



**HAL**  
open science

# Vérification par injection de vert d'Indocyanine, de l'intégrité du réseau lymphatique du sein après pose d'implant mammaire par voie axillaire

Yannis Claudic

► **To cite this version:**

Yannis Claudic. Vérification par injection de vert d'Indocyanine, de l'intégrité du réseau lymphatique du sein après pose d'implant mammaire par voie axillaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03523160

**HAL Id: dumas-03523160**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03523160>**

Submitted on 12 Jan 2022

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

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



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

# THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE

---

## DIPLOME D'ETAT

**Année 2021**

**Thèse présentée par :**

Monsieur Yannis CLAUDIC

Né le 20/12/1991 à Ploemeur

Thèse soutenue publiquement le 22 octobre 2021

**Titre de la thèse :**

**Vérification par injection de vert d'indocyanine, de l'intégrité du réseau lymphatique du sein après pose d'implant mammaire par voie axillaire.**

**Président** Mr le Professeur Weiguo HU

**Membres du jury** Mr le Professeur Pascal ROUSSSEAU

Mr le Docteur Pierre TA



**UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DES SCIENCES DE LA SANTE DE BREST**  
**Juin 2021**

---

**Doyens honoraires**

---

FLOCH Hervé (†)  
LE MENN Gabriel (†)  
SENECAIL Bernard  
BOLES Jean-Michel  
BIZAIS Yves (†)  
DE BRAEKELEER Marc (†)  
BERTHOU Christian

**Doyenne**

---

**COCHENER-LAMARD Béatrice**

**Professeurs émérites**

---

<b>BOLES Jean-Michel</b>	Réanimation
<b>BOTBOL Michel</b>	Pédopsychiatrie
<b>CENAC Arnaud</b>	Médecine interne
<b>COLLET Michel</b>	Gynécologie obstétrique
<b>JOUQUAN Jean</b>	Médecine interne
<b>LEFEVRE Christian</b>	Anatomie
<b>LEHN Pierre</b>	Biologie cellulaire
<b>MOTTIER Dominique</b>	Thérapeutique
<b>OZIER Yves</b>	Anesthésiologie-réanimation
<b>YOUINOU Pierre</b>	Immunologie

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de Classe Exceptionnelle**

---

<b>BERTHOU Christian</b>	Hématologie
<b>BRESSOLLETTE Luc</b>	Médecine vasculaire
<b>COCHENER-LAMARD Béatrice</b>	Ophthalmologie
<b>DEWITTE Jean-Dominique</b>	Médecine et santé au travail
<b>DUBRANA Frédéric</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>FEREC Claude</b>	Génétique
<b>FOURNIER Georges</b>	Urologie
<b>GENTRIC Armelle</b>	Gériatrie et biologie du vieillissement
<b>GILARD Martine</b>	Cardiologie
<b>GOUNY Pierre</b>	Chirurgie vasculaire
<b>KERLAN Véronique</b>	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
<b>LE MEUR Yannick</b>	Néphrologie
<b>LE NEN Dominique</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>LEROYER Christophe</b>	Pneumologie
<b>MANSOURATI Jacques</b>	Cardiologie
<b>MERVIEL Philippe</b>	Gynécologie obstétrique
<b>MISERY Laurent</b>	Dermato-vénérologie
<b>NONENT Michel</b>	Radiologie et imagerie médicale

REMY-NERIS Olivier	Médecine physique et réadaptation
ROBASZKIEWICZ Michel	Gastroentérologie
SALAUN Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
SARAUX Alain	Rhumatologie
TIMSIT Serge	Neurologie
WALTER Michel	Psychiatrie d'adultes

---

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe**

---

AUBRON Cécile	Réanimation
BAIL Jean-Pierre	Chirurgie digestive
BEN SALEM Douraied	Radiologie et imagerie médicale
BERNARD-MARCORELLES Pascale	Anatomie et cytologie pathologiques
BEZON Éric	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BLONDEL Marc	Biologie cellulaire
CARRE Jean-Luc	Biochimie et biologie moléculaire
COUTURAUD Francis	Pneumologie
DELARUE Jacques	Nutrition
DEVAUCHELLE-PENSEC Valérie	Rhumatologie
DUEYMES Maryvonne	Immunologie
GIROUX-METGES Marie-Agnès	Physiologie
HU Weiguo	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
HUET Olivier	Anesthésiologie-réanimation
L'HER Erwan	Réanimation
LACUT Karine	Thérapeutique
MARIANOWSKI Rémi	Oto-rhino-laryngologie
MONTIER Tristan	Biologie cellulaire
NOUSBAUM Jean-Baptiste	Gastroentérologie
NEVEZ Gilles	Parasitologie et mycologie
PAYAN Christopher	Bactériologie-virologie
PRADIER Olivier	Cancérologie
SEIZEUR Romuald	Anatomie
STINDEL Éric	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
VALERI Antoine	Urologie

---

**Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe**

---

ABGRAL Ronan	Biophysique et médecine nucléaire
ANSART Séverine	Maladies infectieuses
BROCHARD Sylvain	Médecine physique et réadaptation
BRONSARD Guillaume	Pédopsychiatrie
CORNEC Divi	Rhumatologie
CORNEC-LE GALL Emilie	Néphrologie
GENTRIC Jean-Christophe	Radiologie et imagerie médicale
HERY-ARNAUD Geneviève	Bactériologie-virologie
IANOTTO Jean-Christophe	Hématologie
LE GAC Gérald	Génétique
LE MARECHAL Cédric	Génétique
LE ROUX Pierre-Yves	Biophysique et médecine nucléaire
LE VEN Florent	Cardiologie
LIPPERT Éric	Hématologie
THEREAUX Jérémie	Chirurgie digestive
TROADEC Marie-Bérengère	Génétique

## Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers Hors Classe

---

JAMIN Christophe	Immunologie
MOREL Frédéric	Biologie et médecine du développement et de la reproduction

## Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1<sup>ère</sup> Classe

---

BERROUIGUET Sofian	Psychiatrie d'adultes
BRENAUT Emilie	Dermato-vénéréologie
DE VRIES Philine	Chirurgie infantile
DOUET-GUILBERT Nathalie	Génétique
GUILLOU Morgane	Addictologie
HILLION Sophie	Immunologie
LE BERRE Rozenn	Maladies infectieuses
LE GAL Solène	Parasitologie et mycologie
LODDE Brice	Médecine et santé au travail
MAGRO Elsa	Neurochirurgie
MIALON Philippe	Physiologie
PERRIN Aurore	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PLEE-GAUTIER Emmanuelle	Biochimie et biologie moléculaire
QUERELLOU Solène	Biophysique et médecine nucléaire
ROBIN Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
SCHICK Ulrike	Cancérologie
TALAGAS Matthieu	Histologie, embryologie et cytogénétique
UGUEN Arnaud	Anatomie et cytologie pathologiques
VALLET Sophie	Bactériologie-virologie

## Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2<sup>ème</sup> Classe

---

ROUE Jean-Michel	Pédiatrie
SALIOU Philippe	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
TROMEUR Cécile	Pneumologie

## Professeurs des Universités de Médecine Générale

---

LE FLOC'H Bernard  
LE RESTE Jean-Yves

## Maîtres de Conférences de Médecine Générale

---

BARAIS Marie  
NABBE Patrice

## Praticiens Hospitaliers Universitaires

---

BEAURUELLE Clémence	Bactériologie virologie
BAGACEAN Cristina	Hématologie
KERFANT Nathalie	Chirurgie plastique
ROPARS Juliette	Pédiatrie
THUILLIER Philippe	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques

---

**Professeur des Universités Associé**

---

**METGES Jean-Philippe** Cancérologie

---

**Maître de Conférences des Universités Associé**

---

**GURIEC Nathalie** Nutrition

---

**Professeurs des Universités Associés de Médecine Générale**

---

**BARRAINE Pierre**  
**CHIRON Benoît**

---

**Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale**

---

**BEURTON-COURAUD Lucas**  
**DERRIENNIC Jérémy**  
**VIALA Jeanlin**

---

**Professeur des Universités**

---

**BORDRON Anne** Biologie cellulaire

---

**Maîtres de Conférences des Universités**

---

<b>BERNARD Delphine</b>	Biochimie et biologie moléculaire
<b>BOUSSE Alexandre</b>	Génie informatique, automatique et traitement du signal
<b>DANY Antoine</b>	Epidémiologie et santé publique
<b>LE CORNEC Anne-Hélène</b>	Psychologie
<b>LANCIEN Frédéric</b>	Physiologie
<b>LE CORRE Rozenn</b>	Biologie cellulaire
<b>MIGNEN Olivier</b>	Physiologie
<b>MORIN Vincent</b>	Electronique et informatique

---

**Maîtres de Conférences des Universités Contractuels LRU**

---

**GHIS MALFILATRE Marie** Sociologie démographie  
**MERCADIE Lolita** Psychologie

---

**Attachée Temporaire d'Enseignement et de Recherche**

---

**GHANEM Rosy** Biochimie et biologie moléculaire

---

**Professeurs Certifiés / Agrégés du second degré**

---

**MONOT Alain** Français  
**RIOU Morgan** Anglais

---

**Professeurs Agrégés du Val-de-Grâce (Ministère des Armées)**

---

**DULOU Renaud** Neurochirurgie

**Maîtres de Stages Universitaires - Référents (Ministère des Armées)**

---

**LE COAT** Anne  
**SCELLOS** Olivia

Médecine Générale / Urgence  
Médecine Générale



## **REMERCIEMENTS**

### **Pr HU :**

Merci Pr HU pour la richesse de votre enseignement. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée en m'intégrant dans votre service. Vous êtes pour moi l'incarnation de l'élégance chirurgicale et votre maîtrise de la micro-chirurgie est connue et respectée d'entre tous. Vous savoir juge de ce travail est pour moi un grand honneur.

### **Pr Rousseau :**

Merci Pascal pour ce semestre passé à tes côtés. Je te remercie également pour toute la bienveillance dont tu as fait preuve à mon égard. Ta gentillesse, ta pédagogie et tes compétences chirurgicales participent au rayonnement de ton service. Merci d'avoir accepté d'être membre du jury de ce travail. Je suis fier et heureux de te compter parmi nous en ce jour.

### **Pierre Ta :**

Merci Pierre pour toutes ces années passées à tes côtés. Merci pour ton implication sur ce sujet de thèse. Ta précision, ton méthodisme et ton exigence sont pour moi de véritables sources d'inspiration. Merci d'être présent en tant que membre du jury. Je te souhaite le meilleur pour tes projets futurs.

### **Marion :**

Merci à toi Marion. J'ai commencé mon internat avec une co-interne et très vite j'y ai découvert une amie. Merci pour ta gentillesse et ton soutien, surtout dans les moments difficiles. Tu es une très belle personne et je sais que tu seras une formidable chirurgienne. Je suis heureux de savoir que nos exactions en salle blanche sont loin d'être terminées.

**Anne-Sophie :**

Merci Anne-So pour ta gentillesse, ton sourire permanent et ta bienveillance. Tu es appréciée autant par les équipes avec lesquelles tu travailles que par tes patients. Tu es une excellente chirurgienne et une personne en or. Merci pour ces années passées à tes cotées dans le service.

**Nathalie :**

Merci Nathalie pour ton aide et ton implication dans l'élaboration de ce travail. Merci pour toute la pédagogie, la gentillesse et l'affection dont tu as preuve à mon égard. Je te souhaite le meilleur pour l'avenir. Qu'il soit professionnel ou personnel, je sais qu'il sera radieux.

**Manon :**

Merci « Manion » pour ta confiance, ta gentillesse, ton sourire et ta disponibilité. Tu sais mettre en confiance tes patients et tes internes. C'est toujours un véritable bonheur de travailler à tes côtés.

**Anne :**

Merci Anne pour la qualité de ton enseignement et ta pédagogie. Merci pour le temps que tu m'as accordé dans la préparation de mon examen. C'est toujours un plaisir de discuter alpinisme et littérature avec toi entre deux blocs.

