

2021-2022

THESE

Pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Bases fondamentales de la plastie de MALINGUE et son application dans le traitement chirurgical de la maladie de DUPUYTREN

A propos d'une série de 55 patients

ALBERT Thomas |

Né le 21/02/1989, à Bezerros (99)

Sous la direction de Monsieur le Dr. Nicolas BIGORRE |

Membres du jury

Monsieur le Dr. Laurent HUBERT | Président

Monsieur le Dr. Nicolas BIGORRE | Directeur

Madame le Pr. Isabelle AUQUIT-AUCKBUR | Membre

Monsieur le Pr. Philippe PELISSIER | Membre

Monsieur le Dr. Guillaume BACLE | Membre

Monsieur le Dr. Yann SAINT-CAST | Membre

Soutenue publiquement le :
9 septembre 2022

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné M. Thomas ALBERT
déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **12 / 08 / 2022**

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

Doyen de la Faculté : Pr Nicolas Lerolle

Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie : Pr Frédéric Lagarce

Directeur du département de médecine : Pr Cédric Annweiler

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	Physiologie	Médecine
ANNWEILER Cédric	Gériatrie et biologie du vieillissement	Médecine
ASFAR Pierre	Réanimation	Médecine
AUBE Christophe	Radiologie et imagerie médicale	Médecine
AUGUSTO Jean-François	Néphrologie	Médecine
BAUFRETON Christophe	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire	Médecine
BELLANGER William	Médecine Générale	Médecine
BENOIT Jean-Pierre	Pharmacotechnie	Pharmacie
BIGOT Pierre	Urologie	Médecine
BONNEAU Dominique	Génétique	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	Parasitologie et mycologie	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	Gynécologie-obstétrique	Médecine
BOUVARD Béatrice	Rhumatologie	Médecine
BOURSIER Jérôme	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
BRIET Marie	Pharmacologie	Médecine
CALES Paul	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CAMPONE Mario	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	Gastroentérologie ; hépatologie	Médecine
CONNAN Laurent	Médecine générale	Médecine
COPIN Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
COUTANT Régis	Pédiatrie	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	Physiologie	Médecine
DE CASABIANCA Catherine	Médecine Générale	Médecine
DESCAMPS Philippe	Gynécologie-obstétrique	Médecine
D'ESCATHA Alexis	Médecine et santé au travail	Médecine
DINOMAS Mickaël	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
DIQUET Bertrand	Pharmacologie	Médecine
DUBEE Vincent	Maladies Infectieuses et Tropicales	Médecine
DUCANCELLE Alexandra	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
DUVAL Olivier	Chimie thérapeutique	Pharmacie
DUVERGER Philippe	Pédopsychiatrie	Médecine
EVEILLARD Mathieu	Bactériologie-virologie	Pharmacie
FAURE Sébastien	Pharmacologie physiologie	Pharmacie
FOURNIER Henri-Dominique	Anatomie	Médecine
FURBER Alain	Cardiologie	Médecine
GAGNADOUX Frédéric	Pneumologie	Médecine
GOHIER Bénédicte	Psychiatrie d'adultes	Médecine
GUARDIOLA Philippe	Hématologie ; transfusion	Médecine
GUILLET David	Chimie analytique	Pharmacie
GUITTON Christophe	Médecine intensive-réanimation	Médecine
HAMY Antoine	Chirurgie générale	Médecine
HENNI Samir	Médecine Vasculaire	Médecine

HUNAUULT-BERGER Mathilde	Hématologie ; transfusion	Médecine
IFRAH Norbert	Hématologie ; transfusion	Médecine
JEANNIN Pascale	Immunologie	Médecine
KEMPF Marie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
LACCOURREYE Laurent	Oto-rhino-laryngologie	Médecine
LAGARCE Frédéric	Biopharmacie	Pharmacie
LARCHER Gérald	Biochimie et biologie moléculaires	Pharmacie
LASOCKI Sigismond	Anesthésiologie-réanimation	Médecine
LEGENDRE Guillaume	Gynécologie-obstétrique	Médecine
LEGRAND Erick	Rhumatologie	Médecine
LERMITE Emilie	Chirurgie générale	Médecine
LEROLLE Nicolas	Réanimation	Médecine
LUNEL-FABIANI Françoise	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière	Médecine
MARCHAIS Véronique	Bactériologie-virologie	Pharmacie
MARTIN Ludovic	Dermato-vénéréologie	Médecine
MAY-PANLOUP Pascale	Biologie et médecine du développement et de la reproduction	Médecine
MENEI Philippe	Neurochirurgie	Médecine
MERCAT Alain	Réanimation	Médecine
PAPON Nicolas	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
PASSIRANI Catherine	Chimie générale	Pharmacie
PELLIER Isabelle	Pédiatrie	Médecine
PETIT Audrey	Médecine et Santé au Travail	Médecine
PICQUET Jean	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire	Médecine
PODEVIN Guillaume	Chirurgie infantile	Médecine
PROCACCIO Vincent	Génétique	Médecine
PRUNIER Delphine	Biochimie et Biologie Moléculaire	Médecine
PRUNIER Fabrice	Cardiologie	Médecine
REYNIER Pascal	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
RICHARD Isabelle	Médecine physique et de réadaptation	Médecine
RICHOMME Pascal	Pharmacognosie	Pharmacie
RODIEN Patrice	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques	Médecine
ROQUELAURE Yves	Médecine et santé au travail	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
ROUSSEAU Audrey	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROUSSEAU Pascal	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique	Médecine
ROUSSELET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques	Médecine
ROY Pierre-Marie	Médecine d'urgence	Médecine
SAULNIER Patrick	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
SERAPHIN Denis	Chimie organique	Pharmacie
SCHMIDT Aline	Hématologie ; transfusion	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	Pneumologie	Médecine
UGO Valérie	Hématologie ; transfusion	Médecine
URBAN Thierry	Pneumologie	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	Pédiatrie	Médecine
VENARA Aurélien	Chirurgie viscérale et digestive	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie-Claire	Pharmacotechnie	Pharmacie
VERNY Christophe	Neurologie	Médecine
WILLOTEAUX Serge	Radiologie et imagerie médicale	Médecine

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

ANGOULVANT Cécile	Médecine Générale	Médecine
BAGLIN Isabelle	Chimie thérapeutique	Pharmacie
BASTIAT Guillaume	Biophysique et Biostatistiques	Pharmacie
BEAUVILLAIN Céline	Immunologie	Médecine
BEGUE Cyril	Médecine générale	Médecine
BELIZNA Cristina	Médecine interne	Médecine
BELONCLE François	Réanimation	Médecine
BENOIT Jacqueline	Pharmacologie	Pharmacie
BESSAGUET Flavien	Physiologie Pharmacologie	Pharmacie
BIERE Loïc	Cardiologie	Médecine
BLANCHET Odile	Hématologie ; transfusion	Médecine
BOISARD Séverine	Chimie analytique	Pharmacie
BRIET Claire	Endocrinologie, Diabète et maladies métaboliques	Médecine
BRIS Céline	Biochimie et biologie moléculaire	Pharmacie
CAPITAIN Olivier	Cancérologie ; radiothérapie	Médecine
CASSEREAU Julien	Neurologie	Médecine
CHEVALIER Sylvie	Biologie cellulaire	Médecine
CLERE Nicolas	Pharmacologie / physiologie	Pharmacie
COLIN Estelle	Génétique	Médecine
DERBRE Séverine	Pharmacognosie	Pharmacie
DESHAYES Caroline	Bactériologie virologie	Pharmacie
FERRE Marc	Biologie moléculaire	Médecine
FORTRAT Jacques-Olivier	Physiologie	Médecine
GUELFF Jessica	Médecine Générale	Médecine
HAMEL Jean-François	Biostatistiques, informatique médicale	Médicale
HELESBEUX Jean-Jacques	Chimie organique	Pharmacie
HERIVAUX Anaïs	Biotechnologie	Pharmacie
HINDRE François	Biophysique	Médecine
JOUSSET-THULLIER Nathalie	Médecine légale et droit de la santé	Médecine
JUDALET-ILLAND Ghislaine	Médecine générale	Médecine
KHIATI Salim	Biochimie et biologie moléculaire	Médecine
KUN-DARBOIS Daniel	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie	Médecine
LACOEUILLE Franck	Radiopharmacie	Pharmacie
LANDREAU Anne	Botanique/ Mycologie	Pharmacie
LEBDAL Souhil	Urologie	Médecine
LEGEAY Samuel	Pharmacocinétique	Pharmacie
LEMEE Jean-Michel	Neurochirurgie	Médecine
LE RAY-RICHOMME Anne-Marie	Pharmacognosie	Pharmacie
LEPELTIER Elise	Chimie générale	Pharmacie
LETOURNEL Franck	Biologie cellulaire	Médecine
LIBOUBAN Hélène	Histologie	Médecine
LUQUE PAZ Damien	Hématologie biologique	Médecine
MABILLEAU Guillaume	Histologie, embryologie et cytogénétique	Médecine
MALLET Sabine	Chimie Analytique	Pharmacie
MAROT Agnès	Parasitologie et mycologie médicale	Pharmacie
MESLIER Nicole	Physiologie	Médecine
MIOT Charline	Immunologie	Médecine
MOUILLIE Jean-Marc	Philosophie	Médecine
NAIL BILLAUD Sandrine	Immunologie	Pharmacie
PAILHORIES Hélène	Bactériologie-virologie	Médecine
PAPON Xavier	Anatomie	Médecine
PASCO-PAPON Anne	Radiologie et imagerie médicale	Médecine

PECH Brigitte	Pharmacotechnie	Pharmacie
PENCHAUD Anne-Laurence	Sociologie	Médecine
PIHET Marc	Parasitologie et mycologie	Médecine
POIROUX Laurent	Sciences infirmières	Médecine
PY Thibaut	Médecine Générale	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	Médecine Générale	Médecine
RINEAU Emmanuel	Anesthésiologie réanimation	Médecine
RIOU Jérémie	Biostatistiques	Pharmacie
RIQUIN Elise	Pédopsychiatrie ; addictologie	Médecine
ROGER Emilie	Pharmacotechnie	Pharmacie
SAVARY Camille	Pharmacologie-Toxicologie	Pharmacie
SCHMITT Françoise	Chirurgie infantile	Médecine
SCHINKOWITZ Andréas	Pharmacognosie	Pharmacie
SPIESSER-ROBELET Laurence	Pharmacie Clinique et Education Thérapeutique	Pharmacie
TESSIER-CAZENEUVE Christine	Médecine Générale	Médecine
TEXIER-LEGENDRE Gaëlle	Médecine Générale	Médecine
VIAULT Guillaume	Chimie organique	Pharmacie

AUTRES ENSEIGNANTS

PRCE

AUTRET Erwan	Anglais	Médecine
BARBEROUSSE Michel	Informatique	Médecine
BRUNOIS-DEBU Isabelle	Anglais	Pharmacie
FISBACH Martine	Anglais	Médecine
O'SULLIVAN Kayleigh	Anglais	Médecine

PAST

CAVAILLON Pascal	Pharmacie Industrielle	Pharmacie
DILÉ Nathalie	Officine	Pharmacie
MOAL Frédéric	Pharmacie clinique	Pharmacie
PAPIN-PUREN Claire	Officine	Pharmacie
SAVARY Dominique	Médecine d'urgence	Médecine

PLP

CHIKH Yamina	Economie-gestion	Médecine
--------------	------------------	----------

AHU

CORVAISIER Mathieu	Pharmacie Clinique	Pharmacie
IFRAH Amélie	Droit de la Santé	Pharmacie
LEBRETON Vincent	Pharmacotechnie	Pharmacie

Aux membres du Jury :

A Monsieur le Docteur **Nicolas BIGORRE**,

tu as été un directeur de thèse exceptionnel. Tu as su m'accompagner tout au long de ce travail et me coacher comme il se doit. Ta capacité à encadrer les internes dans leurs projets est exceptionnelle. Ton esprit cartésien et tes idées novatrices font de toi un chirurgien hors pair. Une logique chirurgicale qui force l'admiration et dont on apprend énormément. Je t'en suis et t'en serai toujours très reconnaissant pour l'aide précieuse que tu m'as apporté au cours ce travail.

A Monsieur le Docteur **Laurent HUBERT**,

vous me faite l'honneur de présider ma thèse. Vous êtes un chef de service exemplaire et bienveillant. Grace à vous j'ai pu voyager et m'épanouir dans tous mes terrains de stage où j'ai pu exercer avec passion la chirurgie de la main. Recevez par ce travail le témoignage de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur **Yann SAINT-CAST**,

vous êtes la personne à qui je dois ma vocation. Après avoir été votre patient pendant mon enfance, puis votre assistant de consultation en 2^{ème} année de médecine, puis votre aide opératoire, vous avez éveillé en moi la passion de la chirurgie de la main. Votre calme, votre pédagogie, votre passion et votre fluidité chirurgicale a toujours constitué une véritable source d'inspiration. C'est donc grâce à vous si j'en suis là aujourd'hui. Recevez ici toute ma gratitude.

A Madame le Professeur **Isabelle AUQUIT-AUCKBUR**,

pour votre accueil chaleureux et bienveillant au cours de ce semestre incroyable au CHU de Rouen. Ce semestre restera l'un de mes meilleurs souvenirs d'internat. C'est grâce à vous que j'ai cultivé et enrichi ma passion pour la chirurgie plastique et la chirurgie des lambeaux. Votre talent et votre finesse chirurgicale sont impressionnants. Votre implication dans la formation des jeunes générations en chirurgie de la main est une véritable source de motivation. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma profonde admiration.

A Monsieur Docteur **Guillaume BACLE**,

pour ta complicité, ton humour, ta pédagogie, et ta patience. J'ai beaucoup appris à tes côtés et c'est avec plaisir de te retrouver en novembre prochain pour une franche camaraderie et en apprendre encore davantage en chirurgie de la main. Reçois ici le témoignage de mon amitié sincère.

A Monsieur le Professeur **Philippe PELISSIER**,

pour votre enseignement que j'ai découvert à Bordeaux durant votre DU de chirurgie des lambeaux. C'est grâce à vous que j'ai appris la rigueur et la logique des plasties cutanées qui me fascinent désormais. Votre site internet e-plastic est une véritable encyclopédie dans laquelle je prends toujours plaisir de m'y plonger. Vous trouverez ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

A mes mentors :

Du centre de la Main - Angers :

Au Docteur **Guy RAIMBEAU**,

merci de m'avoir accueilli dans votre établissement dès ma 2^{ème} année de médecine. J'ai le sentiment au fil des années de ne jamais y être vraiment parti. Que ce soit à la consultation, au bloc ou en staff vous m'avez toujours énormément appris. Vous connaissez la chirurgie de la main comme personne et c'est une chance d'avoir pu bénéficier de votre connaissance. Vous avez toujours su m'épauler et pousser mes projets pour devenir un chirurgien de la main aguerri et je vous en serai toujours très reconnaissant.

Au Docteur **Jérôme JEUDY**,

pour ta pédagogie et ton adresse chirurgicale. Ton aisance à opérer des plexus brachiaux ou à suturer des artères centro-pulpaire avec une facilité déconcertante me poussent à devenir meilleur et à m'entraîner d'arrache-pied pour espérer un jour t'arriver à la cheville. Merci pour la confiance sincère que tu m'as accordée. Merci pour la GoPro, j'espère que ce nouveau bras articulé te permettra de faire des films de qualité.

Au Docteur **Fabrice RABARIN**,

Pour vos conseils, votre incroyable rapidité et votre justesse chirurgicale. Vous avez cette capacité impressionnante d'opérer vite et bien. Votre exigence fait la qualité de vos interventions et j'ai toujours été très honoré par vos mots en fin de programme pour louer mes qualités d'aide opératoire. Merci pour toutes vos remarques et explications qui m'ont permis de progresser depuis mes premiers blocs à vos côtés.

Au Docteur **Bruno CESARI**,

Pour votre sens de la précision et votre culture chirurgicale. Votre perfectionnisme, depuis vos parages d'une précision inframillimétriques jusqu'au souci esthétique d'une polyréimplantation digitale, force le respect et l'admiration. Votre sens de l'organisation, votre calme en toute situation, le tout sur un fond musical de Jazz, donnent à vos interventions une dimension artistique que l'on contemple avec plaisir.

Aux Docteurs **Alexandre PETIT** et **Jérôme BRUNET**,

Pour votre talent chirurgical à la tourangelle qui m'a beaucoup appris et qui m'a rappelé de très bons souvenirs. Merci pour votre gentillesse, c'est toujours un plaisir d'être avec vous au bloc opératoire. Vous êtes des chirurgiens hors pairs.

Au Docteur **Emmanuel MAUGENDRE**,

Merci pour ta camaraderie. Je suis très honoré de t'avoir convaincu dans l'utilisation des plasties de MALINGUE pour tes DUPUYTREN.

Au Docteur **Pierre-Alain FOUQUE**,

J'ai surtout eu la chance de vous côtoyer en consultation où j'ai pu vous accompagner et apprendre énormément de choses.

Du Département de Chirurgie Osseuse du CHU d'Angers :

Au Docteur **Patrick CRONIER**,

Pour votre connaissance de la traumatologie que vous m'avez fait partager à tous les staffs du matin.

Au Docteur **Vincent STEIGER**,

Pour ton agilité chirurgicale et ton sens de l'analyse des fractures qui m'ont toujours impressionné. Merci pour ces quelques gardes passées à tes côtés.

Au Docteur **Abdelhafid TALHA**

Pour m'avoir accompagné dans mes premiers pas de traumatologie au CHU. Merci de m'avoir fait partager votre expérience.

Au Docteur **Louis RONY**,

Je t'ai connu dans ton dernier semestre d'internant et déjà tu faisais preuve d'une grande camaraderie. Ton humour et ta bienveillance ne t'ont jamais quitté lorsque tu es passé chef. Tes capacités d'enseignement font et feront de toi un universitaire très apprécié de ses internes. Merci pour tout ce que tu m'as appris durant ce semestre de pédiatrie.

REMERCIEMENTS

Au Docteur **Romain LANCIGU**,

Pour ton humour, ta gentillesse et ton compagnonnage. Ce fut un vrai plaisir de t'accompagner sur tes blocs de chirurgie d'épaule.

Au Docteur **Clément MARC**,

Pour ton pragmatisme et ta bienveillance envers les internes.

Au Docteur **Augustin COUPRY**,

Pour mes premières gardes et aussi mes premières nuits blanches à opérer jusqu'au petit matin.

Au Docteur **François FERCHAUD**,

Pour ces quelques blocs de chirurgie de la main que nous avons fait ensemble au CHU.

Au Docteur **Antoine PEYRONNET**

Pour ces premiers blocs d'orthopédie au CHU à tes côtés.

Au Docteur **Nicolas RUIZ**

Pour ton exigence chirurgicale qui m'a permis d'être plus rigoureux dans mon travail.

Du service de Chirurgie plastique du CHU d'Angers :

Au Professeur **Pascal ROUSSEAU**, au Docteur **Clément DERANQUES** et au Docteur **Marie DEJEAN** pour m'avoir supporté avec toutes mes questions et sur toutes vos interventions de lambeaux. Merci pour toutes vos explications.

Du service de Chirurgie pédiatrique du CHU d'Angers :

Au Docteur **Didier MOUKOKO**,

Pour avoir pu profiter de vos innombrables connaissances en chirurgie pédiatrique orthopédique.

Docteur **Kim BIN**,

Pour ta rigueur chirurgicale et pour avoir opéré à tes côtés des mains congénitales.

Docteur **Nicolas HENRIC**,

Pour la confiance tu m'as accordée au cours de mon semestre en chirurgie pédiatrique.

Du service de chirurgie plastique du CHU de Rouen :

Au Docteur **Roberto BECARI**,

Pour ta gentillesse, ta bienveillance et ta bonne humeur. Merci de m'avoir accompagné dans mes premières anastomoses microchirurgicales.

Au Docteur **Dorothée COQUEREL-BEGHIN**,

Pour le plaisir sincère que j'ai eu de t'accompagner sur toutes tes interventions et en consultation. Un duo complémentaire et dévoué dans la prise en charge des patients qui nous a mené à belles interventions parfois jusqu'au bout de la nuit.

Au Docteur **Marcelo GARCIA-DOLDAN**,

Pour ta sincère camaraderie et pour m'avoir appris tous tes trucs et astuces de chirurgie plastique.

Au Docteur **Julien VANARET**,

Pour ton humour et ta proximité avec les internes. Merci de t'avoir accompagné dans tes premières réductions mammaires en solo et tes premières gardes d'urgences main.

Au Docteur **Ludivine GARDEIL**,

Pour ta gentillesse et tes connaissances en chirurgie plastique et en chirurgie de la main dont j'ai pu bénéficier.

Au Docteur **Richard CHAN**,

Pour tous ces blocs d'urgences main passés ensemble. Merci pour tout ce que tu m'as appris.

REMERCIEMENTS

A tous les autres chefs de clinique, assistants et praticiens hospitaliers rouennais plasticiens et orthopédistes qui m'ont beaucoup appris et avec qui j'ai passé de très bons moments : **Bénédicte ELBAZ, Alice CARRICABURU, Donatien HEUZE, Antoine-Guy HUE, Jonathan CURADO, Justine GOURSAT, Hayder ABDULMUTALIB, Frederic MOUILHADE, Hadrien HOUDRE, Bertrand LAGRAVE, Albane BONMARCHAND.**

Du service de Chirurgie Orthopédique du CHU de Tours :

Au Docteur **Jacky LAULAN,**

C'est une chance d'avoir pu profiter de votre culture et votre immense savoir en chirurgie de la main. Vous êtes une encyclopédie à vous tout seul. A chacune de vos chirurgies, chacune de vos consultations et chacune de vos interventions au staff du mardi soir j'ai essayé de prendre un maximum de notes ainsi que quelques « laulaneries ».

Aux Professeur **Jean BRILHAULT,**

Un immense merci pour votre accueil et votre pédagogie au cours de mon semestre à Tours. Votre rigueur et votre analyse critique de la traumatologie m'aura beaucoup impressionné. J'ai beaucoup de plaisir à revenir au sein de votre service à partir de novembre prochain.

Au Professeur **Luc FAVARD,**

Pour ces visites professorales au 7A où m'avez beaucoup appris. Merci pour ces quelques blocs passés à vos côtés où j'ai pu apprécier la qualité de votre expérience chirurgicale. Merci pour votre pédagogie absolument incroyable. La justesse de vos mots et la qualité de vos présentations font de vous un grand professeur.

Au Professeur **Julien BEROUHET,**

Pour votre enseignement et votre patience au cours de ces nombreuses gardes que nous avons passées ensemble. Ce fut pour moi des moments très formateurs.

Au Docteur **Émilie MARTEAU,**

Pour ton pragmatisme chirurgical appréciable sous un air de Jean-Jacques GOLDMAN.

Au Docteur **Steven ROULET,**

Pour ta rigueur chirurgicale et universitaire.

Au Docteur **Benjamin FEREMBACH,**

Pour la confiance que tu m'as accordée pour les urgences mains et pour tes astuces chirurgicales.

*Aux chefs de clinique, assistants et praticiens hospitaliers tourangeaux avec qui j'ai beaucoup apprécié travailler : **Louis-Romée LE NAIL, Geoffroy DUBOIS DE MONTMARIN, Gaspard AUBOYNEAU, Ramy SAMARGANDI, Vincent HARDY, Guillaume LEROUX, Marion BESNARD.***

Du service de Chirurgie Orthopédique du CH du Mans :

*Aux Docteurs **Yvon MOUI, Jamal HAMDAL, Prune ALLIGAND-PERRIN et Anne-Laure CHAMPELAIN** avec qui j'ai fait mes premiers pas en chirurgie de la main au en tant qu'interne. Merci pour tout ce que vous m'avez fait découvrir.*

*A tous les autres praticiens hospitaliers du Mans avec qui j'ai fait mes premiers pas en tant qu'interne : **Laurent PIDHORZ, Patrick LAFOREST, Vincent ORAIN, Grégoire SORIN, Maher AL HOMSI, Abdelkarim ACHIBET, Karim GHYAMPHY, Gaël GAUDIN.***

Remerciements personnels :

A Monsieur **Laurent MEERSSMAN**, pour vos calculs géométriques et votre gentillesse. Vous avez accepté avec enthousiasme cette collaboration « médecine-mathématiques » et je vous en remercie beaucoup. A nous deux nous avons pu percer les mystères de la plastie de MALINGUE.

Aux thanatopracteurs du laboratoire d'anatomie d'Angers et de Tours : **Jean-Luc, Julie, Gérald et Jérôme**. Un grand merci pour toutes ces pièces cadavériques que ce soit pour ma thèse ou pour mon « training » personnel.

Aux secrétaires d'Angers, de Rouen, de Tours et du Mans : **Anita, Sophie, Marylène, Céline, Patricia, Véronique, Marina, Frédérique, Solène, Véronique, Catherine, Stéphanie**.

Aux infirmiers/infirmières de bloc, de service et aux cadres de santé d'Angers, de Rouen, de Tours et du Mans : **Denis, Alban, Samira, Sarah, Martine** (alias Mme DAMADE), **Marion, Emmanuelle, Karine, Christelle, Pierre-Yves, Julie, Clémence, Dorothée**

Aux kinésithérapeutes et gypsothérapeutes : **Frédéric** (Angers), **Marine** (Rouen), **Hervé** (Tours).

A mes co-internes Angevins :

Adrien LINDER, Adrien PAUVERT, Pierre BORDURE, Thomas POUDEROUX, Mathurin GOMEZ, Julien BACHLER

Pour votre camaraderie et votre aide lors de mes premiers pas au CHU.

Grégoire HELIERE, Sarah CYPEL, Marine GIORGI, Sara BERGMAN

Pour votre courage durant ces semestres manceaux avec parfois des hauts et des bas.

Laura BRZUSTOWICZ

Pour ta bonne humeur durant ce semestre de pédiatrie malgré les moments difficiles et de solitude.

