait des inconvénients des méthodes actuelles. Notre but est d'obtenir une méthode de reconstruction autologue simple, non pourvoyeuse de séquelles du site donneur, de volume suffisant, en un seul temps opératoire.

Une réflexion transversale menée par une équipe multidisciplinaire a permis de créer un dispositif implantable résorbable par impression tridimensionnelle servant d'incubateur à la croissance du tissu adipeux.

La *figure 1* montre les 2 composants d'un dispositif implantable Mat(t)isse :

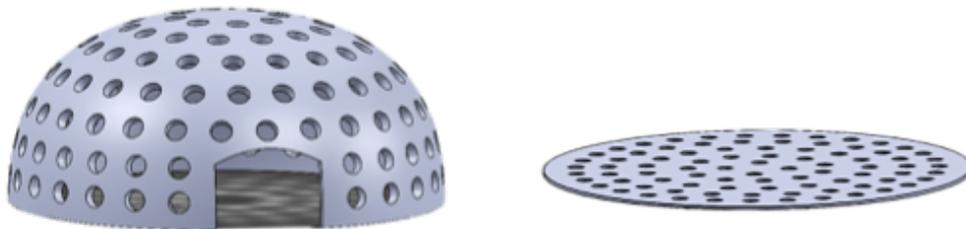


Figure 1 - Composants du dispositif implantable Mat(t)isse :

Dôme perforé avec porte (à gauche) et socle perforé (à droite).

La *figure 2* résume les étapes clés du concept :

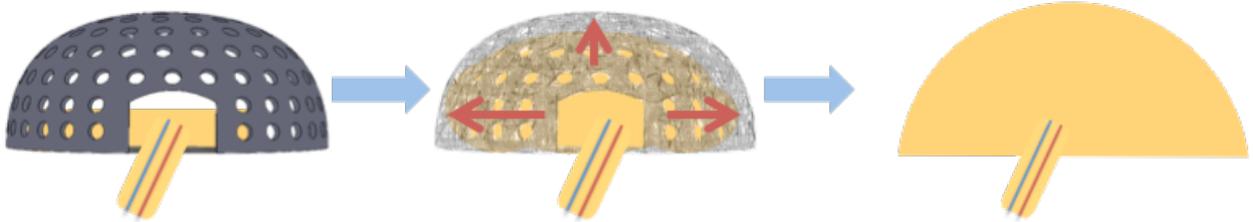


Figure 2 - Concept du projet Mat(t)isse.

1. Lors de l'intervention chirurgicale, un dôme et un socle sont assemblés créant ainsi la chambre d'ingénierie tissulaire. Dans cette chambre est enchâssé un lambeau autologue de faible volume de tissu adipeux vascularisé, dont le volume équivaut approximativement à 15% du volume de la chambre. Cette chambre permet ainsi au tissu adipeux de croître et de prendre l'intégralité de l'espace mort disponible.
2. Un volume est alors reconstruit de manière autologue. De façon synchrone, le biomatériau constituant la chambre se résorbe grâce à l'environnement liquidien présent à son contact.
3. A terme, il ne reste plus que le tissu adipeux autologue au volume de la chambre initiale.

Il s'agit d'un projet susceptible d'apporter une innovation majeure dans l'arsenal thérapeutique actuel du chirurgien reconstructeur. En ce sens, un brevet d'invention a été déposé (FR1670642).

II. Résultats antérieurs Mat(t)isse

A partir de 2012, l'équipe Mat(t)isse a réalisé des études in vitro puis in vivo, sur des modèles animaux murins et porcins, afin de démontrer la croissance du tissu adipeux et l'obtention d'un volume suffisant au sein d'une chambre en PGA avant sa résorption.

La preuve de concept de Morisson *et al.* a été vérifiée et la croissance du tissu adipeux dans la chambre durait approximativement 90 jours, jusqu'à inhibition de contact sur les parois de celle-ci.

Les premières études de notre équipe ont porté sur une chambre perforée à 19,3% de porosité ; il s'agissait donc de notre référentiel interne. Deux formats ont été créés :

- Grand format, implantable chez le modèle porcine : Hauteur 35mm, Diamètre 80mm,
- Petit format, implantable chez le modèle murin : Hauteur 13mm, Diamètre 30mm.

Au cours d'une année de Master 2 au sein de l'équipe Mat(t)isse, j'ai participé à la suite des travaux de recherche et développement précliniques :

- D'abord en travaillant sur le design de la chambre implantable via l'élaboration et la réalisation de 2 protocoles :
 1. Un protocole dont l'objectif était d'optimiser la forme de la chambre de référence en obtenant une résistance à la compression suffisante grâce à une masse minimale.

En résumé :

- La forme de la chambre de référence a été optimisée afin de réduire la masse sans amoindrir les propriétés mécaniques.
- Le design de référence était conservé mais optimisé par 2 moyens :
 1. Son épaisseur a été affinée et des renforts ont été introduits,
 2. Le maillage de la pièce a été modulé en renforçant les zones les plus exposées aux contraintes mécaniques.

2. Un protocole dont l'objectif était de comparer la croissance tissulaire au sein de chambres selon de 2 variables : la porosité du dôme et la présence ou non d'un socle.

En résumé :

- Nous avons testé 7 porosités différentes avec et sans socle.
- Le socle influençait positivement la croissance du lambeau.
- Le meilleur résultat était observé à J125 pour la porosité 28%. Le volume du lambeau était de 3095mm^3 [3079 ; 3111]. Le remplissage de la chambre atteignait 90% de tissu fibro-adipeux (*Figure 3*).

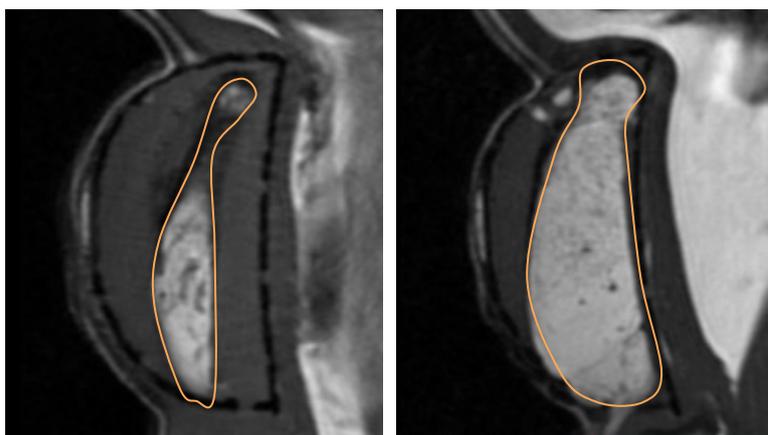


Figure 3 - IRM rat 13 / porosité 28%, avec socle permettant d'observer le volume des lambeaux - entre J20 (à gauche) et J125 (à droite), respectivement 262 [260 ; 263] et 3095mm^3 [3079 ; 3111].

- Ensuite, après revue de la littérature, j'ai élaboré et débuté un protocole dont l'objectif était de comparer la résorption de polymères d'intérêt afin de choisir le biomatériau idéal en terme de propriétés mécaniques et résorbabilité in vivo. Ce protocole est toujours en cours.

III. Objectifs de mon travail de thèse

L'objectif de mon travail de thèse était la recherche puis l'évaluation anatomique des lambeaux de tissu adipeux vascularisé applicables au projet Mat(t)isse chez la femme.

Ce travail préparatoire à la phase d'essai clinique avait pour but de concrétiser le planning préopératoire et opératoire d'une procédure de reconstruction mammaire Mat(t)isse.

PRÉREQUIS A L'ÉTABLISSEMENT DU CAHIER DES CHARGES

Répondre à l'objectif de ma thèse nécessitait tout d'abord de définir les caractéristiques que doit posséder un lambeau afin d'être applicable au projet Mat(t)isse.

Nous avons ainsi défini le *lambeau Mat(t)isse idéal* en déterminant des critères indispensables et des critères préférables. Les données exposées ci-après dans les parties I à V ont permis de déterminer ces critères indispensables et critères préférables. La définition du lambeau Mat(ti)sse idéal, véritable cahier des charges de mon travail, est exposée partie VI.

I. Anatomie vasculaire de la paroi thoracique antérolatérale et du sein

Cette partie expose les éléments anatomiques principaux utiles à la compréhension de l'étude anatomique.

La paroi thoracique antérolatérale s'étend de chaque côté de la ligne médio-sternale au bord antérieur du muscle grand dorsal et de la clavicule au rebord costal. Sa vascularisation est assurée principalement par certaines branches des vaisseaux subclaviers puis axillaires.

La *Figure 4* expose les différentes branches des artères subclavière et axillaire. Le système veineux modal est superposable même s'il peut bien-sûr exister des émergences distantes pour un même pédicule artério-veineux ou des duplications, particulièrement en ce qui concerne le pédicule thoracique latéral et le pédicule subscapulaire.

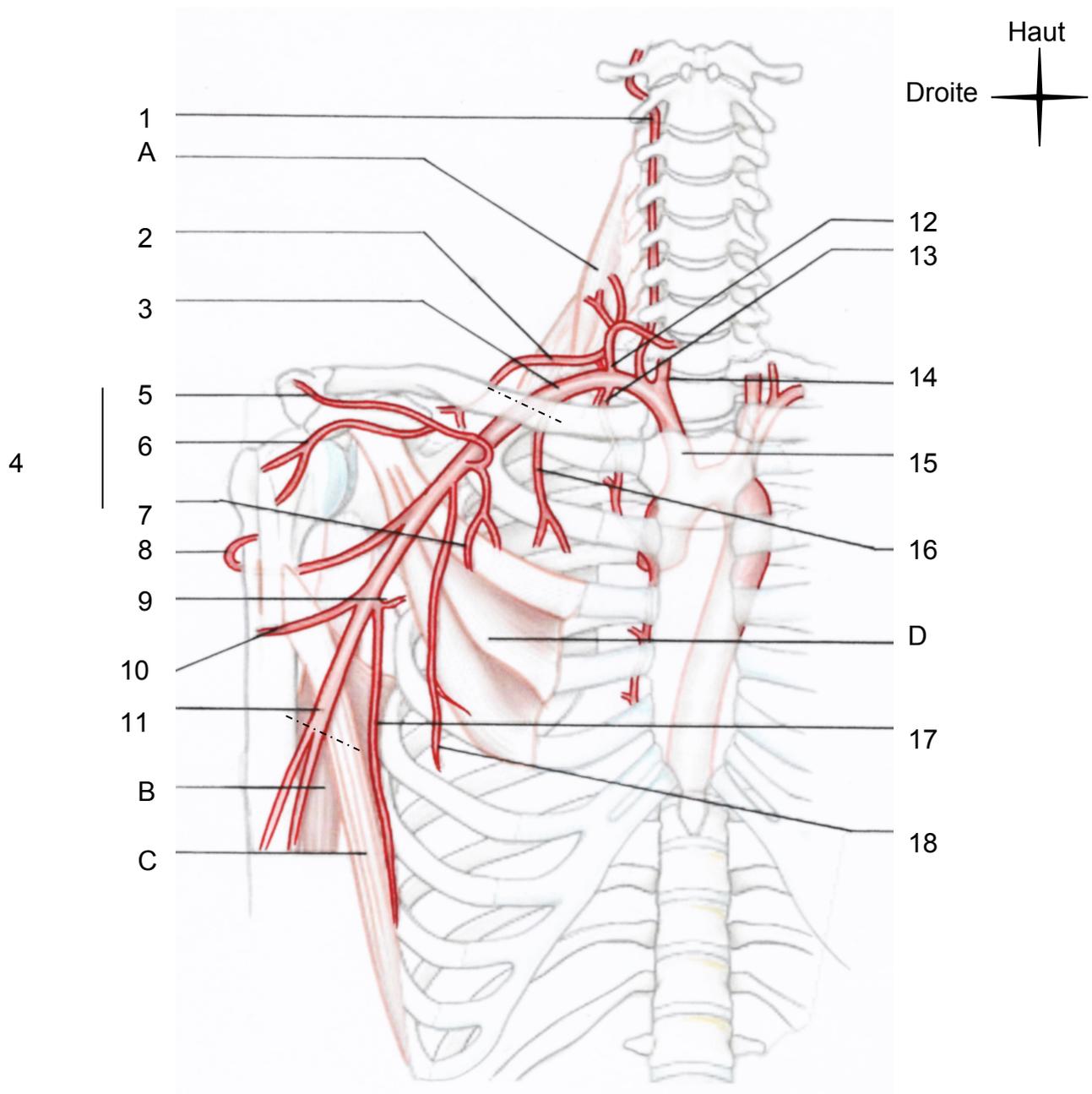


Figure 4 - Artères de la paroi thoracique antérolatérale, iconographie originale (34–36).

Muscles :

A. Muscles scalènes antérieur et moyen ; B. Chef long du muscle biceps brachial, partiellement représenté ; C. Muscle grand dorsal ; D. Muscle petit pectoral (le muscle grand pectoral est reséqué).

Artères :

1. Artère vertébrale ; 2. Artère supra-scapulaire ; 3. Artère subclavière ; 4. Artère thoraco-acromiale et ses branches : 5. Acromiale, 6. Deltoïdienne ; 7. Pectorale ; 8. Artère circonflexe humérale postérieure ; 9. Artère subscapulaire et sa branche proximale, l'artère circonflexe scapulaire ; 10. Artère circonflexe humérale antérieure ; 11. Artère axillaire ; 12. Tronc costo-cervical (donnant les artères cervicale profonde et intercostale suprême) et tronc thyro-cervical (donnant les artères thyroïdiennes inférieures, cervicale ascendante, transverse du cou et supra-scapulaire), partiellement représentés ; 13. Artère thoracique interne ; 14. Artère carotide commune ; 15. Tronc brachio-céphalique ; 16. Artère thoracique supérieure ; 17. Artère thoracodorsale ; 18. Artère thoracique latérale.

Les limites entre les artères subclavière, axillaire et brachiale sont représentées par des pointillés.

Le sein est constitué de tissu épithélial glandulaire, de tissu conjonctif de soutien et de tissu adipeux en proportions variables, notamment selon l'âge. Il se développe dans le fascia superficialis et est recouvert par le fascia pré-mammaire ou ligament de Cooper, lui-même relié au derme par des tractus fibreux, nommés crêtes fibreuses de la glande mammaire de Duret.

En position anatomique de référence, le sein se situe verticalement entre la 2^{ème} et la 6^{ème} côte et transversalement entre le bord latéral du sternum et la ligne axillaire antérieure. Les limites de cette surface de contact du sein avec le thorax définissent la base mammaire.

Le sein repose sur la paroi thoracique, c'est à dire les côtes et les espaces et muscles intercostaux, eux-mêmes couverts par les muscles petit et grand pectoraux. Le muscle

grand pectoral couvre les deux tiers supéro-internes de la base mammaire. Le reste de la base mammaire repose sur le muscle dentelé antérieur en inféro-externe et la partie toute supérieure du muscle droit de l'abdomen en inféro-interne.

La vascularisation mammaire est assurée par quatre pédicules :

- les perforantes du pédicule thoracique interne,
- des branches du pédicule thoracique latéral,
- des branches du pédicule thoraco-acromial,
- les perforantes antérieures et latérales des pédicules intercostaux jusqu'au 6^{eme} espace intercostal.

II. Référentiel chirurgical pour le cancer du sein

Le traitement chirurgical reste la pierre angulaire du traitement du cancer du sein et comporte l'exérèse de la tumeur mammaire, avec conservation ou non du sein, et l'exploration chirurgicale de la fosse axillaire. Le raisonnement chirurgical du sénologue doit porter en premier lieu sur la diminution du risque de rechute, locale ou à distance, et en deuxième lieu sur l'optimisation du résultat esthétique (37).

Dans le cadre du projet Mat(t)isse et comme toujours en chirurgie plastique, il est primordial de se focaliser sur ce qui est laissé en place plutôt que sur ce que nous enlevons. Il faut connaître les pédicules encore en place car le sacrifice d'axes vasculaires a pu être réalisé tant lors du traitement chirurgical de la tumeur mammaire que lors l'exploration de la fosse axillaire.

1. Mastectomie

Pour l'heure, le projet Mat(t)isse a trait uniquement aux patientes traitées par mastectomie totale ce qui correspond à 30% des cancers du sein opérables.

Cette intervention, dont le but est de procéder à l'exérèse de toute la glande mammaire, a présenté plusieurs évolutions techniques pour devenir de plus en plus conservatrice ; elles sont résumées ci-après (38) :

Nous devons au chirurgien américain Halsted la technique inaugurale de mastectomie radicale pour soigner le cancer du sein, décrite en 1894 (39). Cette mastectomie emportait les muscles petit et grand pectoraux et était généralement associée à un curage axillaire et curage de la chaîne thoracique interne. La technique d'Halsted a fait référence jusqu'en 1948, année durant laquelle Dyson et Patey publient une technique de mastectomie emportant le petit pectoral et l'ensemble des ganglions axillaires mais épargnant le muscle grand pectoral et la chaîne thoracique interne (40). C'est en 1972 que Madden propose une mastectomie conservant les deux pectoraux, qui est celle encore pratiquée de nos jours (41).

Lorsque le type anatomopathologique et la localisation tumorale l'autorisent et afin de pouvoir reconstruire le sein de manière immédiate, des mastectomies avec conservation de l'étui cutané parfois associées à la conservation de la plaque aréolo-mamelonnaire sont réalisées. La résection glandulaire n'est pas différente de celle réalisée au cours d'une mastectomie totale. Dans ce cas, la mastectomie sous cutanée est réalisée en passant par le plan des crêtes de Duret (38).

Théoriquement, les pédicules vasculaires emportés par une mastectomie totale sont :

- Les perforantes du pédicule thoracique interne, du 2^{ème} au 6^{ème} espace intercostal,
- Les perforantes intercostales antérieures et latérales, du 2^{ème} au 6^{ème} espace intercostal,
- Les perforantes des branches pectorales du pédicule thoraco-acromial,

- Les branches pectorales et mammaires du pédicule thoracique latéral s'il est en position latérale par rapport au pilier axillaire antérieur, sinon le pédicule thoracique latéral lui même.

2. Curage axillaire

Les cancers du sein de petite taille sans adénopathie cliniquement palpable présentent un envahissement ganglionnaire dans 30% des cas ce qui a conduit à l'essor de la procédure du ganglion sentinelle depuis les années 1990.

Le curage axillaire conserve une place importante dans le cancer du sein, il a pour objectifs (42) :

- de préciser l'importance de l'envahissement ganglionnaire objectivé par la technique du ganglion sentinelle (nombre de ganglions envahis, taille de l'envahissement) afin de contribuer au choix des thérapeutiques adjuvantes,
- de participer au traitement par l'exérèse des ganglions envahis, localement afin de prévenir le risque de récurrence axillaire et de façon générale afin de participer au contrôle de la maladie métastatique avec un effet sur la survie.