**Alexandra :**

Merci Alexandra pour ta rigueur, ta patience et ta disponibilité. Tu es toujours présente pour nous aider et merci pour la confiance que tu m'accordes. Je te souhaite le meilleur pour tous tes projets.

**Jocelyne et Delphine :**

Merci à nos « mamans » de substitutions. Nous mesurons la chance que nous avons de vous avoir à nos côtés. Vous êtes bien souvent les premières interlocutrices de nos patients, de ce fait, vous participez par votre sourire et votre organisation irréprochable à la réputation de notre service.

### **Carole :**

Merci Carole pour ton implication dans nos longues consultations de pansements. Tu sais mettre avec brio tes compétences et ton efficacité au service de nos patients. Merci aussi pour ces délicieuses recettes que tu nous fais partager.

### **Mes co-internes :**

Merci à tous ceux avec qui j'ai pu partager un bout de ce long chemin. Impossible de tous vous nommer mais sachez que je garde une affection particulière pour ceux avec qui j'ai eu la chance de travailler. Camille « Mocky », Kévin « Kéké », Maxence « Sonia », Pierre, François « le déviant », Alexander, Charlotte, Jennifer, Chan, Damien « La broche », Baptiste « Montbar », Caro « La ménestrel », Quentin « Papet », Arthur « Le gendre », Jean-loup « Danlou » (le meilleur arrière central de toute l'histoire du Vélodrome) et tant d'autres... Merci !

### **Pr Le Nen :**

Merci Pr Le Nen pour votre enseignement. Merci également pour votre aide à la préparation de notre examen de chirurgie de la main. Vous avez su nous transmettre votre passion pour la chirurgie de la main, mais également pour celle de la chirurgie humanitaire. Merci aussi de nous avoir fait connaître le génie de Léonard de Vinci.

### **A toutes l'équipe paramédicale du service de chirurgie plastique, d'orthopédie et de traumatologie :**

Merci à toute l'équipe paramédicale, infirmières et aides-soignantes qui œuvrent chaque jour dans les services de chirurgie plastique, d'orthopédie et de traumatologie. Votre professionnalisme, votre bienveillance pour les patients et votre patience envers nous font mon admiration. Si notre service a une si belle réputation c'est aussi grâce à vous et à vos soins.

### **Rémi :**

Merci à toi Rémi pour ta bienveillance à mon égard et cela dès mon arrivée au CHU. Merci pour avoir pris le temps autour d'un café de m'apprendre à faire plus attention à moi. J'ai adoré travailler à tes côtés et je suis heureux de savoir que notre collaboration va perdurer. Surtout merci de m'avoir initié au langage des signes !

### **Equipe de chirurgie orthopédique :**

Merci à tous les chefs de chirurgie orthopédique. Nico : pour ta délicatesse lors des matches de soccer. Julien : pour tes répliques cultes et m'avoir fait découvrir ta passion pour Michel Sardou (« Afrique adieu, mon bel Africain »). Antoine : pour ton sourire et ton calme, même au milieu de la nuit. Sauron : pour ta rigueur chirurgicale et tes discours d'avant-match. François : pour tes blagues et ton soutien dans les moments difficiles. Arthur : pour m'avoir accordé ta confiance lors de nos nombreuses interventions.

### **Equipe du bloc opératoire « ortho-plastique » :**

Merci aux IBODE et IADE pour leurs compétences, leur bienveillance et gentillesse. Travailler avec vous est un véritable plaisir.

### **Equipe de chirurgie orthopédique de l'hôpital des armées :**

Merci au Dr Christophe Andro, Dr Cécile Baynat et Dr Arnaud Perchoc pour ce semestre passé à l'hôpital des armées, j'y ai énormément appris. J'espère vous revoir très vite et pourquoi pas en OPEX !

### **Equipe de chirurgie orthopédique de l'hôpital de Morlaix :**

Merci à toute l'équipe de chirurgie orthopédique, Anthony et Anne-Sophie, les Dr Contios et Lacroix. Je n'aurais pas pu rêver meilleur stage pour débiter mon internat de chirurgie.

### **Equipe de chirurgie plastique d'Angers :**

Merci à Clément, Marie, Hélène, Alison et à toute l'équipe paramédicale pour ce merveilleux stage passé dans votre belle ville. Ces 6 mois dans votre service ont été parmi les meilleurs de mon internat. Je vous souhaite le meilleur et espère bientôt vous revoir.

### **Rachel :**

A toi, mon épouse. Ce long parcours n'aurait pas été possible sans ton soutien indéfectible. Merci pour ta patience, ton aide et ton attention. Merci de tout l'amour que tu me portes à moi et à notre petite Adèle. Tu es une femme et une mère extraordinaire. Je t'aime.

### **Mes parents :**

Merci à mes parents pour leur amour et leur soutien depuis toutes ces années. Vous avez été les premiers à croire en moi et à m'apprendre à ne jamais lâcher. Je vous dois tant. J'espère vous rendre un peu plus fier chaque jour. Je vous aime.

### **Gilles :**

Merci à toi Gillou, pour tout ton soutien, ton écoute attentive et pour enflammer les débats lors de nos repas de famille. Sans oublier bien sûr l'enseignement de tes deux valeurs préférées : l'ordre et la rigueur. Merci pour ces années passées à nos côtés.

### **Mes grands-parents :**

Merci à vous Papy et Mamie pour votre amour et tout votre affection. Je vous admire pour tout ce que vous avez accompli. Vous rendre fier a été mon moteur durant ces longues années d'études.

### **Marraine :**

Merci à toi marraine pour ta chaleur humaine, ton sens de l'écoute et pour ta compréhension. J'admire ton courage, ta ténacité et ta bienveillance constante.

### **Parrain :**

Merci parrain pour tout ton soutien. Tu es un véritable amoureux de la nature et de l'aventure. Que ce soit les narcotrafiquants sud-américain, la faune amazonienne ou encore les périple en gravel, absolument rien ne te fait peur. Jeremiah Johnson a trouvé son digne successeur.

### **Famille Thierry :**

Merci à toute la famille Thierry pour leur gentillesse, leur soutien et leur affection. Les repas de famille ne sont jamais tristes avec des tribuns comme vous.

Marie-Hélène et Dominique, sans vous tout cela n'aurait pas pu être possible, je vous serais éternellement reconnaissant pour votre accueil et votre aide. Cette thèse est finalement un peu la vôtre.

### **Gaby et Gilbert :**

Merci à vous Gaby et Gilbert pour tout ce que vous nous avez apporté depuis toutes ces années. J'admire votre dynamisme et tout le travail que vous avez accompli.

### **Ma belle-famille :**

Merci à ma belle famille : Michelle, Isabelle, Matthieu, Marielle, Cédric et mes adorables neveu et nièces pour m'avoir adopté au sein de votre famille. Vous avez été un soutien constant pour moi à travers ces années d'études. Merci pour votre gentillesse et votre bienveillance.

François, pas un jour ne passe sans que l'on pense à toi. Je sais que de là où tu es tu veilles sur nous et sur Adèle. Merci pour ces longues discussions que nous avons eues et ces fous rires que seul toi savais nous offrir. Tu nous manques.

### **Mes amis :**

Merci à vous les boyz du C13 : Pierre-Louis « Peloux », Paul-Alexandre « GTM », Alex « Phuoc », Pol-Emile « Pharel », Paul « Popol », Kévin « Jimmy », Tristan « La menace », Bastien « Babas », Arthur « Tuteur », Pierre « Boubou », Benjamin « BenJ », Morgan « Momo », Clément « Clem », Vincent « Vince » et Adil « Nardine ». Grâce à vous je sais qu'on peut naître fils unique tout en ayant des frères. Je n'ai pas toujours pu être aussi présent que je l'aurais souhaité mais je sais que vous m'avez toujours compris et soutenu. Merci pour toutes ces belles années, qu'elles ne s'arrêtent jamais.

**A Pierre et Margaux :**

Merci « papa Boiss » et Margaux d'être nos amis et surtout d'être un super tonton et une super marraine pour notre Adèle. Vous êtes la définition même des amis qui deviennent la famille. J'espère que l'avenir nous réserve encore de belles choses à partager.

**A Alice et Alix :**

Merci pour votre aide et l'investissement que vous avez apportées dans ce projet. Bienvenue dans l'aventure de l'externat, j'espère que vous atteindrez vos objectifs. Prenez bien soin de vous et à très bientôt dans les couloirs de l'hôpital.

**A tous ceux qui fait don de leur corps à la science :**

Merci à vous pour votre don. Nous vous devons la qualité de notre formation. Sans vous cette thèse n'aurait pas été possible.

Enfin, merci à tous ceux que je n'ai pas cité. Je ne vous oublie pas.

**Vérification par injection de vert d'indocyanine, de l'intégrité  
du réseau lymphatique du sein après pose d'implant  
mammaire par voie axillaire.**

<b><u>INTRODUCTION .....</u></b>	<b><u>16</u></b>
<b><u>MATERIEL ET METHODE.....</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>RESULTATS .....</u></b>	<b><u>26</u></b>
<b><u>DISCUSSION.....</u></b>	<b><u>31</u></b>
<b><u>CONCLUSION .....</u></b>	<b><u>38</u></b>



## Introduction

La glande mammaire est un organe richement vascularisé, autant sur le plan artériovoineux que sur celui de la circulation lymphatique. Le sein contient de nombreux vaisseaux lymphatiques qui sont une partie intégrante du système immunitaire. Le système lymphatique mammaire est constitué d'un large plexus sous-aréolaire recevant de façon centripète les nombreux canaux lymphatiques de la glande. A partir de ce plexus, plusieurs vaisseaux lymphatiques « principaux » de plus grand diamètre vont assurer un drainage vers les lympho-noeuds de drainage (1) : axillaire, thoracique interne, sus et infra-claviculaire. Certains canaux lymphatiques, considérés comme « accessoires » participent à un drainage secondaire vers les lympho-noeuds thoraciques, le drainage principal du sein est la zone axillaire.

Le système lymphatique du sein est d'exploration difficile. Sappey fut le premier à s'intéresser à sa description au cours du 19<sup>ème</sup> siècle, en utilisant le carminate d'ammoniaque, substance lymphophile pour cartographier la distribution de ce compartiment vasculaire (2). De nombreux anatomistes ont prolongé son travail en y apportant de nouvelles méthodes d'explorations(2-4).

La visualisation du système lymphatique du sein est aujourd'hui réalisée par méthode colorimétrique en utilisant le bleu patent ou bleu d'Evans, ou encore par lymphoscintigraphie en utilisant le technétium, un isotope radiomarqué.

Toutefois, depuis plusieurs années de nouvelles méthodes dont le vert d'indocyanine (5) font l'objet de travaux de recherche.

Utilisé depuis de nombreuses années par les ophtalmologues pour l'exploration et la sémiologie rétinienne, le vert d'indocyanine (ICG) est un fluorophore émettant après son excitation par un certain niveau d'énergie (matérialisé par une longueur d'onde) des ondes lumineuses détectables par caméra infra-rouge (6). D'élimination biliaire après passage hépatique, le vert d'indocyanine bénéficie d'une grande solubilité dans l'eau et d'une forte fixation aux protéines plasmatiques.

Sur le plan de la tolérance, le vert d'indocyanine est une molécule sûre. Au cours de son usage en ophtalmologie, les effets indésirables sont rares et transitoires. Ainsi les

données de pharmacovigilance rapportent de façon peu fréquente des nausées et d'exceptionnels chocs anaphylactiques (7).

Habituellement restreint au domaine de l'ophtalmologie, son usage s'étend peu à peu à d'autres spécialités et notamment aux domaines de la chirurgie sénologique et de la chirurgie plastique. Son poids moléculaire lui permet de se maintenir dans le secteur dans lequel il est injecté (8).

De ce fait, de nombreuses équipes s'intéressent à son usage pour l'exploration sur réseau lymphatique mammaire et la détection du ganglion sentinelle. En réalisant une injection per-opératoire en sous-cutanée, le vert d'indocyanine va se fixer aux protéines extravasculaires, puis être absorbé par les vaisseaux lymphatiques. Sa diffusion va permettre la cartographie du réseau et par conséquent la localisation des lympho-noeuds de drainage. Cette technique permettrait d'obtenir une localisation du ganglion en quelques minutes à moindre coût, avec une organisation structurelle plus légère et sans irradiation du patient (9-12).