Taha MOUHIB,

Mon fidèle co-interne du centre de la main

Charlotte MONNIER,

La meilleure médecin du sport.

A mes co-internes FFI du Mans :

Sami EL HARRAK, Georges KASDAGLIS, Hermann TIETCHOU, Damian LUCA, Fethi MRABET

A mes co-internes rouennais :

Octave DHELLEMES,

Pour ton sens de l'organisation, de l'équité et ta sagacité d'esprit. Le meilleur chef des internes que j'ai connu.

Mathias EL AYOUBI,

Pour ton amitié, ta passion, ta philosophie et ton intelligence. Merci infiniment pour ce livre que tu m'as offert.

Eva RUBINSTEN et Maëlle CHIR (mimi Maëlle)

Pour votre gentillesse, votre implication au sein de l'internat rouennais (les meilleurs améliorés !) et votre folie naturelle.

Abeer BAAMIR,

Pour ton courage, ta gentillesse et ta bienveillance maternelle.

Sixtine REGNARD,

Pour ton amitié, tes gaffes et ta « ponctualité légendaire ».

Anne-Carole PORTENARD,

Pout ta gentillesse et ta douceur naturelle

REMERCIEMENTS

A mes co-internes Tourangeaux :

Rodolphe BURGADE,

parti beaucoup trop tôt. Co-étudiants à Paris Descartes pour notre DU d'anatomie puis co-internes à Tours, j'avais enfin trouvé un ami avec qui partager ma passion pour l'anatomie comparée et la chirurgie. Je t'admirai énormément pour ta culture, ta gentillesse et ta passion. Je n'oublierai jamais ces heures passées aux laboratoires d'anatomie où nous disséquions avec émerveillement sans nous arrêter. Nous avons encore tant de projets ensemble. Tu es et resteras gravé dans ma mémoire.

Arthur FLOQUET,

Pour ta bienveillance envers les jeunes internes. Un vrai « papa ».

Sébastien MONTES et Marin TOUSSAINT,

Pour votre sincérité et votre camaraderie.

Clara SOS,

Pour ton organisation et ton aide durant ce semestre tourangeau.

Maxime SAAD,

Pour ton calme, ta gentillesse et... ta super voiture.

Dinah BRONSTEIN,

Pour ta folie, ta motivation et ta passion chirurgicale.

Maxime BOBLE,

Pour ton sens de l'organisation. Un planning des internes géré de main de maître.

Élise LOUBEYRE, Chloé IMBERT, Pauline UNAL, Ameer TRIKI

Pour ce semestre tourangeau passé à vos côtés.

A mes amis d'externat :

Baptiste SOURTY,

10 ans d'amitié déjà et tant de souvenirs mémorables. Merci pour tous ces moments d'amitié et ceux à venir.

François BOURLET, Valentin SUTEAU, Charles MAURILLES, Corinne SIMION-TOADER, David PRILLARD

Une team mémorable avec tous ces souvenirs et ces soirées.

Coraline POTTIER,

Pour ce binôme complice du master.

A la team tutorat de BA :

Loris DELRIEU,

Pour ton amitié, ta gentillesse, ton hospitalité, notre passion commune pour les sciences et ce lien d'attachement singulier qui persiste année après année et qui j'en suis sûr perdura encore.

Héloïse BOULOIZEAU et Théo BORON

Pour tous ces moments de rires partagés vos côtés et pour ce trio légendaire d'amitié. « J'étais là ! ».

Clarisse BLANCHET,

Pour ton humour, ta folie et ta générosité.

Charlie BUCHOU,

Pour ta gentillesse et ton hospitalité durant tous mes séjours parisiens. Bon courage dans ta future carrière de pilote de ligne.

Hugo CHRETIEN,

Pour cette complicité naturelle.

REMERCIEMENTS

Alexandre PILON,

Même si les années passent tu resteras « Alex le président ».

A ma famille :

A mes parents,

merci pour votre soutien au cours de toutes ces années.

A mes sœurs Marie et Julie,

pour votre amour fraternel.

A mes grands-parents paternels et maternels,

tous partis malheureusement avant cet événement qui j'en suis sûr leur aurait apporté une immense fierté de voir leur petit fils devenir docteur.

A mes cousins et cousines,

Pierre, Loïc, Émilie, Céline, Emmauelle

A mes « beaux-parents »,

Clarisse et Alban

A mon Eloïse :

Pour tous ces merveilleux moments de complicité que nous vivons et vivrons ensemble encore longtemps. Merci de supporter ma folie au quotidien. Ton amour sincère m'a apporté l'équilibre et la plénitude que j'attendais depuis longtemps. Puisses-tu trouver ici le témoignage de tout mon amour.

LISTE DES ABREVIATIONS

MP/MCP	Métacarpo-phalangienne
IPP	Interphalangienne proximale
IPD	Interphalangienne distale
IP	Interphalangienne du pouce
DER	Déficit d'extension résiduel
QuickDASH	Quick Disabilities of Arm, Shoulder and Hand questionnaire
MHQ	The Michigan Hand Outcomes Questionnaire
VAAS	Visual Analogue Appearance Score
DAS	Derriford Appearance Score
ANOVA	Analysis of variance
Pré op	Pré-opératoire
Post op	Post-opératoire
SDRC	Syndrome douloureux régional complexe

PLAN

I. INTRODUCTION

II. BASES FONDAMENTALES DE LA PLASTIE DE MALINGUE

1. Introduction

2. La plastie de MALINGUE

3. Matériel et méthode

- 3.1. Vascularisation des lambeaux.
- 3.2. Analyse des contraintes mécaniques des lambeaux cutanés.
- 3.3. Étude mathématique

4. Résultats

- 4.1. Vascularisation des lambeaux
- 4.2. Les contraintes mécaniques

5. Étude mathématique

- 5.1. Géométrie euclidienne
- 5.2. Géométrie non-euclidienne

6. Discussion

III. SERIE CLINIQUE

1. Introduction

2. Patients et méthode

- 2.1. Patients
- 2.2. Méthode
- 2.3. Technique chirurgicale
- 2.4. Analyse statistique

3. Résultats

- 3.1. Épidémiologie
- 3.2. Pré-opératoire
- 3.3. Post-opératoire

4. Discussion

IV. CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

LISTES DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

Annexe I : fiche de révision

Annexe II : questionnaire patient

Annexe III : questionnaire QuickDASH (version française)

Annexes IV : Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) (version française)

I. INTRODUCTION

La maladie de Dupuytren se définit comme une fibrose rétractile des aponévroses palmo-digitales. Déjà observée depuis l'antiquité, cette maladie fut popularisée par le Baron Guillaume DUPUYTREN à partir de 1831^{1,2}. Son étiologie reste encore très incertaine et la maladie constitue une entité pathologique aux origines multifactorielles.³

Les lésions élémentaires, le plus souvent non douloureuses, sont représentées par les nodules et les brides. Les nodules sont fixes, adhérents et de consistance dure, habituellement localisés en aval ou en regard du pli palmaire distal et à la base des doigts. Les brides se développent en fonction de l'organisation anatomique des fascias. On distingue : les brides pré-tendineuses, les brides médianes, les brides spirales, les brides latéro-digitales, les brides rétro-vasculaires, les brides digitales isolées de STRICKLAND, les brides commissurales en « Y » de GOSSET¹. Mais l'individualité de certains éléments anatomiques reste débattue.

TUBIANA et MICHON avaient proposé une cotation numérique permettant de classer la maladie⁴, du stade 0 au stade 4, en fonction de la sévérité clinique. Elle utilise une somme algébrique du degré de contracture de toutes les articulations spécifiques d'un doigt. Cette classification prend en compte les lésions élémentaires, le degré de rétraction d'un doigt et de la première commissure. Elle peut être utilisée en pré et en post opératoire. De fait, elle présente plusieurs intérêts comme la traduction chiffrée et interprétable de l'état du patient. De plus, elle apporte des précisions d'ordre pronostique et permet de juger objectivement les résultats de la chirurgie et la gêne fonctionnelle.

Trois stades évolutifs anatomopathologiques ont été décrits : le stade prolifératif (apparition des nodules), le stade involutif ou fibrocellulaire (apparition des brides), le stade résiduel ou terminal ou fibrotique⁵. Cette classification a aussi un objectif pronostic, en effet ROMBOUTS avait montré en 1989⁵ qu'une chirurgie réalisée au stade prolifératif de la maladie exposait à un risque de récurrence de 70% alors qu'à un stade résiduel ce risque n'était que de 18%. Il est donc important de réaliser la chirurgie dans cette phase résiduelle que l'on pourrait qualifier de phase « froide » de la maladie. Le traitement

de la maladie de Dupuytren est avant tout basé sur une surveillance et est un délicat équilibre entre gain fonctionnel et risque de récurrence.

Il existe 3 principaux types de traitement chirurgicaux, conservateurs, pour la maladie de DUPUYTREN : l'aponévrotomie, l'aponévrectomie et la dermofasciectomy. Le principe de ces traitements est de restaurer des amplitudes digitales fonctionnelles. La plus fréquente des techniques utilisées est l'aponévrectomie ou fasciectomy dont il existe de nombreuses voies d'abord et plasties décrites. Parmi elle, l'une des plus populaires, la plastie en « Z » a été proposée par Mc INDUE en 1958 dans la maladie de DUPUYTREN⁶. Il s'agit d'une plastie cutanée au hasard. Sa vascularisation n'est pas systématisée et n'est donc pas définie selon des règles anatomiques mais selon des règles géométriques. La plastie de MALINGUE, issue de la plastie en « Z », constitue une option thérapeutique récente et peu étudiée dans le traitement chirurgical de la maladie de DUPUYTREN.

L'objectif de ce travail est dans un premier temps d'étudier la modélisation et les concepts de la plastie de MALINGUE comparés à la plastie en Z. Puis dans un second temps, à travers une étude clinique, d'évaluer les résultats de cette technique.

II. BASES FONDAMENTALES DE LA PLASTIE DE MALINGUE

1. Introduction

La plastie cutanée losangique de MALINGUE a été décrite en 2002 en tant que voie d'abord alternative dans l'aponévrectomie d'une maladie de DUPUYTREN⁷. Son principe est basé sur celui d'une plastie en « Z » à laquelle est ajoutée deux contre-incisions de même longueur. La plastie en « Z » aurait été illustrée pour la première fois en 1837 pour une correction d'ectropion par un ophtalmologiste américain, William E. HORNER⁸. Ces lambeaux ont été principalement utilisés sur le visage et le cou, notamment par DENONVILLIERS⁹. Puis elle s'est développée progressivement dans la chirurgie de la main en France à partir de 1914 avec Hippolyte MORESTIN¹⁰. La technique a été popularisée par DAVIS à partir de 1931¹¹, puis de nombreux auteurs comme LIMBERG ont décrit ses aspects théoriques^{12,13,14,15,16,17}. Les principes fondamentaux de la plastie en « Z » ont été décrits mathématiquement par Mc Gregor en 1956 et définissent la plastie en « Z » idéale comme une plastie formée à partir de 2 lambeaux triangulaires équilatéraux¹⁸, c'est-à-dire des lambeaux triangulaires avec des côtés (a) de même longueur et des angles (α) de 60°. L'avantage de la plastie en « Z » est d'offrir un allongement cutané théorique de 75% consécutif à la transposition des lambeaux. D'un point de vue mécanique, la plastie en « Z » constitue une distorsion anisotropique du tissu pathologique vers le tissu sain. Les contraintes cutanées induites par cette plastie sont liées à la présence de points limitants qui limitent la transposition des lambeaux ; et c'est l'élasticité cutanée qui permet de vaincre ces contraintes, entraînant ainsi ce phénomène de distorsion.

Aucune étude traitant de la plastie de MALINGUE originelle n'a été réalisée à ce jour. L'objectif dans cette première partie, est d'étudier à partir de modèles cadavériques et expérimentaux sur gants en latex, les différences topographiques et anatomiques entre la plastie en « Z » et la plastie de MALINGUE puis d'en analyser les différences géométriques et mathématiques à partir de leur modélisation.

2. La plastie de MALINGUE

La plastie losangique de MALINGUE est une plastie cutanée au hasard dérivée de la plastie en « Z ». En effet, elle se construit à partir de 2 triangles **équilatéraux** issus d'une plastie en « Z » auxquels sont ajoutés 2 contre-incisions, parallèles entre elles, à chacune des pointes de la branche centrale du « Z » (Figure 1). La plastie dessine alors deux lambeaux losangiques, soit un équivalent de 4 triangles équilatéraux.

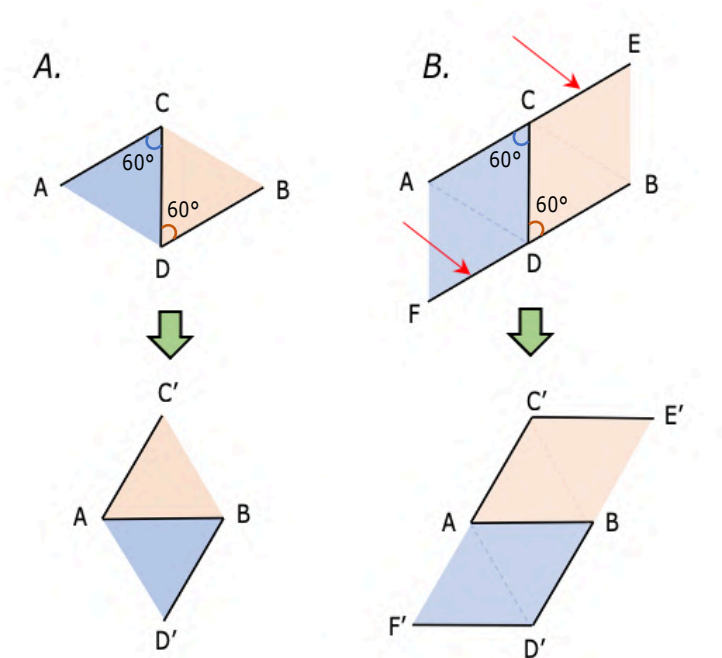


Figure 1 : Schématisation du dessin des plasties en « Z » à gauche (A.) et de MALINGUE à droite (B.), avant et après transposition des lambeaux. Les flèches rouges représentent les 2 contre-incisions supplémentaires réalisées dans la plastie de MALINGUE. Toutes les incisions ont des tailles identiques. Les pointillés délimitent les 4 triangles équilatéraux au sein de la plastie de MALINGUE.

La plastie de MALINGUE a été décrite pour aborder une maladie de DUPUYTREN au niveau digital sur les 3^e, 4^e et 5^e doigts en réalisant une incision verticale allant du pli de flexion métacarpo-phalangien (MCP) au pli de flexion interphalangien proximal (IPP) et centrée sur la première phalange afin d'éloigner l'incision des pédicules (Figure 2). Selon l'auteur de la technique, ces plasties viennent toujours se fermer facilement et sans plissement, même après restauration de l'extension digitale. On peut donc présumer d'un effet d'allongement important lié à cette plastie.

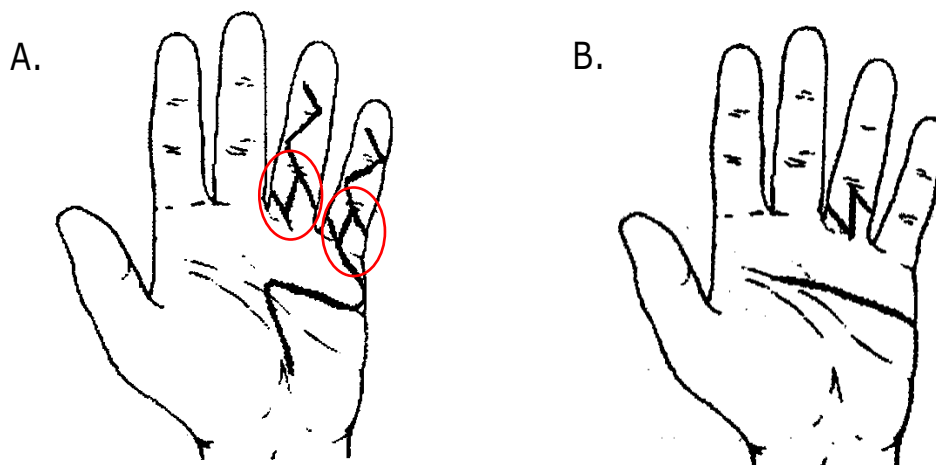


Figure 2 : A droite (A) : Description initiale en 2002 de la plastie de MALINGUE (cercle rouge) (selon MALINGUE)⁷. A gauche (B) : description en 1958 de de la plastie en « Z » dans la maladie de DUPUYTREN (selon Mc INDOE⁶). Noter que les auteurs associe leur plastie à la technique de la paume ouverte selon Mc CASH¹⁹.

APARD a proposé en 2011 une plastie basée sur des angles (α) de 45° transposant deux triangles quelconques²⁰. Le dessin correspond alors à un « Z » pourvu d'une branche centrale égale à deux fois la longueur des branches courtes du « Z », auquel est ajouté deux contre-incisions parallèles entre elles, à chacune des pointes de la branche centrale (Figure 3). Il se dessine alors, d'après l'auteur, deux lambeaux losangiques qui après transposition se retrouvent trapézoïdaux. L'analyse en géométrie plane de la plastie de MALINGUE s'appuie dans cet article sur le gain et la perte théorique de surface avant et après transposition et en aucun cas selon un gain en longueur. L'angle de la plastie considéré dans l'étude à 45° n'est pas pris en considération dans les calculs de la modélisation.

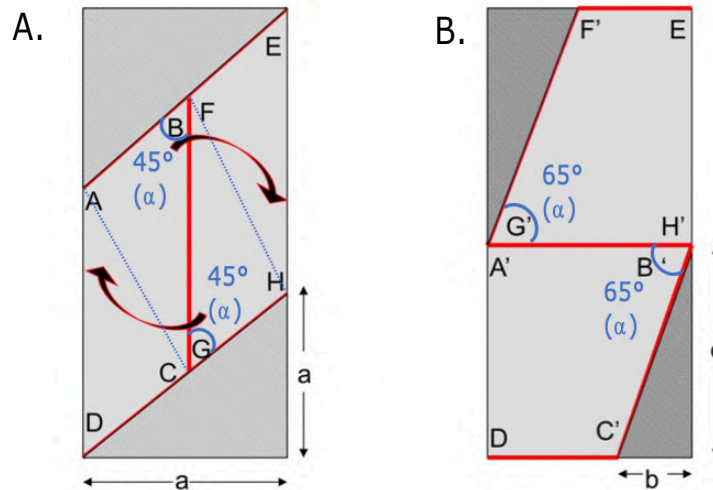


Figure 3 : Modélisation de la plastie de MALINGUE par APARD (annotations bleues par T. ALBERT).
 A : Plastie avant transposition. Noter que la plastie de MALINGUE est ici dessinée à partir d'une plastie en « Z » comportant deux triangles quelconques (ABC et FGH) avec un angle α de 45° . B : Plastie après transposition. L'allongement n'est pas précisé sur la figure et seul le gain en surface est représenté. Les lambeaux losangiques apparaissent trapézoïdaux après transposition et les angles α sont mesurés à 65° sur la figure.

Aucune étude traitant de la plastie de MALINGUE, selon sa description princeps, avec transposition de deux lambeaux losangiques formés à partir de 2 triangles équilatéraux chacun et dont l'angle α mesure alors 60° n'a été réalisée.

L'objectif principal était d'étudier à partir de modèles cadavériques et expérimentaux sur gants chirurgicaux en latex les différences topographiques, anatomiques et mathématiques de la plastie en « Z » et de MALINGUE.

3. Matériel et méthode

L'étude au laboratoire d'anatomie s'est déroulée en deux parties : une description de la vascularisation des lambeaux et une étude comparative sur les contraintes mécaniques des plasties.

3.1. Vascularisation des lambeaux.

Nous avons utilisé quatre mains cadavériques de sexe masculin préalablement injectées au latex rouge. Sur le 3^{ème} rayon était réalisé une plastie de MALINGUE au niveau de la première phalange et sur le 4^{ème} rayon était réalisé une plastie en « Z » au niveau de la première phalange (Figure. 4)

Les lambeaux étaient levés sous loupes grossissantes (x4,5), en repérant les pédicules collatéraux ulnaires et radiaux sur chaque doigt. La dissection reprenait les principes chirurgicaux de l'aponévrectomie digitale dans la maladie de DUPUYTREN.

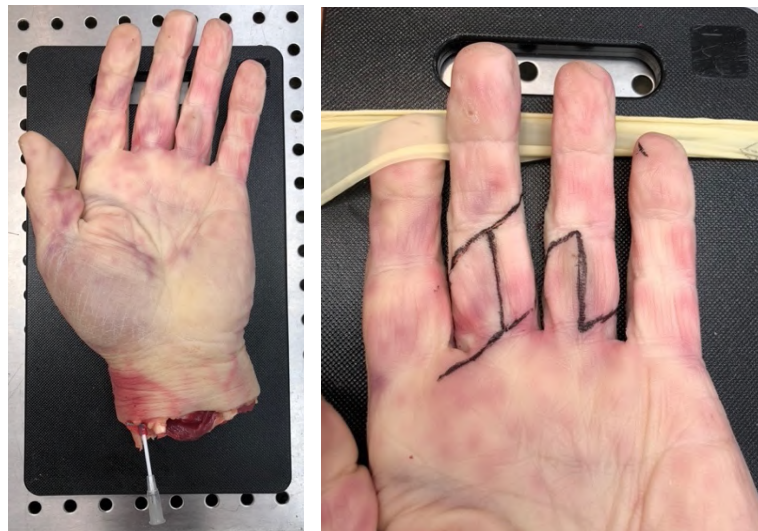


Figure 4 : Main cadavérique injectée avec les dessins d'une plastie de MALINGUE sur le 3^e doigt et d'une plastie en « Z » sur le 4^e doigt.

3.2. Analyse des contraintes mécaniques des lambeaux cutanés.

La première partie a été réalisée sur matériel inerte : gants chirurgicaux en latex. La deuxième partie, a été réalisée sur cadavre, 4 avants bras et 1 main.

3.2.1. Analyse sur matériel inerte

Pour analyser la topographie et les contraintes mécaniques, nous avons réalisé sur des gants en latex une plastie de MALINGUE et une plastie en « Z » sur un fond quadrillé de 1 cm de côté où chaque

ligne du quadrillage représente une ligne de tension cutanée. Les 2 plasties ont été dessinées avec des angles α de 60° mesurés au goniomètre et des côtés « a » de mêmes longueurs mesurées à 3 cm. Les diagonales « d » ont été mesurées à 5 cm (Figure. 5). Les contraintes représentées par les lignes de tension cutanée ont été transposées numériquement sur informatique.

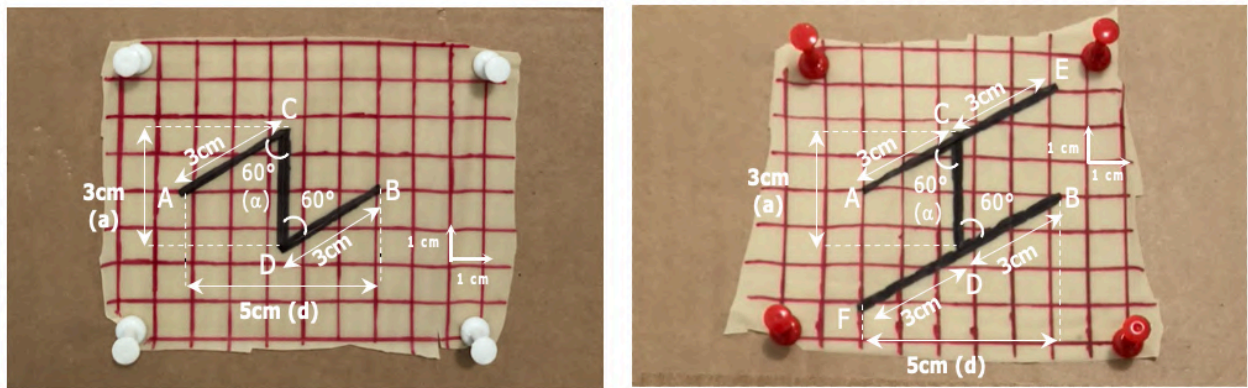


Figure 5 : Dessins sur gants chirurgicaux des plasties en « Z » (à gauche) et de MALINGUE (à droite) sur fond quadrillé représentant les lignes de contrainte cutanée.

3.2.2. Analyse cadavérique

Pour analyser la topographie et les contraintes mécaniques qui s'exercent sur la peau, nous avons réalisé sur avant-bras cadavérique une plastie de MALINGUE et une plastie en « Z » selon les mêmes critères que décrit précédemment sur matériel inerte (Figure. 6). Pour pouvoir comparer les longueurs des deux plasties après transposition, des repères ont été définis via des aiguilles positionnées aux zones de suture correspondantes de la plastie en « Z » inscrite dans la plastie de MALINGUE.

Les contraintes représentées par les lignes de tension cutanée ont été transposées numériquement sur informatique.

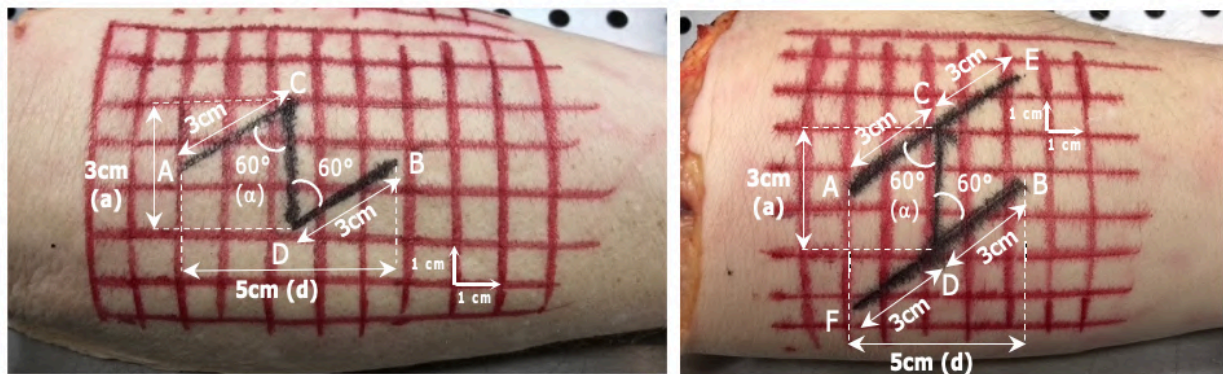


Figure 6 : Dessins sur avant-bras cadavérique des plasties en « Z » (à gauche) et de MALINGUE (à droite) sur fond quadrillé représentant les lignes de contrainte cutanée.