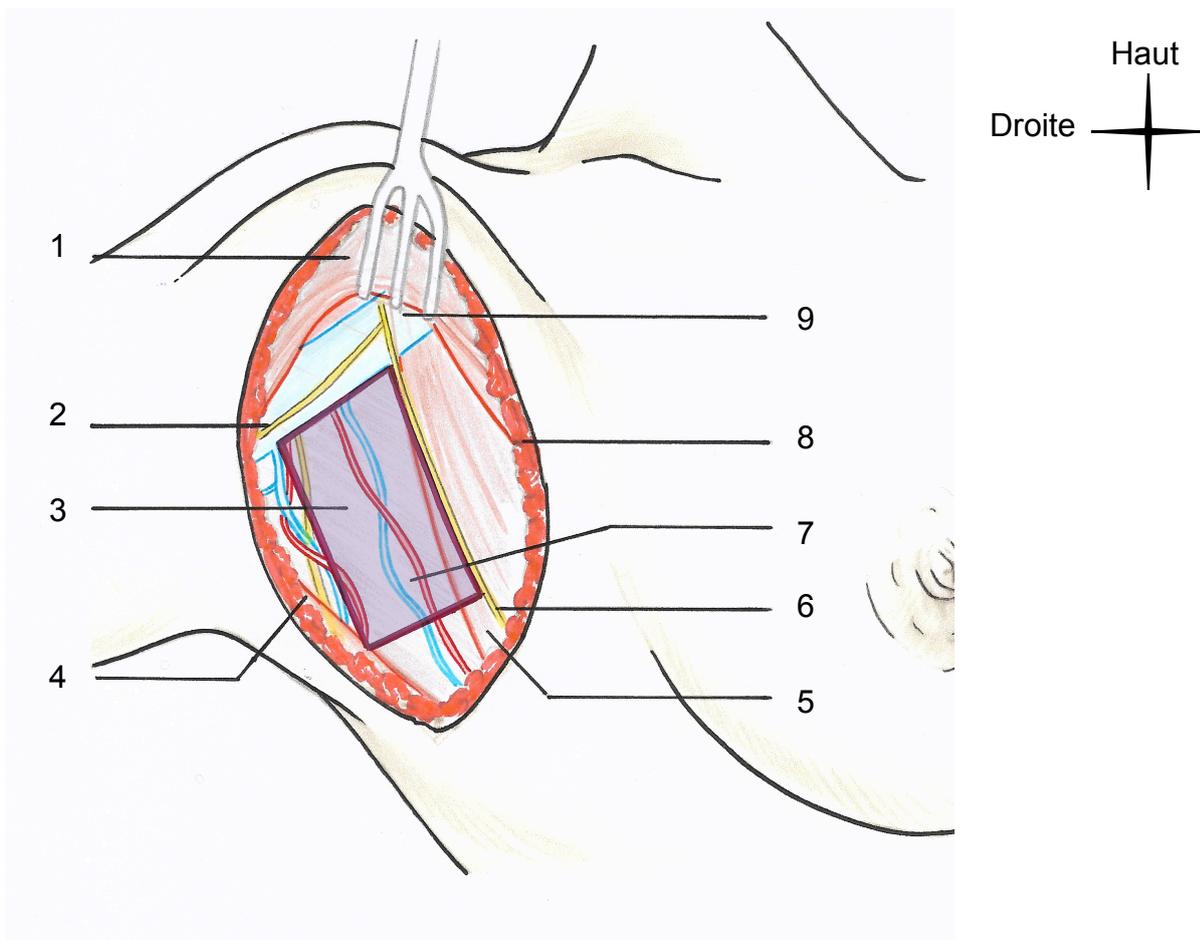
L'intervention chirurgicale consiste en un évidement ganglionnaire en suivant des limites anatomiques simples (*Figure 5*) :

Limite supérieure : bord inférieur de la veine axillaire ;

Limite antérieure : nerf thoracique long ;

Limite postérieure : pédicule subscapulaire puis pédicule thoracodorsal ;

Limite inférieure : passage musculaire au sein du muscle grand dorsal du pédicule thoracodorsal.



**Figure 5 - Limites chirurgicales du curage axillaire,
iconographie originale (42).**

- 1. Muscle grand pectoral ; 2. Deuxième nerf intercosto-brachial ; 3. Muscle subscapulaire ;
- 4. Muscle grand dorsal et pédicule vasculonerveux thoracodorsal ;
- 5. Muscle dentelé antérieur ; 6. Nerf thoracique long ; 7. Pédicule thoracique latéral ;
- 8. Tissus adipeux sous-cutané ; 9. Artère et veine axillaires.

Rectangle violet = zone emportée par le curage.

S'il avait été respecté par la mastectomie totale, le pédicule thoracique latéral est en théorie constamment emporté par le curage axillaire traditionnel.

La lymphadenectomie axillaire fonctionnelle, technique publiée en 1993, modifie le curage traditionnel notamment par le respect systématique du pédicule thoracique latéral (43). Il en est fait mention dans les référentiels de la spécialité sans pour autant l'imposer au praticien (44).

III. Prérequis issus des travaux antérieurs Mat(t)isse

En se basant sur les mesures mammaires moyennes chez la femme et sur les abaques de prothèses mammaires, les ingénieurs de l'équipe ont conçu pour l'étude une chambre Mat(t)isse humaine standard (*Figure 6*) :

Volume = 300cc.

Hauteur = 48,34mm.

Diamètre du socle = 109,9mm.

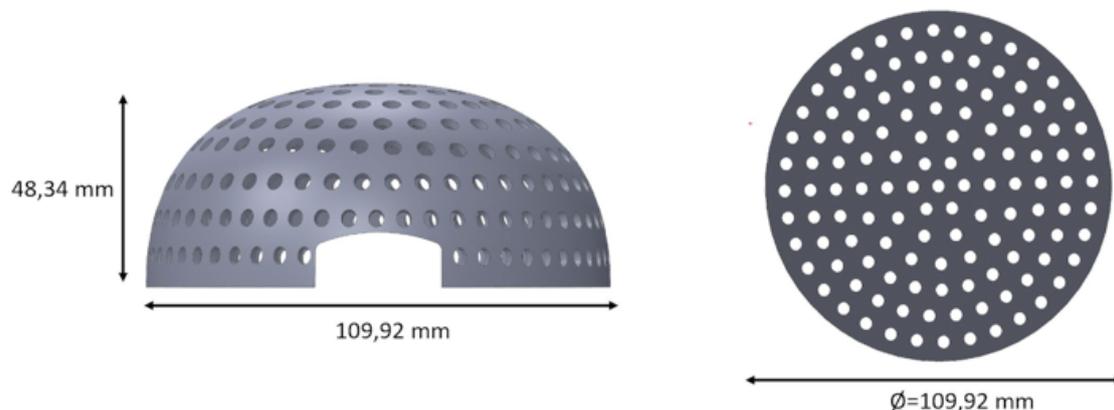


Figure 6 - Chambre Mat(t)isse humaine standard.

La hauteur correspond en clinique à la projection mammaire et la localisation cible de la plaque aréolo-mamelonnaire.

Le diamètre du socle correspond en clinique à la base mammaire. Il faut que le lambeau puisse reposer sur tout le diamètre du socle, de la porte de la chambre jusqu'au point

opposé auquel il est fixé. D'une part car c'est ainsi qu'ont été obtenues nos preuves de concept précliniques, d'autre part pour limiter la mobilisation du lambeau et l'empêcher de sortir de la chambre en post-opératoire.

Cette valeur est appelée dans la suite du travail « longueur utile du lambeau », c'est la longueur du lambeau après qu'il ait passé la porte de la chambre. Elle est à différencier de la longueur totale du lambeau qui doit comprendre en plus la longueur nécessaire à la mobilisation du lambeau jusqu'à l'aire mammaire/la porte de la chambre (*Figure 7*).

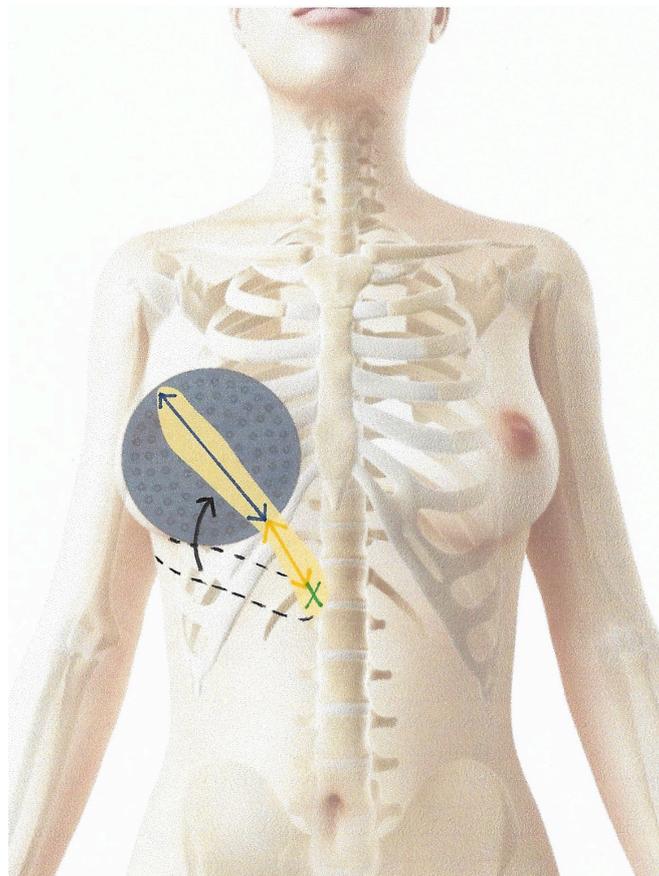


Figure 7 - Diamètre socle et longueur du lambeau.

Simple flèche et pointillés noirs : dessin et mobilisation du lambeau.

Double flèche bleue : longueur utile du lambeau (=longueur à partir de la porte de la chambre)

Double flèche orange : longueur nécessaire à la mobilisation du lambeau jusqu'à l'aire mammaire (du pédicule, croix verte, à la porte de la chambre).

Les preuves de concept précliniques obtenues sont issues d'études sur le rat et le porc par mobilisation d'un lambeau de tissu adipeux de volume faible, approximativement 15% du volume de la chambre. C'est avec ce ratio Volume du lambeau/ Volume de la chambre = 15 que le lambeau pouvait croître et prendre l'intégralité de l'espace mort disponible au sein de la chambre. Un protocole Mat(t)isse est en cours afin de déterminer le meilleur ratio initial mais, en l'état actuel des connaissances, nous retenons comme objectif un ratio à 15 pour reproduire chez la femme les mêmes conditions de croissance.

IV. Bases fondamentales des lambeaux

Comme nous l'avons vu en introduction, un lambeau consiste en un transfert de tissu vascularisé d'un endroit à un autre. Il peut s'agir de tissus d'origine et de nature extrêmement variables, parfois associés dans un lambeau dit *composite*. Le projet Mat(t)isse fait appel à la croissance du tissu adipeux, il est donc impératif que les lambeaux choisis comportent une composante adipeuse majoritaire.

Le terme *lambeau* regroupe des modes de vascularisation variables dont deux nous semblent adaptés au projet Mat(t)isse : lambeau à pédicule axial ou à pédicule perforant.

Un lambeau est à pédicule axial lorsqu'il est basé sur un axe vasculaire sous-cutané identifiable.

Selon le consensus de Gent, un lambeau perforant est un lambeau composé de tissu cutané et/ou sous-cutané. Ce lambeau est basé sur un pédicule identifiable qui possède un trajet depuis un vaisseau source à travers ou entre des structures profondes, le plus souvent musculaires (45).

Le but du projet Mat(t)isse est de proposer une reconstruction autologue simple, sans séquelle de site donneur ou en les minimisant au maximum.

Le concept de Chambre d'Ingénierie Tissulaire permet le prélèvement d'un lambeau de faible volume, ce qui participe à la diminution des séquelles du site donneur. De plus, pour que le prélèvement de ce lambeau n'engendre pas de rançon cicatricielle supplémentaire, il faut idéalement qu'il s'effectue par une voie d'abord existante, c'est à dire identique aux chirurgies tumorale et ganglionnaire.

Afin de rendre la procédure Mat(t)isse aussi pratique que possible, l'idéal est aussi que le prélèvement du lambeau puisse se faire en décubitus dorsal strict et bras à 90° d'abduction. Il s'agit en effet de la position chirurgicale la plus commune et de surcroit recommandée pour les mastectomies quelque soit la voie d'abord.

Enfin, il nous paraît indispensable de mettre au point une procédure utilisant un lambeau pédiculé (pour lequel le pédicule artérioveineux n'est pas coupé et ne nécessite donc pas de suture microchirurgicale). D'une part pour permettre à la technique finale d'être plus simple, plus sûre, plus rapide et donc utilisée par le plus grand nombre, d'autre part car le choix d'une procédure microchirurgicale ferait alors raisonnablement préférer à l'heure actuelle une procédure autologue de volume d'emblée suffisant telle que les lambeaux TMG ou DIEAP.

V. Repérages préopératoires des pédicules

Depuis le XVII^e siècle, des travaux anatomiques considérables ont été entrepris afin de comprendre la vascularisation des téguments. Harvey, Manchot, Salmon, Taylor, Saint-Cyr sont autant d'anatomistes et de chirurgiens ayant marqué l'histoire des découvertes de l'anatomie vasculaire ; leurs travaux font encore référence aujourd'hui. Grâce au travail de l'équipe lyonnaise, un nouvel atlas des artères perforantes est disponible depuis 2014 (46). Les clusters ou groupements de perforantes, correspondant aux territoires

préférentiels de localisation des perforantes d'un pédicule source donné, y sont décrits et définis par rapport à des repères anatomiques simples.

Cet ouvrage reste néanmoins basé sur l'anatomie modale et ne saurait assurer la présence d'une perforante au sein du cluster chez une patiente donnée.

Or connaître avec précision la localisation d'une perforante avant de dessiner puis prélever un lambeau perforant est un point capital. C'est la perforante qui apporte au lambeau sa vascularisation et donc assure sa fiabilité et sa survie.

Dans le cadre du projet Mat(t)isse, les lambeaux inclus doivent idéalement être les plus constants et fiables possibles. En effet, c'est la condition *sine qua none* si nous souhaitons planifier une reconstruction Mat(t)isse sans examen d'imagerie préopératoire.

Si les lambeaux retenus ne sont pas assez constants, il est impératif que leurs pédicules soient repérables par un examen d'imagerie accessible facilement pour planifier le geste opératoire.

VI. Définition du cahier des charges : le lambeau Mat(t)isse idéal

Définition du lambeau Mat(t)isse idéal

Critères indispensables

Composante adipeuse majoritaire

Lambeau pédiculé : axial ou perforant

Pédicule respecté par mastectomie et curage axillaire

+

Critères préférables

Parité anatomique

Constance anatomique

Facilité de prélèvement

Prélèvement en décubitus dorsal

Voie d'abord identique à mastectomie ou curage

Ratio lambeau/mastectomie = 15

Longueur utile = 120mm

MATÉRIEL ET MÉTHODES

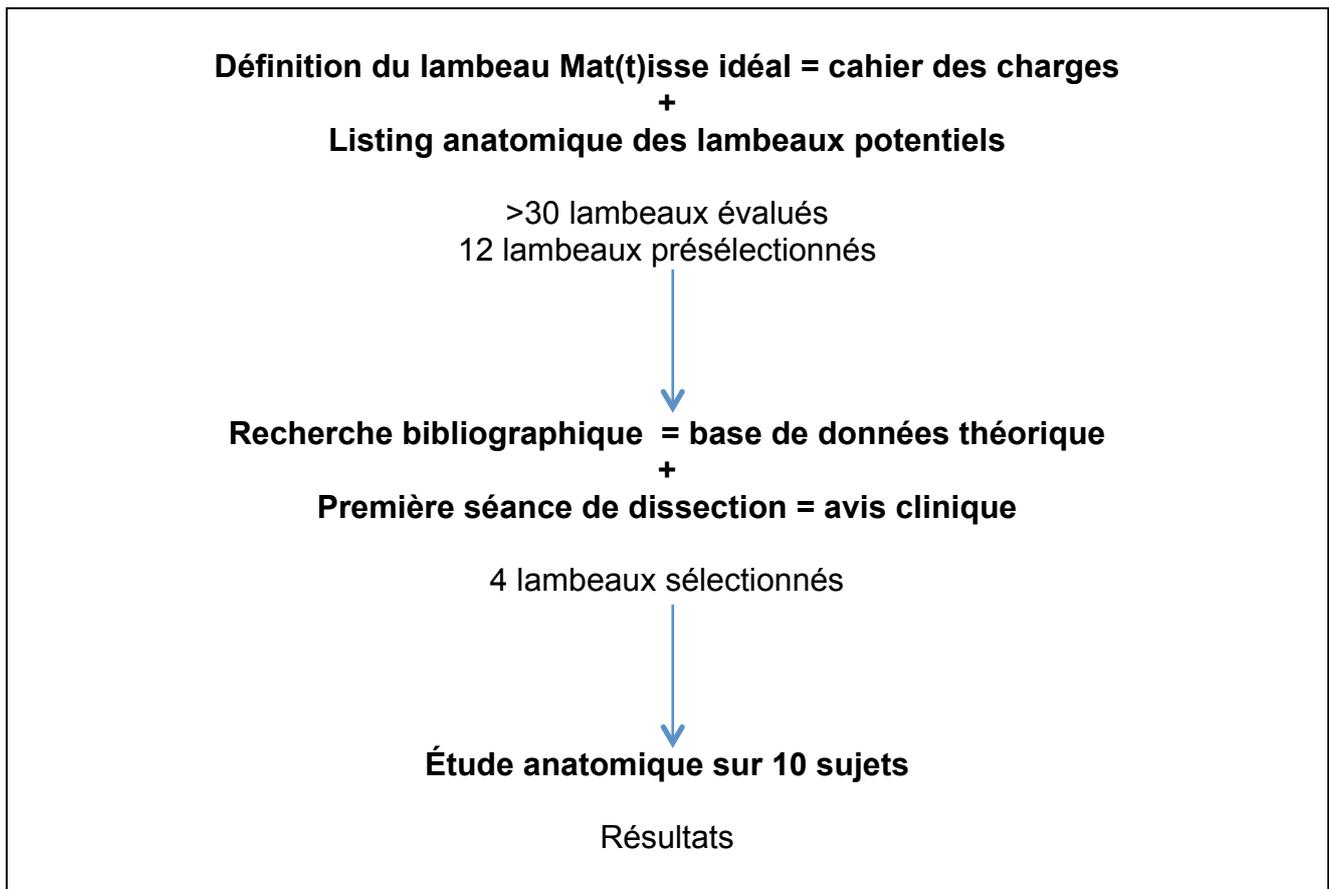


Figure 8 – Démarche scientifique

I. Recherches bibliographiques et première dissection

Le premier temps de ce travail a consisté en une étude de la littérature anatomique sur les pédicules à proximité de l'aire mammaire afin d'établir une liste de différents lambeaux théoriquement applicables au projet Mat(t)isse.

J'ai procédé par pédicule :

- Pédicule thoracique interne

Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales

- Pédicule épigastrique supérieur

Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales

- Pédicule thoraco-acromial

Lambeau basé sur une des branches pectorales

Lambeau basé sur la branche deltoïdienne

Lambeau basé sur la branche scapulaire

- Pédicule thoracique latéral

Lambeau perforant basé sur l'une des branches distales cutanées directes

Lambeau axial basé sur une branche terminale

- Pédicule scapulaire inférieur

Branche circonflexe scapulaire

Lambeau perforant basé sur la branche horizontale (lambeau scapulaire)

Lambeau perforant basé sur la branche verticale (lambeau parascapulaire)

Branche thoracodorsale

Lambeau perforant basé sur le pédicule thoracodorsal

- Pédicule intercostal

Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes latérales

- Pédicule brachial

Lambeau perforant de la face médiale du bras, basé soit directement sur l'artère brachiale, soit sur l'artère collatérale ulnaire supérieure

Lambeau perforant de la face latérale du bras basé sur l'artère brachiale profonde ou l'une de ses branches.

J'ai collecté dans la littérature les données concernant les critères du lambeau Mat(t)isse idéal pour chacun de ces lambeaux. J'ai ainsi obtenu une base de données complète comprenant les informations théoriques sur les différents lambeaux potentiels, consultable en *Annexe A*.

Lors d'une première séance de dissection, j'ai exploré chaque pédicule et prélevé l'ensemble de ces lambeaux potentiels afin de vérifier les informations recueillies et me faire un avis clinique sur chacun d'eux.

Dès cette étape, grâce aux données de la littérature et issues de la première séance de dissection, certains lambeaux ont été exclus de l'étude. En effet, ils ne nous semblaient pas applicables au projet Mat(t)isse soit parce qu'ils ne remplissaient pas l'un des 3 critères indispensables, soit parce que leur note globale était jugée trop faible, soit pour des raisons particulières expliquées ci-après :

Les lambeaux perforants basés sur l'une des perforantes proximales du pédicule thoracique interne ont été exclus de l'étude car la limite interne de la zone mammaire inclut le territoire du lambeau, même si sa palette est verticale le long du sternum. Le lambeau est dans ce cas emporté, au moins partiellement, par le geste de mastectomie. Cependant, l'important volume bibliographique sur ce lambeau et la constance relatée des perforantes proximales nous ont motivés à inclure à l'étude ce lambeau dans sa variante controlatérale au cancer et donc à la mastectomie (*Figure 9*).