Ainsi, l'ICG permet de mettre en évidence le réseau lymphatique mammaire dans le cadre du cancer du sein mais également dans celui de la chirurgie d'augmentation mammaire prothétique.

La chirurgie d'augmentation mammaire par prothèses est l'intervention de chirurgie esthétique la plus pratiquée dans le monde. Selon l'International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS), chaque année entre 1 500 000 et 2 000 000 augmentations mammaires sont réalisées à travers le monde, dont près de 50 000 en France. Les chiffres montrent jusqu'à il y a peu, une augmentation de plus de 20% sur les cinq dernières années (14). On estime qu'environ 500 000 femmes en France portent des implants mammaires (15).

Depuis les premières poses de prothèses mammaires aux Etats-Unis les techniques de mise en place et d'introduction ont bénéficié de nombreuses évolutions et raffinements techniques. Classiquement, trois voies d'abord sont utilisées : La voie sous-mammaire, la voie hémi-aréolaire inférieure et la voie axillaire.

La voie sous-mammaire, décrite par Jenny en 1972, permet l'abord de la glande mammaire à travers le sillon sous-mammaire et permet une bonne introduction de la prothèse. En contrepartie, il est nécessaire d'être attentif sur le positionnement de

l'incision en anticipant la future projection mammaire. Une incision trop haute risque de se situer en regard du segment trois et serait par conséquent plus visible.

La voie d'abord hémi-aréolaire inférieure consiste à réaliser une incision hémi-circulaire à la partie inférieure de la plaque aréolo-mamelonnaire (PAM). Par soucis de discrétion, de nombreux auteurs préconisent une incision à la limite de la PAM. Cette voie d'abord implique une dissection trans-glandulaire pour constituer la loge prothétique. Mais elle comporte une majoration du risque septique ainsi qu'un risque fonctionnel par perturbation de la sensibilité aréolaire (16).

La voie axillaire a été décrite par Herbert Hoehler en 1973 (17). Elle permet par une incision située dans le creux axillaire, la constitution de la loge et l'introduction de la prothèse. Son principal avantage réside dans la possibilité de masquer la cicatrice en la positionnant dans les plis cutanés du creux axillaire. De plus, le positionnement de la prothèse en situation rétro-fasciale préserve la glande mammaire, et ainsi limite les risques hémorragiques (18).

Néanmoins, la technique souffre de certaines limites. Techniquement difficile, l'incision réalisée à distance de la loge en limite l'exposition, et rend ainsi plus difficile le contrôle de l'hémostase. Sur le plan septique, la traversée de l'espace axillaire augmenterait les risques de contamination bactérienne par la flore saprophyte des glandes sudoripares (16).

Enfin, l'une des critiques faites à cette technique est la crainte de léser la circulation lymphatique axillaire. La conséquence directe serait de perturber la détection du ganglion sentinelle dans le cadre de la prise en charge du cancer du sein.

En effet, parmi la population de femmes qui va bénéficier d'une augmentation mammaire, un nombre conséquent d'entre elles vont contracter un cancer du sein. Dans la population générale, on estime qu'une femme sur huit développera une néoplasie mammaire au cours de sa vie (21).

Chaque année, c'est près de 60 000 femmes qui vont se voir diagnostiquer un cancer du sein. Il occupe la première place des cancers féminins et son incidence augmente chaque année (augmentation de 1% en moyenne chaque année) (19).

Au cours de leur prise en charge, certaines patientes vont pouvoir bénéficier de la détection du ganglion sentinelle (20). Le principe technique consiste à réaliser un prélèvement chirurgical du premier relai ganglionnaire de drainage, puis une analyse précise de son statut d'envahissement. L'acceptabilité de cette méthode repose sur le postulat que si le premier relai ganglionnaire est indemne de toute invasion métastatique, alors l'ensemble de la chaîne de drainage l'est également.

Le but de ce travail consiste à vérifier par l'utilisation du vert d'indocyanine, si l'intégrité du réseau lymphatique du sein est préservée après la pose d'implant mammaire par voie axillaire.

## Matériel et méthode

Nous avons réalisé au laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Brest, une étude anatomique observationnelle portant sur la diffusion du vert d'indocyanine après son injection au niveau aréolaire. Après réalisation d'une augmentation mammaire rétro-fasciale par voie axillaire, nous avons recherché une perturbation de sa répartition cutanée ou sa présence anormale au niveau : de la voie d'abord, de la loge prothétique ou au contact de la prothèse.

Des sujets cadavériques féminin et masculin étaient utilisés pour notre étude, frais ou décongelés.

Pour l'excitation et la détection du fluorophore, nous avons utilisé une caméra infra-rouge Fluobeam® du laboratoire Fluoptics. Le spectre d'excitation par la caméra était de 750 nm, tandis que le spectre d'émission était de 800 nm (Figure 1).



**Figure 1 : Caméra Fluobeam®**

Sur une table de dissection, en décubitus dorsal strict, on réalisait ensuite une injection sous-cutanée de 25 mg de vert d'indocyanine dilué dans une ampoule de 10 ml d'un solvant constitué de solution glucosé à 5% (Infracyanine), à 2 cm du mamelon et en 4 points à 12h, 3h, 6h et 9h (Figures 2 et 3).



Figure 2 : Injection sous-cutanée

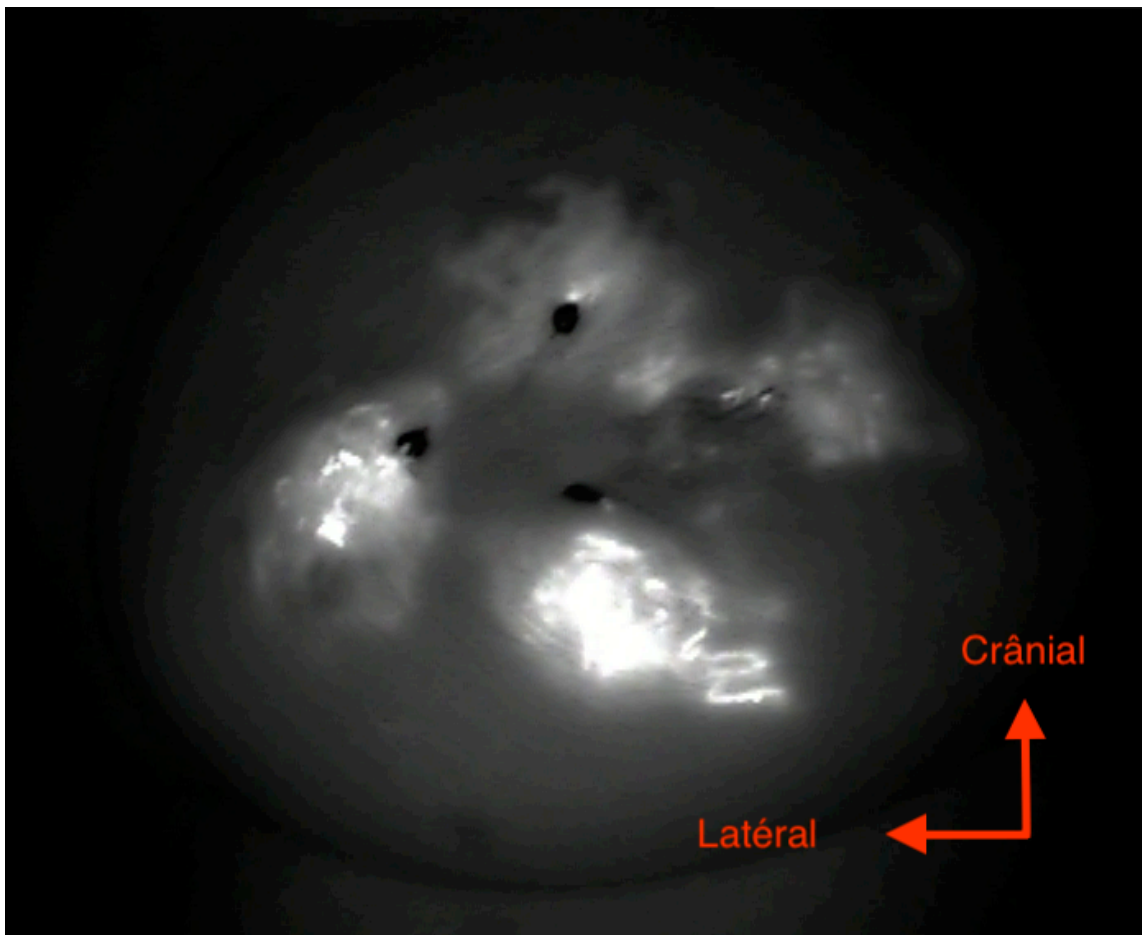


Figure 3 : Injection sous-cutanée aréolaire, vision infrarouge après excitation par caméra (Sujet 4, sein droit)

Après l'injection du vert d'indocyanine, nous avons respecté un temps de diffusion passive de 10 minutes, puis nous avons effectué un massage doux de la zone d'injection durant 5 minutes.

Ce massage était réalisé après changement de gants afin de limiter le risque de contamination de la zone par du vert d'indocyanine qui se serait déposé sur les gants lors de l'injection. Le massage devait être réalisé de façon continue et dans le sens horaire. La main de l'opérateur ne devait jamais décoller la zone d'injection. L'ensemble de la manipulation était filmé par la caméra infrarouge.

A l'issue de cette période de diffusion passive et active, nous procédions à une analyse de la répartition spatiale du colorant. Nous considérions que la mise en évidence d'un vaisseau lymphatique correspondait à une diffusion longiligne du fluorophore à partir du site d'injection. Chaque vaisseau retrouvé avait été comptabilisé et cartographié en sectorisant le sein en quatre quadrants par deux droites perpendiculaires passant par le mamelon.

En l'absence de visualisation de ce type d'image, nous avons considéré le résultat comme étant un échec de manipulation, entraînant l'exclusion du sujet.

En présence de vaisseaux lymphatiques clairement individualisable (Figure 4), nous procédions à une augmentation mammaire par voie axillaire. La voie d'abord cutanée s'établissait par une incision verticale de 3 à 4 cm, située en arrière du sillon du muscle grand pectoral et au sommet du creux axillaire, en avant de la zone pileuse (Figure 5).