Pour reproduire le principe des plasties digitales, étagées, nous avons réalisé sur un avant-bras cadavérique deux plasties en « Z » multiples (double et triple plastie en « Z ») et deux plasties de MALINGUE multiples (double et triple plastie de MALINGUE). Les 2 plasties ont été dessinées avec des angles « α » de 60° mesurés au goniomètre et des côtés « a » de mêmes longueurs mesurées à 2 cm. Les diagonales « d » ont été mesurées à 4 cm (Figure. 7).

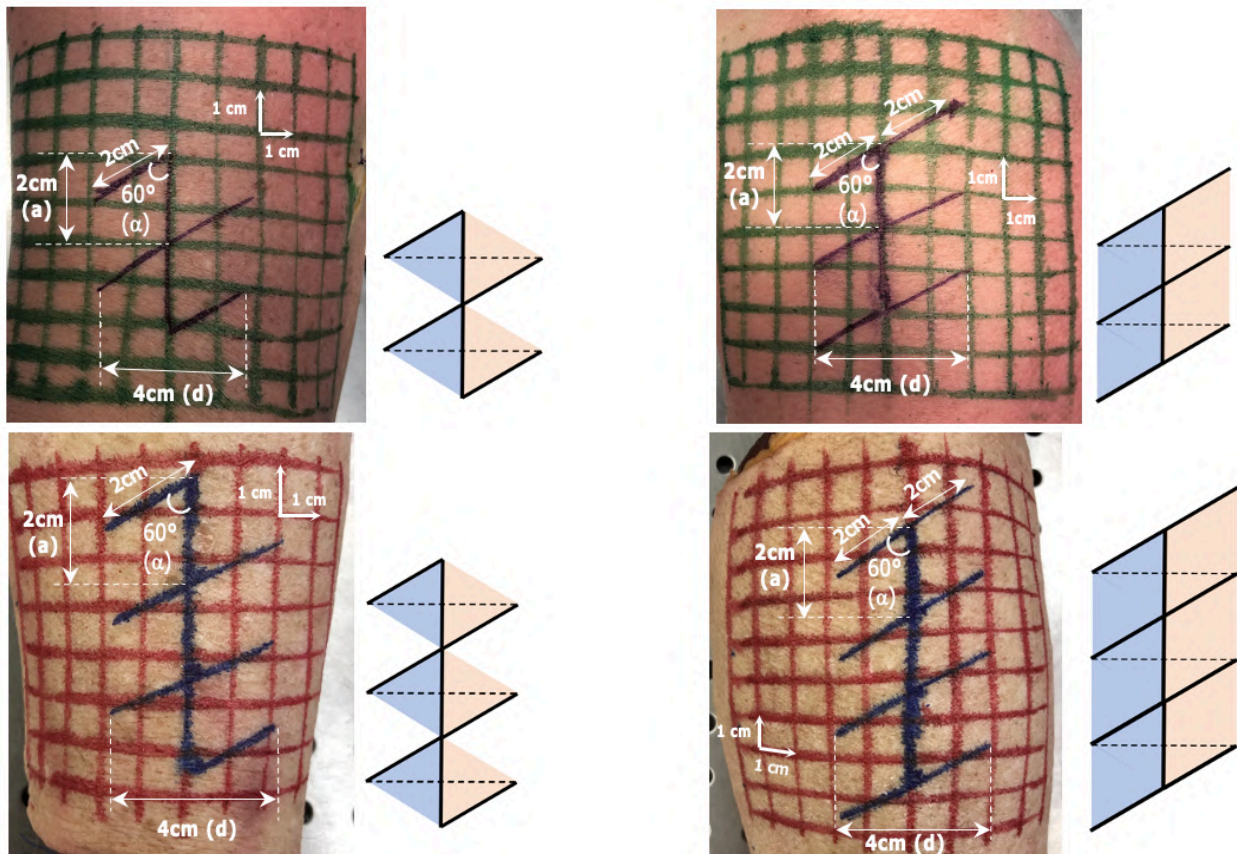


Figure 7 : Dessins sur avant-bras cadavérique d'une double et triple plastie en « Z » (à gauche) ainsi que d'une double et triple plastie de MALINGUE (à droite) sur fond quadrillé représentant les lignes de contrainte cutanée.

Enfin sur une main cadavérique, nous avons analysé la plastie de MALINGUE en fonction de la topographie de surface (Figure. 8) : convexe sur le dos de la main, concave au niveau de la paume dans la région inter-thénarienne et sur une surface en selle au niveau de la première commissure.

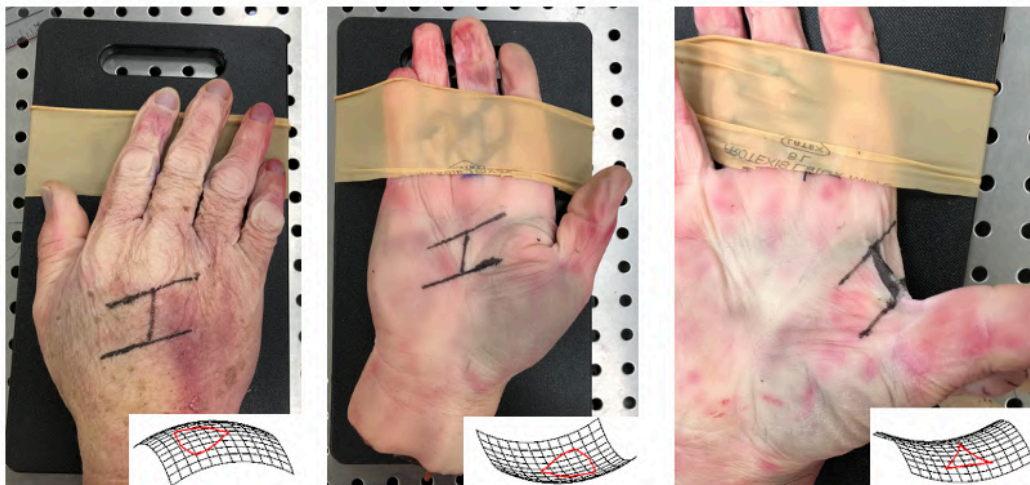


Figure 8 : Dessins des plasties de MALINGUE sur différentes topographies de surface : surface convexe (dos de la main) à gauche, surface concave (paume de la main) au centre et surface en selle (1^{ère} commissure) à droite.

3.3 Étude mathématique

Nous avons commencé par étudier le mouvement séquentiel de la géométrie des plasties. Ensuite, nous avons calculé par analyse trigonométrique, la géométrie plane euclidienne de la plastie en « Z » et de la plastie de MALINGUE afin de calculer les gains en longueur théoriques de ces deux plasties.

Enfin nous avons analysé la géométrie non euclidienne des plasties en prenant en considération les variations curvilignes tridimensionnelles qui découlent de leur réalisation. L'objectif sera de vérifier si les résultats de cette analyse géométrique peuvent expliquer les résultats obtenus sur pièces cadavériques.

4. Résultats

4.1. Vascularisation des lambeaux

La vascularisation des lambeaux quadrangulaires issus de la plastie de MALINGUE et de la plastie en « Z » ont montré sur toutes les mains disséquées une vascularisation via des ramuscules pédiculés depuis l'artère collatérale homolatérale. Il y avait entre 3 et 4 ramuscules par lambeaux pour la plastie de MALINGUE et 2 à 3 ramuscules à destinée cutanée pour la plastie en Z. L'exposition des pédicules dans la plastie de MALINGUE s'est avérée plus facile et plus étendue que lors d'une plastie en « Z » (Figure 9).

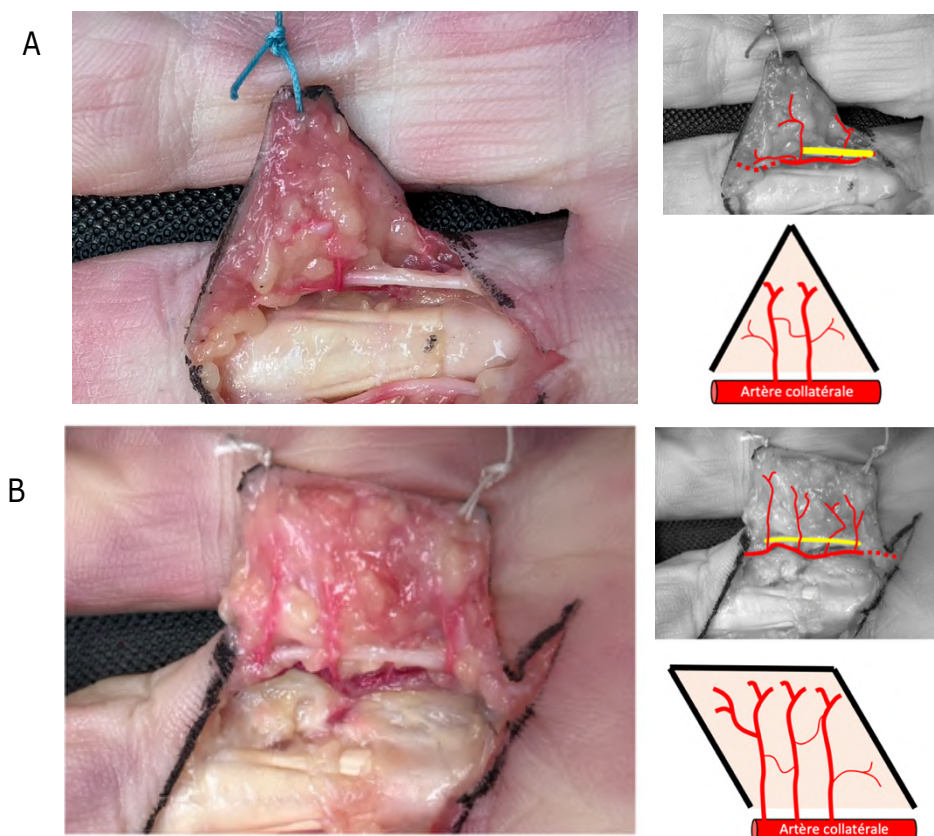


Figure 9 : Comparaison de la vascularisation des lambeaux après leur levée lors d'une plastie en « Z » (A) et d'une plastie de MALINGUE (B). Noter l'exposition plus importante du pédicule et la vascularisation plus importante dans la plastie de MALINGUE.

4.2. Les contraintes mécaniques

Les expériences réalisées sur gants chirurgicaux et sur peau cadavérique montrent une forte déformation du maillage (Figures 10 et 12). On observe une distraction des lignes de contraintes horizontales et une rétraction des lignes de contraintes verticales.

Quand on compare les modélisations des deux plasties après transposition (Figures. 11 et 13) on note que les lignes de contraintes verticales au sein des lambeaux sont plus inclinées dans la plastie en « Z », ce qui traduit des contraintes de cisaillement plus importantes que dans la plastie de MALINGUE. Quand on regarde les lignes de contraintes horizontales, on constate que celles-ci se déforment de manière plus nette aux extrémités supérieures et inférieures la plastie en « Z » (flèche noire Figures. 11.1 et 13.1) que dans la plastie de MALINGUE où ces déformations semblent plus harmonieuses et déportées (flèche noire Figures. 11.2 et 13.2).

Quand on superpose les modélisations des deux plasties (Figures. 11.3 et 13.3) on constate que les forces de rétractions horizontales sont plus importantes dans la plastie de MALINGUE. En effet, la largeur de la plastie en « Z » (a) est mesurée à 3,5cm et à 3cm pour la plastie de MALINGUE, soit une rétraction de 30 et 40% réciproquement, sur gant en latex. Les forces de distraction verticale sont plus importantes dans la plastie de MALINGUE. En effet, la longueur obtenue après transposition des lambeaux de la plastie en « Z » est de 4,2cm soit un gain de 33,3% alors que la longueur obtenue après transposition des lambeaux de la plastie de MALINGUE est de 4,5cm soit un gain de 50% sur gants en latex (Tableau I).

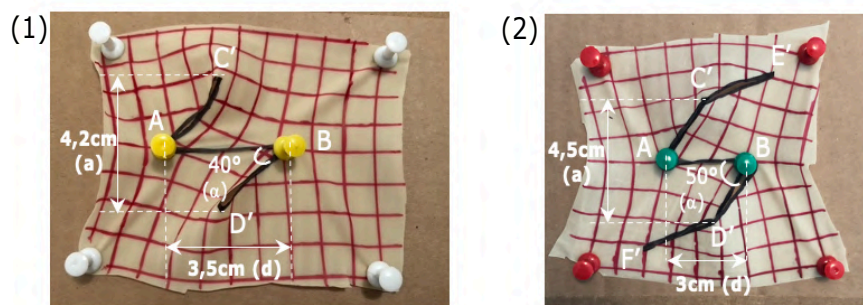


Figure 10 : Contraintes mécaniques sur gants en latex après plastie en « Z » (1) et plastie de MALINGUE (2).

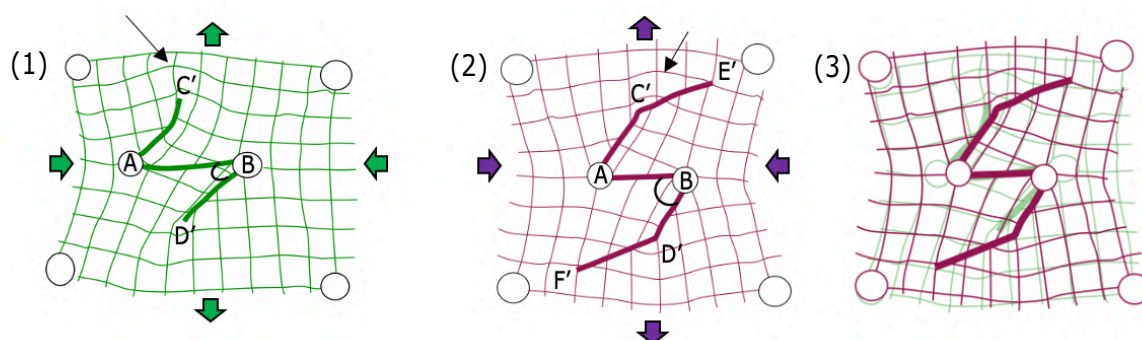


Figure 11 : Modélisations numériques des contraintes mécaniques à partir de gants en latex après plastie en « Z » (1) et plastie de MALINGUE (2). Superposition des modélisations obtenues après les 2 plasties (3).

Tableau I : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur gants en latex pour la plastie en « Z » (1) et la plastie de MALINGUE (2).

	Plastie en « Z »		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	3 cm	4,2 cm	+33,3%
Largeur (d)	5 cm	3,5 cm	-30%
Angle (α)	60°	40°	-33,3%

	Plastie de MALINGUE		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	3 cm	4,5 cm	+50%
Largeur (d)	5 cm	3 cm	-40%
Angle (α)	60°	50°	-16,7%

Les mêmes calculs ont été réalisés sur l'avant-bras cadavérique et rapportés dans le tableau II. L'allongement était de 40% dans la plastie en Z et de 60% dans la plastie de MALINGUE avec un raccourcissement en largeur de respectivement 33,3 % et 37,8 %. Soit une mobilité cutanée globale de 73,3% $(40 + 33,3)$ pour la plastie en « Z » simple contre 97,8% $(60 + 37,8)$ dans la plastie de MALINGUE simple.

L'angle formé par les lambeaux de la plastie en « Z » une fois transposés est plus aigu (40° sur gant en latex et sur peau cadavérique) que dans la plastie de MALINGUE (50° sur gant en latex et 55° sur peau cadavérique).

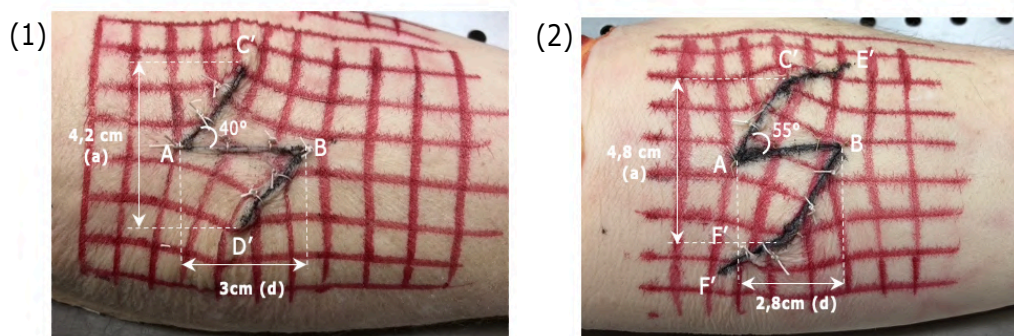


Figure 12 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » (1) et plastie de MALINGUE (2).

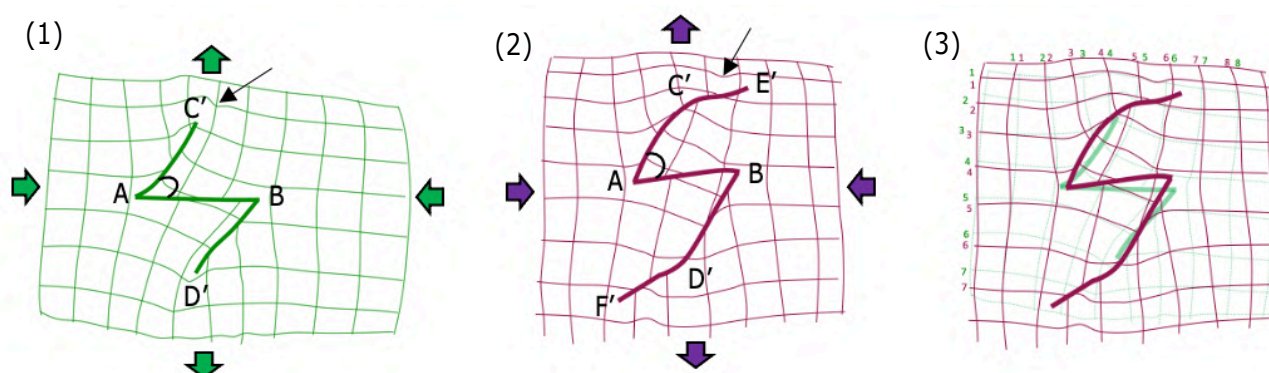


Figure 13 : Modélisations numériques des contraintes mécaniques à partir de peau cadavérique après plastie en « Z » (1) et plastie de MALINGUE (2). Superposition des modélisations obtenues après les 2 plasties (3).

Tableau II : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la plastie en « Z » (1) et la plastie de MALINGUE (2).

(1)

	Plastie en « Z »		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	3 cm	4,2 cm	+40%
Largeur (d)	4,5 cm	3 cm	- 33,3%
Angle (α)	60°	40°	- 33,3%

(2)

	Plastie de MALINGUE		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	3 cm	4,8 cm	+ 60%
Largeur (d)	4,5 cm	2,8 cm	- 37,8%
Angle (α)	60°	55°	-8,3%

On peut supposer que la plastie en « Z » multiples corresponde à l'équivalent de plasties en « Z » simples mises l'une sous l'autre et que la plastie de MALINGUE multiples corresponde à l'équivalent de plasties de MALINGUE simples mises l'une sur l'autre (Figure 14). Mais qu'en est-il réellement ?

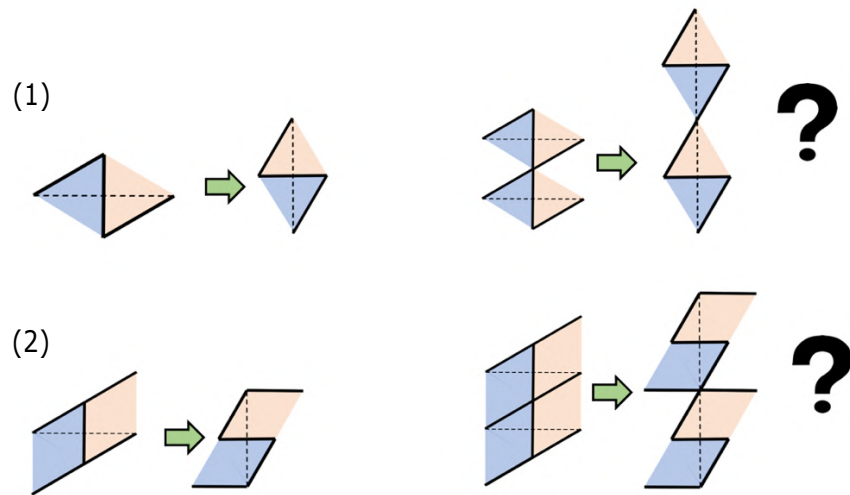


Figure 14 : Schémas hypothétiques d'une plastie en « Z » multiples (1) et d'une plastie de MALINGUE Multiples (2).

La plastie en « Z » multiples correspond bien à l'équivalent de plasties en « Z » simples mises l'une sous l'autre. En revanche ce n'est pas le cas pour la plastie de MALINGUE multiples (Figure 15 et 16). On ne retrouve l'architecture d'une plastie de MALINGUE, avec les contre-incisions, qu'aux 2 seuls lambeaux présents aux extrémités de la plastie multiples. En son centre on retrouve exactement la même architecture qu'une plastie en « Z ». Ceci est vrai aussi bien pour la double que pour la triple plastie de MALINGUE.

Les variations d'angulation alpha des lambeaux après plasties multiples ne montrent pas de différence entre plasties en « Z » multiples et plasties de MALINGUE multiples, hormis en regards des deux lambeaux aux extrémités des plasties de MALINGUE multiples où les angles sont plus ouverts.

On note un phénomène de distorsion à la zone de jonction entre 2 plasties successives qui se traduit par une proéminence cutanée.

Le gain en longueur dans la double plastie en « Z » correspond à allongement de 17,5% contre 25% dans la double plastie de MALINGUE avec un effet de raccourcissement en largeur de 45% dans les 2 plasties (Tableau III).

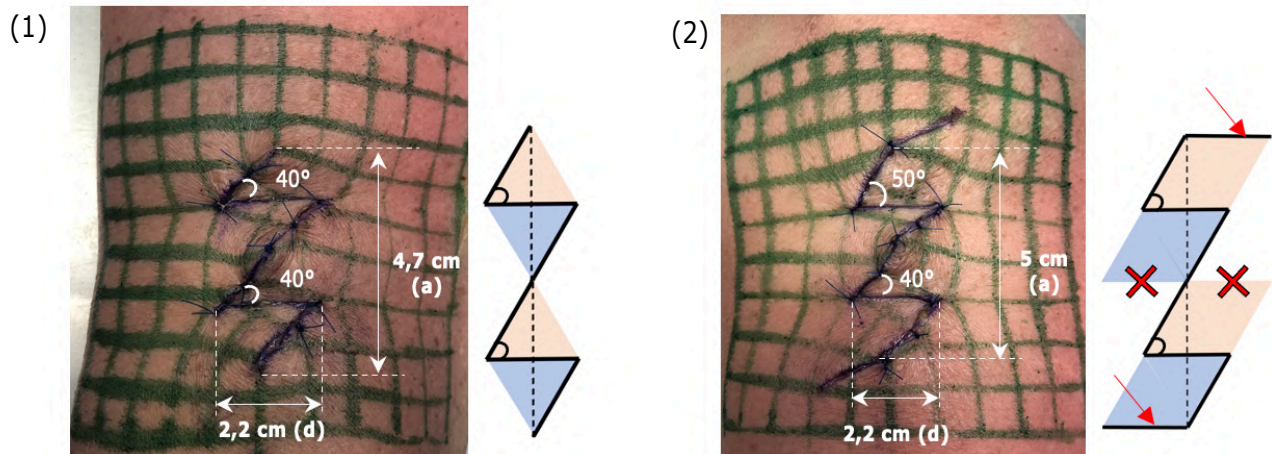


Figure 15 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » double (1) et plastie de MALINGUE double (2).

Tableau III : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la double plastie en « Z » (1) et la double plastie de MALINGUE (2).