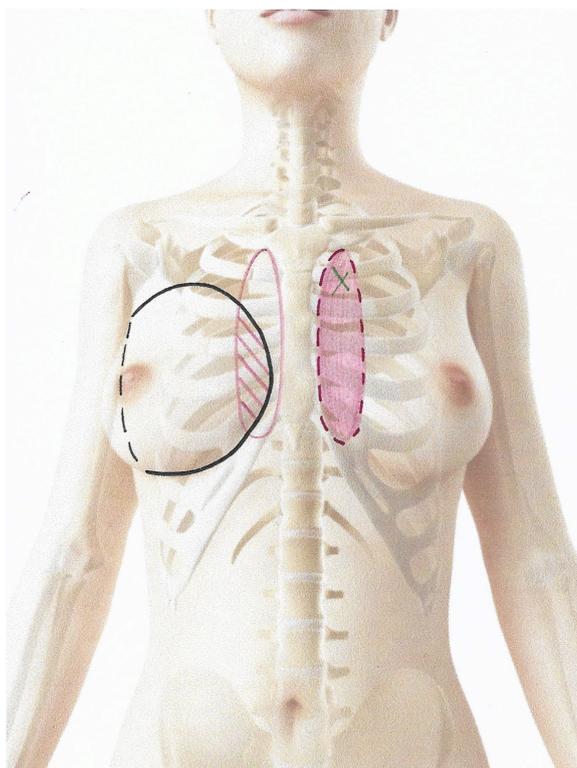


Figure 9 - Lambeaux perforants basés sur l'une des perforantes proximales du pédicule thoracique interne et aire mammaire.

Les lambeaux issus du pédicule thoraco-acromial ont tous été exclus :

La branche pectorale vascularise l'espace interpectoral qui ne comprend pas majoritairement de tissu adipeux, de plus cet espace comprend les ganglions de drainage mammaires dits de Rotter, potentiellement atteints chez une patiente atteinte d'un cancer du sein. Lorsque qu'elle perfore le muscle grand pectoral, cette branche vascularise directement la glande mammaire et est donc emportée par le geste de mastectomie.

Les branches deltoïdiennes et scapulaires permettent de prélever des lambeaux perforants dont la part adipeuse n'est pas majoritaire. De surcroit, les séquelles des sites donneurs sur le moignon de l'épaule nous ont semblées trop visibles et inappropriées dans un contexte de reconstruction mammaire.

Les lambeaux issus du pédicule subscapulaire ont tous été exclus de l'étude car il nous a semblé indispensable de conserver le pédicule du lambeau grand dorsal si un échec de la procédure Mat(t)isse survenait. De plus, un changement de position et une voie d'abord au moins élargie sinon supplémentaire étaient nécessaires à la levée des différents lambeaux. Plus spécifiquement concernant les lambeaux issus de la branche circonflexe scapulaire, il nous a semblé là aussi que la composante adipeuse n'était pas majoritaire. Cette décision nous différencie du travail de l'équipe *Neopec* présentée en introduction.

Les lambeaux perforants de la face médiale ou latérale du bras ont tous été exclus de l'étude car les perforantes sont le plus souvent distales, proches des épicondyles, et ne permettent donc pas aux lambeaux perforants d'atteindre la zone mammaire. De plus, il nous a semblé là aussi que la composante adipeuse n'était pas majoritaire. Enfin, nous avons décidé d'exclure les zones donneuses brachiales chez des patientes susceptibles d'avoir un curage axillaire afin de limiter les facteurs de risque de lymphoedème.

Nota bene :

L'inclusion au projet du lambeau de grand omentum a été évaluée. Ce lambeau, décrit en 1953 par Kiricuta, est vascularisé par l'artère gastro-omentale ; très fiable, il permettrait l'apport de manière pédiculée en zone mammaire d'un tissu majoritairement adipeux (47,48). Cependant, sa situation intra-péritonéale nous semble être un frein à l'utilisation de la procédure Mat(t)isse car la majorité des chirurgiens plasticiens ne sont pas formés à la chirurgie laparoscopique. Nous avons donc décidé d'exclure ce lambeau de l'étude pour s'intéresser aux lambeaux utilisables par le plus grand nombre.

II. Les quatre lambeaux sélectionnés pour l'étude anatomique

Cette partie détaille les 4 lambeaux sélectionnés ainsi que leur cluster utilisé lors de l'étude anatomique.

1. Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales de l'artère thoracique interne – IMA Pf (*Figure 10*)

L'artère thoracique interne naît de l'artère subclavière. Elle longe l'os sternal, située en avant du feuillet pariétal de la plèvre et en arrière des cartilages costaux et muscles intercostaux internes. Sur ce trajet, elle fournit trois à sept perforantes (49,50). Ces perforantes traversent les muscles intercostaux internes, externes et grand pectoral jusqu'au tissu sous-cutané. La perforante la plus constante se situe au niveau du deuxième espace intercostal (51,52). Son diamètre est compris entre 1 et 2 mm et est, à ce titre, la perforante dominante dans deux tiers des cas. Le réseau anastomotique de cette perforante (avec d'autres perforantes de l'artère thoracique interne, avec l'artère thoracique latérale et l'artère thoraco-acromiale) lui permet ainsi de vasculariser à elle seule un territoire pouvant aller du sternum au pilier axillaire antérieur mais surtout dans le cadre de notre projet de la clavicule à l'apophyse xiphoïde (53,54).

Concernant les autres perforantes de l'artère thoracique interne, la perforante du troisième espace intercostal est dominante dans 19% des cas, celle du premier espace intercostal dans 15% des cas (55).

Le cluster de ces trois perforantes dominantes de l'artère thoracique interne est situé à une distance de 1 à 20 mm du bord sternal (46).

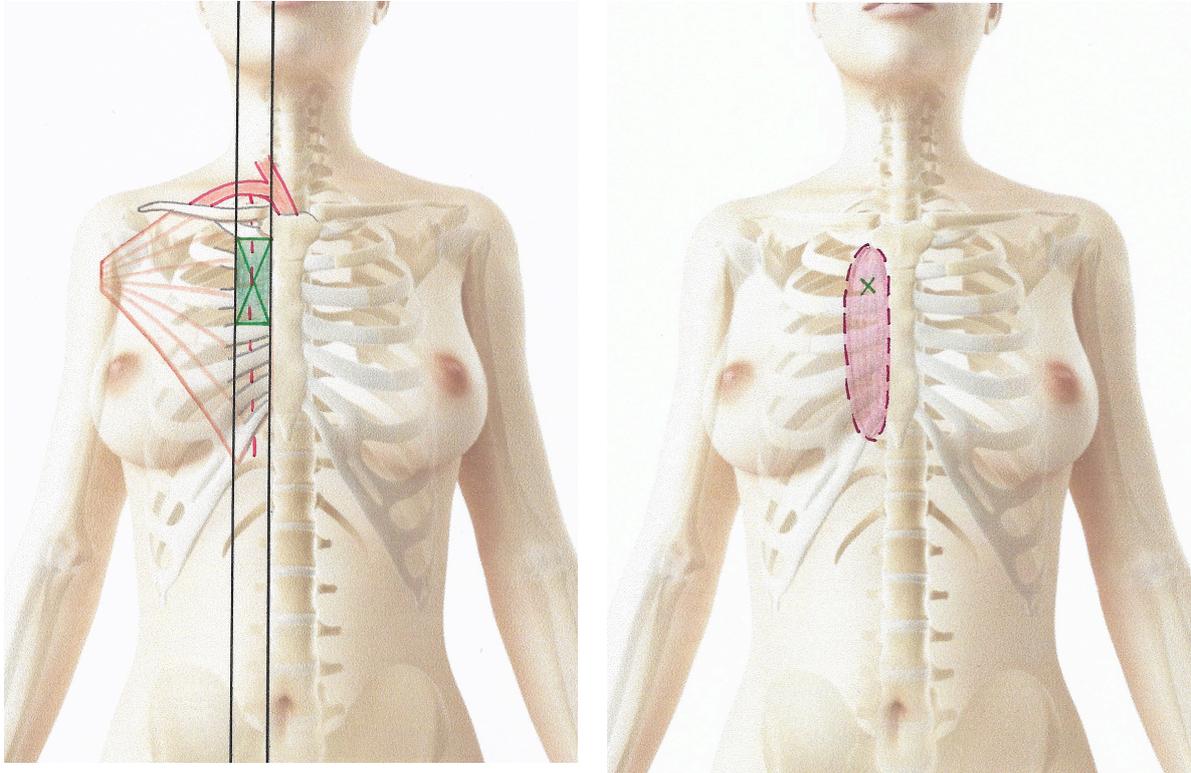


Figure 10 - Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales de l'artère thoracique interne – IMA Pf.

Gauche : repères pour le dessin du cluster.

L'artère thoracique interne née de l'artère subclavière.

Le cluster, en vert, des trois perforantes proximales de l'artère thoracique interne est situé à une distance de 1 à 20 mm du bord sternal, représentée par les 2 lignes verticales noires.

Les perforantes traversent les insertions sternales du muscle grand pectoral, en marron.

Droite : Palette sous-cutanée prélevable dans le cadre du projet Mat(t)isse.

2. Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales musculo-cutanées du pédicule épigastrique supérieur – SEAPf (*Figure 11*)

A partir du 6^{ème} espace intercostal, l'artère thoracique interne se divise en ses 2 branches terminales, l'artère musculo-phrénique et l'artère épigastrique supérieure. Cette dernière traverse le diaphragme puis possède un trajet musculaire après avoir traversé la gaine du muscle droit de l'abdomen ipsilatéral. Elle s'anastomose ensuite avec l'artère épigastrique inférieure profonde ipsilatérale au niveau de l'ombilic (56,57).

Sur son trajet, elle donne sept à dix perforantes musculo-cutanées par héli-abdomen. Leur diamètre est variable, parfois supérieur ou égal à 1mm (51,58,59).

Le groupement de perforantes peut être représenté par un triangle dont les repères anatomiques sont la ligne semi-lunaire et une ligne médiane reliant apophyse xiphoïde et ombilic. La base du triangle est la distance entre xiphoïde et milieu xiphoïde-ombilic, la pointe se situe sur la ligne semi-lunaire, l'axe du triangle est une ligne horizontale perpendiculaire partant du milieu de sa base. La majorité des perforantes sont situées dans la partie supéro-médiale de ce triangle (46,58).

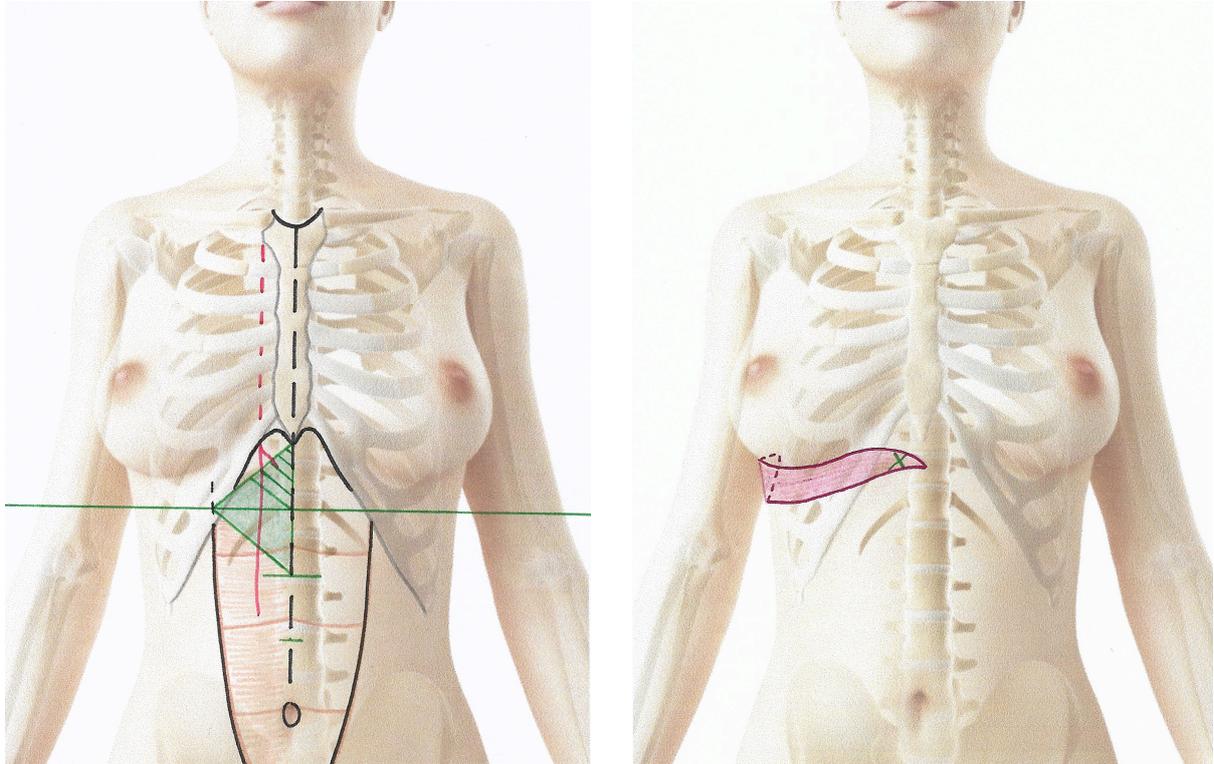


Figure 11 - Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes proximales musculo-cutanées du pédicule épigastrique supérieur – SEAPf.

Gauche : repères pour le dessin du cluster.

L'artère épigastrique supérieure est une branche terminale de l'artère thoracique interne.

Le cluster, en vert, des perforantes est un triangle. La majorité des perforantes se situe dans la partie supéro-médiale du triangle.

Les perforantes traversent le muscle droit de l'abdomen, en marron.

Droite : Palette cutanée prélevable dans le cadre du projet Mat(t)isse.

3. Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes latérales d'une artère intercostale – LICAPf (*Figure 12*)

Les artères intercostales antérieures proviennent de l'artère thoracique interne du 1^{er} au 6^{ème} espace intercostal puis des branches musculo-phréniques du 7^{ème} au 9^{ème} espace intercostal. Les artères intercostales postérieures proviennent directement de l'aorte, exception faite des deux premières qui naissent d'une artère intercostale suprême, branche du tronc costo-cervical.

Artères intercostales antérieures et postérieures s'éloignent de la ligne médiane en longeant le bord inférieur de la côte supérieure et s'anastomosent une à une latéralement. Les artères intercostales sont ainsi décrites comme ayant trois portions : antérieure ou intermusculaire, latérale ou costale, et postérieure ou vertébrale. Les artères intercostales fournissent des perforantes latérales issues de leur portion costale. Au nombre de cinq à huit par héli-thorax, elles sont retrouvées plus fréquemment au niveau du quatrième au huitième espace intercostal et sont dominantes dans 90% des cas au niveau du cinquième au septième espace. Leur calibre moyen est alors de 1 à 1,5 mm.

Le groupement de perforantes est situé le long du pilier axillaire antérieur et elles sont particulièrement regroupées à l'union du sillon sous-mammaire et du pilier axillaire antérieur (46,51,60–63).

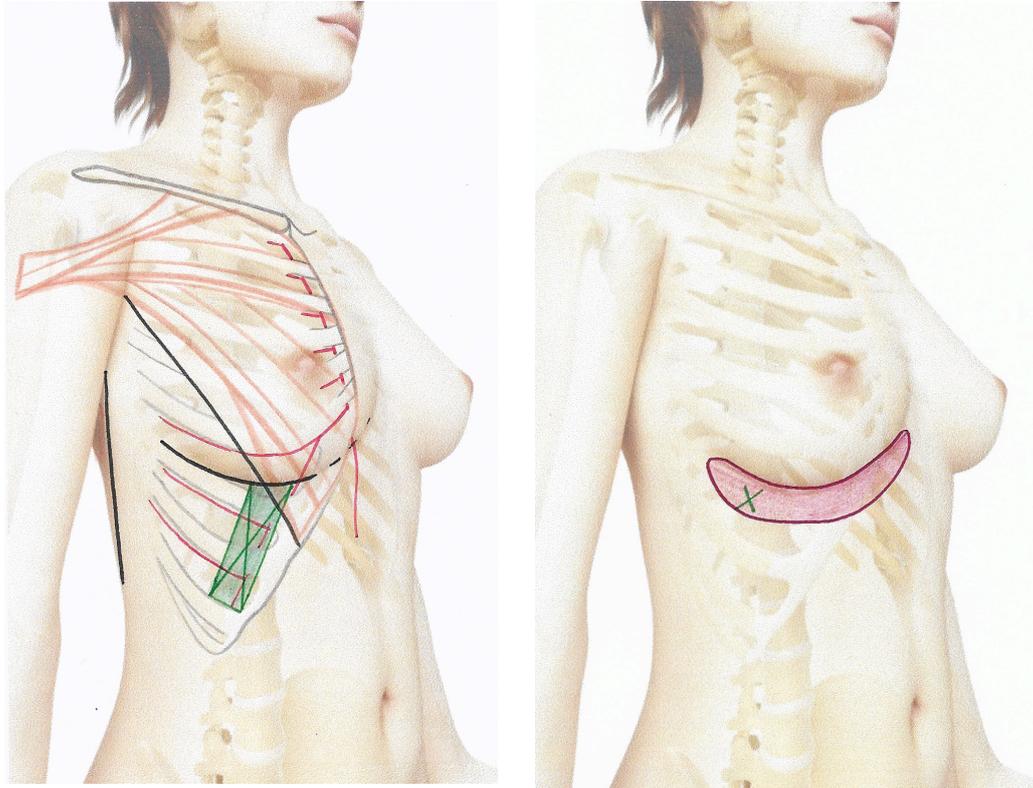


Figure 12 - Lambeau perforant basé sur l'une des perforantes latérales d'une artère intercostale – LICAPf.

Gauche : repères pour le dessin du cluster.

Les artères intercostales fournissent des perforantes latérales issues de leur portion costale.

Le cluster, en vert, est situé le long du pilier axillaire antérieur, les perforantes sont particulièrement regroupées à l'union du sillon sous-mammaire et du pilier axillaire antérieur, en noir.

Droite : Palette cutanée prélevable dans le cadre du projet Mat(t)isse.

4. Lambeau perforant basé sur l'une des branches cutanées directes ou lambeau axial basé sur une branche distale de l'artère thoracique latérale – LTAPf ou LTAf (*Figure 13*)

L'artère thoracique latérale naît de l'artère axillaire et longe le pilier axillaire antérieur. Elle est à destination de la paroi thoracique, participant principalement à la vascularisation du muscle grand pectoral, du muscle dentelé antérieur et de la glande mammaire. Elle fournit des perforantes cutanées directes entre les muscles pectoral et grand dorsal (64). Le cluster est situé 10 cm sous le pli axillaire moyen (65). Les perforantes cutanées directes sont issues directement de l'artère source. Dans notre projet, il est possible d'utiliser un lambeau basé sur ces perforantes ou basé sur les branches terminales de l'artère thoracique latérale.

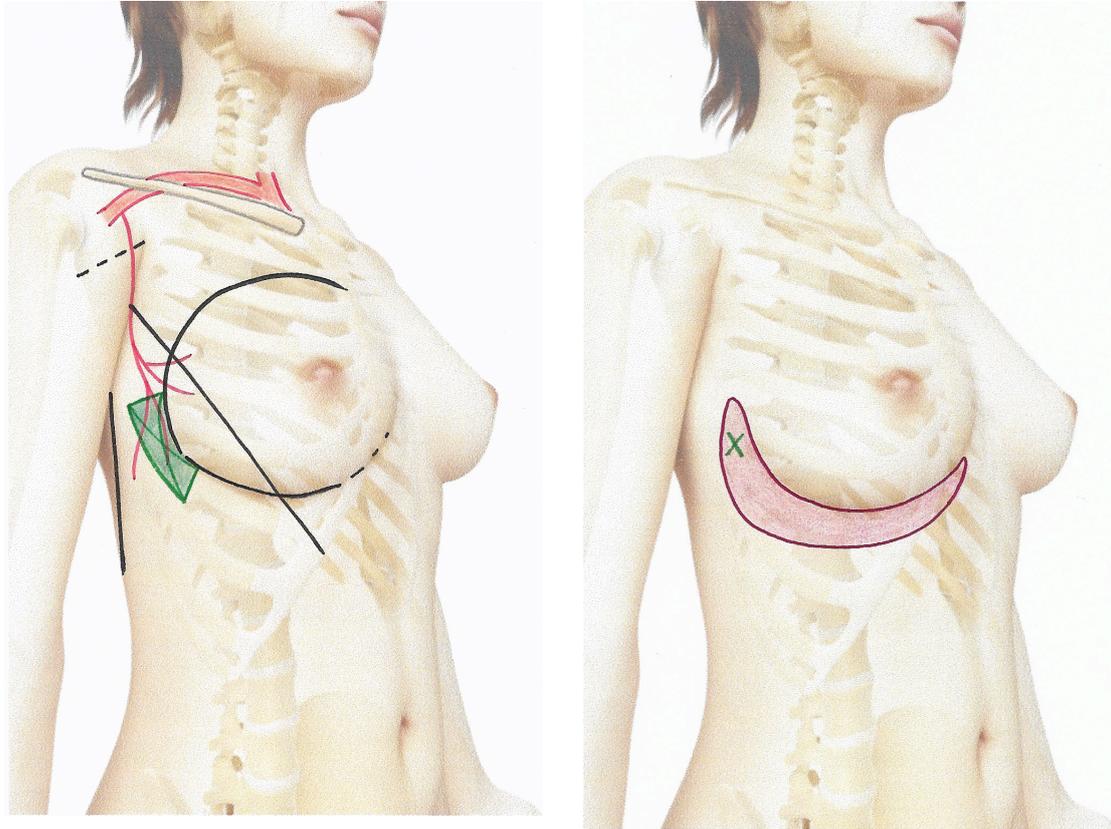


Figure 13 - Lambeau perforant basé sur l'une des branches cutanées directes ou lambeau axial basé sur une branche distale de l'artère thoracique latérale – LTAPf ou LTAf

Gauche : repères pour le dessin du cluster.