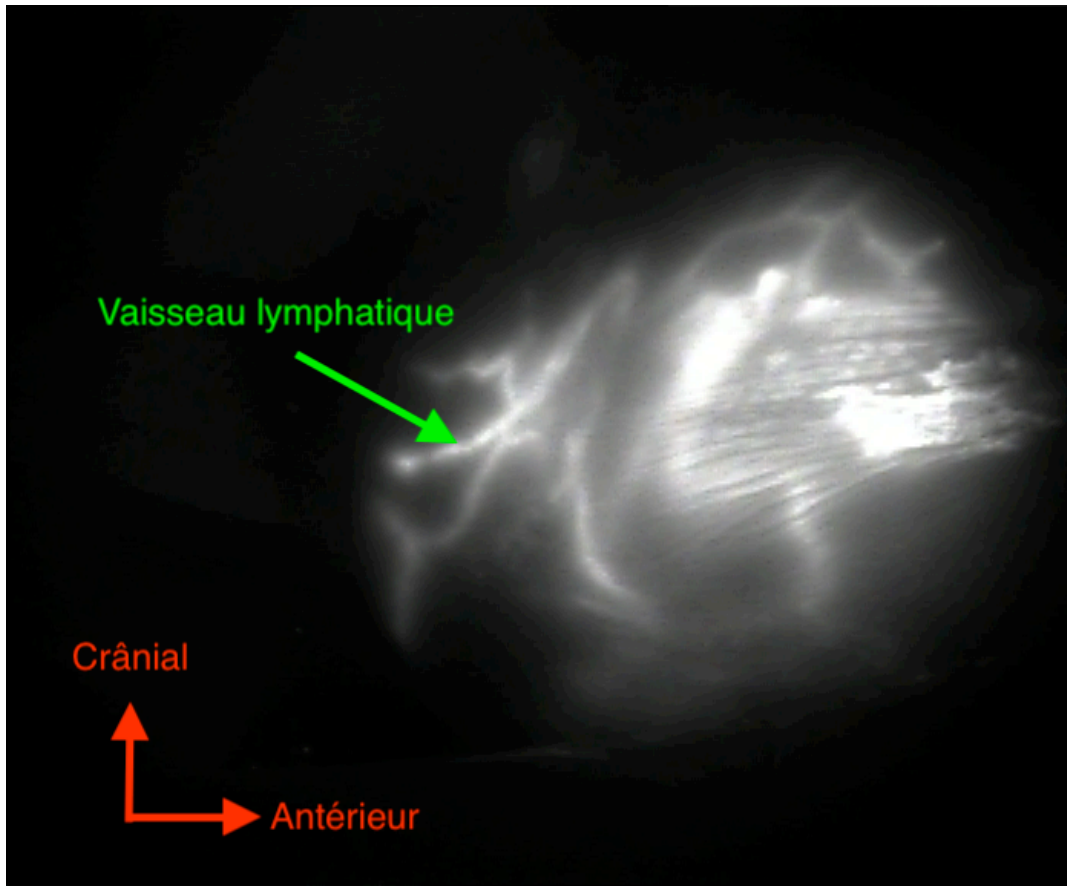


Figure 4 : Vaisseaux lymphatiques (Sujet 2, sein droit)

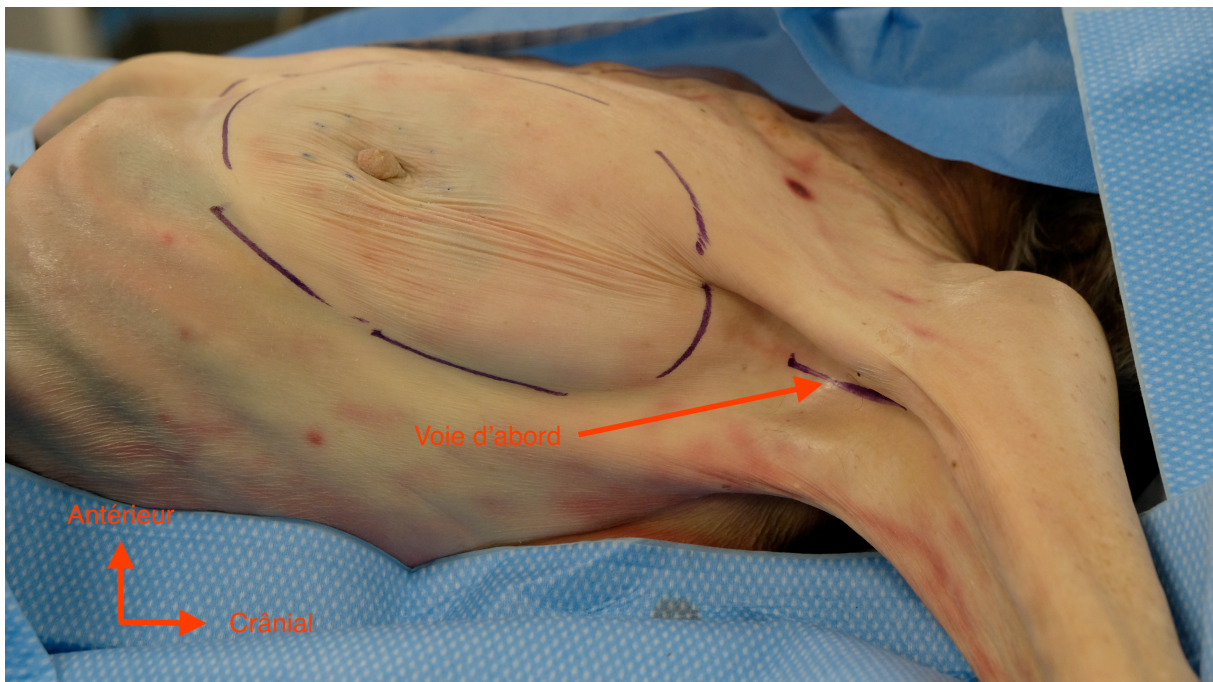


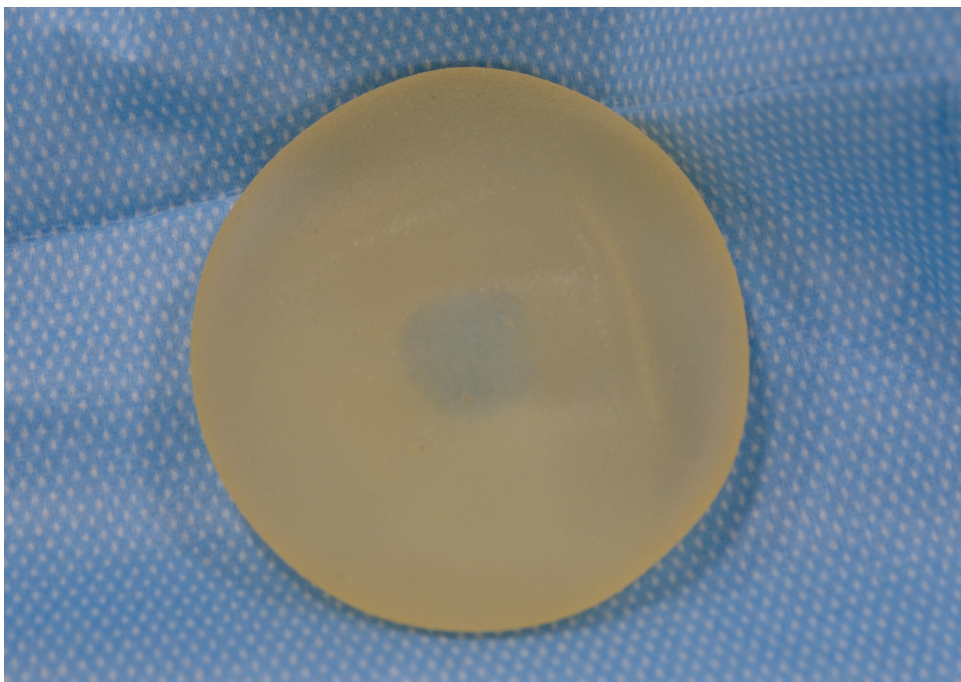
Figure 5 : Dessins et voie d'abord (Sujet 5, sein gauche)



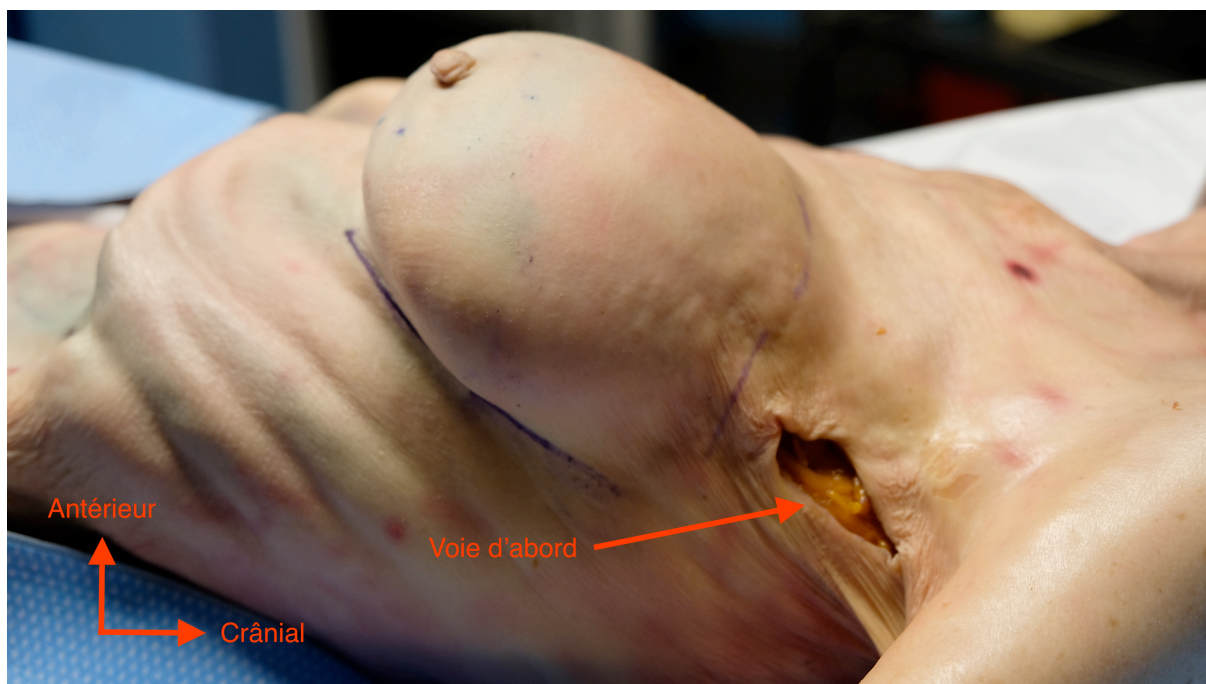
L'incision ne concernait que le plan cutané, puis la dissection était entreprise à travers le plan hypodermique jusqu'au bord latéral du muscle grand pectoral.

Après avoir repéré le muscle, on réalisait une incision du fascia pectoral de façon parallèle au bord de ce dernier. L'opérateur peut alors poursuivre la dissection au doigt de façon atraumatique en longeant le plan pré-pectoral et rétro-fascial (22).

Après la dissection de la loge, nous mettions en place une prothèse ronde de 260 ml de volume (laboratoire SEBBIN) (Figures 6 et 7).



**Figure 6 : Prothèse mammaire de 260 ml**



**Figure 7 : Prothèse en place (Sujet 5, sein gauche)**

Nous réalisons une nouvelle prise de vue du réseau lymphatique. Dans un premier temps, nous recherchons une modification de la répartition purement cutanée du colorant, puis, nous recherchons la présence de vert d'indocyanine à travers la fenêtre cutanée de la voie d'abord. Enfin, nous procédions au retrait de la prothèse de sa loge, et réalisons une nouvelle analyse cherchant la présence ou non de vert d'indocyanine au contact de la prothèse et au sein de la loge prothétique.

Nous réalisons donc à l'issue de l'augmentation mammaire, quatre temps d'analyse du vert d'indocyanine :

- Cutanée pure,
- Au travers de la voie d'abord,
- Au contact de la prothèse,
- Au sein de la loge prothétique

Une modification de la distribution du colorant, ou sa présence au sein de la loge, de la voie d'abord ou au contact de la prothèse, signifie un traumatisme du réseau lymphatique.

Dans le cas contraire, cela correspond à une préservation du réseau lymphatique.

## Résultats

Notre travail a porté sur 11 sujets anatomiques, dont 9 femmes et 2 hommes, permettant de réaliser 22 injections. Avec mise en évidence de 15 réseaux lymphatiques et 7 exclusions par absence de mise en évidence du réseau lymphatique (Figure 8).

Nous avons regroupé nos résultats en 2 catégories (Table 1) :

- absence de lésion du réseau lymphatique : correspondant aux situations au cours desquelles nous retrouvons une absence de vert d'indocyanine ou de modification de sa répartition spatiale au cours des différents temps d'analyses
- lésion du réseau lymphatique : lorsque nous retrouvons une modification de la répartition du colorant ou encore sa présence anormale lors des autres temps d'analyse.