(1)	Plastie en « Z » Double		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	4 cm	4,7 cm	+17,5%
Largeur (d)	4 cm	2,2 cm	-45%
Angle (α)	60°	40°	-33,3%

(2)	Plastie de MALINGUE Double		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	4 cm	5 cm	+25%
Largeur (d)	4 cm	2,2 cm	-45%
Angle (α)	60°	40-50°	-16,7 à -33,3%

Le gain en longueur dans la triple plastie en « Z » correspond à allongement de 16,7% contre 20% dans la triple plastie de MALINGUE avec un effet de raccourcissement en largeur de 50% dans les 2 plasties (Tableau IV). Soit une mobilité cutanée globale de

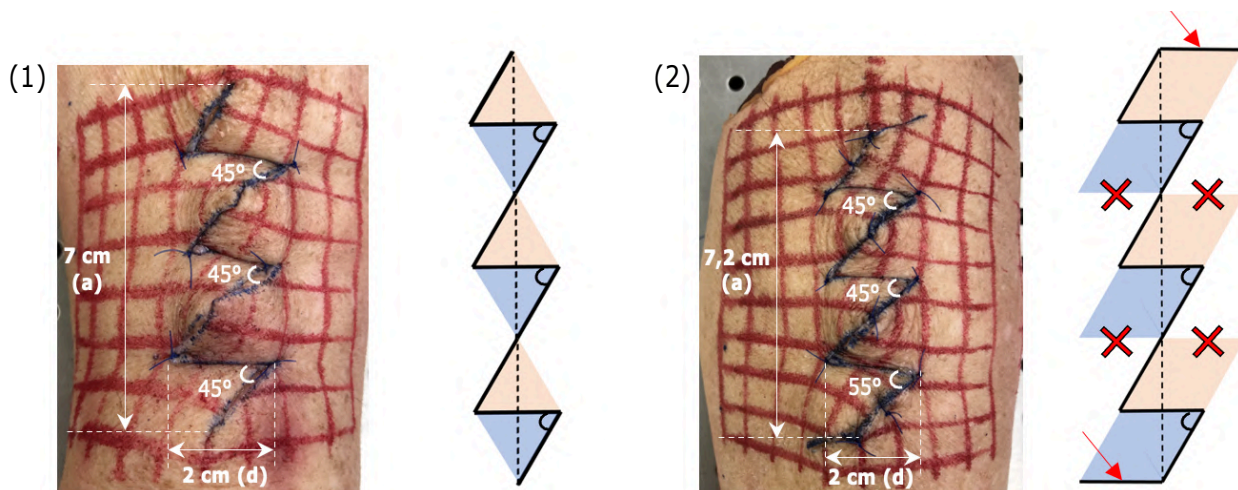


Figure 16 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » triple (1) et plastie de MALINGUE triple (2). Noter que pour la plastie de MALINGUE double et triple (2) le dessin final de la plastie de MALINGUE originelle ne se dessine qu'aux extrémités inférieures et supérieures de la plastie multiple (flèches et croix rouges).

Tableau IV : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la triple plastie en « Z » (1) et la triple plastie de MALINGUE (2).

(1)

	Plastie en « Z » Triple		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	6 cm	7 cm	+16,7%
Largeur (d)	4 cm	2 cm	-50%
Angle (α)	60°	45°	-25%

(2)

	Plastie de MALINGUE Triple		
	Avant transposition	Après transposition	% après transposition
Longueur (a)	6 cm	7,2 cm	+ 20%
Largeur (d)	4 cm	2 cm	- 50%
Angle (α)	60°	50-55°	-8,3 à -25%

Quand on compare les l'allongements des plasties simples et multiples, on constate que le gain en longueur est plus important lors d'une plastie simple que lors d'une plastie multiple, qu'il s'agisse d'une plastie en « Z » ou d'une plastie de MALINGUE avec un effet d'épuisement. L'allongement est de plus en plus faible avec le nombre de plasties multiples. Inversement, le raccourcissement en largeur est plus faible pour une plastie simple et devient de plus en plus important avec le nombre de plasties multiples (Figure 17).

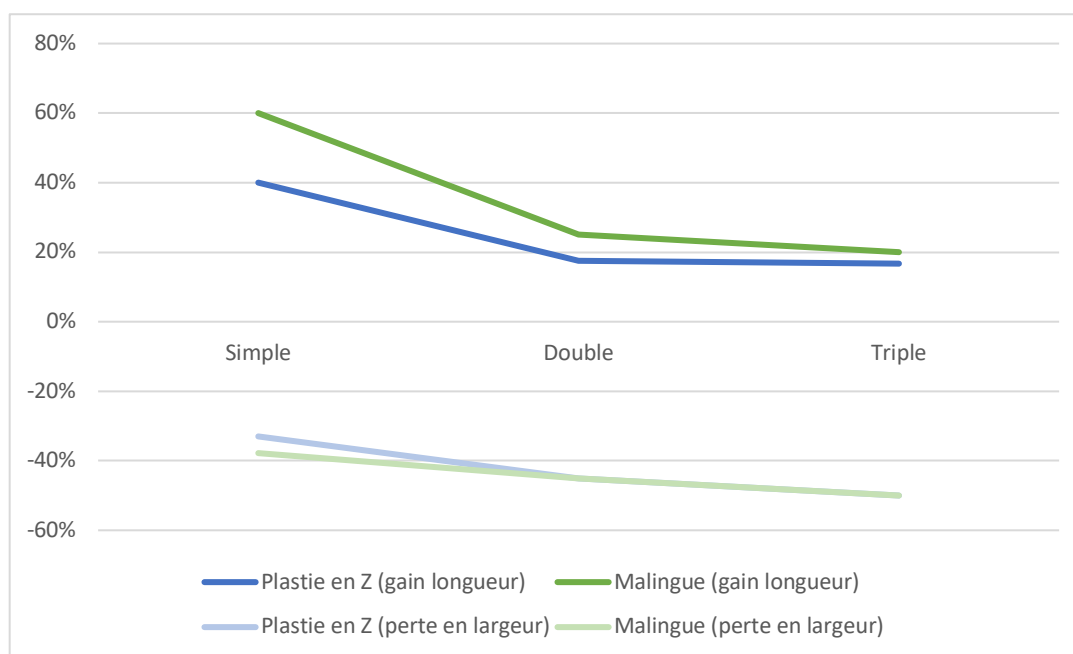


Figure 17 : Variations de la taille en longueur et en largeur des plasties en « Z » et de MALINGUE en fonction du nombre de plasties (simple, double et triple).

Les mesures réalisées après plasties de MALINGUE sur le dos de la main, sur la paume et sur la première commissure montrent un allongement plus important sur la première commissure, à savoir 70% d'allongement. En revanche l'allongement le plus défavorable se retrouve à la paume de la main

avec un allongement de 40%. Le rétrécissement en largeur le plus important est observé à la paume avec une rétraction de -30% (Figure 18 et Tableau V).

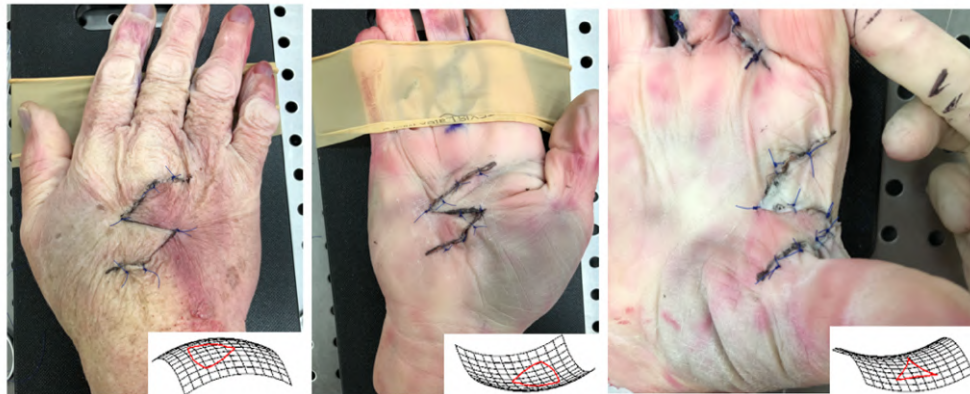


Figure 18 : Plasties de MALINGUE après transposition sur différentes topographies de surface : surface convexe (dos de la main) à gauche, surface concave (paume de la main) au centre, surface en selle (1^{ère} commissure) à droite.

Tableau V : Variations de la taille des plasties de MALINGUE après transposition sur différentes topographies de surface.

	Plastie de MALINGUE (après transposition) sur différentes topographies de surfaces		
	Surface convexe (dos de la main)	Surface concave (paume de la main)	Surface en selle (1 ^{ère} commissure)
Longueur (a)	3,2 cm (+60%)	2,8 cm (+40%)	3,4cm (+70%)
Largeur (d)	2,4 cm (-25%)	2,6 cm (-30%)	2,2cm (-40%)
Angle (α)	55° (-8,33%)	35°-40° (-33,3 à -41,7%)	55° (-8,33%)

5. Étude mathématique

5.1. Géométrie euclidienne

L'analyse en géométrie plane euclidienne de la plastie en « Z » met en évidence 2 triangles équilatéraux voués à être transposés. Il est possible de décomposer la transposition en un mouvement de rotation de 30° (ou $\frac{\pi}{6}$) d'une part et un mouvement de translation d'autre part. L'analyse du triangle met en évidence un point pivot ou point de rotation, centre de rotation du lambeau et un point limitant situé aux pointes de la branche centrale du « Z » de chaque lambeau. Les points pivots constituent eux aussi des points limitants de la transposition.

Il est possible d'effectuer la même modélisation avec une plastie losangique de MALINGUE. La différence tient au fait que la surface inscrite dans un cercle est deux fois plus grande que pour la plastie en « Z ». Ceci a pour conséquence de décaler le point limitant par rapport à la position initiale de ce point dans une plastie en « Z ». Ce point limitant décalé reste cependant à la même distance du point de rotation. On peut donc considérer les contre-incisions de la plastie de MALINGUE non pas comme de véritable back-cut qui se rapprocheraient du centre de rotation du lambeau mais comme des « pseudo back-cut » (Figure 19).

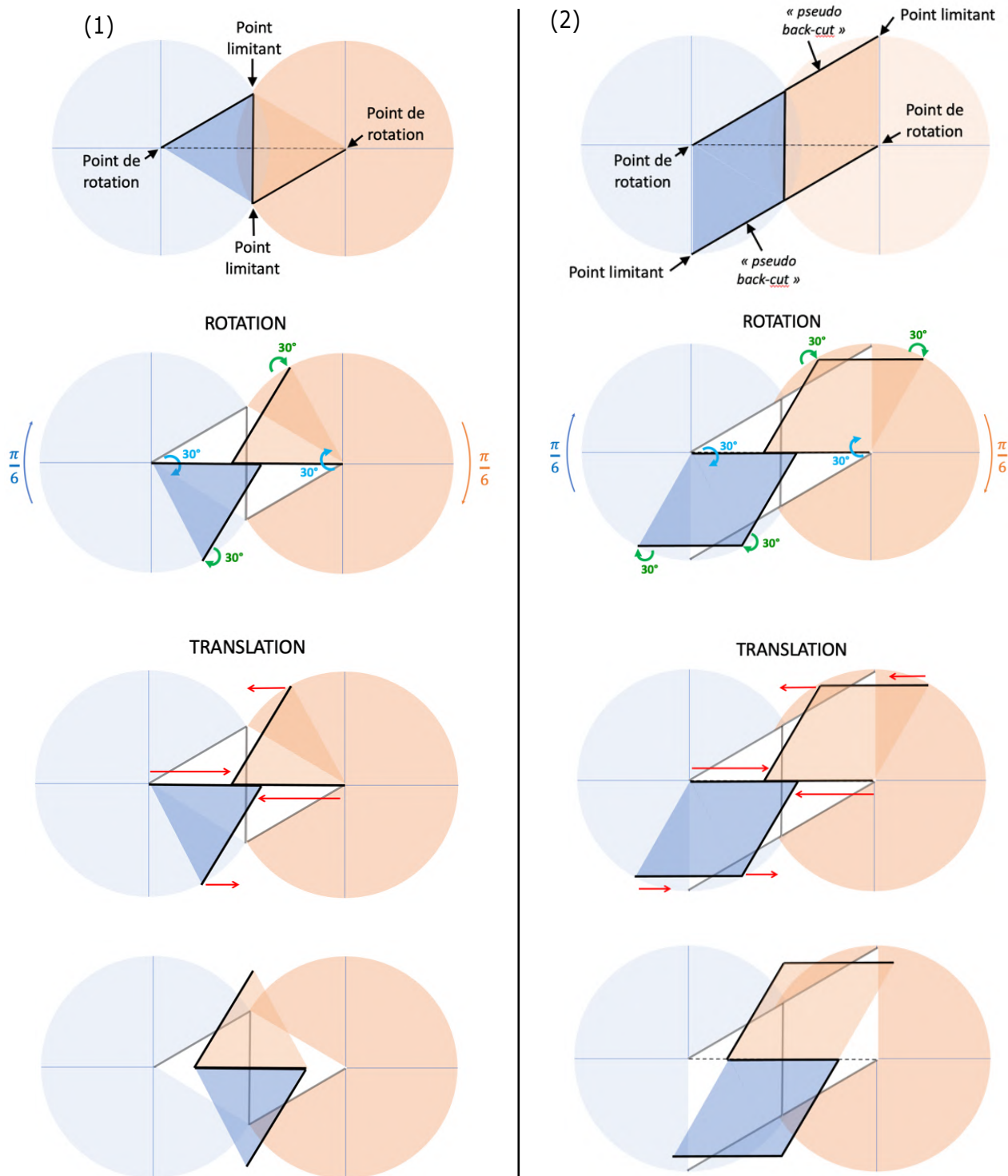
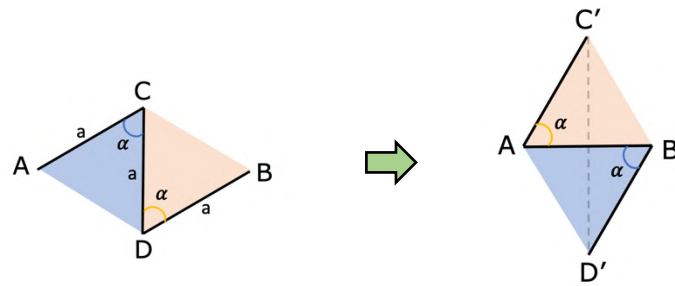


Figure 19 : Analyse séquentielle de la plastie en « Z » (1) et de la plastie MALINGUE (2) en géométrie plane.

Le gain théorique en longueur obtenue après une plastie en Z et une plastie de MALINGUE peut se calculer simplement en géométrie plane par trigonométrie de la façon suivante (Figure 20) :



$$\text{Longueur} = a$$

$$\alpha = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ (cf. cercle trigonométrique)}$$

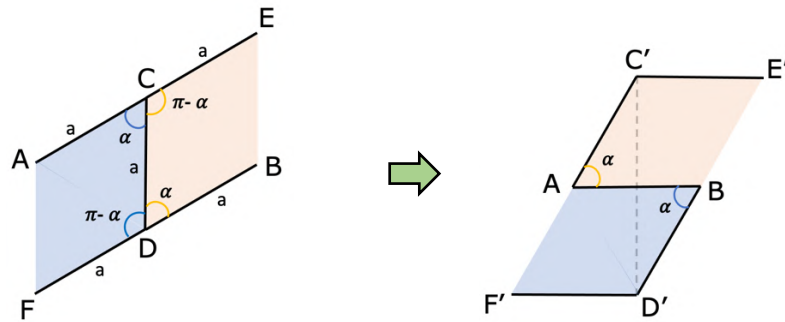
Figure 20 : Analyse trigonométrique de la plastie en « Z ».

Pour la plastie en « Z » l'allongement vertical théorique est égal à $\frac{C'D'}{CD} = \frac{2a \sin(\alpha)}{a} = 2 \sin(\alpha) = \sqrt{3} \approx 1,73$ soit un allongement théorique de 73%.

On notera que le résultat est indépendant de « a »

A et B ne subissent pas d'allongement, il n'y a donc volontairement pas de A' et de B' après transposition.

Pour la plastie de MALINGUE c'est exactement la même chose (Figure 21).



$$\text{Longueur} = a$$

$$\alpha = 60^\circ = \frac{\pi}{3}$$

Figure 21 : Analyse trigonométrique de la plastie de MALINGUE.

L'allongement vertical théorique ($= \frac{C'D'}{CD}$) est toujours égal à $\frac{2a \sin(\alpha)}{a} = 2 \sin(\alpha) = \sqrt{3} \approx 1,73$ soit un allongement théorique de 73% quel que soit la valeur de « a ».

Il en résulte que le gain théorique en longueur de ces 2 plasties est exactement le même en géométrie plane euclidienne et cela quel que soit la valeur des angles α utilisés dans le dessin des

lambeaux. Ces résultats mathématiques ne correspondent pas aux résultats expérimentaux cadavériques où la plastie de MALINGUE montre un allongement plus important que la plastie en « Z ».

5.2. Géométrie non-euclidienne

L'analyse en géométrie non euclidienne, plus proche de la réalité, pose le problème de la distorsion des angles et des variations de courbures induite par la transposition. En effet, les mouvements de rotation et de translation vont induire des gains ou des pertes d'angles en regard des points pivots et limitants (cf. Figure 19). Ceci aura pour conséquence des variations de courbures avec des effets de convexité et de concavité (Figure 22).

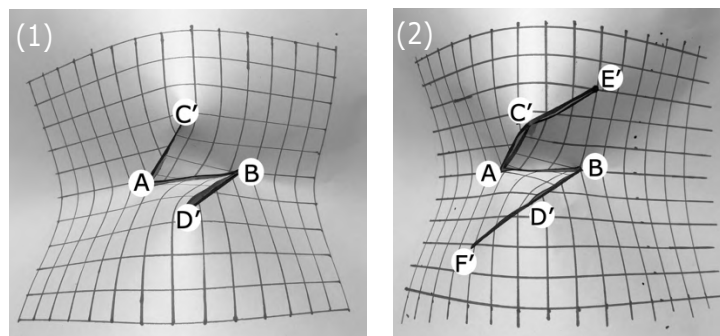


Figure 22 : Modélisation spatiale sur feuille de papier de la plastie en « Z » (1) et de MALINGUE (2).

5.2.1. Plastie en « Z »

Prenons en considération les contraintes de courbure appliquées aux points A, B, C' et D' (Figure 23)

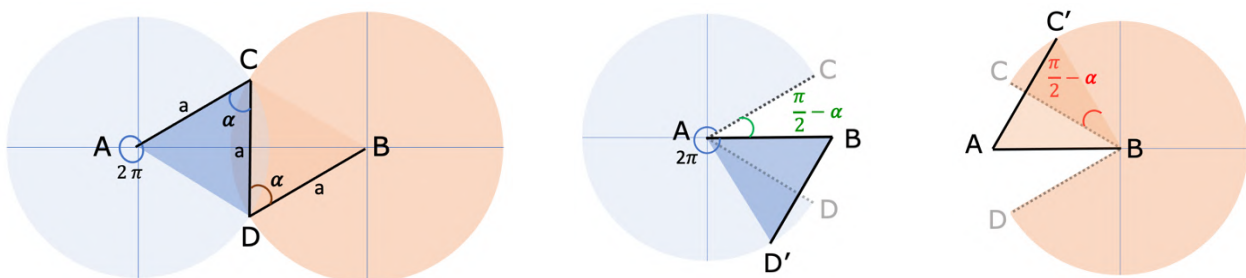


Figure 23 : Variations angulaires trigonométriques induites par la rotation de la plastie.

En A et B :

En A, le lambeau ACD subit une rotation d'angle = $(-\frac{\pi}{2} - \alpha) = -\frac{\pi}{6}$ (cf. Figure 19)

D'où une augmentation de l'angle de sommet A qui passe de 2π à $2\pi + \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{5\pi}{2} - \alpha = \frac{13\pi}{6}$ (Figure 23)

Ceci n'est possible que par une déformation spatiale au voisinage de A.

En fait la courbure discrète en A passe de 0 à $2\pi - \left(2\pi + \frac{\pi}{2} - \alpha\right) = -\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = -\frac{\pi}{6}$ et A devient hyperbolique.

Si on passe à un modèle continu, cela signifie que la peau en A, supposé plane à l'origine prend la forme d'une « selle cheval » (Figure 24) dont l'intégrale de la courbure (continue) vaut $-\frac{\pi}{6}$.

En B, il se passe exactement la même chose.

Mais la formule de GAUSS-BONNET implique que la somme des courbures discrètes en chaque point doit être nulle²¹. Autrement dit, il doit exister deux points de courbure positive $+\frac{\pi}{6}$ qui compensent les courbures négatives en A et en B.



Figure 24 : Configuration en « selle de cheval » à proximité du point A et du point B dans le modèle continu.

En C' et D' :

En fait, on constate en C' et en D' une réduction de l'angle au sommet (Figure 23). Ces deux points ont une courbure positive qu'on supposera égale à $+\frac{\pi}{6}$ pour satisfaire la loi de GAUSS-BONNET.

Si on passe à un modèle continu, cela signifie que la peau en C', supposée plane à l'origine, prend la forme d'une calotte sphérique (Figure 25) dont l'intégrale de la courbure vaut $\frac{\pi}{6}$.

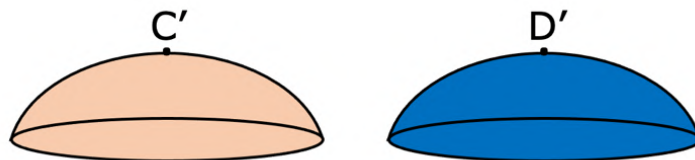


Figure 25 : Configuration en « calotte sphérique » à proximité du point C' et du point D' dans le modèle continu.

La surface de la calotte sphérique est égale à $2\pi rh$

La courbure en chaque point « t » est égal à $\frac{1}{r^2}$

D'où la révolution $2\pi r h \times \frac{1}{r^2} = \frac{\pi}{6}$ soit $12h = r$

Notons également la relation $h = r(1 - \cos \theta)$ qui sera utile pour la suite

La même chose se passe en D', si bien que l'arc vertical joignant C' et D' n'est pas plan mais prend la forme suivante (Figure 26) :

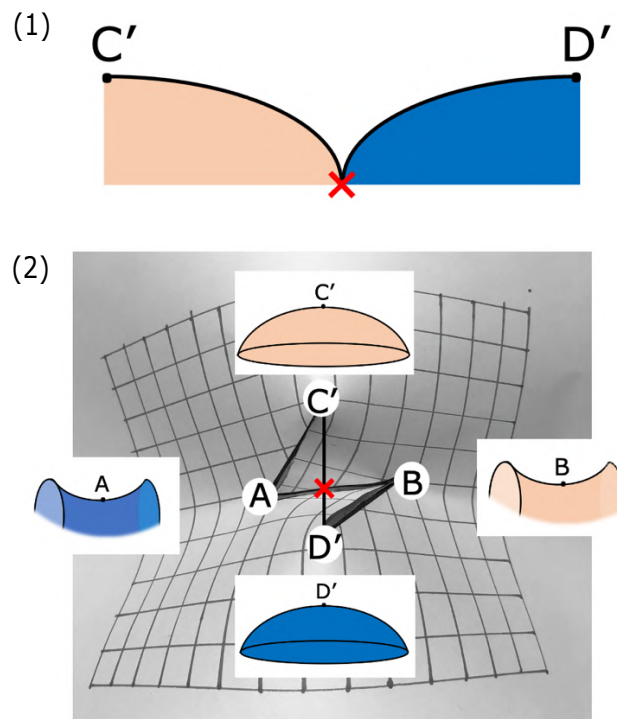


Figure 26 : Arc C'D' représenté en en coupe (1) et en 3 dimensions (2).

On suppose que la courbure discrète de $+\frac{\pi}{6}$ en C' et $+\frac{\pi}{6}$ en D' se répartit de façon continue comme l'extension sphérique de 2 calottes sphériques de rayon « r » (Figure 27).

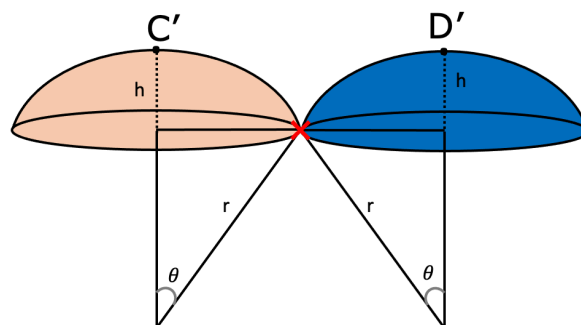


Figure 27 : Analyse géométrique des calottes sphériques.

Chaque calotte sphérique à une aire de $2\pi r h$

L'intégrale de la courbure sur la calotte sphérique est égale à $\frac{\pi}{6}$ soit :

$$\int K(s) dS = \int \frac{1}{r^2} dS = \frac{\pi}{6} \quad (\text{où } K(s) \text{ est la courbure en } s)$$

$$\text{D'où } \frac{1}{r^2} \int dS = \frac{1}{r^2} 2\pi r h = \frac{\pi}{6}$$

$$\text{Soit } \frac{2\pi h}{r^2} = \frac{\pi}{6}$$

$$\text{Donc } \frac{h}{r} = \frac{1}{12}$$

$$\text{En utilisant } h = r(1 - \cos \theta) \text{ on a alors } \frac{r(1 - \cos \theta)}{r} = \frac{1}{12}$$

$$\text{Soit } \cos \theta = \frac{11}{12} \text{ et } \theta \text{ est environ égal à } 23,56^\circ \text{ (ou } 0,41 \text{ radians)}$$

Introduisons un paramètre qui est l'allongement vertical « v ».

On pose que $C'D' = v a$ (a étant la longueur initial CD avant transposition, cf. Figure 20)

Rappelons qu'en théorie $v = \sqrt{3} \approx 1,73$ soit 73% d'allongement théorique

$$\text{On a } C'D' = v a = 2 r \sin \theta = 24 h \sin \theta$$

$$\text{Soit } v = \frac{2r \sin \theta}{a} = \frac{24h \sin \theta}{a}$$

$$\text{Soir approximativement : } v \approx 0,80 \frac{r}{a} \approx 9,59 \frac{h}{a}$$

Dans le cadre de la plastie en « Z » on observe dans notre étude cadavérique un allongement de 1,40 (soit 40%) (cf. Figure 12 et tableau II)

$$\text{On aurait donc } h = \frac{1,40}{9,59} a = 0,146 a$$

Ainsi pour une valeur a de 3cm, comme dans l'étude cadavérique (cf. figure 6), on aurait une hauteur de calotte sphérique « h » de 0,44 cm.

5.2.2. Plastie de MALINGUE

Dans le cadre de la plastie de MALINGUE on a constaté dans notre étude un allongement « v » de 1,60 (soit 60%) (cf. Figure 12 et tableau II).

Mais ici la courbure positive se répartit non seulement sur C' et D' mais aussi sur E' et F' (Figure 28).