Le cluster, en vert, est situé 10 cm sous le pli axillaire moyen, en pointillés noirs.

Droite : Palette cutanée prélevable dans le cadre du projet Mat(t)isse.

La *Figure 14* illustre la projection approximative des pédicules des 4 lambeaux sélectionnés pour l'étude anatomique :

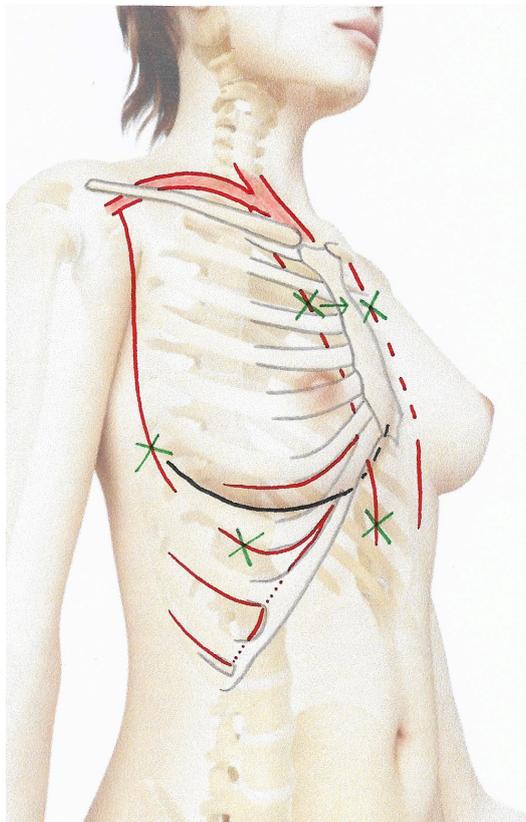


Figure 14 - Projection des pédicules des 4 lambeaux sélectionnés pour l'étude anatomique.

III. Étude anatomique

Les dissections ont toutes eu lieu au sein du laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Lille.

Les sujets étaient tous féminins, majeurs, sans antécédents chirurgicaux thoraciques externes visibles.

Ils étaient conservés selon la méthode dite « corps souple » c'est à dire selon la formule d'embaumement suivante, sans formol : 42% de méthanol, 42% d'eau distillé, 15% de glycérine et 1% de Phénol. Ensuite, les sujets étaient injectés au silicone teinté via l'artère subclavière en amont et en aval afin que l'injection intéresse les pédicules des 4 lambeaux sélectionnés.

L'étude anatomique a été menée par un seul opérateur sur dix sujets entre janvier et mars 2019.

Les sujets étaient préparés par les techniciens de laboratoire dans les 3 jours précédant leur dissection.

Le matériel comprenait :

- un appareil photographique fixe mis en place en début de procédure,
- un appareil photographique mobile,
- une balance électronique,
- un pied à coulisse électronique,
- un mètre ruban,
- un mètre rigide,
- une boîte de dissection classique,
- des marqueurs de couleur.

Avant de débiter, j'obtenais pour chaque sujet :

- Âge,
- Taille,
- Poids,
- Indice de Masse Corporelle (IMC).

Les sujets étaient installés en décubitus dorsal strict et bras à 90° d'abduction.

La première étape était toujours le repérage des structures et reliefs anatomiques notables et/ou d'intérêt, à savoir (*Figure 15*) :

- Apex du manubrium sternal,
- Ligne médiane du manubrium sternal à l'ombilic entouré,
- Diaphyses claviculaires,
- Reliefs des premiers arcs costaux,
- Sillons sous-mammaires,
- Aires mammaires,
- Bords latéraux des muscles grands pectoraux = lignes axillaires antérieures,
- Bords antérieurs des muscles grands dorsaux = lignes axillaires postérieures,
- Bords latéraux des muscles grands droits = lignes semi-lunaires,
- Plis axillaires moyens.

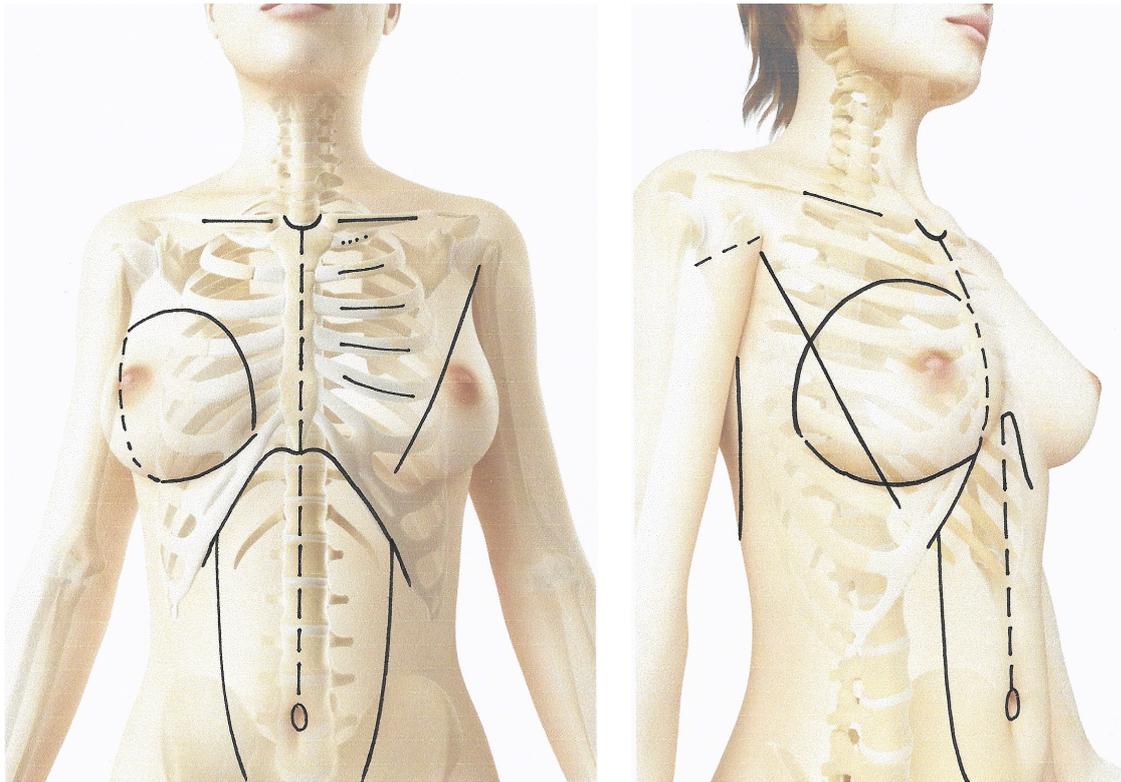


Figure 15 - Repérage des structures et reliefs anatomiques.

Nota bene : pour plus de lisibilité, les repères ne sont pas tous représentés de façon bilatérale.

Le premier geste de dissection consistait en une mastectomie totale afin d'obtenir un poids de référence à comparer aux poids des lambeaux.

Ensuite, grâce aux données bibliographiques, je dessinais les clusters des 4 lambeaux de manière bilatérale soit 8 clusters par sujet anatomique.

Chaque cluster était exploré afin de recueillir les données suivantes :

- Présence ou non de pédicule(s) dans le cluster,
- Nombre de pédicules et pédicule dominant,
- Diamètre des pédicules retrouvés.

Puisque les lambeaux sélectionnés comportaient des palettes se chevauchant, les 8 palettes étaient dessinées mais seuls 4 lambeaux, un de chaque type, étaient levés par sujet anatomique. J'obtenais ainsi les données complémentaires suivantes :

- Taille de la palette,
- Poids du lambeau,
- Longueur utile du lambeau (= longueur du lambeau à partir de la porte de la chambre).

Je pouvais obtenir ainsi le ratio du poids du lambeau par rapport au poids de la mastectomie qui permettait d'approcher le ratio équivalent en volume, dont l'objectif était qu'il soit supérieur ou égal à 15.

Au terme de chaque dissection, je savais quels lambeaux étaient applicables au projet Mat(t)isse à droite comme à gauche chez le sujet.

RÉSULTATS

I. Résultats de l'étude anatomique

L'étude anatomique comprenait 10 sujets permettant d'obtenir les données :

- de 80 clusters explorés,
- de 40 lambeaux prélevés,
- de 10 reconstructions mammaires réalisées selon la procédure Mat(t)isse.

Les valeurs sont rendues arrondies au dixième. S'il s'agit d'une moyenne, elle est associée aux valeurs minimale et maximale : Donnée moyenne (Min; Max).

Concernant les données démographiques de la série :

L'âge moyen était de 83ans (68; 95),

La taille moyenne était de de 155,6cm (150; 160),

Le poids moyen était de 51,6kg (40; 68),

L'IMC moyen était de 21,2 (16,4; 26,6).

L'aire mammaire moyenne était de 20512,7mm² (14306,6; 34618,5).

Plusieurs types de mastectomies totales ont été effectués selon les sujets : mastectomie totale, mastectomie avec conservation de l'étui cutané avec ou sans remodelage cutané, mastectomie conservatrice de la plaque aréolo-mamelonnaire avec ou sans remodelage cutané. Deux voies d'abord ont été utilisées, sous-mammaire et aréolaire. Afin que la pesée soit indépendante de la technique de mastectomie, elle était toujours effectuée après désépidermisation et ablation de la plaque aréolo-mamelonnaire.

Le poids moyen de mastectomie totale était de 186,4g (34; 536).

La base de données incluant l'ensemble des résultats obtenus est visualisable en *Annexe B*.

Les résultats de la série complète de l'étude anatomique, comprenant 40 lambeaux, sont exposés ci-dessous :

Un pédicule au moins était retrouvé au sein du cluster dans 91,3% des clusters explorés,

L'aire moyenne de la palette était de 7631mm²,

Le diamètre moyen du pédicule dominant était de 1,5mm,

La longueur utile moyenne était de 97mm,

Le poids moyen du lambeau était de 40,2g.

Le ratio moyen poids lambeau/poids mastectomie était de 21,5 ce qui renseignait par extension qu'en moyenne le lambeau prélevé représentait 21,5% du volume mammaire initial.

Le *Tableau 2* ci dessous expose les résultats de la série complète et par lambeau :

Tableau 2 – Résultats de l'étude anatomique, série complète et par lambeau.

	SERIE COMPLETE
Présence d'au moins un pédicule au sein du cluster (en %)	91,3
Aire de la palette (en mm ²)	7631 (3500; 16800)
Diamètre du pédicule dominant (en mm)	1,5 (0,5; 2,5)
Longueur utile (en mm)	97 (10; 150)
Poids du lambeau désépidermisé (en g)	40,2 (5; 230)
Ratio poids lambeau/poids mastectomie	21,5 (6,3; 54,9)

IMAPf	SEAPf	LICAPf	LTAPf/LTAf
100	95	100	70
6120 (3500; 8000)	10275 (8000; 14000)	9900 (7200; 13300)	11860 (8100; 16800)
1,52 (1,0; 2,5)	1,35 (1,0; 2,0)	1,1 (0,5; 1,8)	1,9 (1,5; 2,4)
43 (10; 60)	145 (100; 150)	145 (110; 150)	150 (150; 150)
21,1 (5; 60)	55,1 (10; 200)	55,1 (12; 200)	69,8 (18 ; 230)
13,5 (6,3; 24,4)	30,1 (11,9; 48,8)	30,9 (11,9; 48,8)	39,6 (15,9; 54,9)

Chaque groupe de données est développé ci-dessous :

Présence d'au moins un pédicule au sein du cluster :

La présence d'au moins un pédicule au sein du cluster a été constamment vérifiée sur notre série pour les lambeaux IMAP et LICAP.

Concernant les 20 clusters explorés du lambeau IMAP, la perforante issue du 2^{ème} espace intercostal était retrouvée 9 fois comme l'unique perforante du cluster, donc *a fortiori* dominante, et 6 fois dominante relative par rapport aux perforantes intercostales du 1^{er} ou 3^{ème} espace intercostal. À l'inverse, elle était retrouvée 2 fois non dominante par rapport à l'une des perforantes intercostales du 1^{er} ou 3^{ème} espace intercostal et 3 fois absente au profit d'une des perforantes intercostales sus ou sous-jacentes.

Concernant les 20 clusters explorés du lambeau LICAP, la perforante issue du 7^{ème} espace intercostal était retrouvée 4 fois comme l'unique perforante du cluster, donc *a fortiori* dominante, et 9 fois dominante relative par rapport à d'autres perforantes intercostales. À l'inverse, elle était retrouvée 4 fois non dominante par rapport à l'une des perforantes intercostales sus ou sous-jacente et 3 fois absente au profit d'une perforante intercostale sus ou sous-jacente (*Figure 16*).

Concernant les 20 clusters explorés du lambeau SEAP, un pédicule était retrouvé dans tous les cas au sein du cluster, exception faite du sujet 3 pour lequel à gauche le pédicule a été repéré nettement en dessous de la limite inférieure du cluster et non incluable au lambeau Mat(t)isse. La situation la plus observée, soit 14 fois, était l'existence d'un pédicule unique au sein du cluster. Dans cette situation, nous avons retrouvé 5 fois un second pédicule proche mais en dehors du cluster, 2 fois incluable au lambeau Mat(t)isse. Cinq fois, 2 pédicules ont été retrouvés au sein du cluster (*Figure 17*).

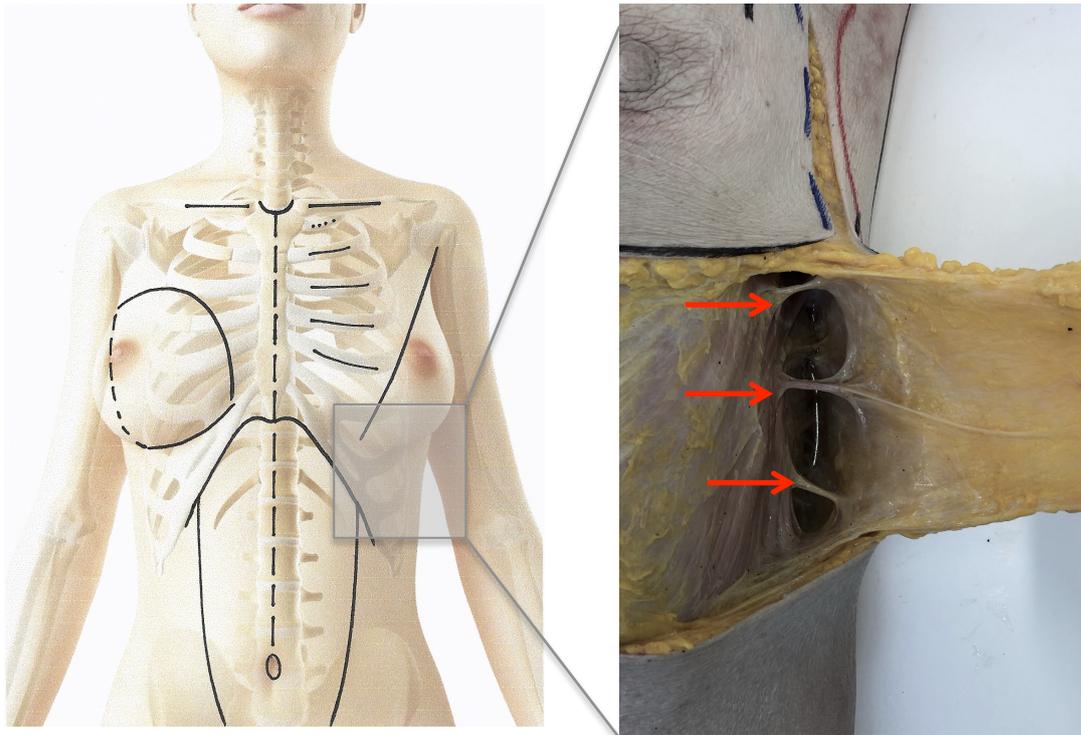


Figure 16 - Perforantes des 6^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} espaces intercostaux du lambeau LICAP gauche sur le sujet 4.

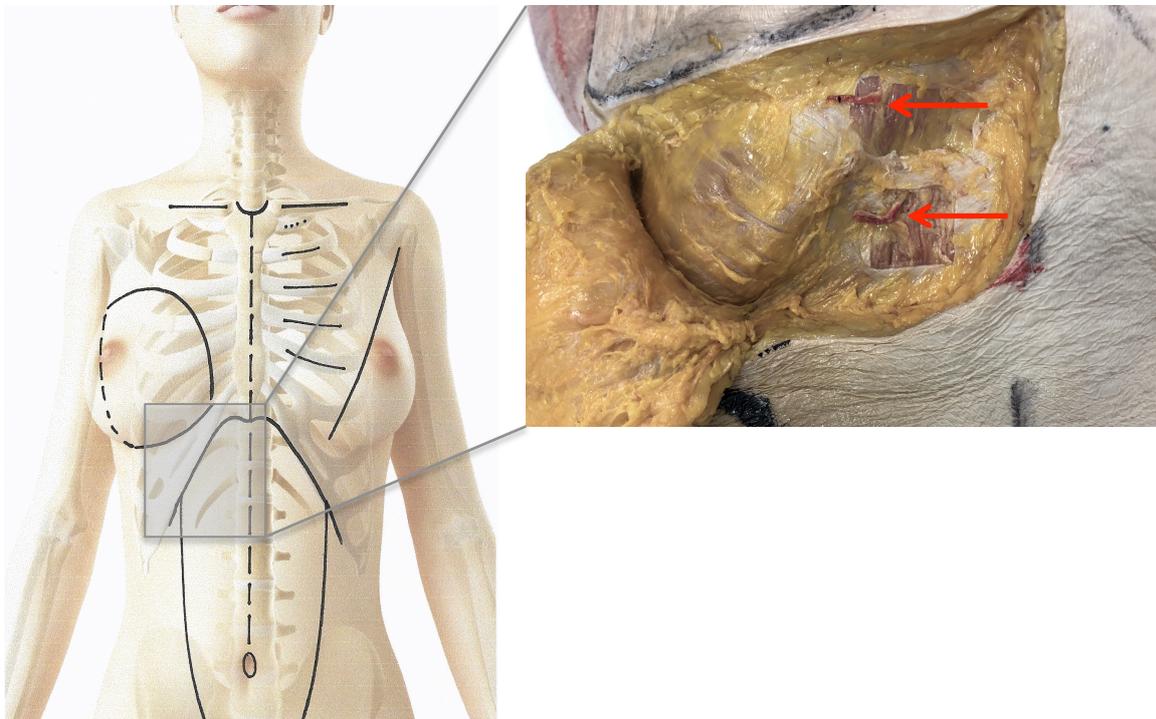


Figure 17 - Deux perforantes (sectionnées) du lambeau SEAP droit sur le sujet 6, la perforante inférieure appartient au cluster, la perforante supérieure est en dehors du cluster mais incluable au lambeau Mat(t)isse.

Concernant les 20 clusters explorés du LTAPf/LTAf, le ou les pédicules étaient emportés par la mastectomie 6 fois sur 20, excluant la possibilité de prélever ce lambeau. Cette observation était bilatérale pour 2 sujets et unilatérale pour 2 autres. Lorsqu'il était respecté, il s'agissait 2 fois d'une perforante cutanée directe et 12 fois de branches terminales de l'artère thoracique latérale incluables à la palette. Dans cette dernière configuration, une seule branche était incluable pour 8 clusters, deux branches étaient incluables pour 4 clusters (*Figure 18*).