A l'issu de notre travail, nous retrouvons sur les 15 augmentations mammaire (Table 2) :

- 12 préservations du réseau lymphatique : 12/15 (80%).
- 3 lésions du réseau lymphatique : 3/15 (20%) avec :
  - La présence de vert d'indocyanine sur la voie d'abord dans 3 cas (Figure 9)
  - Aucun cas de présence de vert d'indocyanine sur la prothèse
  - Aucun cas de modification de la répartition spatiale du colorant
  - Aucun cas de visualisation de vert d'indocyanine dans la loge prothétique

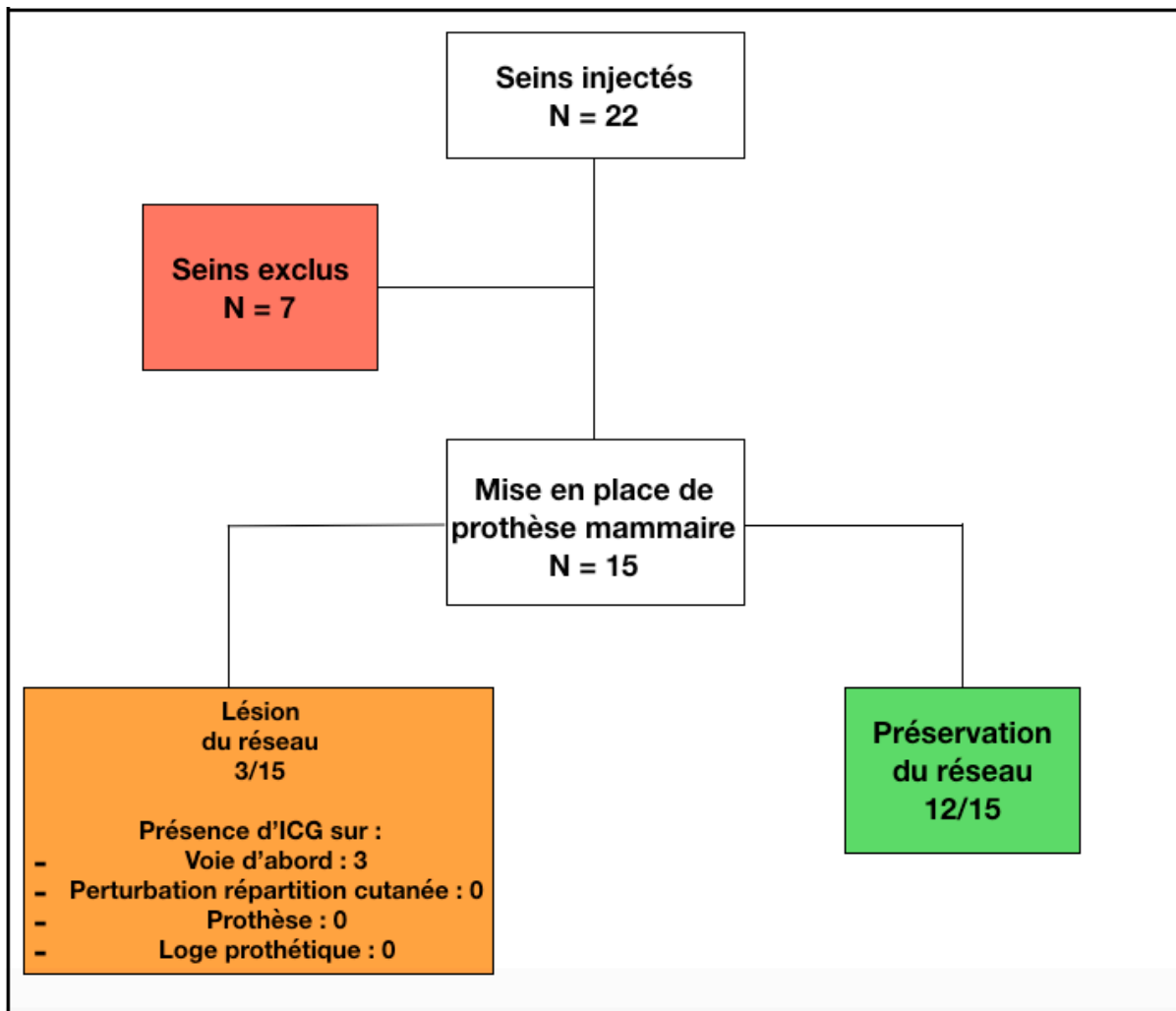


Table 1 : Distributions des sujets anatomiques

## Manipulations anatomiques

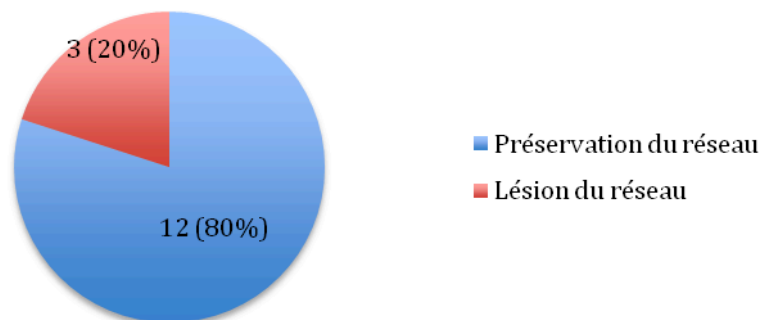


Table 2 : Résultats dissections

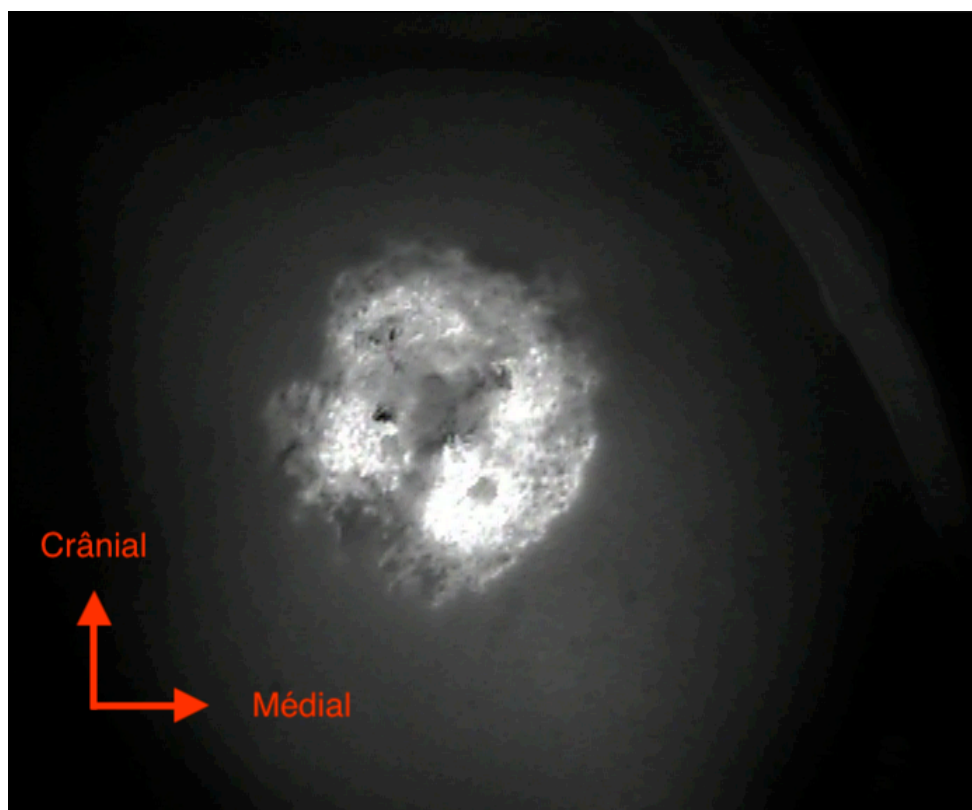


Figure 8 : Image centrée sur l'aréole avec absence visualisation des vaisseaux lymphatiques

(Sujet 6, sein droit)

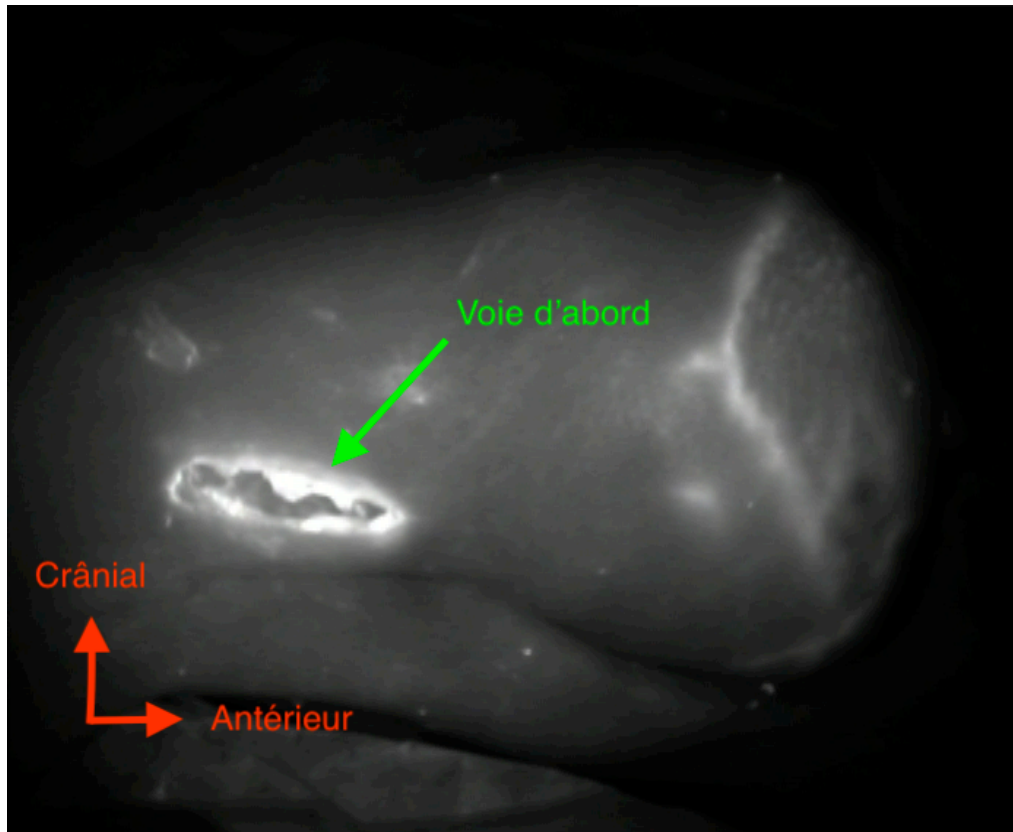


Figure 9 : ICG sur la voie d'abord (Sujet 5, sein droit)

Parmi les manipulations au cours desquelles nous arrivions à visualiser le système lymphatique, nous avons réalisé une cartographie de la répartition spatiale des vaisseaux. En sectorisant le sein en quatre quadrants par deux droites perpendiculaires passant par le mamelon, nous retrouvons (Table 3) :

- Quadrant supéro-externe (axillaire) : 23 vaisseaux (63,9 %) (Figure 10)
- Quadrant supéro-interne (mammaire interne) : 5 vaisseaux (13,9 %)
- Quadrant inféro-externe : 8 vaisseaux (22,2 %)
- Quadrant inféro-interne : 0 vaisseau