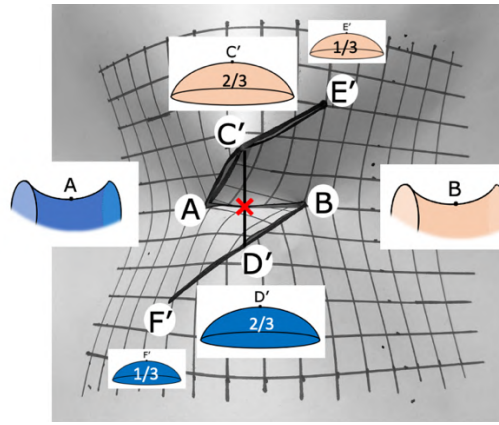


Figure 28 : Répartition des courbures en C'D'E' et F'.

Supposons que C' et D' concentrent chacune $\frac{2}{3}$ de la courbure $+\frac{\pi}{6}$ tandis que E' et F' concentrent $\frac{1}{3}$ de cette courbure

$$\text{On a } \frac{2}{3} \times \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{9}$$

$$\text{D'où } 2\pi \frac{h}{r} = \frac{\pi}{9}$$

$$\text{Soit } \frac{h}{r} = \frac{1}{18} \text{ et } \frac{r(1-\cos \theta)}{r} = \frac{1}{18}$$

$$\text{Soit } \cos \theta = \frac{17}{18} \text{ et } \theta \text{ est environ égal à } 19,19^\circ \text{ (ou } 0,33 \text{ radians)}$$

$$\text{On a alors } v = \frac{2r \sin \theta}{a} = \frac{36h \sin \theta}{a}$$

$$\text{Soit approximativement : } v \approx 0,66 \frac{r}{a} \approx 11,83 \frac{h}{a}$$

Dans le cadre de la plastie de MALINGUE on observe dans notre étude un allongement de 60%

$$\text{On aurait donc } h = \frac{1,60}{11,83} a = 0,135 a$$

Ainsi pour une valeur a de 3cm, comme dans l'étude cadavérique (cf. figure 6), on aurait une hauteur de calotte sphérique « h » de 0,40 cm et donc inférieure à celle d'une plastie en « Z » ($h = 0,44\text{cm}$) malgré un allongement plus important de la longueur C'D'.

On peut donc conclure qu'en géométrie non euclidienne la répartition de la courbure sur un domaine plus vaste lors de la plastie de MALINGUE provoque un aplatissement des calottes en C' et en D' compatible avec un allongement vertical (C'D') supérieur à celui de la plastie en « Z » (Figure 29).

Cet aplatissement, tend à expliquer la faible diminution des angles alpha ainsi que la « rectangularisation » des lambeaux observés en pratique dans la plastie de MALINGUE.

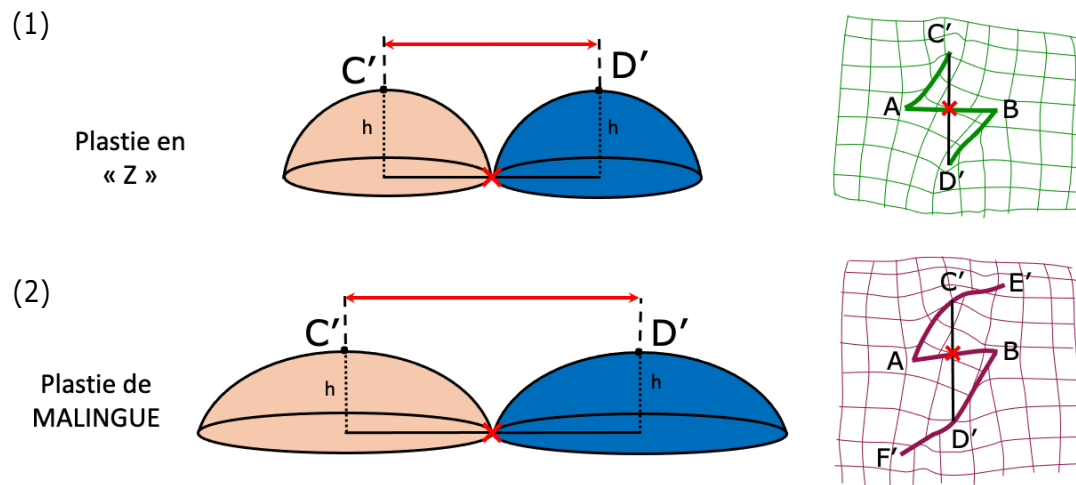


Figure 29 : Correspondance entre modélisation mathématique (à gauche) et modélisation numérique (à droite) (cf. figures 13.1 et 13.2) permettant d'expliquer la différence de résultats observés précédemment sur cadavre et gants en latex, entre plastie en « Z » (1) et plastie de MALINGUE (2).

6. Discussion

La plastie de MALINGUE offre une vascularisation cutanée plus riche qu'une plastie en Z grâce à sa forme losangique qui inclut de nombreux ramuscules cutanés. En effet, la surface de décollement incluse dans les lambeaux est deux fois supérieure à celle de la plastie en « Z » puisqu'il s'agit de deux triangles formant ainsi un losange contre un seul triangle dans la plastie en « Z ». Elle permet une meilleure exposition des pédicules vasculonerveux lorsqu'elle est réalisée sur un rayon digital par rapport à la plastie en « Z ». Elle est donc très intéressante d'utilisation dans l'aponévrectomie de la maladie de DUPUYTREN même si la plastie en « Z » avait été recommandée par Mc INDOE en 1958⁶, Mc GREGOR en 1967²² et GARDEIL²³ en 2019.

Une des complications fréquentes pour la plastie en « Z » est la nécrose des pointes des lambeaux dont la cause serait due à la forme triangulaire effilée et à la tension cutanée importante^{24,25}. Une plastie en « Z » avec des angles de moins 60 degrés entraînera un gain de longueur plus faible avec des lambeaux plus étroits mettant en danger la vascularisation sanguine. A l'inverse une plastie en « Z » avec des angles de plus 60 degrés entraînera un gain de longueur plus important mais avec des tensions cutanées plus importantes (jusqu'à dix fois plus importantes)²⁶. Cette tension peut générer un stress mécanique pouvant être responsable de cicatrices hypertrophiques²⁷. DAVIS en 1931¹¹ avait décrit une astuce pour diminuer cette tension en formant un angle de 90° au niveau de la pointe sur une courte distance puis d'orienter le reste de l'incision à 60°.

L'étude expérimentale, préliminaire, sur gants chirurgicaux nous paraissait intéressante car l'élasticité du latex peut mimer l'élasticité cutanée. Cette étude nous montre un allongement vertical plus important après transposition lors de la plastie de MALINGUE (50% contre 33,3% pour la plastie en « Z »), mais avec également un rétrécissement en largeur plus important dans la plastie de MALINGUE (40% contre 30% pour la plastie en « Z ») et une diminution plus importante de l'angle alpha dans la plastie en « Z » (40° dans la plastie en « Z » contre 50° dans la plastie de MALINGUE). L'hypothèse qui peut expliquer ces phénomènes est que les contraintes présentent aux extrémités de la plastie en « Z » (points C' et D') se retrouvent en parties déportées dans la plastie de MALINGUE (points E' et F') du fait des contre-incisions. En effet, on observe un décalage dans la déformation des

lignes de contraintes horizontales visibles sur le quadrillage. Ceci pourrait s'expliquer par un transfert de contraintes. C'est-à-dire que plus l'allongement vertical est important plus le rétrécissement horizontal sera important.

L'étude cadavérique vérifie l'étude expérimentale sur gants en latex. Les valeurs numériques sont cependant davantage marquées sur cadavre. L'allongement vertical est encore plus important dans la plastie de MALINGUE. On observe le même décalage de contraintes observé sur gants chirurgicaux. Le rétrécissement en largeur est toujours plus important dans la plastie de MALINGUE mais apparaît cette fois-ci moins marqué que sur les gants. On peut supposer que la peau et ses propriétés mécaniques permettent une répartition plus harmonieuse des contraintes en permettant un allongement plus conséquent pour un plus faible rétrécissement. Ainsi la plastie losangique de MALINGUE garde davantage sa forme initiale à 60° qu'une plastie en « Z » qui subit plus de déformation.

Nos résultats sont conformes à l'étude de FURNAS²⁶ qui observait un allongement de 40% in vivo comme nous avons pu l'observer sur le modèle expérimental des gants en latex. Mais les résultats observés restent toujours bien inférieurs à l'allongement théorique de 73% issu des modèles mathématiques^{26,28}. FURNAS observe dans son étude que le gain en longueur obtenu sur la peau varie entre 55% et 84% de la valeur prédite.

En matière d'allongement, les plasties multiples de MALINGUE permettent un gain supérieur aux plasties en « Z » multiples, mais la différence diminue avec le nombre de plasties réalisées. Cela semble logique puisque l'effet des contres incisions (« pseudo back-cut ») du MALINGUE n'existe que partiellement dans les plasties de MALINGUE multiples. La littérature évoque ce phénomène d'atténuation responsable d'une perte d'allongement par rapport à une plastie simple de même longueur^{26,29}. Il paraît donc plus intéressant de réaliser des plasties de MALINGUE isolées, séparées par des lambeaux au hasard bipédiculés, plutôt que des plasties multiples afin d'optimiser le potentiel d'allongement et la quantité de surface mobilisée. Le concept d'incisions multiples en mini-chevron, développé par PAPALOÏZOS dans le traitement des brides, ne nous paraît donc pas adapté³⁰.

Les plasties de MALINGUE réalisées sur différentes surfaces (concave, convexe et selle) montrent un allongement le plus important sur une surface en selle, comme les commissures ou une

bride cutanée. Cet allongement est proche de l'allongement théorique puisqu'il est mesuré à 70% et les angles perdent seulement 8,33% de leur valeur initiale. Cette configuration favoriserait le déploiement de la plastie. Ceci paraît cohérent car le modèle mathématique en géométrie non euclidienne reproduit des surfaces de type hyperboliques orienter perpendiculairement à l'orientation initiale de la bride. Il s'agit donc vraisemblablement de la configuration idéale pour favoriser la distorsion tissulaire. En revanche les plus mauvais résultats sont observés sur surface concave comme la paume de la main dans la région inter-thénarienne. Le biais de cette analyse surfacique sur cadavre est la différence d'élasticité cutanée qui existe entre le dos de la main, la paume et la première commissure qui influence grandement la facilité de transposition des lambeaux. Cette expérience mériterait d'être réalisée sur des topographies de surface identiques (concave, convexe et selle) avec un matériau aux propriétés élastiques isotropes.

La plastie en « Z » a fait l'objet de nombreuses modélisations mathématiques^{18,26,28,31,32,33,34,35}. Il s'agit d'études en géométrie plane principalement. A part la plastie en « Z » on ne retrouve que très peu de modélisations mathématiques sur les autres plasties cutanées locales^{36,37}. Pourtant, plus d'une trentaine de plasties cutanées locales ont été décrites³⁸ et ont été approuvées par leurs auteurs non pas sur des résultats mathématiques mais seulement sur des résultats cliniques^{39,40,25}. La plastie en trident décrite initialement par GLICENSTEIN en 1975 en est un exemple^{41,42,43}. Cette technique à 5 lambeaux associe l'utilisation de deux « Z » asymétriques opposés avec une plastie en « Y-V » centrale. Utilisée sur une commissure rétractée, cette plastie permet l'obtention d'un allongement. Néanmoins, bien que très populaire, cette technique n'a jamais fait l'objet d'une étude fondamentale. De plus, l'auteur décrit dans sa technique qu'il est nécessaire de recouper une portion des lambeaux pour assurer une transposition optimale ce qui n'est jamais nécessaire dans une plastie de MALINGUE. Des troubles vasculaires ont été rapportés en cas d'utilisation de petits lambeaux dans la plastie en trident⁴⁴.

Nos calculs réalisés en géométrie plane euclidienne permettent d'obtenir un l'allongement théorique de $\sqrt{3}$ (soit 73%) pour les plasties en « Z » ce qui est conforme aux études de ELLUR et ROHRICH^{45,28}. Cet allongement théorique est le même dans la plastie de MALINGUE puisque les contres incisions de cette plastie ne change pas la hauteur initiale des lambeaux. A partir de ce résultat il a été

proposé dans la littérature que si la laxité est égale ou supérieure à 1,73, la longueur de la plastie en Z sera de 1,73. Ainsi, si la laxité est égale ou supérieure à la longueur de la cicatrice, alors une seule plastie en Z suffira. Quelle que soit la longueur de la cicatrice, la taille de la plastie en Z dessinée doit être basée sur la laxité disponible. De plus, comme la peau ne se comporte pas comme un modèle mathématique, il faut trouver une méthode pour mesurer avec précision le degré de laxité de la peau.

L'analyse en géométrie non euclidienne des plasties concorde avec nos résultats observés sur cadavre et sur gant en latex. Les effets de distorsion tridimensionnelle observés sur la peau créant des phénomènes de courbures positives et négatives ont déjà été étudiés^{46,47}. Notre analyse permet d'expliquer par des effets d'aplatissement différentiels des courbures pourquoi la plastie de MALINGUE subit un allongement plus conséquent que la plastie en « Z ». On peut supposer que le déport des contraintes, observé dans la plastie de MALINGUE grâce aux « pseudo back-cut », est lié à cet aplatissement des lignes de courbures créant ainsi un phénomène allongement plus important.

On peut émettre l'hypothèse que la forme losangique, utilisée au quotidien pour ses propriétés d'allongement (greffe de peau en résille, endoprothèse vasculaire, nacelle élévatrice, etc.), favorise au niveau cutané le déploiement de la structure tridimensionnelle du collagène.

La réalisation d'une plastie losangique de MALINGUE paraît ainsi indiquée dans tous les cas où un allongement important est nécessaire dont l'indication de plastie en « Z » peut paraître dépassée.

III. SERIE CLINIQUE

1. Introduction

Nous venons de démontrer l'intérêt mathématique de la plastie de MALINGUE. Son intérêt clinique au travers d'études présentant un suivi à long terme n'a encore jamais été réalisé.

Parmi les nombreuses voies d'abord, plasties et lambeaux associés décrits dans la maladie de DUPUYTREN (GOYRAND en 1833⁴⁸, Mc INDOE en 1958⁶, BRUNER en 1951⁴⁹, ISELIN en 1951⁵⁰, Mc CASH en 1964¹⁹, RAZEMON en 1982⁵¹, PELISSIER en 2009⁵², PAPALOÏZOS en 2012³⁰, LE GALL en 2019⁵³ etc.⁷) aucune n'a démontré sa supériorité sur la récurrence de la maladie après aponévrectomie. Comme le préconisait HUESTON⁵⁴, La voie d'abord d'une maladie de DUPUYTREN doit permettre une exposition suffisante des lésions, sans risquer ni nécrose d'un lambeau cutané, ni déformation résiduelle par bride cicatricielle. La plastie de MALINGUE nous a semblé répondre à ce cahier des charges.

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer, sur un suivi à long terme, le résultat fonctionnel et clinique ainsi que le taux de récurrence de la maladie chez des patients opérés d'une aponévrectomie associée exclusivement à des plasties de MALINGUE. Les objectifs secondaires étaient de confirmer l'intérêt de la couverture cutanée par ces plasties en évaluant le taux de complication et d'étudier les facteurs de risques de récurrence et d'extension de la maladie de Dupuytren.

2. Patients et méthode

2.1. Patients

Notre série incluait une série de patient opérés d'une maladie de DUPUYTREN par aponévrectomie associée à des plasties de MALINGUE au Centre de la Main d'Angers entre janvier 2014 et décembre 2016. Le recensement des patients éligibles, a été réalisé en couplant les recherches avec le Codage CIM : M7204 ou CCAM : MJFA006 ou MJFA010. Le recul minimal attendu était de 5 ans.

Les critères d'exclusion étaient :

- Une récurrence comme motif d'intervention initiale

- Une résection dans le même temps opératoire d'une hémi-bandelette de fléchisseur superficiel pour la prise en charge d'un ressaut digital
- Un geste osseux sur le ou les doigts concerné(s) : arthrodèse accourcissante de l'auriculaire⁵⁵ ou arthrodèse IPP
- Une paume ouverte selon Mc CASH¹⁹

Certains gestes opératoires réalisés dans le même temps que l'aponévrectomie n'ont pas été considérés comme des critères d'exclusion car nous avons estimé qu'ils n'influençaient pas le résultat clinique : libération du nerf médian au poignet, libération du nerf ulnaire au coude et ouverture de la poulie A1 (doigt à ressaut).

Tous les patients répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion étaient susceptible de participer à cette étude. Une lettre d'information leur était alors adressée et après accord pour leur participation, ils étaient revus et évalués rétrospectivement par un observateur indépendant.

2.2. Méthode

Les données préopératoires ont été relevées sur le dossier clinique : bilan de consultation et compte rendu opératoire.

Nous avons noté les éléments démographiques (âge, sexe), l'habitus (tabac, alcool), les antécédents médicaux et chirurgicaux.

Nous avons recherché les éléments rentrant dans le cadre de la diathèse selon HUESTON⁵⁶ : atteinte bilatérale, histoire familiale de la maladie, apparition avant 50 ans, atteinte de localisations inhabituelles (coussinets dorsaux, maladie de Lapeyronnie, maladie de LEDDERHOSE).

Concernant la main opérée et pour chaque doigt, nous avons relevé les déficits d'extension des articulations métacarpo-phalangiennes (MCP), interphalangiennes proximales (IPP) et distales (IPD). Le stade de TUBIANA⁴, définissant la sévérité de la maladie, a été calculé pour chaque doigt (Figure. 30) (Stade 0 : 0° de déficit d'extension ; Stade 1 : 1 à 45° de déficit d'extension ; Stade 2 : 46 à 90° de déficit d'extension ; Stade 3 : de 91 à 135° de déficit d'extension ; Stade 5 : > 135° de déficit d'extension).

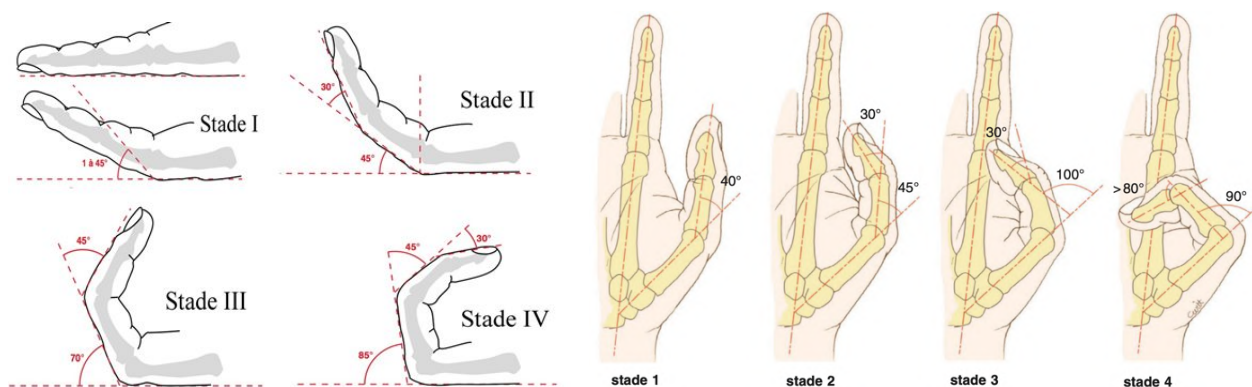


Figure 30 : Classification en stades selon TUBIANA dans les déformations digitales de la maladie de DUPUYTREN (à gauche pour les doigts longs ; à droite pour le pouce) (d'après l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale à gauche et MERLE à droite¹).

Nous avons également relevé les gestes associés lors de l'intervention chirurgicale ; les événements per-opératoires, les données post-opératoires (rééducation avec le nombre de séance, orthèse, etc.) ainsi que les complications post-opératoires.

L'évaluation a été réalisée avec un recul minimum de 5 ans avec une fiche de révision originale et un questionnaire (Annexe I et II) permettant le recueil de données cliniques subjectives et objectives. Un examen clinique était également réalisé et nous avons, pour chaque doigt opéré, mesuré au goniomètre les déficits d'extension au niveau de chaque articulation (MP, IPP et IPD). Une mesure de la sensibilité discriminative au test de WEBER a également été réalisée.

La fonction et l'esthétisme des mains ont pu être évalués à l'aide de deux questionnaires standards, le QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) et le Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) (Annexe III et IV).

L'indice de satisfaction et de recommandation chirurgicale ont été déterminés sur une échelle de 1 à 5 où 5 représentait l'indice de satisfaction et de recommandation maximale.

La maladie a été jugée **extensive** si des lésions élémentaires (nodule ou bride) étaient apparues en dehors de la zone opératoire initiale.

La maladie a été jugée **récurrente** soit :

- Si des lésions élémentaires (nodule ou bride) étaient réapparues dans la zone chirurgicale des doigts opérés (critère de LECLERC 2000⁵⁷)

- Si le déficit d'extension résiduelle (DER) du doigt opéré dépassait les 20° par rapport à la valeur obtenue en post-opératoire immédiat (critère de FELICI 2014⁵⁸).

2.3. Technique chirurgicale

Toutes les interventions chirurgicales ont été réalisées par le même opérateur. Il s'agissait d'un chirurgien d'expérience de niveau 4 (« Specialist – highly experienced ») d'après la classification de TANG^{59,60}. Les interventions se sont déroulées hors de la phase proliférative de la maladie après stabilisation de la symptomatologie.

Les patients ont été opérés sous anesthésie loco-régionale avec un garrot pneumatique gonflé à la racine du membre. Il s'agissait d'une technique chirurgicale en 2 étapes (Figure 31). Celle-ci a été reproduite pour chaque patient :

- ETAPE 1 au niveau de la paume : La voie d'abord est centrée sur la bride remontant dans la région inter thénarienne. Une incision oblique est réalisée, traversant les plis de flexion selon la technique de MALINGUE. Les lambeaux sont ainsi levés puis l'aponévrectomie palmaire moyenne complète est effectuée avec contrôle des fléchisseurs et des pédicules vasculonerveux jusqu'au pli digito-palmar. Cette libération permet de rétablir l'extension de l'articulation MP.
- ETAPE 2 au niveau digital : Une (ou deux) plastie(s) de MALINGUE est(sont) réalisée(s) du pli de flexion digitopalmar au pli palmaire interphalangien proximal. L'incision longitudinale est centrée sur la bride sur laquelle sont branchées les incisions obliques traversant les plis de flexion digitopalmar et interphalangien. Les lambeaux ainsi levés et le contrôle des pédicules vasculonerveux effectué, la résection des brides digit-palmaires permet d'obtenir une extension interphalangienne proximale et distale avec un possible déficit d'extension résiduelle en fin d'intervention. Un pont cutané, correspondant à un lambeau bipédiculé, est ainsi conservé entre la peau palmaire du doigt et celle de la paume.

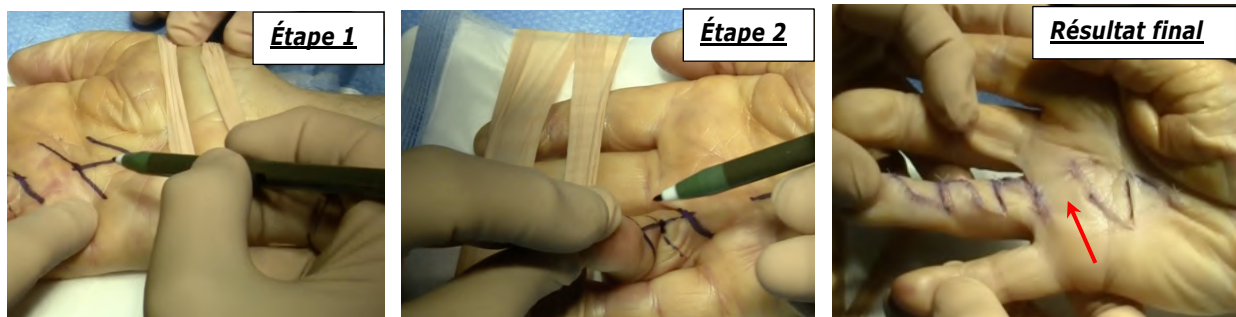


Figure 31 : Étapes de la chirurgie. Il s'agit dans ce cas, d'une double plastie de MALINGUE à l'étape 2. Un lambeau bipédiculé au hasard est préservé entre l'abord digital et l'abord palmaire (flèche rouge) (D'après Yann SAINT-CAST).

Les patients étaient immobilisés dans un pansement amortissant sous couverture d'une immobilisation par attelles métalliques, maintenues en place pendant 10 jours.

Le port d'une attelle de LEVAME ainsi que des séances de rééducation ont été décidés au cas par cas par l'opérateur lors de la consultation post-opératoire à J10.

2.4. Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été faites à partir des logiciels Excel® et Pvalue.io®. Un test de Student ou de MANN-WHITNEY ou de KRUSKAL-WALLIS ont été utilisés pour les données quantitatives appariées. Un test du Chi2 ou de FISHER a été utilisé pour évaluer l'association de deux variables qualitatives. Une corrélation entre deux variables quantitatives a été évaluée par le coefficient de corrélation de SPEARMAN « r ». La corrélation était forte si $0,5 < r < 1$ et faible si $0 < r < 0,5$. Une analyse de la covariance (ANOVA) a été utilisée lorsque la comparaison de plus de 2 groupes a été réalisée. La détermination des facteurs de risque a été réalisée en analyse univariée, l'analyse multivariée n'a pu être réalisée en raison d'un effectif insuffisant.

Un seuil de significativité était retenu lorsque $p < 0,05$.

3. Résultats

3.1. Épidémiologie

Cent-trente-six patients ont été opérés au Centre de la Main entre janvier 2014 et décembre 2016 d'une maladie de DUPUYTREN par aponévrectomie associée à des plasties de MALINGUE. Sur ces 136 patients, nous avons exclus 22 patients dont le motif d'intervention était déjà une récurrence, 4 pour résection dans le même temps opératoire d'une résection d'une bandelette de fléchisseur superficiel, 1 patient pour réalisation d'une arthrodèse raccourcissante sur le doigt rétracté, 1 patient pour la réalisation d'une arthrodèse IPP sur le doigt rétracté, 1 patient pour la réalisation d'une paume ouverte selon Mc CASH¹⁹.