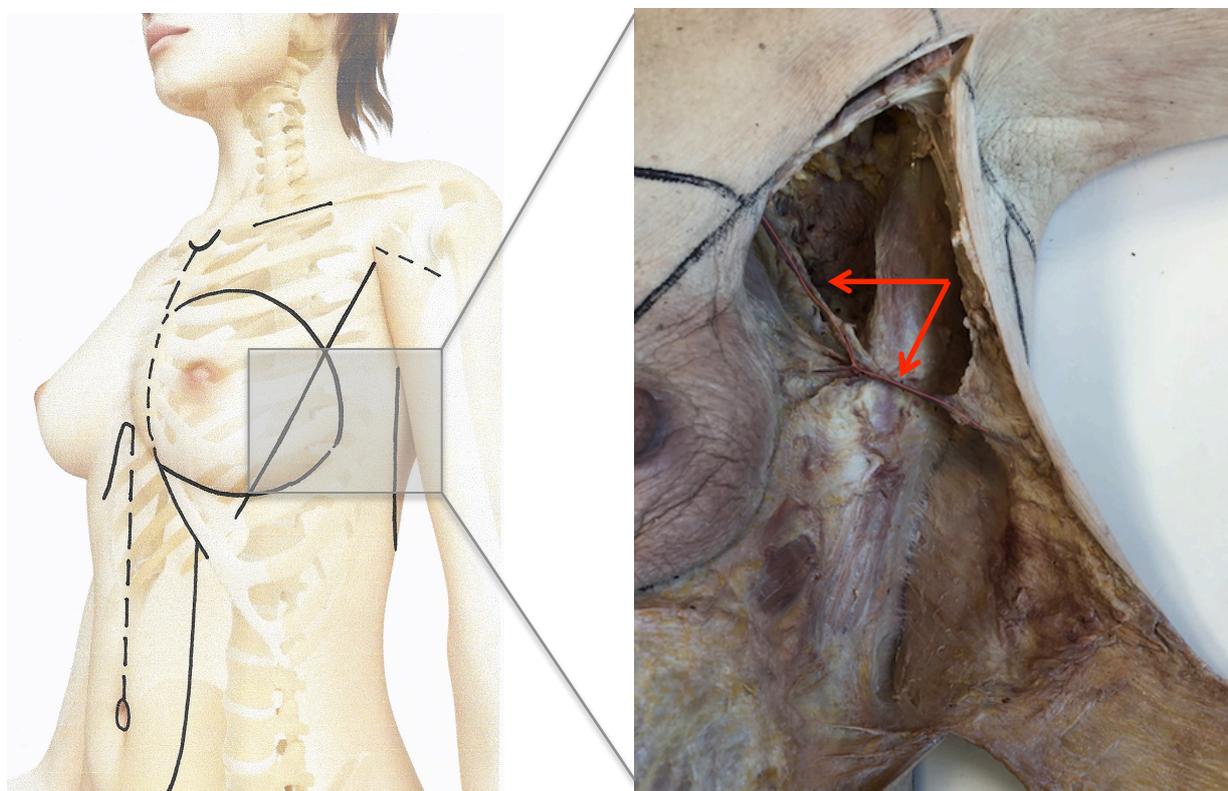


Figure 18 - Pédicule thoracique latéral gauche du sujet 5 préservé par le geste de mastectomie.

Diamètre moyen des pédicules dominants :

La diamètre moyen du pédicule dominant sur la série globale était de 1,5mm (0,5; 2,5).

La situation la plus observée, soit 17 fois, était que le pédicule dominant du lambeau LTAP possédait le diamètre le plus important, toujours supérieur à 1,5mm. Sinon, soit 3 fois,

c'était le pédicule du lambeau IMAP qui possédait un diamètre supérieur à celui de lambeau LTAP ipsilatéral. Le diamètre du pédicule dominant du lambeau IMAP était plus variable notamment sur la veine parfois très volumineuse, mesurée au maximum à 2,5mm sur le deuxième espace intercostal.

Le diamètre du pédicule dominant du lambeau LICAP apparaissait le plus faible 6 fois sur 20 dans notre série.

Longueur utile des lambeaux :

La base mammaire moyenne chez la femme étant de 120mm, il s'agissait de la longueur utile idéale. Cette donnée a été obtenue pour les 40 lambeaux.

La longueur utile moyenne de l'IMAPf était de 43mm (10 ; 60). Aucun lambeau IMAP n'a permis d'obtenir l'objectif des 120mm, le maximum étant de 60mm pour le sujet 3. Le minimum a été obtenu pour le sujet 7 dont le lambeau IMAP controlatéral n'était inclus dans la chambre que par ses derniers 10mm.

Concernant les lambeaux SEAP, LICAP et LTAP/LTA, la longueur utile atteignait dans 94% des cas l'objectif de 120mm permettant aux lambeaux de reposer sur tout le diamètre du socle et d'être fixés à l'extrémité opposée à la porte. Chez le sujet 1 uniquement, SEAPf et LICAPf obtenaient une longueur utile respectivement de 100 et 110mm permettant d'apporter tout de même au sein de la chambre un lambeau de poids significatif (*cf infra*).

Aire moyenne de la palette et poids moyen des lambeaux :

Il a été constamment observé que la palette du lambeau LTAP possédait l'aire la plus élevée, suivie des lambeaux LICAP et SEAP dont les aires étaient toujours comparables.

La palette de l'IMAPf possédait toujours l'aire la plus faible.

C'était exactement semblable pour le poids moyen des lambeaux désépidermisés.

Le ratio moyen poids lambeau/ poids mastectomie de l'IMAPf était de 13, soit inférieur à l'objectif fixé à 15 (*Cf partie Prérequis*). Seuls 3 lambeaux IMAP sur 10 atteignaient cet objectif, leur poids représentant 16,9, 23,5 et 24,4% du poids de la mastectomie controlatérale réalisée au préalable.

Le ratio moyen poids lambeau/ poids mastectomie était supérieur à l'objectif pour le SEAPf, le LICAPf et le LTAPf/LTAf, respectivement 30,1, 30,9 et 39,6.

Sur les 10 lambeaux SEAP, 9 pesaient plus de 15% du poids de la mastectomie et 4 pesaient plus de 30% du poids de la mastectomie. Aucun n'atteignait 50% du poids de la mastectomie.

Sur les 10 lambeaux LICAP, 9 pesaient plus de 15% du poids de la mastectomie et 5 pesaient plus de 30% du poids de la mastectomie. Aucun n'atteignait 50% du poids de la mastectomie.

Tous les lambeaux LTAP/LTA pesaient plus de 15% du poids de la mastectomie, 7 d'entre eux pesaient plus de 30% du poids de la mastectomie, 3 d'entre eux pesaient plus de 50% du poids de la mastectomie.

II. Réponse au cahier des charges

La première étape de mon travail de thèse a été d'établir la définition du lambeau Mat(t)isse idéal via des critères indispensables et préférables. Il s'agissait du cahier des charges de mon travail dont voici les résultats pour les quatre lambeaux sélectionnés (*Tableau 3*) :

Tableau 3 – Réponse au cahier des charges des 4 lambeaux de l'étude anatomique.

	IMAPf controlatéral	SEAPf ipsilatéral	LICAPf ipsilatéral	LTAPf/ LTAf ipsilatéral
Critères indispensables				
Composante adipeuse majoritaire	Oui	Oui	Oui	Oui
Lambeau pédiculé : axial ou perforant	Oui, perforant	Oui, perforant	Oui, perforant	Oui, variable
Pédicule respecté par Mastectomie (M) et Curage axillaire (C)	M : oui C : oui	M : oui C : oui	M : oui C : oui	M : +/- C : +/-
Critères préférables				
Parité anat.	Oui	Oui	Oui	Oui
Constance anat.	Oui	Oui	Oui	Oui
Facilité de prélèvement	Non	Oui	Oui	Oui
Prélèvement en décubitus dorsal	Oui	Oui	Oui	Oui
Voie d'abord identique	Oui	Non	Oui	Oui
Ratio = 15	Non	Oui	Oui	Oui
Longueur utile = 120mm	Non	Oui	Oui	Oui

III. Procédure chirurgicale Mat(t)isse

Cette partie des résultats expose les étapes de la procédure chirurgicale Mat(t)isse utilisée en reconstruction mammaire immédiate. Les étapes présentées sont indépendantes du lambeau utilisé.

Les photographies proviennent du sujet 5 sur lequel a été réalisé une mastectomie droite sous-cutanée avec conservation de la plaque aréolo-mamelonnaire par voie sous mammaire et reconstruction immédiate Mat(t)isse par lambeau LICAP.

Pour chaque étape, les données spécifiques de la procédure sont données à titre indicatif en *italique*.

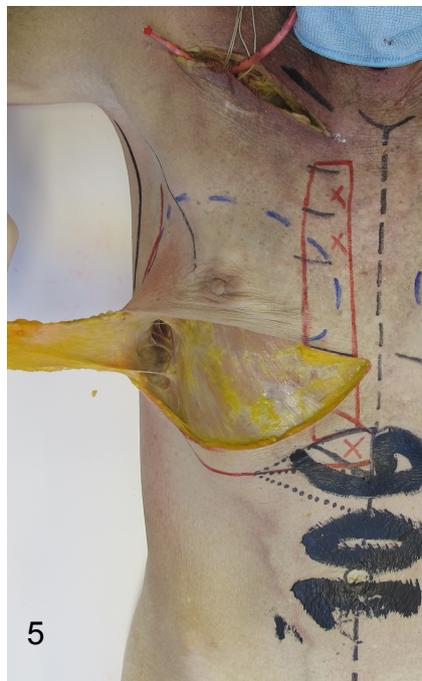
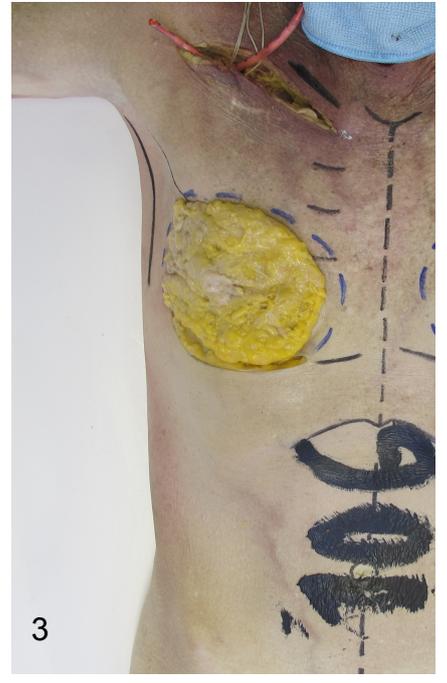


Figure 19A – Procédure chirurgicale Mat(t)isse : Étapes 1 à 6.

Étape 1 : Marquage des repères anatomiques.

Étape 2 : Mastectomie sous cutanée avec conservation de la plaque aréolo-mamelonnaire par voie sous mammaire.

Étape 3 : Pièce de mastectomie. *La mastectomie pesait 82g.*

Étape 4 : Repérage du cluster et dessin de la palette cutanée du lambeau choisi. *Ici, plusieurs lambeaux avaient été dessinés, celle du lambeau LICAP mesurait 200x40mm.*

Étape 5 : Désépidermisation de la palette puis levée du lambeau par l'extrémité opposée au pédicule.

Étape 6 : Levée du lambeau en îlot. *La perforante dominante mesurait 1,5mm de diamètre et était issue du 7^{ème} espace intercostal. D'autres perforantes au niveau des 6^{ème} et 8^{ème} espaces intercostaux avaient été repérées mais liées pour optimiser la mobilité du lambeau.*

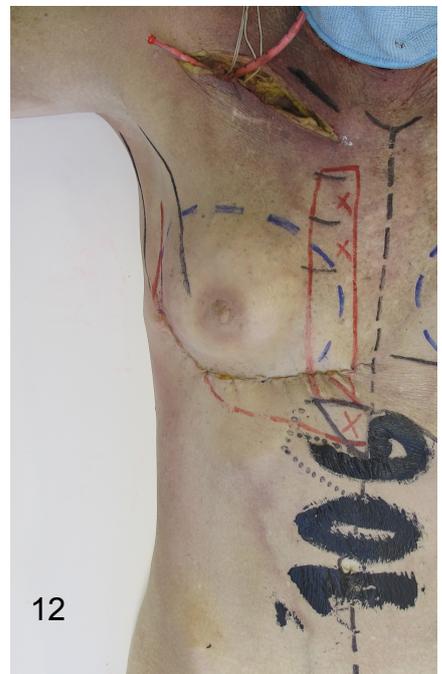
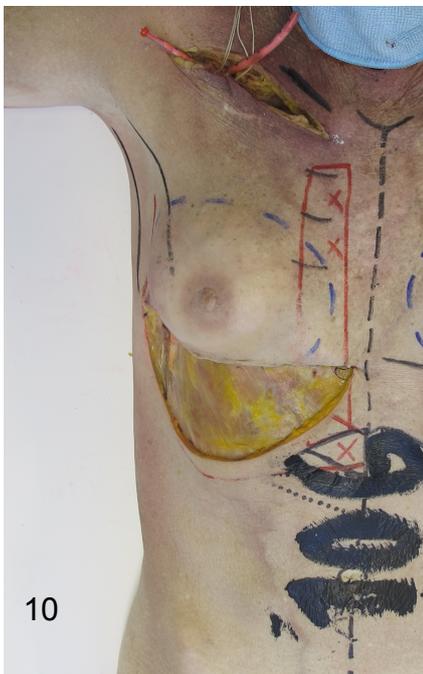
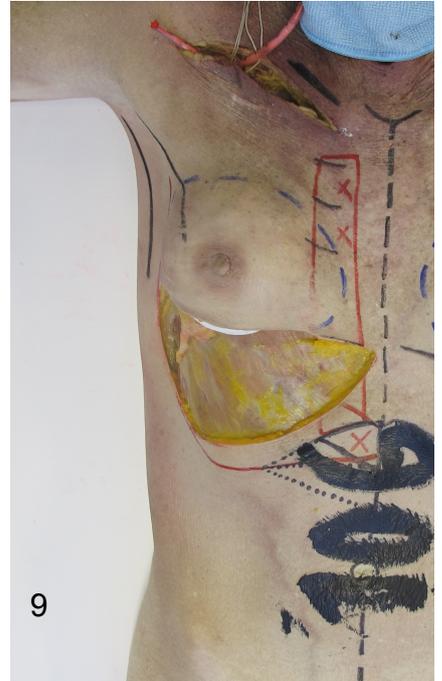
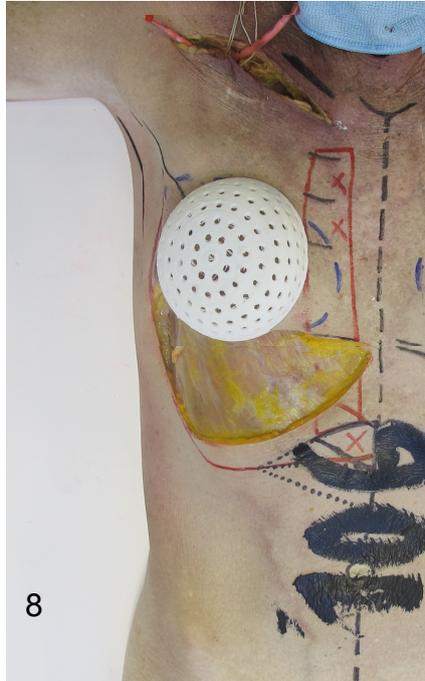
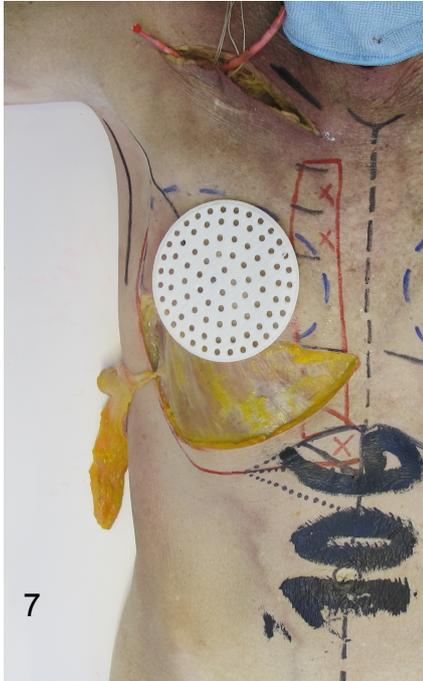


Figure 19B – Procédure chirurgicale Mat(t)isse : Étapes 7 à 12.

Étape 7 : Positionnement du socle sur le thorax, l'extrémité du lambeau est fixée par un point pour reposer sans tension sur le socle. *La longueur utile du lambeau était de 150mm*

Étape 8 : Positionnement du dôme sur le socle en insérant le lambeau dans la porte. On crée ainsi la chambre et l'espace mort. Fixation du dôme au socle par 3 points (un de part et d'autre de la porte et un nouveau à l'extrémité du lambeau).

Étape 9 : Insertion de la chambre comprenant le lambeau sous l'étui cutané, ajustement de la position de la base. Fixation de la base sur le thorax si nécessaire.

Étape 10 : Fixation du sillon en veillant à respecter le pédicule.

Étape 11 : Décollement abdominal supérieur.

Étape 12 : Avancement abdominal et fermeture cutanée.

DISCUSSION

I. Analyse des résultats de l'étude anatomique

L'objectif de mon travail de thèse était la recherche puis l'évaluation anatomique des lambeaux applicables au projet Mat(t)isse chez la femme.

Quatre lambeaux ont ainsi été inclus à un travail anatomique sur 10 sujets permettant l'étude de 80 clusters, le prélèvement de 40 lambeaux et la réalisation de 10 reconstructions mammaires Mat(t)isse.

L'inclusion dans l'étude du lambeau IMAP dans sa version controlatérale, motivée par le volume bibliographique de ce lambeau, s'est révélée décevante pour plusieurs raisons :

- Le prélèvement par abord direct de la palette est aisé mais impose une cicatrice extrêmement visible dans la zone sociale du sein controlatéral que nous avons d'emblée jugée inacceptable. Nous avons alors privilégié la levée sous cutanée par la voie d'abord de mastectomie controlatérale. Mais cette voie d'abord s'avère très technique et laborieuse.
- Le prélèvement controlatéral nécessite le passage du lambeau par un tunnel sous cutané jusqu'en zone mammaire controlatérale en traversant la ligne médiane. Mais la longueur du lambeau s'épuise en zone présternale, créant un volume indésirable à cet endroit, et la longueur utile dans la chambre n'est plus que de quelques centimètres, la plupart du temps insuffisants.
- De plus, il nous semble que le prélèvement de ce lambeau pourrait augmenter le risque vasculaire cutané en prolongeant le décollement déjà imposé par la mastectomie sous-cutanée.
- Et surtout, par précaution carcinologique, ce lambeau ne semble pas adapté à la procédure Mat(t)isse. En effet, sous le troisième espace intercostal, le tissu inclus

dans le lambeau appartient à l'aire mammaire et comprend donc du tissu mammaire. Il est discutable de déplacer ce tissu sur l'aire mammaire controlatérale, ancien site tumoral.

Au terme de l'étude anatomique et forts de ces réflexions, nous avons décidé d'exclure le lambeau IMAP de la procédure Mat(t)isse actuellement développée.

Comme nous l'avons vu dans la partie *Résultats*, les 3 autres lambeaux de l'étude, le SEAPf, le LICAPf et le LTAPf/ LTAf répondent au cahier des charges.

L'étude anatomique réalisée nous permet de valider l'emploi de ces 3 lambeaux dans une procédure de reconstruction mammaire Mat(t)isse. De plus, ce travail a permis de les comparer et d'objectiver les avantages et inconvénients communs et propres à chacun d'eux. Ils sont présentés et discutés ci-après :

Avantages relatifs au diamètre du pédicule, communs aux trois lambeaux :

Les 3 lambeaux validés possédaient toujours un pédicule dominant de diamètre suffisant pour envisager un prélèvement chirurgical aisé, au besoin à l'aide de lunettes microchirurgicales à l'abord du pédicule.

Avantages relatifs à la situation de la zone donneuse, communs aux trois lambeaux :

- Le bord supérieur de la palette est sur le sillon sous mammaire. Il s'agit d'un avantage certain dans le cadre des mastectomies sous-cutanées par voie sous mammaire. Le geste peut être combiné à la mastectomie par le biais d'une seule cicatrice dans le sillon.

- Le dessin de la palette jouxte l'aire mammaire. Cette localisation permet une variante technique en levant le lambeau sur son pédicule mais en gardant une charnière dermique. Cette charnière facilite le prélèvement et apporte un support vasculaire supplémentaire au

lambeau, en revanche elle peut être visible car elle empêche partiellement de refixer le sillon sous-mammaire. Elle est surtout intéressante pour le LTAPf /LTAf (Figure 20).