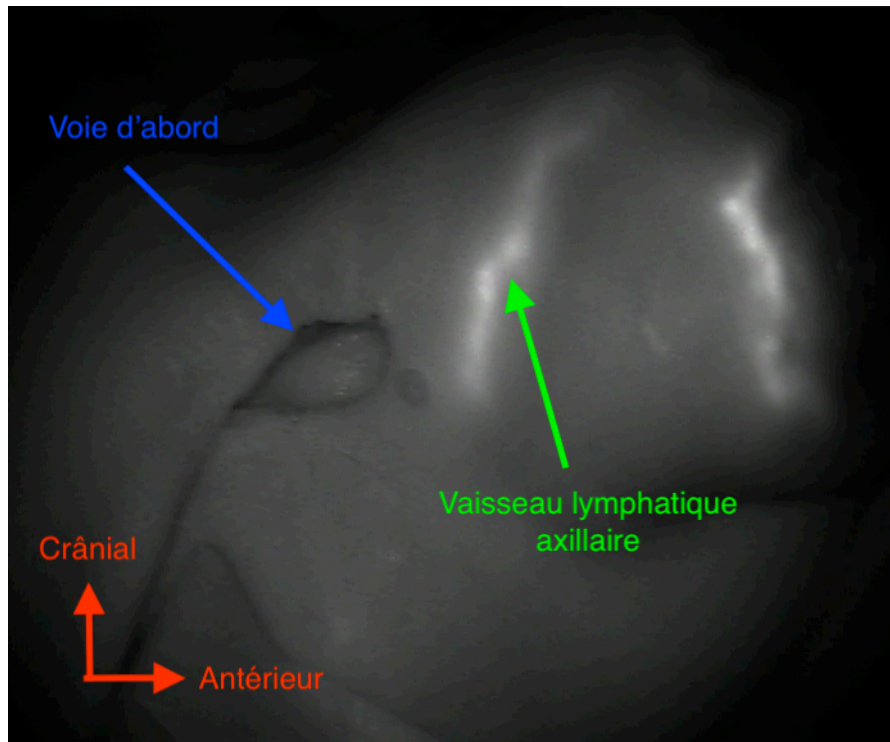


Figure 10 : Vaisseau lymphatique axillaire

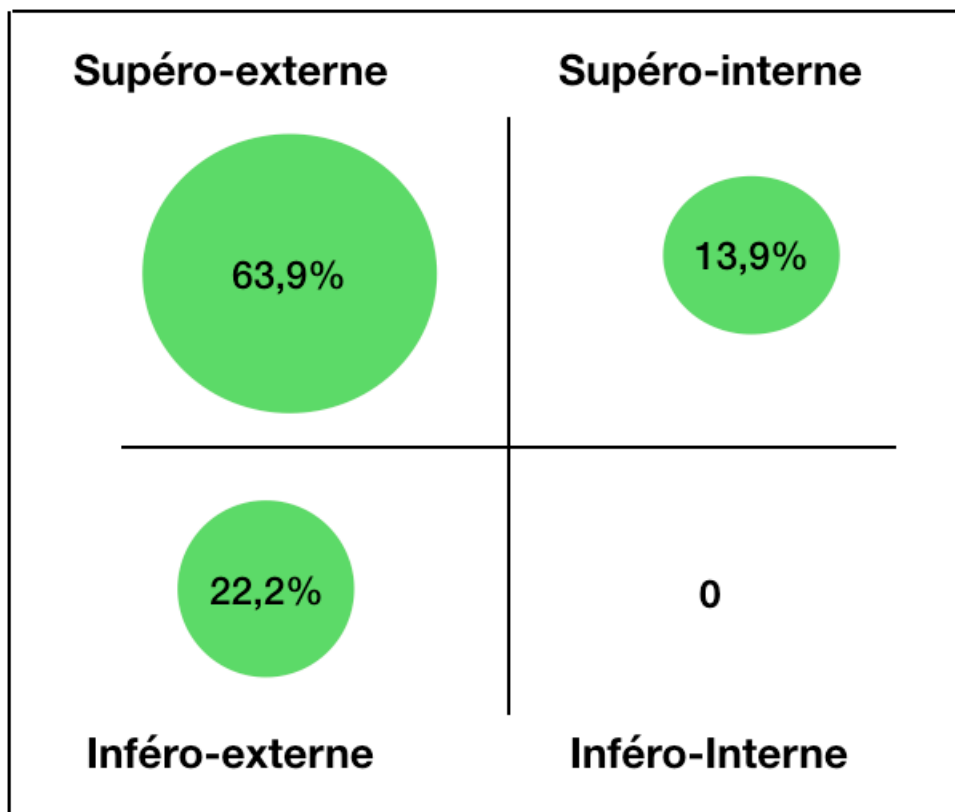


Table 3 : Cartographie de la prévalence des vaisseaux lymphatique

## Discussion

Le but de notre travail était de montrer par l'utilisation du vert d'indocyanine, si la chirurgie d'augmentation mammaire par voie axillaire entraîne une lésion du système lymphatique.

Pour mettre en évidence le système lymphatique mammaire, nous avons choisi d'utiliser le vert d'indocyanine (ICG). L'ICG est une molécule sûre, qui ne souffre pas des inconvénients liés aux deux autres méthodes de mise en évidence du réseau lymphatique : la méthode isotopique et colorimétrique. L'usage d'isotope nécessite une infrastructure plus importante avec un délai d'attente de plusieurs heures entre l'injection et la détection du marqueur. L'usage de bleu Patent (ou bleu d'Evans) expose au risque de réaction anaphylactique en rapport avec le haut potentiel allergisant des pigments.

La capacité du vert d'indocyanine à renseigner sur la perfusion vasculaire artérioveineuse est aujourd'hui bien établie. De nombreuses équipes l'utilisent aujourd'hui dans le domaine de la chirurgie plastique en per-opératoire pour évaluer la qualité de perfusion des lambeaux cutanés en chirurgie sénologique (23,24). Mais aussi en post-opératoire, lors de la suspicion d'une thrombose vasculaire précoce. En effet, Holm et al (25) ont montré que l'usage de l'ICG lors de la reprise permet de détecter une thrombose vasculaire avec une sensibilité de 100% et une spécificité de 86%, évitant ainsi toute manipulation excessive des anastomoses.

Concernant le système lymphatique, sa mise en évidence a été étudiée sur 10 sujets cadavériques par Shinaoka et al (26), qui réussirent à établir une cartographie du réseau lymphatique des membres inférieurs et supérieurs après l'injection de colorant en sous-cutané au niveau des mains et des pieds.

Cette étude anatomique est confirmée par un travail réalisé cette fois in vivo par Unno et al (27,28) qui étudièrent le comportement du vert d'indocyanine au niveau des membres inférieurs chez des sujets sains. Cette fois, le colorant était injecté exclusivement au niveau des pieds, puis était mesuré le temps nécessaire pour détecter le vert au niveau du genou et de l'aisselle et cela dans 4 situations différentes : debout, allongé, debout avec massage des sites d'injections et assis en exercice sur cyclo-



ergomètre. Les résultats obtenus étaient comparés à ceux retrouvés chez les mêmes patients lors de la réalisation d'une lymphoscintigraphie classique 14 jours plus tard. Les résultats furent sans équivoque, avec la visualisation d'images similaires correspondants aux vaisseaux lymphatiques et cela chez tous les patients. Ils observèrent également que la vitesse de diffusion du colorant fluorescent était d'autant plus rapide que la contraction musculaire était active : massage et activité sur cyclo-ergomètre, confirmant ainsi l'importance du péristaltisme et le caractère contractile de la circulation lymphatique. De plus, les mesures de vitesse de diffusion du vert d'indocyanine montrent une corrélation significative avec celles obtenues avec la méthode de lymphoscintigraphie habituelle.

Notons néanmoins que le vert d'indocyanine semble agir directement sur les cellules endothéliales et pourrait perturber le péristaltisme lymphatique. Dans une étude réalisée sur le rat, Gashev et al (29) notent une réduction importante de la fréquence et de l'amplitude des contractions des vaisseaux lymphatiques au fur et à mesure que la concentration du vert augmente. Il leur est cependant impossible de déterminer précisément à partir de quelle dose l'activité endothéliale est altérée.

La lymphofluoroscopie apparaît aujourd'hui comme étant une méthode simple, fiable et moins invasive que la lymphoscintigraphie dans l'étude du réseau lymphatique.

Toutefois, l'inconvénient majeur du vert d'indocyanine réside dans la faible intensité de son rayonnement constituant un frein pour la détection des lympho-nœuds situés en profondeur. En effet, les caméras infrarouges ne peuvent détecter les rayonnements situés à plus de 2 cm de profondeur (27). Cela limite l'usage du vert d'indocyanine chez les sujets obèses ou dans les régions à fort pannicule adipeux telle que le sein. Yamashita et al proposent d'appliquer sur la zone d'étude un matériel transparent permettant de potentialiser la détection des rayons par vitropression (30).

Cette limitation de la détection des rayonnements profonds limite logiquement la détection des lympho-nœuds profonds lors de la recherche du ganglion sentinelle. Schaafsma et al. proposent l'association d'ICG et de technétium afin de constituer un traceur hybride capable d'apporter une plus grande résolution spatiale et donc de repérer les lympho-nœuds axillaires (31).

S'agissant d'une étude originale portant sur la circulation lymphatique mammaire chez le sujet cadavérique, nous ne bénéficions pas de travaux antérieurs portant sur la dose idéale d'injection. Néanmoins nous savons que les caractéristiques spectrales de l'ICG varient en fonction de sa concentration plasmatique et de la nature du solvant. En effet, au sein d'une solution aqueuse, le vert d'indocyanine va former des polymères et cela d'autant plus facilement que la concentration du produit est élevée. Néanmoins, lors d'une injection intra-vasculaire, la liaison aux protéines plasmatiques va réduire ce phénomène de polymérisation (8).

De façon globale, l'intensité lumineuse et le spectre de fluorescence varient selon la concentration du colorant et son environnement physico-chimique. L'intensité lumineuse croît linéairement jusqu'à une concentration plasmatique de 80g/ml pour ensuite diminuer fortement, constituant ainsi un phénomène d'auto-extinction, aussi appelé « Quenching ». Ces notions théoriques sont confirmées par les travaux de Murawa et Al (12) qui étudièrent la relation entre fluorescence et dose injectée (5 ou 15mg) lors de la recherche de ganglion sentinelle chez des patientes atteintes de cancer du sein. Ainsi, le niveau de fluorescence obtenu était directement corrélé avec la dose injectée. De ce fait et s'agissant d'une étude réalisée sur le cadavre, nous avons choisi d'injecter la totalité d'une ampoule d'indocyanine, soit 25 mg de colorant, afin de potentialiser les capacités de fluorescence de l'ICG.

L'étude de la circulation lymphatique chez des sujets anatomiques souffre d'une limite importante liée à l'absence de pression de perfusion tissulaire. On sait maintenant que chez le vivant, la circulation de la lymphe à travers les vaisseaux est régie par un facteur intrinsèque : la contractilité spontanée des cellules endothéliales et des facteurs extrinsèques : contraction musculaire, pression de perfusion, amplitude respiratoire pour les vaisseaux lymphatiques thoraciques (32). Notre protocole prévoyait après l'injection du colorant, un temps de diffusion passive au cours duquel la diffusion de l'ICG au sein des vaisseaux lymphatique était liée uniquement à la pression mécanique induite par la seringue. A l'issue de ce temps, la réalisation d'un massage du site d'injection visant à reproduire l'effet exercé par la pompe cardiaque dans des conditions physiologiques.

Notre décision de réaliser l'injection du colorant dans la zone péri-aréolaire a été motivée par les travaux de Fowler et al. (33) qui ont tenté de déterminer quel est le meilleur site d'injection, péri-aréolaire ou péri-tumoral, pour la détection du ganglion sentinelle dans le cadre du cancer du sein. Ils ont comparé les taux de désintégrations nucléaires, après injection sur les deux sites de deux marqueurs radioactifs distincts. Leurs résultats ne montrent pas de différence significative entre les deux sites d'injection.

Notre protocole prévoyait l'introduction d'une prothèse mammaire de 260 ml. La société française de chirurgie plastique, esthétique et reconstructrice (SOFCPRE) vise à établir dans les prochains mois, un registre national de recensement des prothèses mammaires posées par les différents praticiens (34). Toutefois, à l'heure actuelle nous ne bénéficions pas de données fiables quant au volume moyen des prothèses mise en place en France. Ainsi notre choix s'est fait dans un souci de cohérence avec l'estimation du volume moyen rapporté dans notre service et par plusieurs chirurgiens plasticiens français (35,36).

Avec 80% des sujets inclus qui ne présentent de lésion du réseau lymphatique, notre travail tend à montrer que l'augmentation mammaire axillaire est réalisable sans induire de traumatisme au système lymphatique mammaire.