Cent-sept patients étaient donc éligibles à l'étude. Parmi eux, 52 patients ont été perdus de vue dont 4 étaient décédés. Nous avons pu analyser les dossiers de 55 patients. Parmi eux, 3 patients ont été réopérés d'une récurrence entre 2017 et 2020 avant la date de révision.

Cinquante-deux patients ont répondu aux questionnaires dont 37 ont pu être revus et examinés cliniquement entre décembre 2021 et mars 2022 (Figure 32).

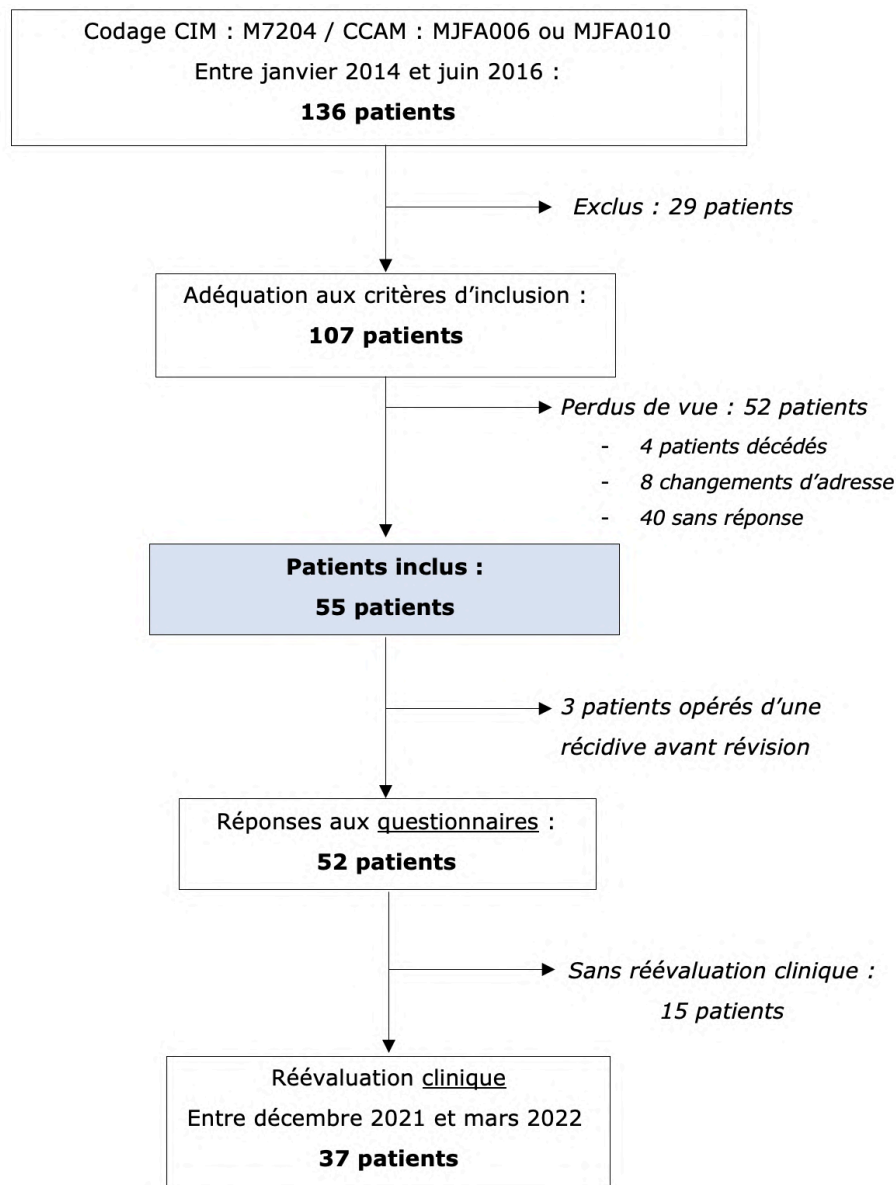


Figure 32 : Diagramme de flux.

La population étudiée étaient de **55 patients** dont 49 hommes (89,1%) et 6 femmes (10,9%). L'âge moyen était de 63,9 ans [min : 51 ans ; max : 86 ans ; $\sigma = 7,6$].

Deux (3,6%) patients présentaient des coussinets dorsaux et 1 (1,8%) patient présentait une diathèse marquée avec nodules dorsaux et maladie de LAPEYRONNIE identifiée. Le tableau VI résume les caractéristiques principales de la population.

Le motif de consultation était fonctionnel pour 46 (83,6%) patients, fonctionnel et esthétique chez 8 (14,5%) patients et purement esthétique chez 1 (1,8%) femme. La gêne esthétique était toujours présente dans la population féminine.

Tableau VI : Caractéristiques principales de la population.

Patients (nombre)	55
Age (année)	63,9 [51-86 ; $\sigma = 7,6$]
Hommes (nombre, %)	49 (89,1%)
Femmes (nombre, %)	6 (10,9%)
Côté dominant opéré (nombre, %)	25 (45,4%)
Retraités (nombre, %)	35 (63,6%)
Travailleurs manuels actifs ou retraités (nombre, %)	13 (23,6%)
Durée d'évolution (années)	5 [1-15 ; $\sigma = 3,05$]
Au moins 1 éléments de la diathèse (nombre, %)	50 (90,9%)

3.2. Pré-opératoire

3.2.1. Antécédents personnels et familiaux

Parmi les antécédents les plus pertinents, on retrouvait dans la population (Figure 33) :

- Un antécédent familial au premier degré de maladie de DUPUYTREN chez 22 (40,0%) patients
- Un antécédent de fasciotomie percutanée à l'aiguille chez 6 (10,9%) patients
- Un antécédent de dyslipidémie chez 12 (21,8%) patients
- Un antécédent d'arthropathie goutteuse chez 4 (7,3%) patients
- Au moins 1 doigt présentant un stade de Tubiana III chez 40 (72,7%) patients
- Une chirurgie du 5^e doigt chez 39 (70,9%) patients
- Deux doigts ou plus opérés chez 27 (49,1%) patients
- Une consommation régulière d'alcool chez 12 (21,8%) patients
- Un tabagisme actif chez seulement 3 (5,5%) patients

On retrouvait 18 (32,7%) patients sans aucun antécédent particulier.

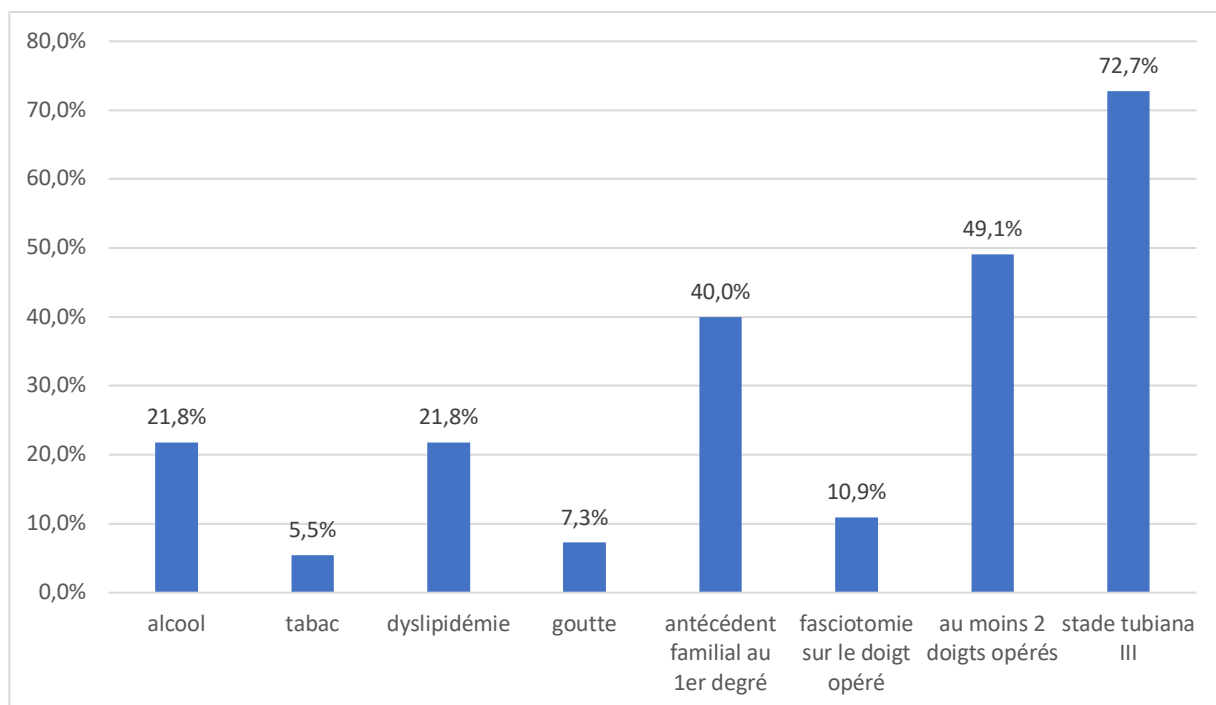


Figure 33 : Représentation des antécédents personnels et familiaux dans la population.

3.2.2. Données cliniques

Dans notre série, le chirurgien a opéré **82 doigts**. 39 (47,6%) auriculaires (V^e doigt), 34 (41,5%) annulaires (IV^e doigt), 6 (7,3%) majeurs (III^e doigt), 3 (3,7%) pouces (I^{er} doigt), 0 index (II^e doigt) (Figure 34).

Le stade de TUBIANA pré-opératoire était en moyenne de 2,5 [min : 1 ; max : 4 ; $\sigma = 0,81$]. Le degré de sévérité de la maladie était croissant du pouce à l'auriculaire. En effet, le score était en moyenne de 1 pour le pouce, de 2,17 pour le majeur, de 2,44 pour l'annulaire et de 2,72 pour l'auriculaire avec une différence significative entre les doigts ($p = 0,001$) (Figure 35).

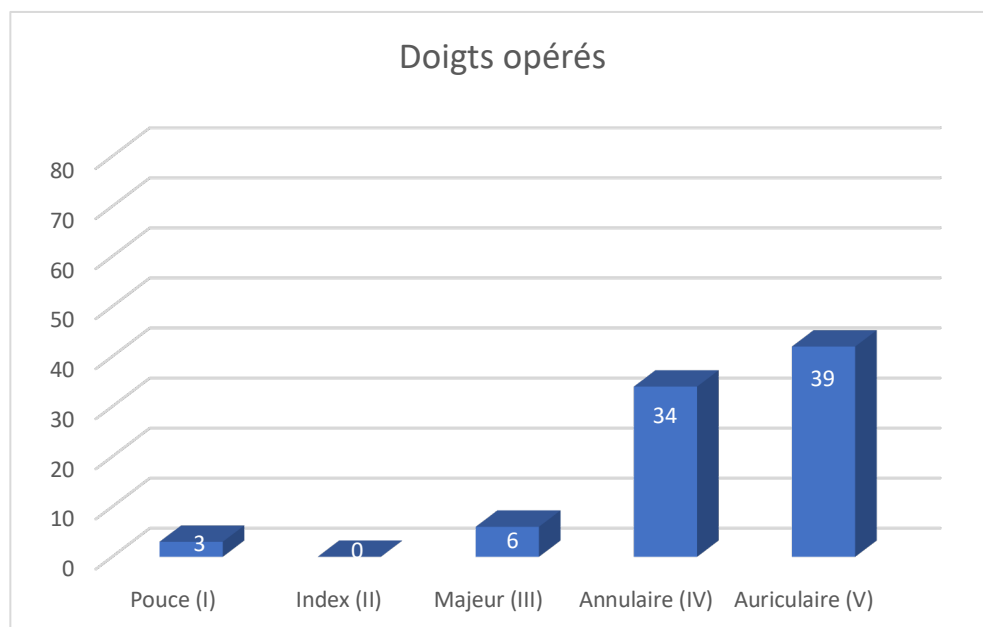


Figure 34 : Représentation du nombre de doigts opérés.

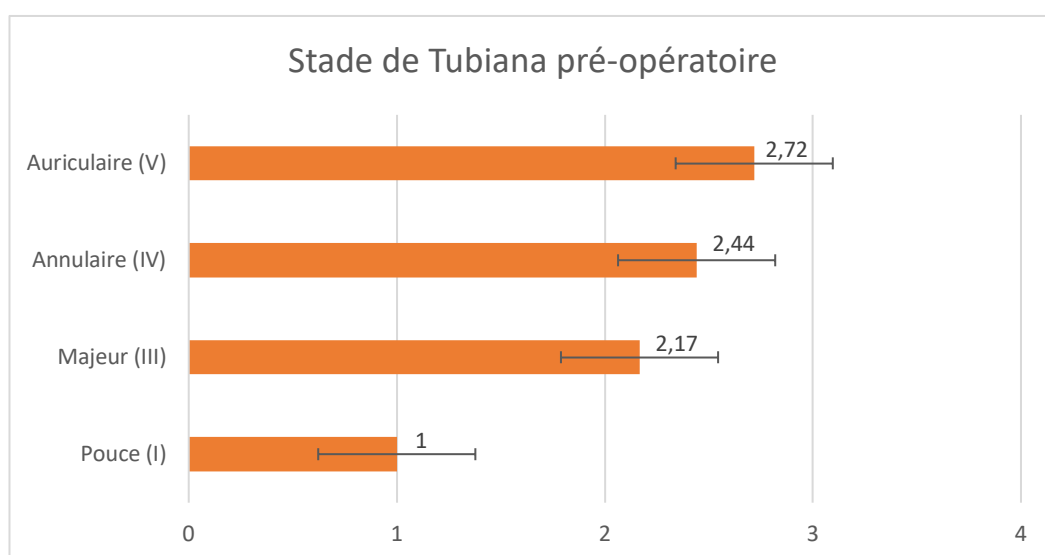


Figure 35 : Stades de TUBIANA (de 0 à 4) pré-opératoires selon les rayons digitaux.

Le déficit d'extension préopératoire a été mesuré par l'opérateur pour chaque doigt et chaque articulation. Les données ont été répertoriées dans le tableau VII. Le déficit d'extension IPP des doigts longs et de la MP du pouce en pré-opératoire était en moyenne de $-37,1^\circ$ [min : 0° ; max : -100° ; $\sigma = 23,7$]. Plus précisément il était de $-23,3^\circ$ pour le pouce [min : 0° ; max : -40° ; $\sigma = 20,8$], de $-26,7^\circ$ pour le majeur [min : 0° ; max : -50° ; $\sigma = 17,5$], de $-45,6^\circ$ pour l'annulaire [min : 0° ; max : -100° ; $\sigma = 26,2$] et de $-52,8^\circ$ pour l'auriculaire [min : 0° ; max : -100° ; $\sigma = 22,1$].

Tableau VII : Valeurs goniométriques du déficit d'extension préopératoire en fonction de l'articulation et du rayon digital (avec déviation standard).

	Pouce (I)	Majeur (III)	Annulaire (IV)	Auriculaire (V)
MP	-23.3 (20,8)	-51.7 (18.3)	-40.0 (18.7)	-41.8 (22.3)
IPP		-26.7 (17.5)	-45.6 (26.2)	-52.8 (22.1)
IPD		0	-5.28 (15.8)	-9.49 (19.3)
TOTAL	-43.3 (15.3)	-85.0 (32.1)	-93.5 (30.7)	-104 (34.1)

Les lésions élémentaires retrouvées en per-opératoires étaient des brides digito-palmaires auxquelles étaient associées des brides commissurales dans 16% des cas.

Le temps de garrot était en moyenne de 59,1 minutes [$\sigma = 15,9$] et le temps d'intervention de 59,9 minutes [$\sigma = 17,1$]. Aucune complication (ex : lésion vasculonerveuse) per opératoire n'a été relevée.

Dix-neuf (51,4%) patients se sont vu prescrire des séances de kinésithérapie et 12 (32,4%) patients ont eu une orthèse d'extension. Deux (3,6%) cas d'algodystrophie post-opératoire ont été rapportés.

L'analyse des données en statistiques descriptives univariées retrouvait une association entre la présence d'antécédent familiaux et l'importance du déficit d'extension pré-opératoire de l'annulaire ($p = 0,0036$) ainsi qu'à un déficit plus important de la MP de l'auriculaire ($p = 0,04$). La population masculine présentait d'avantage d'antécédent familiaux ($p = 0,01$) ainsi qu'une atteinte plus sévère de la MP de l'auriculaire.

3.3. Post opératoire

3.3.1. Déficit d'extension résiduel

Le déficit d'extension résiduel (DER) des doigts longs et du pouce en post-opératoire sont rapportées dans la figure 36.

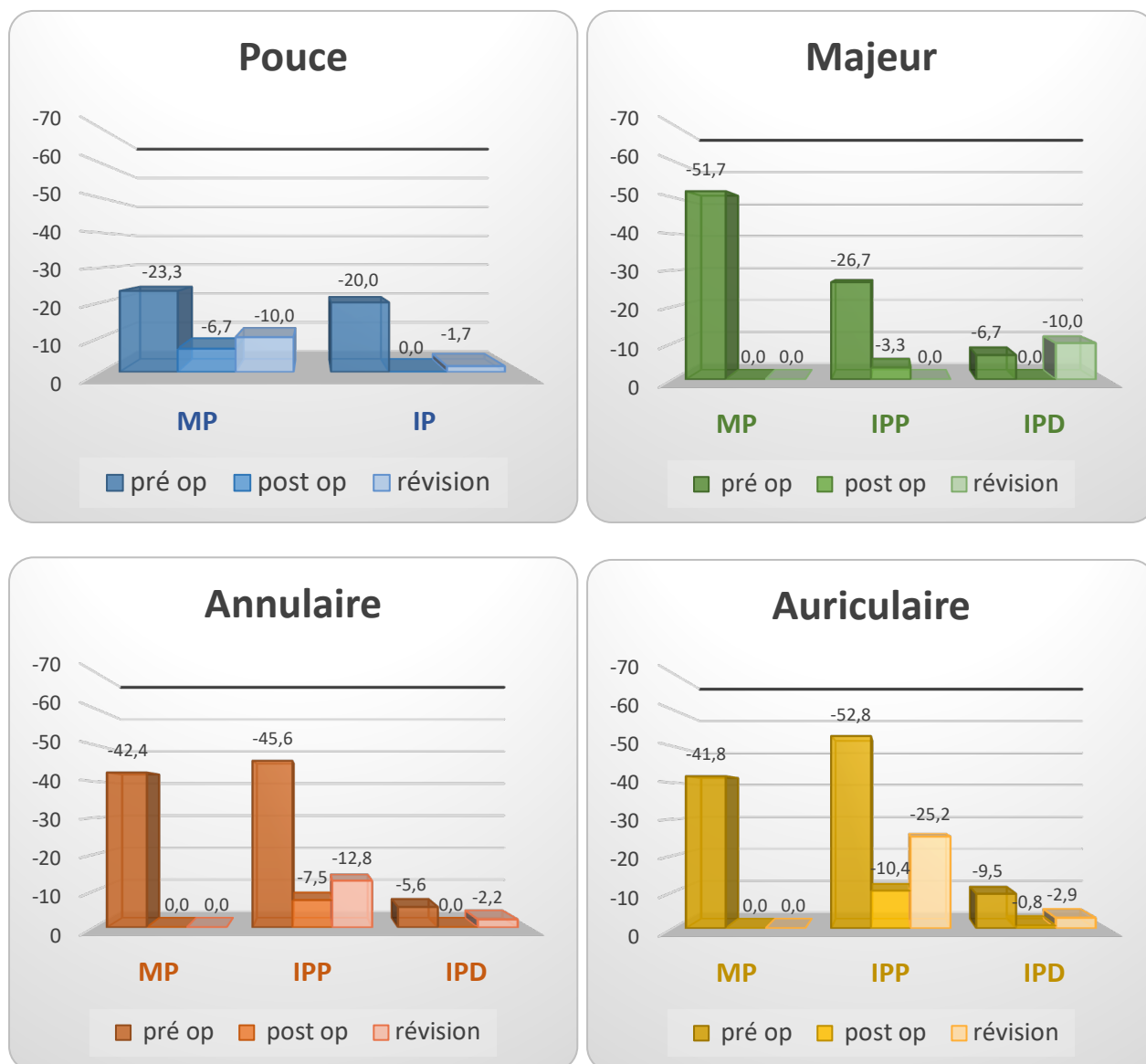


Figure 36 : Déficit d'extension des articulations (en degrés) en fonction de la période pré-opératoire, post-opératoire immédiate et à la révision. Noter la tendance importante à la récurrence pour les IPP et la tendance à la guérison pour les MP des doigts longs.

Toutes les déformations pré-opératoires des IPP et MCP des doigts longs ont été significativement corrigées en post-opératoire immédiat (MCP du majeur $p = 0,038$; MCP de l'annulaire et de l'auriculaire $p < 0,001$; IPP du majeur $p = 0,027$; IPP de l'annulaire et de l'auriculaire $p < 0,001$). Les déformations, IPD ont également été corrigées à l'exception du majeur (IPD de l'annulaire = 0,043 ; IPD l'auriculaire = 0,026 ; IPD majeur = 0,37). Les valeurs des MCP et IP du pouce n'ont pas montré de différence statistique en raison d'un effectif trop faible ($n = 3$).

3.3.2. Résultats cliniques au dernier recul

Le déficit d'extension (IPP des doigts longs et MP du pouce) à la révision était en moyenne de $18,1^{\circ}$ [0-60 ; $\sigma = 17,5$] alors que le déficit d'extension en post-opératoire immédiat était de 10° [0-40 ; $\sigma = 13,12$] ce qui correspond à une perte de la correction de $8,1^{\circ}$ ($p = 0,007$).

L'analyse de chaque doigt a été rapportée en figure 36. À la révision on mesurait un déficit d'extension MP du pouce de 10° [0-20 ; $\sigma = 14,14$], un déficit d'extension IPP du majeur de 0° , un déficit d'extension IPP de l'annulaire de $12,8^{\circ}$ [0-60 ; $\sigma = 15,14$] et un déficit d'extension de l'auriculaire de $25,1^{\circ}$ [0-75 ; $\sigma = 17,75$].

Seul l'auriculaire avait une perte significative de la correction entre le post-opératoire immédiat et le déficit à la révision ($p = 0,02$).

La sensibilité au test de WEBER retrouvait en moyenne à la révision 4 mm sur l'hémipulpe ulnaire et 4,5 mm sur l'hémipulpe radiale du pouce ; 2,5 mm sur l'hémipulpe radial et 3,5 mm sur l'hémipulpe ulnaire du majeur ; 5,18 mm sur l'hémipulpe radial et 5,09 mm sur l'hémipulpe ulnaire de l'annulaire ; 4,62 mm sur l'hémipulpe radial et 4,54 mm sur l'hémipulpe ulnaire de l'auriculaire. Aucune différence entre ces valeurs n'a été mise en évidence après analyse de la variance ($p = 0,286$). Pour tout doigt confondu on retrouvait une sensibilité discriminative globale de 4,24 mm.

3.3.3. Résultats fonctionnels

Le score QuickDASH moyen de la série était de 13,2 ($\sigma = 22,2$). Il était significativement meilleur chez les patients ne consommant pas d'alcool de manière régulière ($p = 0,028$) et chez les patients ne présentant pas de dyslipidémie ($p = 0,03$).

Le score MHQ global de la série était de 91,8 ($\sigma = 9,18$). Le score MHQ était significativement plus mauvais chez les patients opérés du 5^{ème} doigt ($p = 0,031$). De même, la récurrence du 5^{ème} doigt est associée à un moins bon score MHQ ($p = 0,014$).

Une corrélation entre les scores MHQ et QuickDASH a été constatée ($r = -0,6$).

Nous n'avons pas noté d'impact sur les scores QuickDASH et MHQ en cas d'extension de la maladie.

Les indices de satisfaction et de recommandation chirurgicale ont été évalués respectivement à 4,77/5 et 4,91/5. Nous n'avons pas noté d'influence sur ces indices en cas de récives ou d'extension.

3.3.4. Complications

Nous n'avons noté aucune complication peropératoire et notamment aucune lésion iatrogène des pédicules vasculonerveux.

Concernant les complications post-opératoires, nous avons relevé un syndrome douloureux régionale complexe de type 1 chez 2 patients (3,6%). Il s'agissait d'un patient de sexe féminin et un patient de sexe masculin.

Aucun hématome post opératoire n'a été rapporté. Aucune complication infectieuse ou liée à la cicatrisation n'a été constatée. Aucune nécrose des lambeaux n'a été rapportée dans le suivi des patients (figure 37).