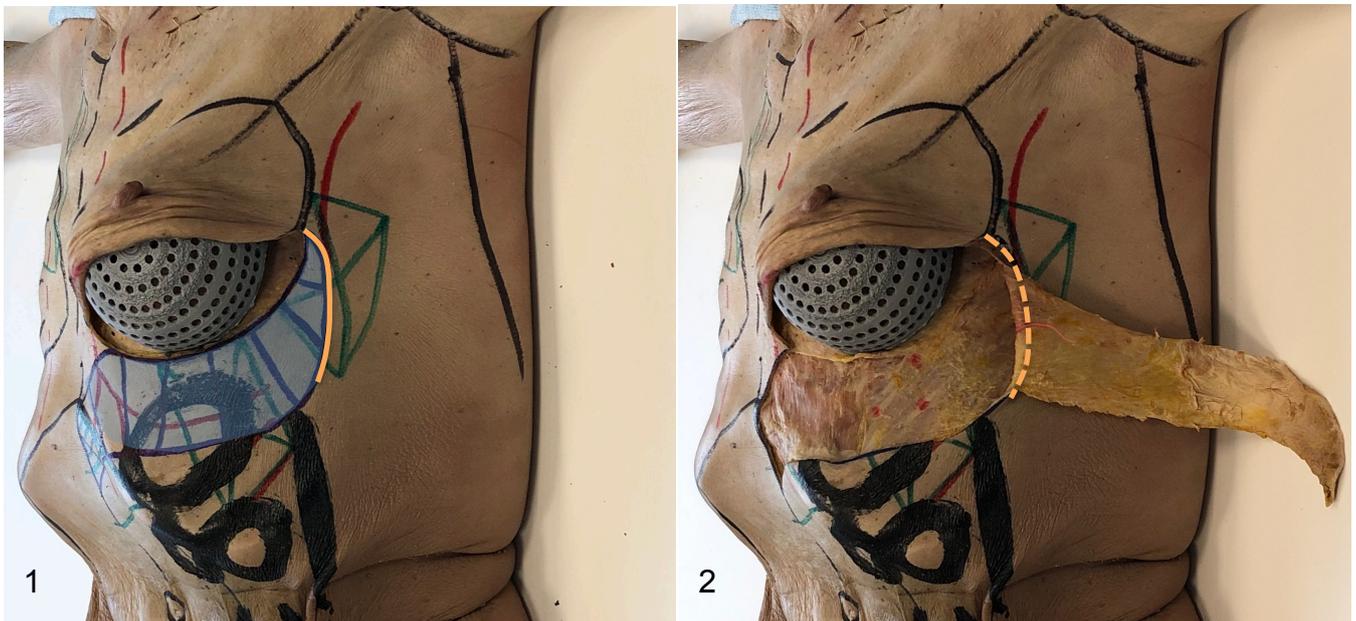


Figure 20 - Variante technique par préservation d'une charnière dermique pour un lambeau LTA, réalisée sur le sujet 8 à gauche.

1 - Dessins préopératoires : cluster du lambeau en vert, palette du lambeau en bleu, charnière dermique en orange,

2 - lambeau prélevé avec charnière dermique. Ce lambeau a été levé sur une branche distale de l'artère thoracique latérale servant de pédicule axial, il est mis en évidence au niveau de la charnière.

Inconvénients relatifs à la fermeture de la zone donneuse, communs aux trois lambeaux :

La zone donneuse des 3 lambeaux mesure en moyenne 45mm de large et est située sous le sillon sous mammaire. Sa fermeture sur le sillon impose un décollement abdominal important, parfois jusqu'à l'ombilic. Il ne s'agit pas d'un inconvénient majeur mais il est impératif de respecter les perforantes péri-ombilicales issues du pédicule épigastrique inférieur profond. D'abord, elles sont à risque d'hématome post-opératoire massif

(perforantes de calibres importants et large décollement), aussi car ce sont les perforantes du DIEAPf, Gold Standard en matière de reconstruction mammaire autologue et donc alternative à préserver si un échec de la procédure Mat(t)isse survenait.

Inconvénient relatif à la levée du lambeau SEAP :

Afin de sécuriser le prélèvement, on réalise sa levée par abord direct, induisant un prolongement cicatriciel médial (*Figure 21*).

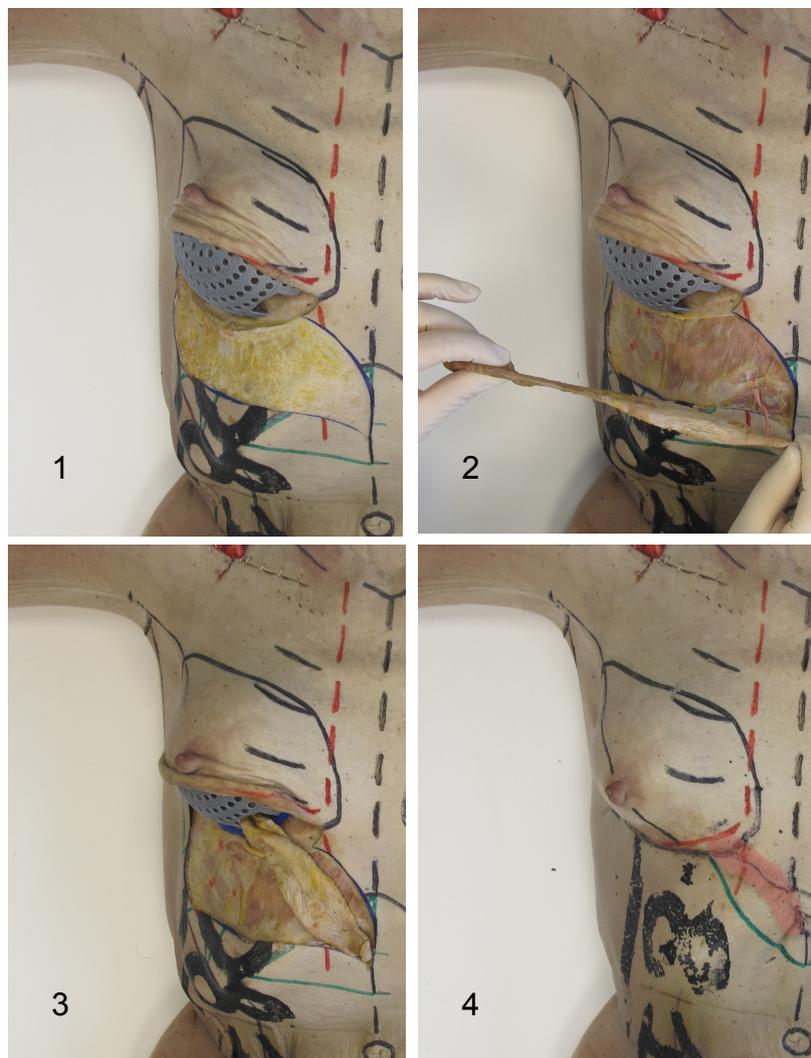


Figure 21 - Étapes permettant d'objectiver le prolongement cicatriciel médial induit par le prélèvement du lambeau SEAP droit sur le sujet 8 :

- 1 - Palette du lambeau désépidermée,
- 2 - Levée du lambeau en îlot sur une perforante unique,
- 3 - Mise en place du lambeau dans la chambre implantable,
- 4 - Rendu final et cicatrice médiale surlignée en rouge.

Il est bien sûr possible de prélever cette partie du lambeau contenant le pédicule en sous-cutané strict à partir de la voie d'abord sous-mammaire mais la procédure est plus risquée. Elle s'envisage plus raisonnablement si la position du pédicule est repérée au préalable par imagerie (*cf infra*).

Inconvénient relatif au pédicule du lambeau LTAP/ LTA :

Le lambeau LTAP/LTA présente un écueil majeur : il n'a pas été possible de l'utiliser dans 30% des cas car son pédicule avait été emporté par le geste de mastectomie. En revanche, lorsqu'il était prélevable, nous avons vu qu'il présentait de nombreux avantages : il était le plus aisé à lever notamment car ses pédicules possédaient les diamètres les plus importants, son ratio lambeau/mastectomie était le plus important, parfois supérieur à 50, et sa longueur utile était toujours optimale.

Il n'existe pas dans la littérature de données sur le respect du pédicule thoracique latéral au cours d'une mastectomie totale.

Concernant le curage axillaire, le pédicule thoracique latéral est constamment emporté par un curage axillaire traditionnel mais respecté par un curage fonctionnel.

Il pourrait être important d'informer les sénologues avec qui nous travaillons de la nécessité de préserver ce pédicule au maximum pour envisager une reconstruction Mat(t)isse - bien évidemment sans interférer avec les impératifs carcinologiques.

Quoiqu'il en soit, si le pédicule thoracique latéral est emporté, il faut se reporter sur l'un des deux autres lambeaux validés, SEAPf ou LICAPf.

Ainsi, nous proposons la hiérarchisation suivante des 3 lambeaux validés :

- Lorsqu'il est préservé, le lambeau LTAP/LTA est le plus séduisant pour le projet Mat(t)isse. Il remplit tous les critères souhaités, notamment : prélèvement simple, diamètre des pédicules favorables, longueur et poids de lambeau optimaux. Il est aussi possible de préserver une charnière dermique lors de sa levée.
- Sinon, le choix se porte sur les lambeaux LICAP ou SEAP dont les caractéristiques sont équivalents. On préférera le lambeau LICAP pour deux raisons : il est apparu plus constant et son prélèvement s'effectue par voie sous-mammaire exclusive, sans prolongement cicatriciel.

II. Place de l'imagerie dans le planning préopératoire Mat(t)isse

Dans le cadre du projet Mat(t)isse, les lambeaux inclus devaient idéalement être les plus constants possibles. En effet, c'était la condition *sine qua none* si nous souhaitions planifier une reconstruction Mat(t)isse sans examen d'imagerie préopératoire.

Au terme de cette étude, il nous apparaît difficilement recevable de se lancer dans une reconstruction mammaire Mat(t)isse sans examen d'imagerie préopératoire. Voici nos arguments :

- La méthode proposée par l'Atlas lyonnais, en utilisant des clusters définis grâce à des repères anatomiques simples, s'est avérée utile et fiable. Une fois seulement sur 80, sur le sujet 3 à gauche, aucun pédicule n'a été retrouvé dans le cluster. Dans ce cas particulier, un pédicule possible du SEAPf a été repéré sous la limite inférieure du cluster et n'était pas utilisable dans notre indication car non incluible au lambeau Mat(t)isse.

Quand bien même, lorsque le pédicule était retrouvé dans le cluster, sa position pouvait être très variable, ne permettant pas d'anticiper le dessin de la palette.

- Les pédicules d'intérêt ont été retrouvés de manière constante dans notre étude ; cependant, et même si nos observations sont similaires aux données de la littérature de chaque lambeau présentée en *Matériel et Méthodes*, il s'agit d'un travail sur 10 sujets qui ne permet aucune conclusion fiable sur la constance anatomique des pédicules d'intérêt.
- Enfin, même pour des pédicules constants, le contexte post-opératoire (mastectomie, ganglion sentinelle et/ou curage axillaire) doit raisonnablement motiver un examen d'imagerie préopératoire pour faire le point sur le réseau vasculaire présent.

L'imagerie préopératoire a plusieurs rôles :

- d'abord elle permet de vérifier l'existence des pédicules d'intérêt. Si un pédicule n'est pas retrouvé, l'imagerie permet alors de s'orienter vers l'un des 2 autres lambeaux. Si aucun pédicule n'est retrouvé, l'imagerie permet alors d'orienter la patiente vers une autre méthode de reconstruction et évite un échec total de la procédure Mat(t)isse.
- Ensuite, elle permet de repérer le pédicule choisi avec précision afin de dessiner puis lever un lambeau adapté et personnalisé, assurant la fiabilité vasculaire et optimisant sa croissance au sein de la chambre implantable.

Plusieurs outils peuvent être utilisés : doppler acoustique et couleur, angiotomodensitométrie, angio-IRM, thermographie infrarouge dynamique ou angiographie fluorescente.

Dans la pratique clinique, l'angiotomodensitométrie et le doppler acoustique sont les plus usités ; nous pensons que la combinaison des deux est adaptée au planning préopératoire Mat(t)isse. Angiotomodensitométrie à distance du geste opératoire pour vérifier sa faisabilité et Doppler acoustique en préopératoire immédiat afin de localiser la ou les perforante(s) et dessiner ainsi une palette précise.

L'angiotomodensitométrie est une imagerie préopératoire très fiable et ayant montré d'excellents résultats en terme de réduction du temps opératoire et des complications (66,67). Elle est reproductible, peu liée à l'opérateur et possède la plus grande résolution spatiale. En revanche, il est nécessaire d'établir un protocole de réalisation spécifique aux lambeaux perforants (46,68).

Nous avons étudié des tomodensitométries réalisées chez des patientes consultant pour une reconstruction par lambeau de DIEAP et avons confirmé que cet examen permettait de vérifier l'existence des pédicules d'intérêt, les pédicules des 3 lambeaux applicables ayant un diamètre moyen suffisamment important pour être visualisables (*Figures 22 et 23*).

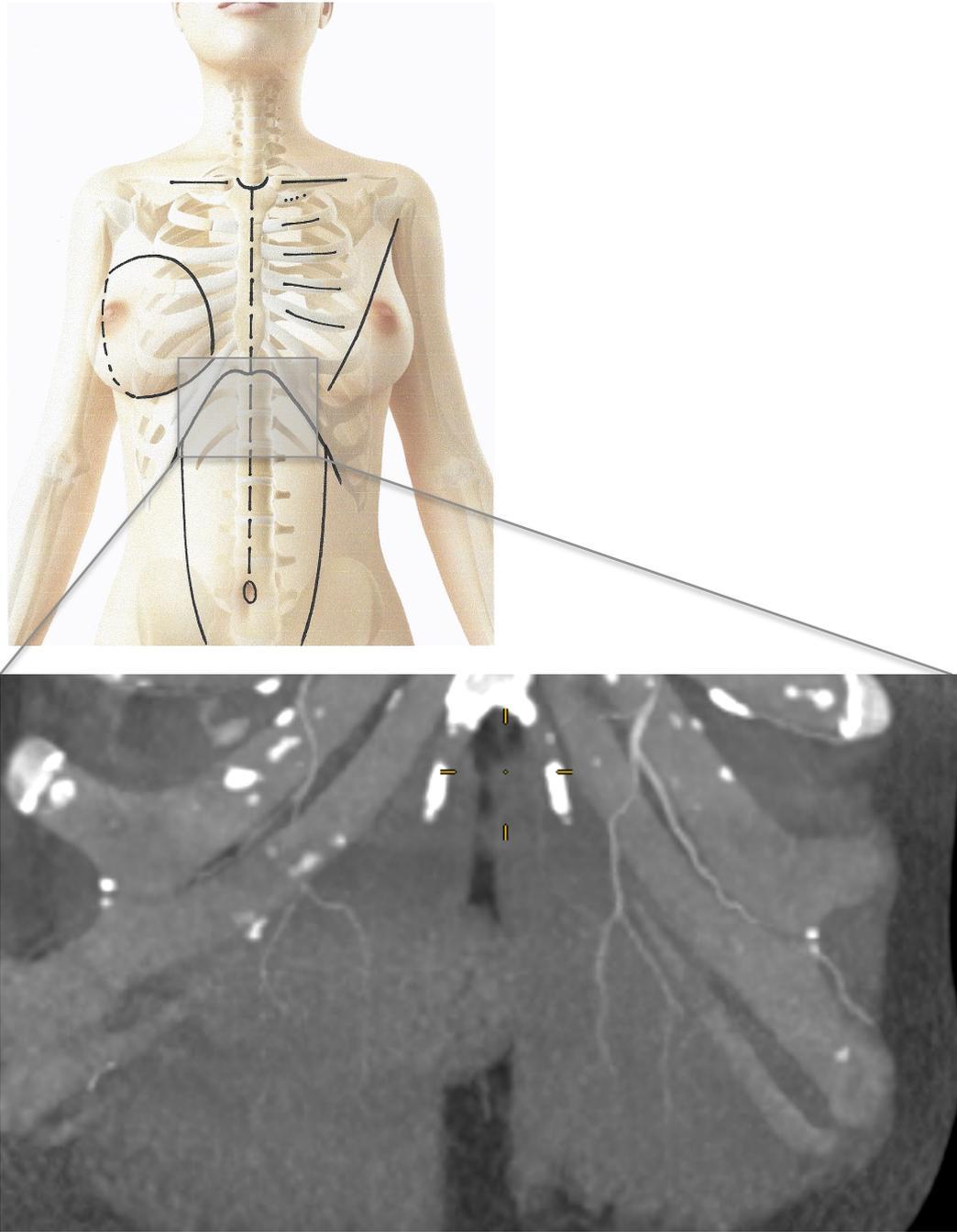


Figure 22 - Étude des branches distales du pédicule thoracique interne, notamment le pédicule épigastrique supérieur dont les perforantes permettent de lever un SEAPf.

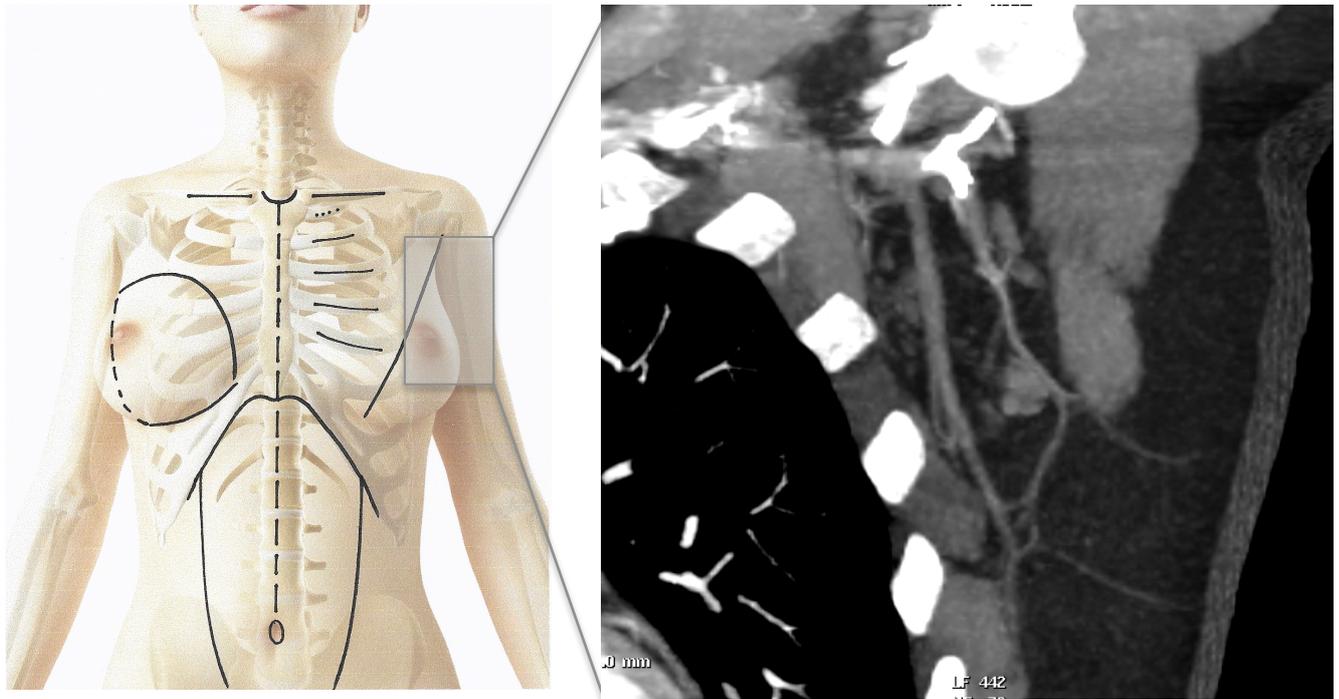


Figure 23 - Étude des branches distales du pédicule thoracique latéral permettant de lever un lambeau LTAP ou LTA.

Il est ensuite souhaitable qu'en préopératoire immédiat, en chambre la veille ou même au bloc opératoire, soit réalisé un doppler acoustique permettant de repérer le pédicule avec précision et ainsi aborder le cluster plus sereinement et dessiner un lambeau adapté et personnalisé. Le doppler bidirectionnel acoustique est un outil disponible facilement et portable. Il permet la détection d'un flux et de son sens. En revanche, il ne donne pas d'information sur le trajet d'une perforante et la corrélation entre intensité sonore et diamètre de la perforante est faible. Le doppler portable peut aussi être trop sensible et repérer des vaisseaux perforants de trop faible calibre pour être utilisables (69,70). Cet outil, couplé à l'angiotomodensitométrie préopératoire, est une aide dans la pratique quotidienne.