Ce résultat est en accord avec les données de la littérature. Plusieurs auteurs ont travaillé sur la relation entre chirurgie mammaire et détection du ganglion sentinelle. Bien que les données manquent pour établir un consensus, nous pouvons citer les travaux de Jakub et al (37), qui en 2003 établirent une rétrospection portant sur 4186 patientes atteintes par un cancer du sein. Parmi ces femmes, 76 ont bénéficiées d'une augmentation mammaire dans le passé. Toutes ces patientes (100%) ont vu la détection du ganglion sentinelle être réalisée avec succès. De plus, aucune différence significative en terme d'évolution de la maladie n'a été retrouvée comparativement aux femmes n'ayant pas eu d'augmentation mammaire. Ce résultat corrobore celui obtenu par d'autres équipes internationales, où les taux de détection avec succès du ganglion sentinelle chez les patientes après augmentation mammaire, indépendamment de la voie d'abord, varient entre 96 et 100% (38-41). Néanmoins, des interrogations demeurent concernant l'innocuité de la voie axillaire pour le système lymphatique. Avec

près de 50 ans de recul sur l'usage de cette voie d'abord, plusieurs auteurs et centres de références ont cherché à établir des faits objectivables permettant d'argumenter plus précisément sur la corrélation entre perturbation de la détection du ganglion sentinelle axillaire et augmentation mammaire par voie d'abord axillaire.

Les principales études rétrospectives portant sur le repérage du ganglion sentinelle chez des patientes après augmentation mammaire axillaire, montrent une détection positive pour l'ensemble de ces patientes (42-44).

Partant de ces observations, Graf et al établirent une étude anatomique portant sur 10 sujets anatomiques féminins sur lesquelles ils réalisèrent des augmentations mammaires axillaires (soit 20 augmentations mammaires) puis recherche immédiate du ganglion sentinelle par méthode colorimétrique (colorant bleu). Une fois encore, les résultats semblent être en faveur d'une préservation du tissu lymphatique par migration homogène du colorant dans 17 cas sur 20 (85%) (45).

Des travaux complémentaires, prospectifs, dont la valeur scientifique est plus importante, ont tenté de montrer une préservation du réseau lymphatique par lymphoscintigraphie. Les patientes ont bénéficié d'une étude scintigraphique du système lymphatique axillaire en pré-opératoire, puis à des délais variant de 1 semaine à 10 ans après leur intervention d'augmentation mammaire. Aucune de ces études ne montrera de façon significative une diminution de la diffusion isotopique en post-opératoire comparativement à la diffusion pré-opératoire (42,46).

La littérature va clairement dans le sens d'une préservation de la circulation lymphatique après chirurgie axillaire.

Nagao note toutefois qu'il est peu cohérent d'accuser la voie axillaire de porter atteinte au système lymphatique. En effet, les interventions chirurgicales réalisées lors des prises en charge carcinologiques, tels que les mastectomies ou tumorectomies, ne sont pas accusées d'entraver le réseau lymphatique malgré l'important traumatisme cutané et glandulaire qu'ils imposent (38).

Parmi les sujets chez lesquelles nous retrouvons une lésion du système lymphatique, tous présentent de façon anormale du vert d'indocyanine au niveau de la voie d'abord. Jamais nous n'avons retrouvé de colorant sur la prothèse, ou encore au sein de la loge prothétique, ni n'avons visualisé de modification de sa répartition cutanée. Cela nous incite à penser que les lésions lymphatiques pourraient être dûes à l'introduction de la

prothèse à travers la voie d'abord axillaire plutôt qu'à la dissection proprement dite. Cette hypothèse est partagée par Prado et Al. pour qui les distensions tissulaires liées à l'introduction de la prothèse pourraient être à l'origine de la dégradation du réseau lymphatique (47).

Après analyse de la topographie des vaisseaux lymphatiques mis en évidence par le vert d'indocyanine, nous avons observé qu'ils se répartissaient majoritairement dans le quadrant supéro-externe, correspondant à la zone axillaire. Cette analyse concorde avec les études anatomiques traitant de la vascularisation lymphatique mammaire (2,48,49), où il est maintenant consensuel de considérer que le drainage du sein est tributaire de trois régions : thoracique interne, sus-claviculaire et axillaire. Le drainage axillaire en constitue la voie principale.

On distingue deux réseaux de drainage : un profond, pour la glande mammaire et un superficiel, participant au drainage de la peau aréolaire et péri-aréolaire. Sappey (50) décrit un plexus sous-aréolaire qui constitue le carrefour au sein duquel converge les vaisseaux lymphatiques dévolus aux réseaux superficiel et profond. De ce plexus sous-aréolaire partent les vaisseaux collecteurs qui vont se diriger vers les trois régions de drainage.

Nous avons également observé que l'intégralité des vaisseaux appartenant au quadrant supéro-externe se dirigeait vers le creux axillaire, mais toutefois sans jamais l'atteindre complètement. Ce phénomène est en accord avec différents travaux anatomique (43-45,51) où les auteurs décrivent une zone anatomique située en arrière du bord latéral du grand pectoral, à proximité du pôle inférieur du creux axillaire, où se concentreraient les lympho-nœuds responsables du drainage mammaire : le « *Soft Tissue Triangle* » (Figure 11). Il est intéressant de noter que cette zone est à distance de la voie d'abord axillaire et permet d'expliquer que l'incision cutanée et la dissection peuvent être réalisés sans entraîner de dommage au réseau de drainage lymphatique.

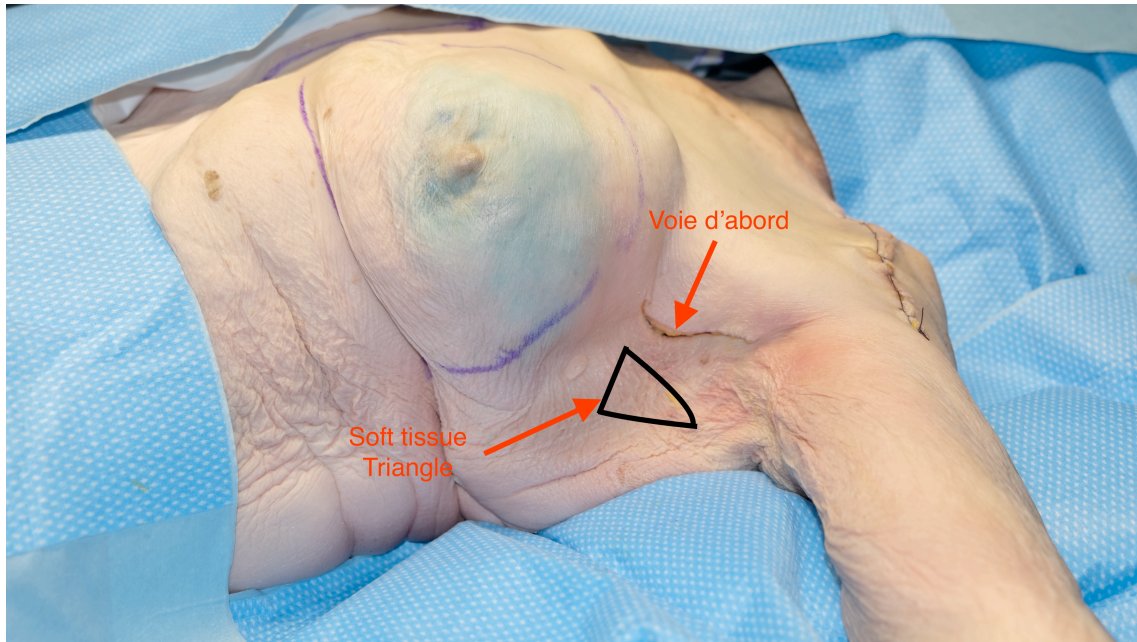


Figure 11 : Projection cutanée du « *Soft Tissue Triangle* »

Notre travail comporte toutefois plusieurs limites. Nous ne bénéficions que de 22 Thèse manipulations parmi lesquels seuls 15 étaient exploitables.

Nous notons également une certaine hétérogénéité parmi les sujets. En effet, le sex-ratio était déséquilibré avec 2 hommes et 9 femmes, tout comme l'état de conservation qui n'était pas identique entre les sujets. Nous avons bénéficié au cours de ce travail de 2 sujets «frais», c'est-à-dire décédés depuis moins de 72h et conservés dans une case à température positive (entre 2 et 4°C).

Les 7 seins exclus chez lesquels nous n'avons pas pu mettre en évidence de vaisseaux lymphatiques se manifestaient par la constitution d'un «nuage» de diffusion au niveau du site d'injection du colorant (Figure 9). Nous expliquons ces échecs par deux hypothèses : une dégradation trop importante du réseau lymphatique mammaire chez le cadavre ou par une erreur de manipulation lors de l'injection, avec une pénétration trop profonde du colorant ne permettant pas d'être absorbé par le plexus sous-aréolaire.

Nous avons également constaté que chez un même sujet il était possible d'obtenir un résultat satisfaisant d'un côté, avec mis en évidence du réseau lymphatique et un échec de l'autre côté. Nous expliquons ce phénomène par une dégradation asymétrique du système lymphatique mammaire.

## Conclusion

Depuis les premiers travaux de Sappey portant sur la circulation lymphatique mammaire en 1874, de nombreuses techniques ont vu le jour pour explorer ce système de drainage. Parmi elles, figure le vert d'indocyanine. Molécule fluorescente utilisée depuis près de 50 ans, elle a fait la preuve de son innocuité et de sa performance pour l'étude du compartiment artério-veineux. Son utilisation dans l'exploration du système lymphatique est en plein essor.

La réalisation d'une augmentation mammaire par prothèse à visée esthétique se doit de tenir compte du risque de lésion du système lymphatique. Tout particulièrement quand l'insertion de la prothèse passe par la voie axillaire, carrefour anatomique du drainage du sein et du membre supérieur. Détériorer le réseau lymphatique reviendrait à réduire les capacités de détection du ganglion sentinelle pour ces patientes chez lesquelles serait diagnostiqué un cancer du sein.

Notre travail anatomique constitue une étude originale, portant sur l'utilisation du vert d'indocyanine pour l'évaluation de l'intégrité du réseau lymphatique du sein chez le sujet cadavérique, dans le cadre d'augmentation mammaire par voie axillaire. Il apporte des éléments permettant de réduire la responsabilité de la voie axillaire dans la perturbation du système lymphatique mammaire. Dans un premier temps, nous confirmons que le vert d'indocyanine permet bien de mettre en évidence le système lymphatique chez le sujet cadavérique. Sous réserve d'un bon état de conservation des sujets et d'une méthodologie rigoureuse. De plus, avec une majorité des sujets exploitables ne montrant pas de dégradation du réseau lymphatique, nos résultats sont en faveur d'une préservation du réseau lymphatique lors d'augmentation mammaire par voie axillaire.

Toutefois ces résultats doivent être tempérés par les limites de notre travail : Le faible nombre de sujets étudiés et la variabilité inhérente à toute étude anatomique observationnelle. Pour confirmer ces résultats il serait nécessaire de réaliser des travaux complémentaires sur le vivant et sur un plus grand nombre de sujets.