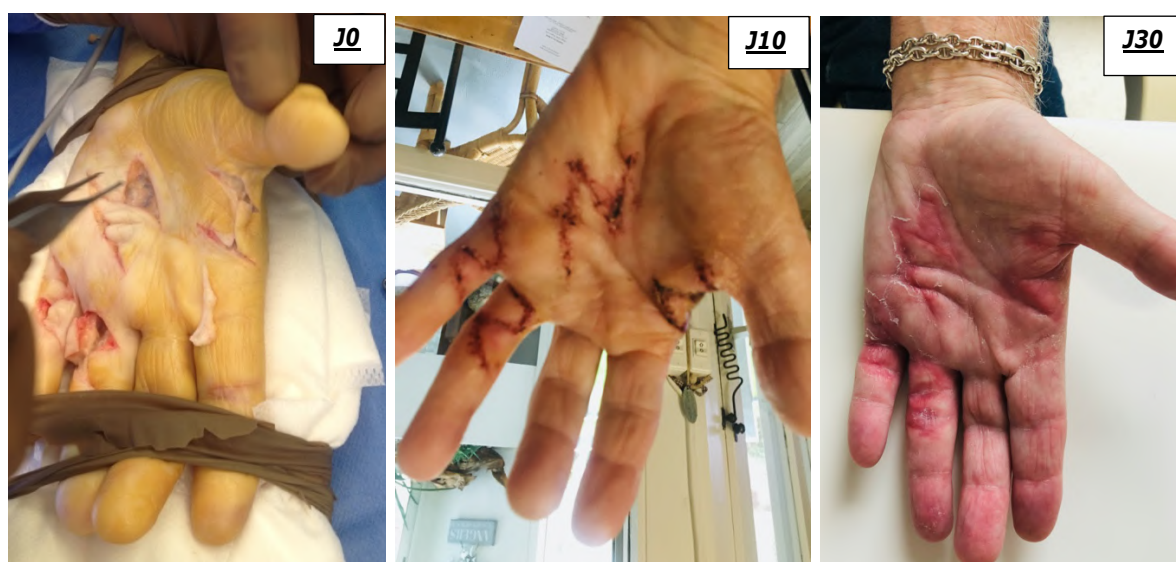


Figure 37 : Résultats cliniques des plasties de MALINGUE associées à une aponévrectomie sur la 1^{ère} commissure, la paume de la main, l'annulaire et l'auriculaire. A gauche : en per-opératoire ; Au centre à J10 ; A droite à 1 mois. Noter la rapidité de cicatrisation et l'absence de complication.

3.3.5. Récidive et extension de la maladie

Trente-sept (67,3%) patients ont été revus cliniquement avec un recul moyen de 79,4 mois (6,6 ans) [min : 66 mois ; max : 94 mois ; $\sigma = 8,7$] par rapport à l'intervention. Trois patients avaient présenté une récive précoce nécessitant une reprise chirurgicale. L'analyse statistique sur les facteurs de risque de récive a été réalisée sur les données de ces **40 patients**.

Si on considère la récurrence comme la réapparition de lésions élémentaires (critères de LECLERCQ), 20 (50%) patients étaient en récurrence. Cette récurrence concernait le pouce, le majeur, l'annulaire et l'auriculaire. Le stade de TUBIANA des doigts récidivants, au moment de la révision, était en moyenne de 1,19 [$\sigma = 0,4$]. Ce dernier était significativement inférieur au stade de TUBIANA pré-opératoire ($p < 0,001$). Sur 3 patients présentant des nodules dorsaux, seulement 1 patient présentait des signes de récurrence. L'analyse en statistique univariée a montré qu'il existait davantage de récurrences lorsque le patient était opéré de 2 doigts ou plus ($p = 0,014$) ou lorsque le patient était âgé de moins de 60 ans ($p = 0,031$). Il existait une tendance forte à la récurrence lorsque le patient était opéré de l'auriculaire ($p = 0,051$) (Tableau VIII). Plus précisément il existait davantage de récurrences chez les patients présentant une atteinte IPP de l'auriculaire ($p = 0,02$).

Si on considère la récurrence comme la présence d'un DER IPP des doigts longs (ou DER MP du pouce) $\geq 20^\circ$ par rapport au DER IPP post opératoire immédiat (critère de FELICI), 11 (27,5%) patients étaient en récurrence. Le DER moyen des doigts récidivants au moment de la révision était de $31,7^\circ$ [$\sigma = 8,8$]. Cette récurrence ne concernait que l'annulaire et l'auriculaire. Le déficit d'extension IPP pré-opératoire était significativement supérieur aux DER IPP au moment de la révision ($p = 0,001$). Le stade de TUBIANA des doigts récidivants était en moyenne de 1,38 et inférieur au stade de TUBIANA pré-opératoire ($p < 0,001$). L'analyse en statistique univariée a montré une tendance à la récurrence chez les patients opérés de l'auriculaire ($p = 0,1$). Cette tendance est encore plus nette chez les patients présentant un déficit d'extension IPP important de l'auriculaire en pré-opératoire ($p = 0,069$). Une tendance a également été constatée avec le nombre de doigts opérés (≥ 2 doigts), mais de façon plus modérée ($p = 0,11$) (Tableau VIII).

Les différentes formes de récurrence de l'étude ont été représentées dans le tableau IX.

Quinze (40,5%) patients présentaient une extension isolée, sans récurrence, de la maladie. Au total, trente et un (83,8%) patients présentaient des signes d'extension de la maladie, qu'ils soient en récurrence ou non. L'autre côté était atteint au moment de la révision chez 33 (89,2%) patients. L'analyse en statistique univariée a montré que l'extension de la maladie était plus fréquente chez les patients

qui présentaient un déficit d'extension de l'annulaire ($p = 0,041$) et une tendance à l'extension chez les patients qui présentaient un stade de TUBIANA III en pré-opératoire ($p = 0,073$) (Tableau VIII).

Tableau VIII : Mise en évidence des facteurs de risque de récurrence. En vert sont figurés les résultats significatifs et en bleu les tendances statistiques.

	Récidive selon FELICI	Récidive selon LECLERCQ	Extension
Sexe	$p=0,6$	$p=0,3$	$p=1$
Age < 60 ans	$p=0,34$	$p=0,031$	$p=1$
Antécédents familiaux	$p=0,76$	$p=0,24$	$p=0,19$
Tabac	$p=0,58$	$p=0,53$	$p=1$
Alcool	$p=0,11$	$p=0,10$	$p=1$
Dyslipidémie	$p=0,24$	$p=0,83$	$p=0,59$
Diabète	$p=1$	$p=0,68$	$p=1$
Antécédent de fasciotomie	$p=1$	$p=0,63$	$p=1$
Au moins un doigt coté Tubiana III	$p=0,51$	$p=0,55$	$p=0,073$
Chirurgie de l'auriculaire	$p=0,1$	$p=0,051$	$p=0,31$
Chirurgie sur plus de 2 doigts	$p=0,11$	$p=0,014$	$p=0,68$
1 élément de la diathèse (selon HUESTON)	$p=1$	$p=0,49$	$p=1$
2 éléments ou plus de la diathèse (selon HUESTON)	$p=0,21$	$p=0,34$	$p=0,38$

Tableau IX : Représentation des différentes formes de récurrence de l'étude.

Absence de récurrence	19 (47,5%)
Récurrence (nodule ou bride) sans flossum	7 (17,5%)
Récurrence avec flossum < 20° IPP par rapport au DER	3 (7,5%)
Récurrence avec flossum > 20° IPP par rapport au DER	8 (20%)
Récurrence avec reprise chirurgicale	3 (7,5%)

4. Discussion

L'étude présente plusieurs faiblesses : les effectifs sont faibles et le taux de non revus est important ce qui ne nous a pas permis des études statistiques plus poussées et notamment de mieux déterminer les risques de récurrence ou d'extension de la maladie.

Le niveau de satisfaction esthétique et fonctionnel, évalué dans notre étude à travers les scores MHQ et DASH, est élevé. Notre QuickDASH évalué à 13,2 est très proche de celui retrouvé dans la littérature (15,1 dans l'étude de BUDD et al.⁶¹ ; 12,1 dans l'étude de JOHNSON et al.⁶²). Toutes les déformations pré-opératoires des IPP et MCP des doigts longs ont été corrigées en post-opératoire ce qui explique ce haut niveau de satisfaction. Les scores « Visual Analogue Appearance Score » (VAAS) et « Derriford Appearance Score » (DAS) ont été utilisés par d'autres auteurs pour apprécier l'aspect esthétique des mains après chirurgie d'une maladie DUPUYTREN⁶². Le coefficient d'amélioration de THOMINE⁶³ aurait également pu être utilisé pour évaluer les résultats fonctionnels.

En terme de complications, nous n'avons eu aucune atteinte vasculo-nerveuse dans notre série ce qui est bien inférieur aux autres études, puisqu'il est en moyenne de 3,4% pour les lésions nerveuses et 2% pour les lésions artérielles⁶⁴. FOUCHER dans sa série de 1995⁶⁵ rapportait une atteinte des pédicules de 3,1%, 10% pour TUBIANA en 1967⁶⁶, 11% pour MACNICOL en 1984⁶⁷ et 1,7% dans la série de NOROTTE en 1988⁶⁸. De plus nous obtenons une sensibilité discriminative globale au test de WEBER inférieure à 5 mm contrairement à d'autres études^{69,70}. On peut supposer que la bonne d'exposition des pédicules dans la plastie de MALINGUE, notamment par rapport à la plastie en « Z », permet un meilleur contrôle des pédicules en per-opératoire. Mais cela peut également être lié au niveau d'expérience élevé de l'opérateur de notre étude.

Nous avons eu 3,6% de SDRC de type 1 ce qui est conforme à ce qu'on retrouve la littérature⁷¹. Nous n'avons pas relevé d'hématome post opératoire ou d'infection alors que les taux de ces complications sont de respectivement 2 et 4% habituellement⁶⁴.

Enfin nous n'avons eu aucune nécrose des lambeaux. Une revue systématique retrouvait des troubles de cicatrisation dans 22,9 % des cas, avec une nécrose cutanée dans 4,3% des cas en moyenne et jusqu'à plus de 10% pour certaines études^{64,72}.

Même si n'avons pas évalué la durée de cicatrisation, il n'a pas été noté de retard de cicatrisation, cette technique permet une cicatrisation « simple » et donc raisonnablement plus rapide qu'une cicatrisation dirigée comme dans la technique de la paume ouverte¹⁹. De plus, le phénomène de contraction cutanée lié à la cicatrisation dirigée est évité. Aucun complément de greffe cutanée n'a été nécessaire, évitant un préjudice esthétique sur le site donneur et les possibles échecs d'intégration de la greffe.

La figure 38 illustre la proportion des complications, après fasciectomy lors d'une première intervention et lors d'une réintervention^{73,74,75}. Du fait de ces nombreux avantages cicatriciels et per-opératoires (tel que l'exposition), et bien que son application dans les récidives n'ait pas été étudiée ici, il semble que la plastie de MALINGUE pourrait être intéressante dans ce cas précis. Une étude évaluant les complications des plasties MALINGUE après une chirurgie de récidive permettrait de vérifier cette hypothèse.

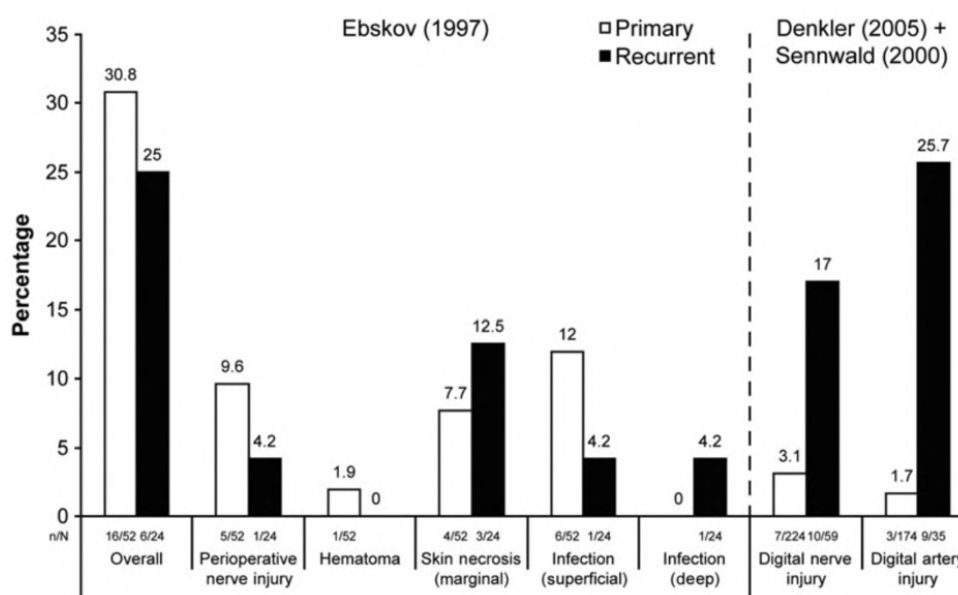


Figure 38 : Représentation des complications après fasciectomy lors d'une première intervention et d'une réintervention (d'après DENKLER⁶⁴).

Il n'existe aucune étude sur le suivi à long terme qui évalue la fasciectomy associée à des plasties de MALINGUE isolée. APARD dans sa cohorte 27 patients opérés d'une plastie de MALINGUE associée à une paume ouverte à 2,6 ans de recul, retrouvait un taux de récurrence de 10,3%. Il s'agissait d'une série incluant des patients opérés en première intention ou pour une récurrence mais avec des critères de récurrences qui n'étaient pas clairement identifiés.

Le taux de récurrence, toute technique chirurgicale confondue, retrouvé dans la littérature varie énormément de 2 à 86%⁷⁶. En effet, il est difficile de comparer les différentes séries cliniques de la littérature surtout en raison des critères définissant la récurrence de la maladie qui ne sont pas toujours spécifiés et lorsqu'ils le sont ne définissent pas les mêmes critères selon les études⁷⁶. De plus, les différentes séries ont des durées de suivi très variable (de 6 mois à 30 ans)⁷⁷

En 2002, LECLERQ avait clairement défini la récurrence comme la réapparition de la maladie dans une zone déjà opérée incluant la réapparition de nodules, sans rétraction digitale. Cette définition exclut les brides cutanées cicatricielles séquellaires de la chirurgie, les rétractions articulaires pures, et l'extension de la maladie. TORREKENS avait d'ailleurs défini la notion de « fausse récurrence » comme étant la présence de brides cutanées liées à la cicatrisation et indépendante de la maladie⁷⁸. Ce critère de récurrence est le plus fréquemment retrouvé dans la littérature^{76,79}. C'est pourquoi il a été choisi comme critère dans notre étude. Ce critère est strict car il ne présume pas de la gêne fonctionnelle et encore moins de l'indication à une réintervention. C'est pourquoi FELICI et al. avaient proposé en 2014 de définir la récurrence comme la réapparition d'un flexum IPP augmenté de 20° par rapport aux résultats post-opératoires immédiats. Ce facteur présume davantage de l'impotence fonctionnel du patient et il nous paraissait judicieux de le considérer également dans notre série.

Dans notre étude, avec un recul moyen de 6,6 ans et un recul minimal à 5 ans, le taux de récurrence selon LECLERQ après fasciectomy associée à une plastie de MALINGUE était de 50%. L'étude la plus comparable à la nôtre semble être celle de FOUCHER réalisée en 1995⁶⁵ avec un suivi identique (6,6 ans), et une population très comparable (54 patients) mais la technique opératoire correspondait à une paume ouverte selon Mc CASH et une voie d'abord digitale selon BRUNER. L'étude retrouvait un taux de récurrence de 41%. TONKIN dans une étude de 1982 comparant la fasciectomy et la dermofasciectomy avait constaté un taux de récurrence global de 46,5%⁸⁰. Toutefois, la table ronde du GEM en 1992 avait révélé que la récurrence était indépendante du mode de fermeture entre plastie locale, paume ouverte ou greffe de peau⁸¹. On remarque cependant dans la littérature que la récurrence reste assez exceptionnelle sous une greffe de peau lors d'une dermofasciectomy. Elle est estimée entre 0 et 8%. C'est la « greffe coupe-feu » (terme utilisé par HUESTON en 1984). L'étude de ARMSTRONG⁸²

(2000), de HALL⁸³ (1995) et de KELLY⁸⁴ (1992) rapportent un taux de récurrence de 8% à 5,8 ans, 4 ans et 13 ans de recul respectivement. ROY⁸⁵ (2009) rapporte 7% de récurrences à 4,3 ans. Les études de TORREKENS⁷⁸ (2021), de EBELIN⁸⁶ (1991) et de BROTHERSTON⁸⁷ (1994) ne rapportent aucune récurrence à respectivement 8,4 ans, 2,3 ans et 4 ans de recul.⁸⁸

L'étude de FOUCHER portait sur 67 doigts opérés pour 54 patients contre 82 doigts opérés pour 55 patients dans notre série. Cela signifie que nous avons opéré davantage de mains avec atteinte pluri-digitale ce qui constitue un facteur de risque de récurrence supplémentaire comme nous l'avons démontré.

Parmi les autres études à long terme, à au moins 5 ans de suivi et utilisant les mêmes critères de récurrences, on a retrouvé un taux de 73% dans l'étude de JURISIC⁸⁹, 39% dans l'étude de ROMBOUTS⁵, 34% dans l'étude de HAKSTIAN⁹⁰, 32% dans l'étude de SCHNEIDER⁹¹ et 28% dans une étude de HUESTON⁹². L'étude de KARTIK retrouve un taux de récurrence étonnamment bas de 5% pour un suivi à 10 ans⁹³. Les études à long terme précédemment décrites incluent des patients avec un recul minimal parfois très faible (6 mois de recul minimal pour l'étude de SCHNEIDER et al. pour un suivi moyen à 5ans) incluant ainsi des patients sans récurrence mais revus trop précocement. Or, HUESTON avait montré que la plupart des récurrences se manifestaient dans les 3 ans après l'opération^{94,76}.

Les études à 10 ans de recul ou plus sont rares. L'évaluation des récurrences dans ces études semble montrer une diminution importante de l'incidence des récurrences au-delà de 5 ans de suivi⁹⁵. Dans les études de Mc FARLANE et BOTZ le taux de récurrence et d'extension de la maladie variaient de 50 à 60 % quel que soit le type d'intervention⁹⁶. Tubiana et Leclercq avaient observé un taux de récurrence de 66 % à 10 ans⁸¹, pour NOROTTE 71% à 10 ans⁶⁸ et pour MANTERO 77% à 20 ans⁹⁷.

Conformément à la littérature^{57,99,100,101,102,103,92}, le sexe masculin, un âge jeune et les antécédents au 1er degré de la maladie apparaissent comme des facteurs de risque de prévalence et de sévérité de la maladie. La récurrence touchait essentiellement les IPP. Le traitement de la MCP des doigts longs n'a jamais montré de récurrence dans notre étude. Cela confirme les propos de Mc FARLANE¹⁰⁴ qui considérait que la chirurgie de la MCP donnait de meilleurs résultats. Cela s'explique par le fait que les ligaments collatéraux de l'articulation MCP sont étirés en flexion et permettent donc l'extension de l'articulation

une fois la bride pré-tendineuse excisée. Au niveau de l'IPP, en revanche, les ligaments collatéraux finissent par se rétracter en flexion et les brides responsables de la rétraction des IPP sont plus nombreuses qu'au niveau des MCP.

Dans notre étude, seulement 3 patients (5,5%) ont nécessité une réintervention chirurgicale pour récurrence. Dans l'étude de DIAS et BRAYBROOKE en 2006¹⁰⁵, ils considéraient que 15% des patients étaient éligibles à une nouvelle chirurgie en raison d'un « table test » positif.

Bien qu'il n'y ait pas de signification statistique, une atteinte pré-opératoire de l'auriculaire et un nombre important de doigts opérés semblent constituer un facteur de risque de récurrence. L'auriculaire est souvent considéré comme le doigt le plus touché, après l'annulaire^{106,107,108,109}. Néanmoins, notre étude et certaines études récentes semblent montrer que l'auriculaire est davantage touché que l'annulaire^{110,70}. Son atteinte est souvent sévère et sa rétraction IPP constitue un handicap fonctionnel majeur. Les études portant essentiellement sur l'auriculaire sont rares^{106,65,111}. Nous avons pu observer, comme FOUCHER en 1992¹¹², que le 5^{ème} doigt constituait un facteur de mauvais pronostic de la maladie. En effet, notre étude rapporte un stade de TUBIANA, un DER IPP et un taux de récurrence élevés pour l'auriculaire. Parmi les techniques proposées pour traiter une rétraction sévère de l'auriculaire (ex : dermofasciectomy⁸⁸, lambeau de RAZEMON⁵¹, arthrodèse raccourcissante⁵⁵, etc.), notre étude montre que l'utilisation des plasties de MALINGUE reste possible, même à un stade 4 de TUBIANA. Précisons tout de même qu'aucune déformation en boutonnière n'a été opérée dans notre série.

Nous avons mis en évidence que l'extension de la maladie était plus fréquente chez les patients présentant une atteinte de l'annulaire et très probablement chez les patients présentant une atteinte sévère d'un doigt (TUBIANA III). L'extension de la maladie continue à se manifester de nombreuses années après la chirurgie contrairement à l'incidence de la récurrence qui tend à s'atténuer au-delà de 4 ans⁹². Ainsi, la durée de suivi risque d'influencer fortement le taux d'extension. Les critères d'extension ne sont pas toujours clairement définis et sont souvent dissociés de la récurrence. Ce taux d'extension varie de 20 à 52% selon les auteurs lorsqu'il est considéré à part de la récurrence^{92,113,114,115,80,116,89,68}. Notre étude est conforme à la littérature avec 40,5% d'extension. La récurrence et l'extension sont des problèmes tout aussi importants à considérer.

Quand on considère la récurrence comme la réapparition d'une contracture avec déficit d'extension IPP > 20°, notre étude présente un taux de récurrence qui chute à 27,5 %. Les autres études utilisant ce critère de récurrence n'utilisent pas toujours le seuil de 20° de perte d'extension résiduelle IPP proposé par FELICI et al.. Il est alors difficile de comparer les études. L'étude de van RIJSSEN¹¹⁷ par exemple, utilise comme critère de récurrence la valeur seuil de 30°. Il définit ainsi la récurrence comme un déficit d'extension IPP de 30° par rapport au post opératoire immédiat. Mais il s'agissait d'une étude portant sur l'aponévrotomie percutanée. L'étude de ULLAH¹¹⁸, définit la récurrence comme la réapparition d'une contracture IPP sans davantage de précision. Mais il s'agissait d'une étude portant sur la dermofasciectomy. Dans l'étude de DIAS¹⁰⁵, la récurrence est diagnostiquée lorsqu'il existe une contracture suffisante pour nécessiter une intervention chirurgicale, selon le « table-test » de HUESTON¹¹⁹. Cette étude prospective retrouve un taux de récurrence de 15% à 2,3 ans toutes chirurgies confondues.

Les études qui définissent explicitement la récurrence comme la réapparition d'un déficit d'extension sont plus récentes. En effet, elles ont toutes été publiées après les années 2000⁷⁶. A l'inverse, les études qui définissent la récurrence comme la réapparition de lésions élémentaires sont plus anciennes, datant parfois des années 1960. Il semble plus judicieux de considérer davantage la récurrence comme la réapparition d'un déficit d'extension plutôt que la réapparition de lésions élémentaires, au vu de ces études récentes qui traduisent une véritable gêne fonctionnelle.

L'absence d'un véritable consensus sur la définition d'une récurrence nous a conduit à proposer une **classification des récurrences** permettant de regrouper les différents critères retrouvés dans la littérature comme nous les avons relevés dans le tableau IX :

- **Stade 1 : réapparition de lésions élémentaires sans flossum IPP***
- **Stade 2 : flossum IPP* < 20°**
- **Stade 3 : flossum IPP* > 20°**
- **Stade 4 : reprise chirurgicale**

** par rapport au DER IPP post-opératoire immédiat*

IV. CONCLUSION

La plastie de MALINGUE constitue un plastie cutanée simple et facile de réalisation. Néanmoins, elle nécessite une certaine rigueur dans son élaboration et les principes de réalisation doivent être bien respectés si l'on souhaite en tirer tous les bénéfices sur l'exposition et le gain dans la couverture

Cette plastie est donc une technique fiable sur plan théorique et pratique. Son application dans la fasciectomy pour la prise en charge des brides rétractiles dans la maladie de DUPUYTREN n'est pas supérieure aux autres techniques puisqu'elle ne diminue pas la récurrence de la maladie. En effet, il s'agit uniquement d'une technique de couverture cutanée et n'a pas d'action sur l'étiologie de la maladie. Ainsi elle ne peut pas prétendre à être une technique de référence dans cette indication.

Néanmoins, elle a la particularité de présenter un certain nombre de d'avantages (bonne répartition des contraintes, absence de complication cutanée, cicatrisation rapide, ...) sans véritable inconvénient. Son application en tant que plastie locale, au-delà de la maladie de DUPUYTREN (ex : brides cicatricielles, brûlures, rétraction commissurale, syndactylie, ...), nous semble être à privilégier dès que les conditions géographiques de la zone de couverture sont compatibles avec ses principes de réalisation.

BIBLIOGRAPHIE

1. Merle M, Jager T. Chirurgie de la main: Affections rhumatismales, dégénératives. Syndromes canalaire. Elsevier Health Sciences; 2017.
2. Zdilla MJ. The Hand of Sabazios: Evidence of Dupuytren's Disease in Antiquity and the Origin of the Hand of Benediction. J Hand Surg Asian-Pac Vol.
3. Layton T, Nanchahal J. Recent advances in the understanding of Dupuytren's disease. F1000Research. 2019;8:231.
4. Tubiana R. Evaluation of deformities in Dupuytren's disease. Ann Chir Main Organe Off Soc Chir Main. 1986;5(1):5-11.
5. Rombouts JJ, Noël H, Legrain Y, Munting E. Prediction of recurrence in the treatment of Dupuytren's disease: evaluation of a histologic classification. J Hand Surg. 1989;14(4):644-652.
6. McIndoe SA, Beare RLB. The surgical management of Dupuytren's contracture. Am J Surg. 1958;95(2):197-203.
7. Collectif, Dubrana F, Prud'homme M. Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologique: Tome 2. Sauramps Médical; 2002.
8. Borges AF, Gibson T. The original Z-plasty. Br J Plast Surg. 1973;26(3):237-246.
9. Denonvilliers CP. Blepharoplastie. Bulletin de la société de chirurgie de Paris. 1856;65, 110-122.
10. Morestin H. De la correction des flexions permanentes des doigts. 1914;50 : 1-27.
11. Davis JS. The relaxation of scar contractures by means of the z-, or reversed z-type incision: stressing the use of scar infiltrated tissues. Ann Surg. 1931;94(5):871-884.
12. Limberg AA. Skin plastic with shifting triangle flaps. 1929;50:862.
13. Limberg AA. The Planning of Local Plastic Operations on the Body Surface: Theory and Practice. Collamore Press.; 1984.
14. Roggendorf E. The Planimetric Z-Plasty: Plast Reconstr Surg. 1983;71(6):834-842.
15. Davis JS. Present evaluation of the merits of the z-plastic operation: Plast Reconstr Surg. 1946;1(1):26-38.
16. Davis JS, Kitlowski EA. The theory and practical use of the z-incision for the relief of scar contractures: Ann Surg. 1939;109(6):1001-1015.
17. Da-Yuan C. Mathematical Principle of Planar Z-Plasty: Plast Reconstr Surg. 2000;105(1):105-108.
18. McGregor IA. The theoretical basis of the z-plasty. Br J Plast Surg. 1956;9:256-259.
19. McCash CR. The open palm technique in dupuytren's contracture. Br J Plast Surg. 1964;17:271-280.
20. Apard T, Saint-Cast Y. La plastie de Malingue dans les rétractions digitales de la maladie de Dupuytren : principe, modélisation et application clinique. Chir Main. 2011;30(1):31-34.
21. Upadhyay S. Gauss-Bonnet for Discrete Surfaces. University of Chicago Mathematics REU. 2015.
22. McGregor IA. The z-plasty in hand surgery. J Bone Joint Surg Br. 1967;49-B(3):448-457.