Au cours de l'étude anatomique, nous avons repéré des pédicules et prélevé des lambeaux après avoir dessiné leur palette selon les principes définis par Saint-Cyr qui permettent de prédire de manière fiable le territoire vasculaire d'un pédicule (71). Mais en

pratique, il n'a pas été possible de vérifier la perfusion par le pédicule de tout ou partie de la palette avant ou après sa levée. L'imagerie pourrait aussi permettre d'effacer cette limite de l'étude :

- Au laboratoire d'anatomie, il serait possible de réaliser le protocole qu'avait employé Salmon, à savoir l'injection intravasculaire d'un produit radio-opaque après dissection, permettant une étude radiographique de la vascularisation superficielle (64).
- En peropératoire, l'angiographie fluorescente est un outil simple pour mesurer la perfusion tissulaire en temps réel. Cette technique est basée sur l'injection de vert d'indocyanine qui émet une lumière dans le spectre des infrarouges et nécessite donc une caméra capable de produire une illumination infrarouge. Les avantages du vert d'indocyanine sont sa rapidité de clairance tissulaire, sa demi-vie courte de l'ordre de 4 minutes, et l'absence d'élimination rénale, permettant des injections répétées (46). L'angiographie fluorescente peut être utilisée en injectant de manière sélective une perforante (72). Le territoire perfusé, appelé perforasome, est alors délimité et utilisé comme palette.

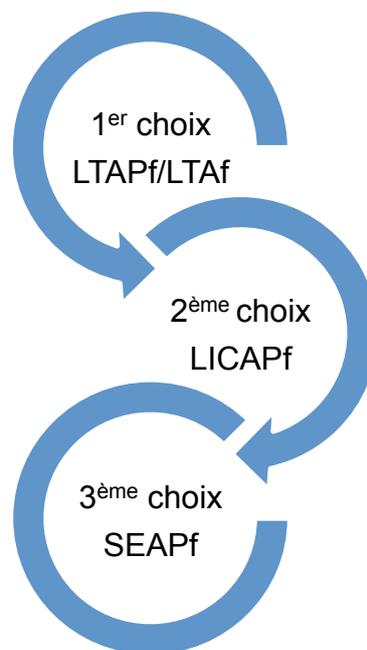
Mon travail de thèse, préparatoire à la phase d'essai clinique Mat(t)isse, avait pour but de concrétiser le planning préopératoire et opératoire d'une reconstruction mammaire Mat(t)isse.

Nous proposons le planning préopératoire et opératoire suivant :

Consultations classiques de reconstruction mammaire

Tomodensitométrie thoracoabdominopelvienne

-> Repérage des pédicules du SEAPf, LICAPf et LTAPf/LTAf.



Doppler acoustique en préopératoire immédiat

Étapes de la procédure chirurgicale Mat(t)isse (*cf partie Résultats*)

III. Suite du projet Mat(t)isse

Ce travail permet d'envisager le planning opératoire pour la mise en œuvre d'une étape clé du projet Mat(t)isse : la première étude clinique, planifiée à partir de 2021. Cependant, par cette étude et les autres travaux de recherche et développement réalisés par l'équipe, de nouvelles questions émanent et le cheminement scientifique se poursuit :

1. Évolution du projet Mat(t)isse

Optimisation de la chambre :

Notre étude utilisait la chambre Mat(t)isse standard mais d'autres designs sont en recherche pour l'optimiser.

L'équipe Mat(t)isse a mis au point une chambre implantable à double entrée et double étage pouvant recevoir deux lambeaux simultanément. L'objectif est soit d'augmenter l'apport initial en tissu adipeux vascularisé pour accélérer l'obtention du volume à reconstruire, soit de combiner deux lambeaux de plus petits volumes.

L'une des caractéristiques de la chambre standard, nécessaire mais indésirable, est son caractère rigide. Déjà son implantation, même temporaire, sur le thorax à reconstruire peut être source d'inconfort. Aussi, son implantation est plus délicate qu'une prothèse mammaire en gel de silicone dont on profite de la résilience. Ainsi, on peut implanter une prothèse mammaire en gel de silicone par voie hémipariétale inférieure seule ; entreprise impossible avec la chambre Mat(t)isse standard. Les voies de recherche portent sur le matériau utilisé et sur le design, qui peuvent chacun améliorer la résilience de la chambre.

L'une des problématiques principales de la chambre est sa biocompatibilité. Toute prothèse, résorbable ou non, temporaire ou définitive, engendre une inflammation péri-prothétique. Le corps humain réagit au corps étranger en l'« isolant ». Il peut se former

une capsule péri-prothétique, souple et physiologique, ou une coque péri-prothétique, inextensible et pathologique. Les mécanismes déterminant la survenue d'une coque ne sont pas tous clairement élucidés, ce qui en fait un sujet important de recherche. Toutes les équipes internationales travaillant sur l'ingénierie tissulaire en reconstruction mammaire s'intéressent précisément à ce sujet et au thème de biocompatibilité (73–76).

Dans le cadre de notre projet, l'un des objectifs du protocole *Biomatériaux* en cours est l'analyse anatomopathologique et immuno-histo-chimique de cette capsule péri-prothétique. D'autres protocoles Mat(t)isse en cours concernent les conséquences de la radiothérapie sur la croissance du lambeau et la survenue d'une coque péri-prothétique.

Optimisation de la croissance tissulaire :

Actuellement, le projet Mat(t)isse utilise uniquement un lambeau pédiculé au sein d'une chambre non fonctionnalisée (c'est à dire sans autre propriété que sa résistance mécanique).

Nous avons vu en introduction qu'il existait plusieurs solutions pour optimiser la croissance du tissu adipeux en augmentant sa perfusion. Certaines d'entre elles sont à l'étude pour notre projet :

- Chambre fonctionnalisée en surface.

Les possibilités sont nombreuses : facteurs de croissance tels que FGF-2, IGF-1 ou VEGF, Matrigel, fraction vasculaire stromale, pré-adipocytes, cellules souches endothéliales, ...

- Cloche aspirative externe en préopératoire et/ou post-opératoire, avec ou même sans chambre (11,12,31–33).

Par l'application d'un dispositif aspiratif externe (sur la peau) au dessus d'une chambre comprenant un lambeau, certaines équipes ont montré la majoration de la croissance tissulaire par rapport à une procédure identique sans cloche aspirative. L'équipe de Wan *et al.* a même comparé, sur modèle animal, la croissance du lambeau adipeux au sein

d'une chambre à la croissance d'un lambeau sous cloche aspirative seule, sans chambre. Ils ont démontré que la croissance était supérieure du côté de la cloche aspirative (croissance x6 pour la chambre versus croissance x15 pour la cloche aspirative à 36 semaines) (32). Leur objectif est ainsi de sursoir toute implantation de corps étranger. Tester ces solutions pour notre projet nécessite de nouvelles études précliniques, l'actualisation de la procédure chirurgicale et surtout, pour la fonctionnalisation, une étude d'innocuité carcinologique (*cf infra*).

2. Études à venir

La mise sur le marché d'un dispositif médical est régie par un règlement européen qui impose des exigences essentielles ; la première d'entre elles stipule qu'un dispositif médical doit être conçu et fabriqué de telle manière que son utilisation ne compromette pas l'état clinique ni la sécurité des patients (...). Dans le cadre du projet Mat(t)isse, comme pour tout développement thérapeutique post-oncologique, il est primordial de considérer en premier lieu les risques de récurrence imputable au dispositif et les interférences potentielles de la procédure chirurgicale et du dispositif avec les surveillances clinique et radiographique qui s'imposent. Des essais précliniques et cliniques dédiés seront indispensables.

Ce travail a trait à une nouvelle technique chirurgicale en reconstruction mammaire. Il est primordial que des évaluations post-implantation soient ensuite menées pour évaluer le score de qualité de vie à distance des patientes Mat(t)isse par rapport à celles ayant bénéficié des autres méthodes de reconstruction.

Enfin, il est important de signaler que l'ensemble de mon propos n'a traité que de la reconstruction mammaire après mastectomie totale. Nous avons ainsi travaillé sans prendre en considération les particularités que peuvent apporter d'autres indications tout à

fait envisageables : mastectomie partielle, mastectomie prophylactique ou même, en sortant du cadre carcinologique, augmentation mammaire esthétique ou réassignation sexuelle thoracique. D'autres travaux seront nécessaires afin d'axer la recherche vers ces indications et d'adapter au besoin la procédure chirurgicale.

CONCLUSION

L'objectif de mon travail de thèse était la recherche puis l'évaluation anatomique des lambeaux applicables au projet Mat(t)isse chez la femme.

Après avoir constitué un cahier des charges en définissant le lambeau Mat(t)isse idéal, nous avons étudié l'ensemble des lambeaux potentiels et retenu 4 lambeaux, inclus au travail anatomique sur 10 sujets permettant l'étude de 80 clusters anatomiques.

Au terme de ce travail, nous répondons à l'objectif en présentant trois lambeaux validés pour le projet Mat(t)isse et en proposant le planning préopératoire et opératoire. Ce travail s'avère indispensable à la suite des travaux.

Nous ne sommes encore qu'au commencement du projet Mat(t)isse mais il s'agit d'une idée innovante susceptible d'enrichir l'arsenal thérapeutique du chirurgien reconstructeur. La multiplication des équipes à l'international travaillant sur le sujet ne doit pas nous freiner car elle est au contraire une preuve supplémentaire que nous sommes sur une voie prometteuse et doit nous motiver dans la course à l'innovation.

À titre personnel, c'est ce challenge de participer à l'enrichissement de l'arsenal thérapeutique du chirurgien plasticien qui m'a plu et m'a motivé à intégrer le projet.

Notre rôle, en tant que chirurgiens plasticiens, est de savoir utiliser intelligemment un arsenal thérapeutique en perpétuelle évolution à des fins de recouvrement, comblement ou de reconstruction. Notre compétence réside en nos capacités d'adaptation et notre aptitude à percevoir une situation clinique dans sa globalité ; le but étant de proposer la technique, de la plus simple à la plus complexe, nous permettant d'obtenir le meilleur bénéfice final pour le patient.

Et lorsque les solutions sont inexistantes ou imparfaites, il faut pouvoir proposer autre chose, inventer, créer. C'est en ce sens que le projet Mat(t)isse m'a motivé. Il me tarde désormais de connaître la suite de l'histoire Mat(t)isse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2015. *CA Cancer J Clin.* 1 janv 2015;65(1):5-29.
2. BW S, CP W. World Cancer Report 2014 [Internet]. <https://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/World-Cancer-Reports/World-Cancer-Report-2014>
3. Incidence et dépistage du cancer du sein en France / 2016 [Internet]. <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Maladies-chroniques-et-traumatismes/2016/Incidence-et-depistage-du-cancer-du-sein-en-France>
4. Hequet D. Evaluation globale de la prise en charge des patientes présentant un cancer du sein opérable d'emblée : analyse médico-économique des parcours de soins, audit de qualité des soins, évaluation de la satisfaction des patientes et impact des nouvelles technologies dans les décisions thérapeutiques. [Internet]. <http://www.theses.fr/s146229>
5. 4ème rapport de l'Observatoire sociétal des cancers. [Internet]. https://www.ligue-cancer.net/article/32486_4eme-rapport-de-lobservatoire-societal-des-cancers
6. C. Bruant-Rodier, F. Bodin. Reconstruction mammaire. *EMC - Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique* 2014;9(1):1-25 [Article 45-665].
7. ANSM. Implants mammaires macrotexturés et implants mammaires à surface recouverte de polyuréthane - Retrait du marché [Internet]. <https://www.ansm.sante.fr/S-informer/Informations-de-securite-Retraits-de-lots-et-de-produits/Implants-mammaires-macrotextures-et-implants-mammaires-a-surface-recouverte-de-polyurethane-Retrait-du-marche>
8. ISAPS Global Statistics [Internet]. <https://www.isaps.org/news/isaps-global-statistics>
9. Coleman SR. Long-term survival of fat transplants: controlled demonstrations. *Aesthetic Plast Surg.* oct 1995;19(5):421-5.

10. Coleman SR, Saboeiro AP. Fat grafting to the breast revisited: safety and efficacy. *Plast Reconstr Surg.* mars 2007;119(3):775-85; discussion 786-787.
11. Khouri RK, Rigotti G, Cardoso E, Khouri RK, Biggs TM. Megavolume autologous fat transfer: part I. Theory and principles. *Plast Reconstr Surg.* mars 2014;133(3):550-7.
12. Khouri RK, Rigotti G, Cardoso E, Khouri RK, Biggs TM. Megavolume autologous fat transfer: part II. Practice and techniques. *Plast Reconstr Surg.* juin 2014;133(6):1369-77.
13. Cao Y, Vacanti JP, Paige KT, Upton J, Vacanti CA. Transplantation of chondrocytes utilizing a polymer-cell construct to produce tissue-engineered cartilage in the shape of a human ear. *Plast Reconstr Surg.* août 1997;100(2):297-302; discussion 303-304.
14. Patrick CW. Adipose tissue engineering: The future of breast and soft tissue reconstruction following tumor resection. *Semin Surg Oncol.* 1 oct 2000;19(3):302-11.
15. Patrick CW. Breast tissue engineering. *Annu Rev Biomed Eng.* 2004;6:109-30.
16. Sterodimas A, De Faria J, Correa WE, Pitanguy I. *stero.* *Ann Plast Surg.* janv 2009;62(1):97-103.
17. Campbell JJ, Watson CJ. Three-dimensional culture models of mammary gland. *Organogenesis.* 2009;5(2):43-9.
18. Harman J, Govender S, Simpson J, Benjamin B. A New Method for Partial Breast Reconstruction: 3-Year New Zealand Experience. *Plast Reconstr Surg.* janv 2019;143(1):49-52.
19. Morrison WA, Marre D, Grinsell D, Batty A, Trost N, O'Connor AJ. Creation of a Large Adipose Tissue Construct in Humans Using a Tissue-engineering Chamber: A Step Forward in the Clinical Application of Soft Tissue Engineering. *EBioMedicine.* avr 2016;6:238-45.
20. Dolderer JH, Dolderer JH, Doldere JH, Thompson EW, Slavin J, Trost N, et al. Long-term stability of adipose tissue generated from a vascularized pedicled fat flap inside a chamber. *Plast Reconstr Surg.* juin 2011;127(6):2283-92.

21. Findlay MW, Dolderer JH, Trost N, Craft RO, Cao Y, Cooper-White J, et al. Tissue-engineered breast reconstruction: bridging the gap toward large-volume tissue engineering in humans. *Plast Reconstr Surg.* déc 2011;128(6):1206-15.
22. Chhaya MP, Balmayor ER, Hutmacher DW, Schantz J-T. Transformation of Breast Reconstruction via Additive Biomanufacturing. *Sci Rep.* 15 juin 2016;6:28030.
23. Davidenko N, Campbell JJ, Thian ES, Watson CJ, Cameron RE. Collagen-hyaluronic acid scaffolds for adipose tissue engineering. *Acta Biomater.* oct 2010;6(10):3957-68.
24. Visscher LE, Cheng M, Chhaya M, Hintz ML, Schantz J-T, Tran P, et al. Breast Augmentation and Reconstruction from a Regenerative Medicine Point of View - State of the Art and Future Perspectives. *Tissue Eng Part B Rev* 2017 Jun;23(3):281-293. doi: 10.1089/ten.TEB.2016.0303
25. Yap KK, Yeoh GC, Morrison WA, Mitchell GM. The Vascularised Chamber as an In Vivo Bioreactor. *Trends Biotechnol.* 2018;36(10):1011-24.
26. Young DA, Christman KL. Injectable Biomaterials for Adipose Tissue Engineering. *Biomed Mater Bristol Engl.* avr 2012;7(2):024104.
27. Lam CXF, Hutmacher DW, Schantz J-T, Woodruff MA, Teoh SH. Evaluation of polycaprolactone scaffold degradation for 6 months in vitro and in vivo. *J Biomed Mater Res A.* 1 sept 2009;90(3):906-19.
28. Miller RA, Brady JM, Cutright DE. Degradation rates of oral resorbable implants (polylactates and polyglycolates): rate modification with changes in PLA/PGA copolymer ratios. *J Biomed Mater Res.* sept 1977;11(5):711-9.
29. Park TG. Degradation of poly(lactic-co-glycolic acid) microspheres: effect of copolymer composition. *Biomaterials.* oct 1995;16(15):1123-30.
30. Zhan W, Marre D, Mitchell GM, Morrison WA, Lim SY. Tissue Engineering by Intrinsic Vascularization in an In Vivo Tissue Engineering Chamber. *J Vis Exp JoVE.* 30

mai 2016;(111).

31. Li Y, Wu M, Zhang Z, Xia J, Wang Z, Chen X, et al. Application of External Force Regulates Migration and Differentiation of ASCs by Altering Stiffness. *Tissue Eng Part A*. 26 mars 2019;
32. Wan J, Dong Z, Lei C, Lu F. Generating an Engineered Adipose Tissue Flap Using an External Suspension Device. *Plast Reconstr Surg*. juill 2016;138(1):109-20.
33. Yuan Y, Yang S, Yi Y, Gao J, Lu F. Construction of Expanded Prefabricated Adipose Tissue Using an External Volume Expansion Device. *Plast Reconstr Surg*. mai 2017;139(5):1129-37.
34. Netter F. Atlas d'anatomie humaine. 6e édition. Elsevier Masson; 2015. 624 p.
35. Rouvière H, Delmas A. Anatomie humaine. Descriptive, topographique et fonctionnelle. Membres. 15e éd. Paris: Editions Masson; 2002. 563 p.
36. Rouvière H, Delmas A. Anatomie humaine. Descriptive, topographique et fonctionnelle. Tronc. 15e éd. Paris: Editions Masson; 2002. 752 p.
37. P Descamps JC. Les principes du traitement chirurgical initial du cancer infiltrant du sein. [Internet]. Disponible sur: http://www.cngof.asso.fr/data/CNGOF_MAJ_RPC.html
38. C. Ngô, C. Nos, A.-S. Bats, C. Bensaid, P. Capmas, C. Cornou, F. Lécuru. Chirurgie locorégionale des cancers du sein. *EMC - Techniques chirurgicales - Gynécologie* 2016;11(1):1-14 [Article 41-970].
39. Halsted WS. I. The Results of Operations for the Cure of Cancer of the Breast Performed at the Johns Hopkins Hospital from June, 1889, to January, 1894. *Ann Surg*. nov 1894;20(5):497-555.
40. Patey DH, Dyson WH. The prognosis of carcinoma of the breast in relation to the type of operation performed. *Br J Cancer*. mars 1948;2(1):7-13.
41. Madden JL, Kandalaf S, Bourque RA. Modified radical mastectomy. *Ann Surg*. mai 1972;175(5):624-34.

42. E. Raimond, A. Lipere, A. Pelissier-Komorek, M. Labrousse, N. Gavillon, O. Graesslin. Curage axillaire. EMC - Techniques chirurgicales - Gynécologie 2015;10(1):1-10 [Article 41-977].
43. Garnier JM, Hamy A, Classe JM, Laborde O, Sagot P, Lopes P, et al. A new approach to the axilla: functional axillary lymphadenectomy and padding. J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris). 1993;22(3):237-42.
44. Classe J-M, Sentilhes L, Jaffré I, Mezzadri M, Lefebvre-Lacoeuille C, Dejode M, et al. Surgery for invasive breast cancer. J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris). déc 2010;39(8 Suppl):F43-62.
45. Blondeel PN, Van Landuyt KHI, Monstrey SJM, Hamdi M, Matton GE, Allen RJ, et al. The « Gent » consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. Plast Reconstr Surg. oct 2003;112(5):1378-83; quiz 1383, 1516; discussion 1384-1387.
46. Boucher F, Mojallal A. Atlas of skin perforator arteries of trunk and limbs - guide in the realization of perforator flaps. Ann Chir Plast Esthet. déc 2013;58(6):644-9.
47. Kiricuta I. The use of the great omentum in the surgery of breast cancer. Presse Med. 5 janv 1963;71:15-7.
48. Lopez JF, Bouchet Y, Dupre A. The Kiricuta procedure in reconstructive surgical treatment of the breast. Surg Gynecol Obstet. mars 1990;170(3):209-11.
49. Vesely MJJ, Murray DJ, Novak CB, Gullane PJ, Neligan PC. The internal mammary artery perforator flap: an anatomical study and a case report. Ann Plast Surg. févr 2007;58(2):156-61.
50. Paes EC, Schellekens PPA, Hage JJ, van der Wal MBA, Bleys RLAW, Kon M. A cadaver study of the vascular territories of dominant and nondominant internal mammary artery perforators. Ann Plast Surg. juill 2011;67(1):68-72.
51. Hamdi M, Stillaert FBJL. Pedicled perforator flaps in the trunk. Clin Plast Surg. oct 2010;37(4):655-65, vii.