## Bibliographie

1. Runbin P, Hansen. TNM Staging Atlas with Oncoanatomy [Internet]. PA: Lippincott Williams&Wilkins. 2012. Disponible sur: <https://cancer.ca/fr/cancer-information/cancer-types/breast/what-is-breast-cancer/the-breasts>
2. Suami H, Pan W-R, Taylor GI. Historical review of breast lymphatic studies. *Clin Anat.* juill 2009;22(5):531-6.
3. Suami H, Taylor GI, Pan W-R. A New Radiographic Cadaver Injection Technique for Investigating the Lymphatic System: *Plast Reconstr Surg.* juin 2005;115(7):2007-13.
4. Pan W-R, Rozen WM, Stella DL, Ashton MW. A Three-Dimensional Analysis of the Lymphatics of a Bilateral Breast Specimen: A Human Cadaveric Study. *Clin Breast Cancer.* mai 2009;9(2):86-91.
5. Riquet M, Becker C, Mordant P, Arrivé L. Explorations du système lymphatique : épreuve au bleu, lymphographies directes, lymphoscintigraphies et autres méthodes. 2019;13.
6. Struk S, Honart J-F, Qassemmyar Q, Leymarie N, Sarfati B, Alkhashnam H, et al. Utilisation du vert d'indocyanine en chirurgie sénologique et reconstruction mammaire. *Ann Chir Plast Esthét.* févr 2018;63(1):54-61.
7. HAS Commission de transparence [Internet]. Infracyanine. 2005. Disponible sur: <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ct031841.pdf>
8. Desmettre T. Particularités métaboliques de la fluorescéine. *J Fr Ophtalmol.* :15.
9. Murawa D, Hirche C, Dresel S, Hünerbein M. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer guided by indocyanine green fluorescence. *Br J Surg.* 21 oct 2009;96(11):1289-94.
10. Verbeek FPR, Troyan SL, Mieog JSD, Liefers G-J, Moffitt LA, Rosenberg M, et al. Near-infrared fluorescence sentinel lymph node mapping in breast cancer: a multicenter experience. *Breast Cancer Res Treat.* janv 2014;143(2):333-42.
11. Guo J, Yang H, Wang S, Cao Y, Liu M, Xie F, et al. Comparison of sentinel lymph node biopsy guided by indocyanine green, blue dye, and their combination in breast cancer patients: a prospective cohort study. *World J Surg Oncol.* déc 2017;15(1):196.
12. Chiu C-C. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer guided by indocyanine green fluorescence ( *Br J Surg* 2009; 96: 1289–1294). *Br J Surg.* 5 févr 2010;97(3):455-455.
13. Combien de femmes portent des prothèses mammaires en France? [Internet]. Slate. Disponible sur: <http://www.slate.fr/story/47807/combien-protheses-mammaires-sein-france>
14. ISAPS-Global-Survey-2019-Press-Release-French-Canadian.pdf.
15. Nguyen Vincent. LES STATISTIQUES DE LA CHIRURGIE PLASTIQUE ET ESTHÉTIQUE DANS LE MONDE ET EN FRANCE [Internet]. Disponible sur: <https://www.chirurgie-esthetique.paris/statistiques-chirurgie-plastique>



16. Cornette de Saint Cyr B, Delmar H, Aharoni C. Les voies d'abord et les plans de l'augmentation mammaire par prothèse. *Ann Chir Plast Esthét.* oct 2005;50(5):451-62.
17. Hoehler H. Breast augmentation: The axillary approach. *Br J Plast Surg.* oct 1973;26(4):373-6.
18. Huang GJ, Wichmann JL, Mills DC. Transaxillary Subpectoral Augmentation Mammoplasty: A Single Surgeon's 20-Year Experience. *Aesthet Surg J.* 1 sept 2011;31(7):781-801.
19. Le cancer du sein [Internet]. Institut national du cancer. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Les-chiffres-du-cancer-en-France/Epidemiologie-des-cancers/Les-cancers-les-plus-frequents/Cancer-du-sein>
20. Barranger E, Grahek D, Antoine M, Talbot JN, Uzan S. Le prélèvement du ganglion sentinelle dans le cancer du sein : aspects techniques et résultats. *Ann Chir.* avr 2003;128(3):144-9.
21. Cancer du sein [Internet]. Santé publique France. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/cancers/cancer-du-sein/donnees/#tabs>
22. Tebbetts JB. Transaxillary Subpectoral Augmentation Mammoplasty: Long-Term Follow-Up and Refinements. *Plast Reconstr Surg.* nov 1984;74(5):636-47.
23. Blondeel PN. One hundred free DIEP flap breast reconstructions: a personal experience. *Br J Plast Surg.* mars 1999;52(2):104-11.
24. Mattison GL, Lewis PG, Gupta SC, Kim HY. SPY Imaging Use in Postmastectomy Breast Reconstruction Patients: Preventative or Overly Conservative? *Plast Reconstr Surg.* juill 2016;138(1):15e-21e.
25. Holm C, Dornseifer U, Sturtz G, Ninkovic M. Sensitivity and Specificity of ICG Angiography in Free Flap Reexploration. *J Reconstr Microsurg.* juill 2010;26(05):311-6.
26. Shinaoka A, Koshimune S, Yamada K, Kumagishi K, Suami H, Kimata Y, et al. A Fresh Cadaver Study on Indocyanine Green Fluorescence Lymphography: A New Whole-Body Imaging Technique for Investigating the Superficial Lymphatics. *Plast Reconstr Surg.* mai 2018;141(5):1161-4.
27. Unno N, Nishiyama M, Suzuki M, Yamamoto N, Inuzuka K, Sagara D, et al. Quantitative Lymph Imaging for Assessment of Lymph Function using Indocyanine Green Fluorescence Lymphography. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* août 2008;36(2):230-6.
28. Unno N, Nishiyama M, Suzuki M, Tanaka H, Yamamoto N, Sagara D, et al. A novel method of measuring human lymphatic pumping using indocyanine green fluorescence lymphography. *J Vasc Surg.* oct 2010;52(4):946-52.
29. Gashev AA, Nagai T, Bridenbaugh EA. Indocyanine Green and Lymphatic Imaging: Current Problems. *Lymphat Res Biol.* juin 2010;8(2):127-30.
30. Yamashita M, Yamamoto T, Yamamoto N, Furuya M, Ishiura R, Hayashi A. Diascopic indocyanine green lymphography for deep lymphatic visualization. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* nov 2014;67(11):e293-4.

31. Schaafsma BE, Verbeek FPR, Rietbergen DDD, Hiel B, Vorst JR, Liefers GJ, et al. Clinical trial of combined radio- and fluorescence-guided sentinel lymph node biopsy in breast cancer. *Br J Surg*. 10 juin 2013;100(8):1037-44.
32. Riquet M. Physiologie de la circulation lymphatique. 2019;12.
33. Fowler JC, Solanki CK, Ballinger JR, Ravichandran D, Douglas-Jones A, Lawrence D, et al. Axillary Lymph Node Drainage Pathways from Intradermal and Intraparenchymal Breast Planes. *J Surg Res*. juin 2010;161(1):69-75.
34. Registre des implants mammaires [Internet]. Plasticiens. Disponible sur: <https://www.sofcpre.fr/communiqués/implants-mammaires-lagc.html#22-novembre-2018-implants-mammaires-risque-lagc>
35. Haddad K. Augmentation mammaire : comment choisir le volume de la prothèse ? [Internet]. Dr Kevin Haddad chirurgien esthétique. Disponible sur: <https://www.haddad-chirurgie-esthetique.paris/augmentation-mammaire-prothese-choix-volume/#:~:text=Quel%20est%20le%20volume%20moyen,entre%20260%20et%20300%20cc.>
36. Gasnier P, Dumas Pierre. Quel volume de prothèse mammaire choisir ? [Internet]. Alpha esthétic. Disponible sur: <https://chirurgieesthetique-nice.fr/protheses-rondes-ou-anatomiques-quel-volume-de-prothese-mammaire-choisir/>
37. Jakub JW, Ebert MD, Cantor A, Gardner M, Reintgen DS, Dupont EL, et al. Breast Cancer in Patients with Prior Augmentation: Presentation, Stage, and Lymphatic Mapping: *Plast Reconstr Surg*. déc 2004;114(7):1737-42.
38. Nagao T, Hojo T, Kurihara H, Tsuda H, Tanaka-Akashi S, Kinoshita T. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer patients with previous breast augmentation surgery. *Breast Cancer*. :5.
39. Kiluk JV, Kaur P, Meade T, Ramos D, Morelli D, King J, et al. Effects of Prior Augmentation and Reduction Mammoplasty to Sentinel Node Lymphatic Mapping in Breast Cancer: Feasibility of Sentinel Node Biopsy in Patients with a History of Augmentation or Reduction Mammoplasty. *Breast J*. nov 2010;16(6):598-602.
40. Rodriguez Fernandez J, Martella S, Trifirò G, Caliskan M, Chifu C, Brenelli F, et al. Sentinel Node Biopsy in Patients with Previous Breast Aesthetic Surgery. *Ann Surg Oncol*. avr 2009;16(4):989-92.
41. Gray RJ, Forstner-Barthell AW, Pockaj BA, Schild SE, Halyard MY. Breast-conserving therapy and sentinel lymph node biopsy are feasible in cancer patients with previous implant breast augmentation. *Am J Surg*. août 2004;188(2):122-5.
42. Munhoz AM, Aldrighi C, Buschpiegel C, Ono C, Montag E, Fells K, et al. The Feasibility of Sentinel Lymph Node Detection in Patients with Previous Transaxillary Implant Breast Augmentation: Preliminary Results. *Aesthetic Plast Surg*. juin 2005;29(3):163-8.
43. Mottura AA, Del Castillo R. Transaxillary Breast Augmentation: Two Breast Cancer Patients with Successful Sentinel Lymph Node Diagnosis. *Aesthetic Plast Surg*. oct 2007;31(5):544-9.
44. Huang G. Sentinel lymph node biopsy in the augmented breast: Role of the transaxillary subpectoral approach. *Aesthet Surg J*. mai 2003;23(3):184-7.

45. Graf RM, Canan LW, Romano GG, Tolazzi ARD, Cruz GA de O e. Implications of Transaxillary Breast Augmentation: Lifetime Probability for the Development of Breast Cancer and Sentinel Node Mapping Interference. *Aesthetic Plast Surg.* août 2007;31(4):322-4.
46. Munhoz AM, Aldrighi C, Ono C, Buchpiguel C, Montag E, Fells K, et al. The Influence of Subfascial Transaxillary Breast Augmentation in Axillary Lymphatic Drainage Patterns and Sentinel Lymph Node Detection: *Ann Plast Surg.* févr 2007;58(2):141-9.
47. Prado A, Andrades P, Leniz P. Implications of Transaxillary Breast Augmentation: Lifetime Probability of Breast Cancer Development and Sentinel Node Mapping Interference. *Aesthetic Plast Surg.* août 2007;31(4):317-9.
48. Salmon RJ, Montemagno S, Laki F, Alran S, Charitansky H, Fourchette V, et al. Réseaux lymphatiques de la glande mammaire : l'identification du ganglion sentinelle revue à la lumière des anciens anatomistes. *J Chir (Paris).* janv 2007;144(1):72-4.
49. Suami H, Pan W-R, Mann GB, Taylor GI. The Lymphatic Anatomy of the Breast and its Implications for Sentinel Lymph Node Biopsy: A Human Cadaver Study. *Ann Surg Oncol.* mars 2008;15(3):863-71.
50. Sappey C. Description et iconographie des vaisseaux lymphatiques, considérés chez l'homme et les vertébrés. Paris, Delahaye. 1885.
51. Sado HN, Graf RM, Canan LW, Romano GG, Timi JR, Matias JE, et al. Sentinel Lymph Node Detection and Evidence of Axillary Lymphatic Integrity After Transaxillary Breast Augmentation: A Prospective Study Using Lymphoscintigraphy. *Aesthetic Plast Surg.* nov 2008;32(6):879-88.

CLAUDIC (Yannis) – Vérification par injection de vert d'indocyanine, de l'intégrité du réseau lymphatique du sein après pose d'implant mammaire par voie axillaire.

Th. : Méd. : Brest 2021

**RESUME** : Après avoir décrit place du vert d'indocyanine dans l'exploration du réseau lymphatique, nous rappelons l'enjeu qui incombe au chirurgien plasticien de préserver le système lymphatique lors d'augmentation mammaire par voie axillaire afin de ne pas perturber la détection du ganglion sentinelle dans la prise en charge du cancer du sein.

Nous présentons une étude anatomique prospective de 11 cas où il est réalisé une injection de vert d'indocyanine au niveau aréolaire permettant de mettre en évidence le réseau lymphatique du sein puis une augmentation mammaire par voie axillaire.

Nous recherchons, après augmentation mammaire, une diffusion anormale du colorant faisant craindre une lésion du réseau lymphatique.

**MOTS CLES** :

CANCER DU SEIN

VERT D'INDOCYANINE

VAISSEAUX LYMPHATIQUES

AUGMENTATION MAMMAIRE

VOIE D'ABORD AXILLAIRE

**JURY** :

Président : M. HU

Membres :

M. ROUSSEAU

M. TA

**DATE DE SOUTENANCE** :

22 octobre 2021