52. Schmidt M, Aszmann OC, Beck H, Frey M. The anatomic basis of the internal mammary artery perforator flap: a cadaver study. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. févr 2010;63(2):191-6.
53. Wong C, Saint-Cyr M, Rasko Y, Mojallal A, Bailey S, Myers S, et al. Three- and four-dimensional arterial and venous perforasomes of the internal mammary artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg*. déc 2009;124(6):1759-69.
54. Gillis JA, Prasad V, Morris SF. Three-dimensional analysis of the internal mammary artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg*. nov 2011;128(5):419e-26e.
55. Schellekens PPA, Paes EC, Hage JJ, van der Wal MBA, Bleys RLAW, Kon M. Anatomy of the vascular pedicle of the internal mammary artery perforator (IMAP) flap as applied for head and neck reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. janv 2011;64(1):53-7.
56. Schmidt M, Tinhofer I, Duscher D, Huemer GM. Perforasomes of the upper abdomen: an anatomical study. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. janv 2014;67(1):42-7.
57. Kandinata N, Van Fossen K. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Epigastric Artery. [Internet]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537156/>
58. Mah E, Rozen WM, Ashton MW, Flood S. Deep superior epigastric artery perforators: anatomical study and clinical application in sternal reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. juin 2009;123(6):1719-23.
59. Woo K-J, Pyon J-K, Lim S-Y, Mun G-H, Bang S-I, Oh K-S. Deep superior epigastric artery perforator « propeller » flap for abdominal wall reconstruction: A case report. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. juill 2010;63(7):1223-6.
60. Hamdi M, Van Landuyt K, de Frene B, Roche N, Blondeel P, Monstrey S. The versatility of the inter-costal artery perforator (ICAP) flaps. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. 2006;59(6):644-52.

61. Hamdi M, Spano A, Van Landuyt K, D'Herde K, Blondeel P, Monstrey S. The lateral intercostal artery perforators: anatomical study and clinical application in breast surgery. *Plast Reconstr Surg.* févr 2008;121(2):389-96.
62. Hamdi M, Van Landuyt K, Blondeel P, Hijjawi JB, Roche N, Monstrey S. Autologous breast augmentation with the lateral intercostal artery perforator flap in massive weight loss patients. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS.* janv 2009;62(1):65-70.
63. Kwei S, Borud LJ, Lee BT. Mastopexy with autologous augmentation after massive weight loss: the intercostal artery perforator (ICAP) flap. *Ann Plast Surg.* oct 2006;57(4):361-5.
64. Salmon M-M, Grégoire R. *Arteres de la Peau.* Vol. 4. Masson Paris; 1936.
65. Kim JT, Ng S-W, Naidu S, Kim JD, Kim YH. Lateral thoracic perforator flap: additional perforator flap option from the lateral thoracic region. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS.* déc 2011;64(12):1596-602.
66. Clavero JA, Masia J, Larrañaga J, Monill JM, Pons G, Siurana S, et al. MDCT in the preoperative planning of abdominal perforator surgery for postmastectomy breast reconstruction. *AJR Am J Roentgenol.* sept 2008;191(3):670-6.
67. Masia J, Clavero JA, Larrañaga J, Vives L, Pons G. Preoperative planning of the abdominal perforator flap with multidetector row computed tomography: 3 years of experience. *Plast Reconstr Surg.* août 2008;122(2):80e-1e.
68. Boucher F, Moutran M, Boutier R, Papillard M, Rouviere O, Braye F, et al. Preoperative computed tomographic angiography and perforator flaps: a standardization of the protocol. *Ann Chir Plast Esthet.* août 2013;58(4):290-309.
69. Giunta RE, Geisweid A, Feller AM. The value of preoperative Doppler sonography for planning free perforator flaps. *Plast Reconstr Surg.* juin 2000;105(7):2381-6.
70. Blondeel PN, Beyens G, Verhaeghe R, Van Landuyt K, Tonnard P, Monstrey SJ, et al. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps. *Br J Plast Surg.* avr

1998;51(3):202-9.

71. 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.

72. Zenn MR. Fluorescent angiography. *Clin Plast Surg*. avr 2011;38(2):293-300.

73. Bui JM, Perry T, Ren CD, Nofrey B, Teitelbaum S, Van Epps DE. Histological characterization of human breast implant capsules. *Aesthetic Plast Surg*. juin 2015;39(3):306-15.

74. Frenkiel BA, Temple-Smith P, de Kretser D, Southwick GJ. Follistatin and the Breast Implant Capsule. *Plast Reconstr Surg Glob Open* [Internet]. 1 mars 2017 [cité 28 juin 2017];5(3). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5404443/>

75. Poh PSP, Schmauss V, McGovern JA, Schmauss D, Chhaya MP, Foehr P, et al. Non-linear optical microscopy and histological analysis of collagen, elastin and lysyl oxidase expression in breast capsular contracture. *Eur J Med Res*. 4 juin 2018;23(1):30.

76. Miller KE, Hontanilla B, Cabello A, Marre D, Armendariz L, Leiva J. The effect of late infection and antibiotic treatment on capsular contracture in silicone breast implants: A rat model. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. janv 2016;69(1):70-6.

ANNEXES

Annexe A : informations théoriques sur les différents lambeaux potentiels (2 parties)

	Pédicule	Composante adipeuse majoritaire
Pédicule thoracique interne	Perforantes 1/2/3 IEC = IMAP flap vertical desepidermisé	1 oui, sous-cutané desepidermisé
	Perforantes 1/2/3 IEC = IMAP flap desepidermisé controlatéral	1 oui, sous-cutané desepidermisé
Pédicule intercostal latéral	Perforantes latérales des EIC 6/7/8	1 oui, sous-cutané desepidermisé
	Perforantes musculo-cutanées	1 oui
Pédicule thoraco-acromial - branche pectorale	Espace interpectoral	0 non
Pédicule thoracique latéral	En totalité (lambeau axial) ou branche cutanée directe (lambeau perforant)	1 oui
	Branche antérieure Décrite par Salmon	1 oui
	Branche thoraco-dorsale Perforantes MC = TDAP flap desepidermisé (ou prélèvement adipeux exclusif)	1 oui
Pédicule scapulaire inférieur	Branche circumflexe scapulaire Branche descendante = parascapular flap (ou prélèvement adipeux exclusif)	1 oui
	Branche circumflexe scapulaire Branche horizontale = scapular flap desepidermisé (ou prélèvement adipeux exclusif)	1 oui
Pédicule épigastrique supérieur	Perforantes musculo-cutanées	1 oui
	Groupements des perforantes de l'artère brachiale - face médiale du bras	1 oui, sous-cutané desepidermisé
Pédicule brachial	Groupements des perforantes de l'artère brachiale - face latérale du bras	1 oui, sous-cutané desepidermisé

Respecté lors des chirurgies tumorale et ganglionnaire recommandées	Parité et constance anatomique	Prélèvement déclubitus dorsal exclusif	Absence de séquelle du site donneur / Solution de recours	Prélèvement par voie d'abord identique aux chirurgies tumorale et ganglionnaire recommandées	Bilan / 6					
non, mastectomie totale	0	oui	1	non, car palette curanée desepidermée	0	non	0	3		
oui	1	oui	1	Voie d'abord en zone sociale	0	oui ?	1	5		
oui	1	oui	1	oui	1	oui	1	6		
non, mastectomie totale	0	oui	1	oui	1	oui	1	5		
non, ganglions de Rotter	0	oui	1	oui	1	oui	1	4		
oui/non, mastectomie totale et curage	0	oui	0	oui	1	oui	1	4		
non, curage	0	non	0	oui	1	oui	1	4		
oui	1	oui	1	non, + au moins DL	0	Pédicule du grand dorsal	0	non, prolongation postérieure saur endoscopique ?	0	3
oui	1	oui 100%	1	non, + au moins DL	0	Pédicule du grand dorsal	0	non, abord postérieur	0	3
oui	1	oui 90%	1	non, + au moins DL	0	Pédicule du grand dorsal	0	non	0	3
oui	1	oui	1	oui	1	oui	1	oui	1	6
oui	1	oui	1	oui	1	Rançon inacceptable surtout si curage	0	non	0	4
oui	1	oui	1	oui	1	Rançon inacceptable surtout si curage	0	non	0	4

Annexe B : Résultats de l'étude anatomique (5parties)

SUJET 1		SUJET 2	
AGE (ans)	52	AGE	48
POIDS (kg)	92	POIDS	82
TAILLE (cm)	157	TAILLE	152
IMC	17	IMC	17,3
POIDS MASTECTOMIE (g)	62	POIDS MASTECTOMIE	147
AIRE MAMMAIRE	125X150	AIRE MAMMAIRE	160X140
AIRE MAMMAIRE (mm2)	18136,6	AIRE MAMMAIRE	17662,5
IMAPF		DROIT	
TAILLE DE LA PALETTE (mm)	140X25	TAILLE DE LA PALETTE	170X40
AIRE DE LA PALETTE (mm2)	3500	AIRE DE LA PALETTE	6800
PEDICULE : N	N1 C+ 2IEC	PEDICULE :	N2 C+ 2 3IEC
DIAMETRE (mm)	1,2	DIAMETRE	1,4
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE (mm)	50	LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	60
POIDS DU LAMBEAU (grammes)	5	POIDS DU LAMBEAU	15
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	8,1	RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	10,2
SEAPF		DROIT	
TAILLE DE LA PALETTE	175X50	TAILLE DE LA PALETTE	200X70
AIRE DE LA PALETTE	8750	AIRE DE LA PALETTE	14000
PEDICULE :	N2 C+	PEDICULE :	N1 C+
DIAMETRE	1	DIAMETRE	1
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	100	LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150
POIDS DU LAMBEAU	10	POIDS DU LAMBEAU	38
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	16,1	RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	25,9
LICAPF		DROIT	
TAILLE DE LA PALETTE	160X45	TAILLE DE LA PALETTE	190X70
AIRE DE LA PALETTE	7200	AIRE DE LA PALETTE	13300
PEDICULE :	N1 C+ 7IEC	PEDICULE :	N3 C+ 5 6 7 EIC
DIAMETRE	1	DIAMETRE	1,5
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	110	LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	140
POIDS DU LAMBEAU	12	POIDS DU LAMBEAU	37
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	19,4	RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	25,17
LTAPF/ LTAf		DROIT	
TAILLE DE LA PALETTE	180X45	TAILLE DE LA PALETTE	240X70
AIRE DE LA PALETTE	8100	AIRE DE LA PALETTE	16800
PEDICULE :	AS + CS+	PEDICULE :	AS+ CS-
DIAMETRE	2	DIAMETRE	2,4
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150	LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	2,4
POIDS DU LAMBEAU	20	POIDS DU LAMBEAU	1,5
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	32,3	RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	1,5

SUJET 3		SUJET 4		104	
112		SUJET 4			
AGE	93	AGE		95	
POIDS	44	POIDS		52	
TAILE	155	TAILE		150	
IMC	18	IMC		23	
POIDS MASTECTOMIE	70	POIDS MASTECTOMIE		126	
AIRE MAMMAIRE	180X125	AIRE MAMMAIRE		190X130	
	18136,6			20096,0	
	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
TAILLE DE LA PALETTE	170X40		170X40		
AIRE DE LA PALETTE	6800		6800		
PEDICULE :	N1 C+ 2EIC	N2 C+ 2 3IEC	N1 C+ 2EIC	N1 C+ 1EIC	
DIAMETRE	1,2	1,3	1,2	1	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	60		40		
POIDS DU LAMBEAU	9		18		
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	12,9		14,3		
TAILLE DE LA PALETTE	180X50		200X40		
AIRE DE LA PALETTE	9000		8000		
PEDICULE :	N1 C +	N1 C - INF	N2 CS +/-	N2 CS +/-	
DIAMETRE	1,2	1	1,3	1,2	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150			150	
POIDS DU LAMBEAU	25			35	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	35,7			27,8	
TAILLE DE LA PALETTE	180X50		200X40		
AIRE DE LA PALETTE	9000		8000		
PEDICULE :	N2 CS+6 7	N3 CS+ 6 7 8	N1 CS + 7IEC	N1 CS + 8IEC	
DIAMETRE	1,1	1,5	1	1	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150			150	
POIDS DU LAMBEAU	25			42	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	35,7			33,3	
TAILLE DE LA PALETTE	230X50		220X40		
AIRE DE LA PALETTE	11500		8800		
PEDICULE :	AS+ CS+	AS+ CS+	AS+ CS +	AS+ CS +	
DIAMETRE	2	2	2,2	2	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150			150	
POIDS DU LAMBEAU	35			48	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	50			38,1	

SUJET 7		SUJET 8		SUJET 81	
AGE	78	81	81	AGE	68
POIDS	93	55	45	POIDS	45
TAILLE	150	150	157	TAILLE	157
IMC	23	23	18,3	IMC	18,3
POIDS MASTECTOMIE	126	126	34	POIDS MASTECTOMIE	34
AIRE MAMMAIRE	190X150	190X150	160X110	AIRE MAMMAIRE	160X110
	21371,6	21371,6	14306,625		14306,625
	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
TAILLE DE LA PALETTE	160X50	160X50	170X30	170X30	
AIRE DE LA PALETTE	8000	8000	5100	5100	
PEDICULE :	N3 CS+ 1 2 3EIC	N2 CS+ 1 2 EIC	N1 CS+ 2EIC	N1 CS+ 2EIC	
DIAMETRE	2	1,6	1,7	1,7	1
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	10	10	40	40	
POIDS DU LAMBEAU	8	8	8	8	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	6,3	6,3	23,5	23,5	
	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
TAILLE DE LA PALETTE	190X45	190X45	210X45	210X45	
AIRE DE LA PALETTE	8550	8550	9450	9450	
PEDICULE :	N2 CS+	N2 CS+	N1 CS+	N1 CS+	
DIAMETRE	1,8	1,7	1,4	1,7	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150	150	150	150	
POIDS DU LAMBEAU	15	15	15	15	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	11,9	11,9	44,1	44,1	
	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
TAILLE DE LA PALETTE	190X45	190X45	210X45	210X45	
AIRE DE LA PALETTE	8550	8550	9450	9450	
PEDICULE :	N1 CS+ 7IEC	N3 CS+ 6 7 8	N3 CS+ 6 6 7 EIC	N4 CS+ 66 7 8 EIC	
DIAMETRE	1	1,5	0,7	0,5	
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150	150	150	150	
POIDS DU LAMBEAU	15	15	16	16	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	11,9	11,9	47,1	47,1	
	DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE	
TAILLE DE LA PALETTE	250X45	250X45	230X45	230X45	
AIRE DE LA PALETTE	11250	11250	10350	10350	
PEDICULE :	A5+ CS+	A5+ CS-	AS+ CS+	AS+ CS+	
DIAMETRE	2	1,9	1,6	1,6	2
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150	150	150	150	
POIDS DU LAMBEAU	20	20	18	18	
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	15,9	15,9	52,9	52,9	

SUJET 9		100	SUJET 10		89
AGE		71			85
POIDS		64			65
TAILLE		155			160
IMC		26,6			25,4
POIDS MASTECTOMIE		536			172
AIRE MAMMAIRE		200X220			180X170
		34618,5			24040,6
		DROIT	GAUCHE	DROIT	GAUCHE
TAILLE DE LA PALETTE		180X40		TAILLE DE LA PALETTE	170X30
AIRE DE LA PALETTE		7200		AIRE DE LA PALETTE	5100
PEDICULE :		N2 CS+ 2 3 EIC	N1 CS+ 2EIC	PEDICULE :	N3 CS+ 1 2 3 EIC
DIAMETRE		2	1,1	DIAMETRE	1,8
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE		50		LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	50
POIDS DU LAMBEAU		60		POIDS DU LAMBEAU	29
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE		11,2		RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	16,9
TAILLE DE LA PALETTE		240X50		TAILLE DE LA PALETTE	200X50
AIRE DE LA PALETTE		12000		AIRE DE LA PALETTE	10000
PEDICULE :		N1 CS+	N1 CS+	PEDICULE :	N1 CS+
DIAMETRE		1	1,1	DIAMETRE	1,3
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE		150		LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150
POIDS DU LAMBEAU		125		POIDS DU LAMBEAU	48
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE		23,3		RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	27,9
TAILLE DE LA PALETTE		240X50		TAILLE DE LA PALETTE	200X55
AIRE DE LA PALETTE		12000		AIRE DE LA PALETTE	11000
PEDICULE :		N1 CS+ 7 EIC	N2 CS+ 6 7 EIC	PEDICULE :	N2 CS+ 6 8 EIC
DIAMETRE		0,9	1,1	DIAMETRE	1,2
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE		150		LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150
POIDS DU LAMBEAU		119		POIDS DU LAMBEAU	45
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE		22,2		RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	26,2
TAILLE DE LA PALETTE		280X50		TAILLE DE LA PALETTE	240X55
AIRE DE LA PALETTE		14000		AIRE DE LA PALETTE	13200
PEDICULE :		AS+ CS+	AS+ CS+	PEDICULE :	AS+ CS+
DIAMETRE		1,6	1,8	DIAMETRE	1,8
LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE		150		LONGUEUR EN BASE MAMMAIRE	150
POIDS DU LAMBEAU		142		POIDS DU LAMBEAU	70
RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE		26,5		RATIO POIDS DU LAMBEAU/ POIDS MASTECTOMIE	40,7

Auteur : Nom : Depoortère

Prénom : César

Soutenance : 24 mai 2019

Titre :

INGÉNIERIE TISSULAIRE EN RECONSTRUCTION MAMMAIRE AUTOLOGUE.

PROCÉDURE CHIRURGICALE MAT(T)ISSE CHEZ LA FEMME : ÉTUDE ANATOMIQUE.

Thèse - Médecine - Lille 2019

DES / Spécialité : Chirurgie générale / Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique

Mots-clés : reconstruction mammaire autologue, chambre d'ingénierie tissulaire, tissu adipeux, lambeaux perforants thoraciques.

CONTEXTE. Le cancer du sein est le cancer féminin le plus diagnostiqué dans le monde. Dans l'arsenal du chirurgien plasticien, les méthodes de reconstruction autologues sont les plus abouties mais nécessitent un site donneur pour lequel la patiente doit accepter les cicatrices et les éventuels déficits fonctionnels. Le projet Mat(t)isse utilise le concept de Chambre d'Ingénierie Tissulaire pour obtenir une méthode simple, autologue, non pourvoyeuse de séquelle, de volume suffisant, en un seul temps opératoire. L'objectif du travail était l'évaluation anatomique des lambeaux de tissu adipeux applicables au projet Mat(t)isse chez la femme.

METHODES. Un cahier des charges définissant le lambeau Mat(t)isse idéal, par des critères indispensables et préférables, a permis de screener l'ensemble des lambeaux potentiels. Quatre lambeaux ont été inclus à un travail anatomique sur 10 sujets permettant l'étude de 80 clusters anatomiques, le prélèvement de 40 lambeaux et la réalisation de 10 reconstructions mammaires Ma(t)isse. Les données recueillies comprenaient notamment des informations sur le lambeau (aire de la palette, longueur utile, ratio poids lambeau/poids mastectomie) et son pédicule (nombre, diamètre du pédicule dominant).

RESULTATS. Trois lambeaux sont validés pour le projet Mat(t)isse : le LTA(P)f, lambeau perforant ou axial basé sur l'artère thoracique latérale, le LICAPf, lambeau perforant basé sur l'une des artères intercostales latérales et le SEAPf, lambeau perforant basé sur le pédicule épigastrique supérieur. Le cluster des perforantes est défini pour chacun d'eux, la technique chirurgicale est exposée ainsi que le planning préopératoire et opératoire.

CONCLUSION. Ce travail préparatoire à la phase d'essai clinique a permis de valider trois lambeaux de tissu adipeux applicables au projet Mat(t)isse chez la femme. A terme, ce projet innovant est susceptible d'enrichir l'arsenal thérapeutique du chirurgien reconstructeur.

Présidente du jury : Madame le Professeur Véronique Duquennoy-Martinot

Assesseurs : Madame le Professeur Catherine Bruant-Rodier

Monsieur le Professeur Xavier Demondion

Madame le Docteur Clotilde Calibre

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Pierre Guerreschi