23. Gardeil L, Matter Parrat V, Portenard AC, Coquerel D, Bonmarchand A, Auquit Auckbur I. L'aponévrectomie segmentaire avec plastie en Z : une alternative technique dans le traitement de la maladie de Dupuytren. Étude d'une série de cas. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* 2019;105(8):1065-1069.
24. Buis J, Soupre V, Picard A, Le Louarn C, Servant JM, Vazquez MP. Plasties en Z basse tension. *Ann Chir Plast Esthét.* 2009;54(4):370-373.
25. Davami B. V-M Plasty and Double Z-Plasty: Two Versatile Flaps for Treatment of Postburn Syndactyly. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009;13(3):124-129.
26. Furnas DW, Fischer GW. The Z-plasty: Biomechanics and mathematics. *Br J Plast Surg.* 1971;24:144-160.
27. Aarabi S, Bhatt KA, Shi Y, et al. Mechanical load initiates hypertrophic scar formation through decreased cellular apoptosis. *FASEB J.* 2007;21(12):3250-3261.
28. Ellur S, Guido N. A mathematical model to predict the change in direction of the common limb in Z plasty. *Indian J Plast Surg.* 2009;42(1):82.
29. McGregor, A.D., McGregor, I.A. *Fundamental Techniques of Plastic Surgery* - Churchill Livingstone, 10th Edition. 2000.
30. Eaton C, Seegenschmiedt MH, Bayat A, Gabbiani G, Werker P, Wach W. *Dupuytren's Disease and Related Hyperproliferative Disorders: Principles, Research, and Clinical Perspectives.* Springer Science & Business Media; 2011.
31. Furnas DW. The tetrahedral z-plasty: *Plast Reconstr Surg.* 1965;35(3):291-302.
32. Roggendorf E. Planimetric Elongation of Skin by Z-Plasty: *Plast Reconstr Surg.* 1982;69(2):306-316.
33. Roggendorf E. The Planimetric Z-Plasty: *Plast Reconstr Surg.* 1983;71(6):834-842.
34. Seyhan A. Planimetric gain in Z-plasty. *Plast Reconstr Surg.* 2001;107(6):1617-1618.
35. Da-Yuan C. Mathematical Principle of Planar Z-Plasty: *Plast Reconstr Surg.* 2000;105(1):105-108.
36. Ostrowski DM, Feagin CA, Gould JS. A three-flap web-plasty for release of short congenital syndactyly and dorsal adduction contracture. *J Hand Surg.* 1991;16(4):634-641.
37. van Niekerk WJC, Taggart I. The size of the Y: The multiple Y-V plasty revisited. *Burns.* 2008;34(2):257-261.
38. Hoël G. Catalogue des plasties cutanées locales du tronc et des membres. Published online 1979.
39. Zhang L, Jin R, Shi YM, Sun BS, Pu ZM, Zhang YG. Reversed Z-plasty and its variations to release wide-scar contraction. *Burns.* 2014;40(6):1185-1188.
40. Grishkevich VM. Postburn Hand Border Contractures and Eliminating Them With Trapeze-Flap Plasty: *J Burn Care Res.* 2010;31(2):286-291.
41. Glicenstein J, Bonnefous G. The three-pronged plasty. *Ann Chir Plast.* 1975;20(2):257-260.
42. Guero S. Release of partial syndactyly using a trident flap without skin grafting. *J Hand Surg Eur Vol.* 2020;45(2):181-186.
43. Hirshowitz B, Karev A, Rousso M. Combined double Z-plasty and Y-V advancement for thumb web contracture. *Hand.* 1975;7(3):291-293.

44. Hierner R, Putz R, Bishop AT, Shen ZL, Wilhelm K. Flaps in Hand and Upper Limb Reconstruction: Surgical Anatomy, Operative Techniques and Differential Therapy. Elsevier, Urban & Fischer Verlag; 2013.
45. Rohrich RJ, Zbar RIS. A Simplified Algorithm for the Use of Z-Plasty: Plast Reconstr Surg. 1999;103(5):1513-1518.
46. Klapper M. The 30-degree angle revisited. J Am Acad Dermatol. 2005;53(5):831-832.
47. Tiennot E. Analyse des contraintes de tension sur la peau humaine. 2009.
48. Goyrand G. Nouvelles recherches sur la rétraction permanente des doigts. Mémoires de l'Académie Royale de Médecine. 1833.
49. Bruner JM. Incisions for plastic and reconstructive (non-septic) surgery of the hand. Br J Plast Surg. 1951;4:48-55.
50. Iselin M, Dieckman GD. Therapy by Means of Complete Z-shaped Plastic Surgery. 1951:59 : 1394-1395.
51. Razemon JP. Le lambeau de rotation latéro-digital dans les formes graves de la maladie de dupuytren. Ann Chir Main. 1982;1(3):199-209.
52. Pelissier P, Gardet H, Sawaya E, Pinsolle V, Casoli V. Anatomical Study of the Palmar Intermetacarpal Perforator Flap. J Hand Surg Eur Vol. 2009;34(2):224-226.
53. Le Gall H, Dautel G. Skin Expansion Due to the Dupuytren Cord Allows to Design Local Flaps to Facilitate Skin Closure in Severe Cases: The 3-flap: Surgical Technique and Clinical Evaluation. Tech Hand Up Extrem Surg. 2020;24(2):89-97.
54. Hueston JT. Current state of treatment of Dupuytren's disease. Ann Chir Main. 1984;3(1):81-92.
55. Raimbeau G, Bigorre N, Balti W, et al. Accourcissement digital avec ablation de la phalange moyenne de l'auriculaire dans les crochets digitaux de la maladie de Dupuytren. Hand Surg Rehabil. 2017;36(6):442.
56. Hueston JT. Dupuytren Diathesis. 1990:191-200.
57. Leclercq C. Chapter 8 : Results of surgical treatment: Raoul Tubiana, Caroline Leclercq, Lawrence C. Hurst, Marie A. Badalamente, Evelyn J. Mackin (Eds) Dupuytren's disease. 2000.
58. Felici N, Marcoccio I, Giunta R, et al. Dupuytren Contracture Recurrence Project: Reaching Consensus on a Definition of Recurrence. Handchir · Mikrochir · Plast Chir. 2014;46(06):350-354.
59. Tang JB. Re: Levels of experience of surgeons in clinical studies. J Hand Surg Eur Vol. 2009;34(1):137-138.
60. Tang JB, Giddins G. Why and how to report surgeons' levels of expertise. J Hand Surg Eur Vol. 2016;41(4):365-366.
61. Budd HR, Larson D, Chojnowski A, Shepstone L. The QuickDASH Score: A Patient-reported Outcome Measure for Dupuytren's Surgery. J Hand Ther. 2011;24(1):15-21.
62. Johnson N, Kurien T, Selby A, O'Brien M. Improvement in the Appearance and Function of the Hand at 2 Weeks after Percutaneous Needle Fasciotomy for Dupuytren Disease. J Hand Surg Asian-Pac Vol. 2022;27(01):62-67.
63. Thomine JM. Contribution à l'étude de La Maladie de Dupuytren et de Son Traitement Chirurgical. 1964.

64. Denkler K. Surgical complications associated with fasciectomy for dupuytren's disease: a 20-year review of the English literature. *Eplasty*. 2010;10:e15.
65. Foucher G, Cornil C, Lenoble E, Citron N. A modified open palm technique for Dupuytren's disease: Short and long term results in 54 patients. *Int Orthop*. 1995;19(5).
66. Tubiana R, Thomine JM, Brown S. Complications in Surgery of Dupuytren's Contracture: *Plast Reconstr Surg*. 1967;39(6):603-612.
67. Macnicol MF. The open palm technique for duputren's contracture. *Int Orthop*. 1984;8(1):55-59.
68. Norotte G, Apoil A, Travers V. Résultats à plus de dix ans de la maladie de Dupuytren. *Ann Chir Main*. 1988;7(4):277-281.
69. Gerosa T, Pierrart J, Serane-Fresnel J, Amsallem L, Masméjean EH. Troubles sensitifs distaux dans la maladie de Dupuytren. *Rev Chir Orthopédique Traumatol*. 2018;104(6):608-611.
70. Obrecht É. Maladie de Dupuytren, rétrospective d'une série de 56 patients et approche histologique et épidémiologique des facteurs de risque de récurrence. Published online 2021:65.
71. Au-Yong ITH, Wildin CJ, Dias JJ, Page RE. A Review of Common Practice in Dupuytren Surgery. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2005;9(4):178-187.
72. Gelberman RH, Panagis JS, Hergenroeder PT, Zakaib GS. Wound Complications in the Surgical Management of Dupuytren's Contracture: A Comparison of Operative Incisions. *Hand*. 1982;os-14(3):248-254.
73. Sennwald GR. Fasciectomy for treatment of Dupuytren's disease and early complications. *J Hand Surg*. 1990;15(5):755-761.
74. Denkler K. Dupuytren's Fasciectomy in 60 Consecutive Digits Using Lidocaine with Epinephrine and No Tourniquet: *Plast Reconstr Surg*. 2005;115(3):802-810.
75. Ebskov LB, Boeckstyns MEH, Sørensen AI, Haugegaard M. Day Care Surgery for Advanced Dupuytren's Contracture. *J Hand Surg*. 1997;22(2):191-192.
76. Kan HJ, Verrijp FW, Huisstede BMA, Hovius SER, van Nieuwenhoven CA, Selles RW. The consequences of different definitions for recurrence of Dupuytren's disease. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2013;66(1):95-103.
77. van Rijssen AL, ter Linden H, Werker PMN. Five-Year Results of a Randomized Clinical Trial on Treatment in Dupuytren's Disease: Percutaneous Needle Fasciotomy versus Limited Fasciectomy. *Plast Reconstr Surg*. 2012;129(2):469-477.
78. Torrekens M, Van Nuffel M, Couck I, De Smet L, Degreef I. Skin grafting prevents recurrence in Dupuytren's disease and extension correlates with fibrosis diathesis score. *Hand Surg Rehabil*. 2021;40(4):495-499.
79. Werker PMN, Pess GM, van Rijssen AL, Denkler K. Correction of Contracture and Recurrence Rates of Dupuytren Contracture Following Invasive Treatment: The Importance of Clear Definitions. *J Hand Surg*. 2012;37(10):2095-2105.e7.
80. Tonkin MA, Burke FD, Varian JPW. Dupuytren's Contracture: A Comparative Study of Fasciectomy and Dermofasciectomy in One Hundred Patients. *J Hand Surg*. 1984;9(2):156-162.
81. Leclercq C, Tubiana R. La récurrence dans la Maladie de Dupuytren. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*. 2002:33-35.

82. Armstrong JR, Hurren JS, Logan AM. Dermofasciectomy in the management of Dupuytren's disease. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82-B(1):90-94.
83. Hall PN, Fitzgerald A, Sterne GD, Logan AM. Skin Replacement in Dupuytren's Disease. *J Hand Surg.* 1997;22(2):193-197.
84. Kelly C, Varian J. Dermofasciectomy: a long term review. *Ann Chir Main Memb Supér.* 1992;11(5):381-382.
85. Roy N, Sharma D, Mirza AH, Fahmy N. Fasciectomy and conservative full thickness skin grafting in Dupuytren's contracture. The fish technique. *Acta Orthop Belg.* 2006;72(6):678-682.
86. Ebelin M, Leviet D, Auclair E, Lemerle JP, Vilain R. Treatment of recurrent Dupuytren's disease by scalar incision and firebreak graft. *Ann Chir Plast Esthet.* 1991;36(1):26-30.
87. Brotherston TM, Balakrishnan C, Milner RH, Brown HG. Long term follow-up of dermofasciectomy for Dupuytren's contracture. *Br J Plast Surg.* 1994;47(6):440-443.
88. Hueston JT. 'Firebreak' grafts in dupuytren's contracture. *Aust. N.Z. J. Surg.* 1984;54(3):277-281.
89. Jurisic D. Dupuytren's Disease Characteristics in Primorsko-Goranska County, Croatia. *Coll. Antropol.* 2008;1209-1213.
90. Hakstian RW. Long-term results of extensive fasciectomy. *Br J Plast Surg.* 1966;19:140-149.
91. Schneider LH, Hankin FM, Eisenberg T. Surgery of Dupuytren's disease: A review of the open palm method. *J Hand Surg.* 1986;11(1):23-27.
92. Hueston JT. RECURRENT DUPUYTREN'S CONTRACTURE: *Plast Reconstr Surg.* 1963;31(1):66-69.
93. Kartik I. Data on the recurrence and the progression of Dupuytren's contracture. 1963:253-259.
94. Hueston J. Dupuytren's contracture The Hand and Upper Extremity. 1977:3403-3426.
95. Dumontier C, Leclercq C. Maladie de Dupuytren épidémiologie, clinique, traitement. http://www.clubortho.fr/cariboost_files/Dupuytren_20generalites.pdf
96. McFarlane R. Epidemiology of surgical patients. 1990:201-215.
97. Mantero R. Les formes récidivantes de la maladie de Dupuytren. Published online 1983.
98. Hindocha S. Risk Factors, Disease Associations, and Dupuytren Diathesis. *Hand Clin.* 2018;34(3):307-314.
99. Lanting R, Broekstra DC, Werker PMN, van den Heuvel ER. A Systematic Review and Meta-Analysis on the Prevalence of Dupuytren Disease in the General Population of Western Countries: *Plast Reconstr Surg.* 2014;133(3):593-603.
100. Anwar MU, Al Ghazal SK, Boome RS. Results of Surgical Treatment of Dupuytren's Disease in Women: A Review of 109 Consecutive Patients. *J Hand Surg.* 2007;32(9):1423-1428.
101. Dolmans GH, de Bock GH, Werker PM. Dupuytren Diathesis and Genetic Risk. *J Hand Surg.* 2012;37(10):2106-2111.
102. Michou L, Lermusiaux JL, Teyssedou JP, Bardin T, Beaudreuil J, Petit-Teixeira E. Génétique de la maladie de Dupuytren. *Rev Rhum.* 2011;78(5):416-422.
103. Carvalhana G, Auquit-Auckbur I, Milliez PY. Maladie de Dupuytren : état des connaissances et de la recherche en physiopathologie. *Chir Main.* 2011;30(4):239-245.

104. McFarlane RM. The Current Status of Dupuytren's Disease. *J Hand Ther.* 1995;8(3):181-184.
105. Dias JJ, Braybrooke J. Dupuytren's Contracture: An Audit of the Outcomes of Surgery. *J Hand Surg.* 2006;31(5):514-521.
106. Tropet Y, Deck D, Vichard Ph. L'atteinte de l'auriculaire dans la maladie de Dupuytren. *Ann Chir Main Memb Supér.* 1994;13(2):101-106.
107. Viljanto JA. Dupuytren's contracture: A review. *Semin Arthritis Rheum.* 1973;3(2):155-176.
108. Brouet JP. Etude de 1000 dossiers de maladie de Dupuytren. 1986:98-105.
109. Tubiana R. Traité de chirurgie de la main Tome 6: Maladie de Dupuytren, malformations congénitales, amputations, prothèses, rééducation, la main dans l'art. Masson; 1998.
110. Leafblad ND, Wagner E, Wanderman NR, et al. Outcomes and Direct Costs of Needle Aponeurotomy, Collagenase Injection, and Fasciectomy in the Treatment of Dupuytren Contracture. *J Hand Surg.* 2019;44(11):919-927.
111. Ould-Slimane M, Guinet V, Foulongne E, et al. Le lambeau de rotation latéro-digital de Razemon dans les formes graves de la maladie de Dupuytren du cinquième rayon. *Chir Main.* 2013;32(5):317-321.
112. Foucher G, Cornil C, Lenoble E. Open palm technique for Dupuytren's disease. *Ann Chir Main Memb Supér.* 1992;11(5):362-366.
113. Gordon S. Dupuytren's Contracture: Recurrence and Extension Following Surgical Treatment. 1957:286-288.
114. Rank BK, Chang L. SURGERY FOR DUPUYTREN'S CONTRACTURE: A LONG-TERM REVIEW. *ANZ J Surg.* 1978;48(4):398-400.
115. Honner R, Lamb DW, James JIP. Dupuytren's Contracture: Long Term Results after Fasciectomy. 1971:240-246.
116. Dickie WR, Hughes NC. Dupuytren's contracture: A review of the late results of radical fasciectomy. *Br J Plast Surg.* 1967;20:311-314.
117. Van Rijssen AL, Werker PMN. Percutaneous Needle Fasciotomy in Dupuytren's Disease. *J Hand Surg.* 2006;31(5):498-501.
118. Ullah AS, Dias JJ, Bhowal B. Does a 'firebreak' full-thickness skin graft prevent recurrence after surgery for Dupuytren's contracture ? : a prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91-B(3):374-378.
119. Hueston JT. The Table top Test. *Hand.* 1982;os-14(1):100-103.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schématisation du dessin des plasties en « Z » et de MALINGUE.....	4
Figure 2 : Description initiale en 2002 de la plastie de MALINGUE et description en 1958 de de la plastie en « Z » dans la maladie de DUPUYTREN selon Mc INDOE.....	5
Figure 3 : Modélisation de la plastie de MALINGUE par APARD.....	6
Figure 4 : Main cadavérique injectée avec les dessins d'une plastie de MALINGUE sur le 3 ^e doigt et d'une plastie en « Z » sur le 4 ^e doigt.....	7
Figure 5 : Dessins sur gants chirurgicaux des plasties en « Z » et de MALINGUE sur fond quadrillé....	8
Figure 6 : Dessins sur avant-bras cadavérique des plasties en « Z » et de MALINGUE sur fond quadrillé.	8
Figure 7 : Dessins sur avant-bras cadavérique d'une double et triple plastie en « Z » ainsi que d'une double et triple plastie de MALINGUE sur fond quadrillé.....	9
Figure 8 : Dessins des plasties de MALINGUE sur différentes topographies de surface.....	10
Figure 9 : Comparaison de la vascularisation des lambeaux après leur levée lors d'une plastie en « Z » et d'une plastie de MALINGUE.....	11
Figure 10 : Contraintes mécaniques sur gants en latex après plastie en « Z » et plastie de MALINGUE.	13
Figure 11 : Modélisations numériques des contraintes mécaniques à partir de gants en latex après plastie en « Z » et plastie de MALINGUE.....	13
Figure 12 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » et plastie de MALINGUE.	14
Figure 13 : Modélisations numériques des contraintes mécaniques à partir de peau cadavérique après plastie en « Z » et plastie de MALINGUE.....	14
Figure 14 : Schémas hypothétiques d'une plastie en « Z » multiples et d'une plastie de MALINGUE multiples.....	15
Figure 15 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » double et plastie de MALINGUE double.	16
Figure 16 : Contraintes mécaniques sur peau cadavérique après plastie en « Z » triple et plastie de MALINGUE triple	16
Figure 17 : Variations de la taille en longueur et en largeur des plasties en « Z » et de MALINGUE en fonction du nombre de plasties (simple, double et triple).	17
Figure 18 : Plasties de MALINGUE après transposition sur différentes topographies de surface.....	18
Figure 19 : Analyse séquentielle de la plastie en « Z » et de MALINGUE en géométrie plane.	20
Figure 20 : Analyse trigonométrique de la plastie en « Z ».	21
Figure 21 : Analyse trigonométrique de la plastie de MALINGUE.	21
Figure 22 : Modélisation spatiale sur feuille de papier de la plastie en « Z » et de MALINGUE.....	22
Figure 23 : Variations angulaires trigonométriques induites par la rotation de la plastie.	22

<i>Figure 24 : Configuration en « selle de cheval » à proximité du point A et du point B dans le modèle continu.</i>	<i>23</i>
<i>Figure 25 : Configuration en « calotte sphérique » à proximité du point C' et du point D' dans le modèle continu.</i>	<i>23</i>
<i>Figure 26 : Arc C'D' représenté en en coupe et en 3 dimensions</i>	<i>24</i>
<i>Figure 27 : Analyse géométrique des calottes sphériques.</i>	<i>24</i>
<i>Figure 28 : Répartition des courbures en C'D'E' et F'.</i>	<i>26</i>
<i>Figure 29 : Correspondance entre modélisation mathématique et modélisation numérique permettant d'expliquer la différence de résultats observés précédemment sur matériaux inertes entre plastie en « Z » et plastie de MALINGUE</i>	<i>27</i>
<i>Figure 30 : Classification en stades selon TUBIANA dans les déformations digitales de la maladie de DUPUYTREN</i>	<i>34</i>
<i>Figure 31 : Étapes de la chirurgie</i>	<i>36</i>
<i>Figure 32 : Diagramme de flux.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 33 : Représentation des antécédents personnels et familiaux dans la population.</i>	<i>40</i>
<i>Figure 34 : Représentation du nombre de doigts opérés.</i>	<i>41</i>
<i>Figure 35 : Stades de TUBIANA pré-opératoires selon les rayons digitaux.</i>	<i>41</i>
<i>Figure 36 : Déficit d'extension des articulations en fonction de la période pré-opératoire, post-opératoire immédiate et à la révision</i>	<i>43</i>
<i>Figure 37 : Résultats cliniques de plasties de MALINGUE associées à une aponévrectomie sur la 1^{ère} commissure, la paume de la main, l'annulaire et l'auriculaire</i>	<i>45</i>
<i>Figure 38 : Représentation des complications après fasciectomy lors d'une première intervention et d'une réintervention (d'après DENKLER).</i>	<i>49</i>

LISTES DES TABLEAUX

<i>Tableau I : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur gants en latex pour la plastie en « Z » et la plastie de MALINGUE</i>	<i>13</i>
<i>Tableau II : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la plastie en « Z » et la plastie de MALINGUE</i>	<i>14</i>
<i>Tableau III : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la double plastie en « Z » et la double plastie de MALINGUE.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau IV : Variations de la taille des plasties avant et après transposition sur peau cadavérique pour la triple plastie en « Z » et la triple plastie de MALINGUE.....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau V : Variations de la taille des plasties de MALINGUE après transposition sur différentes topographies de surface.</i>	<i>18</i>
<i>Tableau VI : Caractéristiques principales de la population.</i>	<i>39</i>
<i>Tableau VII : Valeurs goniométriques du déficit d'extension préopératoire en fonction de l'articulation et du rayon digital.</i>	<i>42</i>
<i>Tableau VIII : Mise en évidence des facteurs de risque de récurrence.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau IX : Représentation des différentes formes de récurrence de l'étude.</i>	<i>47</i>

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION	1
II. BASES FONDAMENTALES DE LA PLASTIE DE MALINGUE	3
1. Introduction	3
2. La plastie de MALINGUE	4
3. Matériel et méthode	7
3.1. Vascularisation des lambeaux.	7
3.2. Analyse des contraintes mécaniques des lambeaux cutanés.	7
3.3. Étude mathématique.....	10
4. Résultats	11
4.1. Vascularisation des lambeaux	11
4.2. Les contraintes mécaniques	11
5. Étude mathématique	19
5.1. Géométrie Euclidienne	19
5.2. Géométrie non-euclidienne	22
6. Discussion	28
III. SERIE CLINIQUE	32
1. Introduction	32
2. Patients et méthode	32
2.1. Patients	32
2.2. Méthode.....	33
2.3. Technique chirurgicale	35
2.4. Analyse statistique	36
3. Résultats	37
3.1. Épidémiologie	37
3.2. Pré-opératoire.....	39
3.3. Post opératoire	42
4. Discussion	48
IV. CONCLUSION	53
BIBLIOGRAPHIE.....	55
LISTE DES FIGURES	61
LISTES DES TABLEAUX	63
TABLE DES MATIERES	64
ANNEXES.....	65
Annexe I : fiche de révision	65
Annexe II : questionnaire patient	67
Annexe III : questionnaire QuickDASH (version française)	69
Annexe IV : Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) (version française)	70

ANNEXES

Annexe I : fiche de révision



FICHE DE REVISION Centre de la Main

ETUDE DUPUYTREN (T. ALBERT/N. BIGORRE)

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Sexe :

Date de la révision : / /

Recul (en mois) :

Côté opéré : DROIT GAUCHE

Doigt(s) opéré(s) : I II III IV V

Signes cliniques de **récidive de la maladie** (entourer la réponse) : OUI NON

Nodule : OUI - NON

Si oui, localisation (schéma) :

Bride : OUI - NON

Si oui, localisation et aspect (schéma) :



Signes cliniques **d'extension de la maladie** (entourer la réponse) : OUI NON

Nodule : OUI - NON

Si oui, localisation(schéma) :

Bride : OUI - NON

Si oui, localisation et aspect (schéma) :



Raideur :

1- Goniométrie



Pouce (I) : Rétraction commissurale (angle M1 M2) :

Pouce (I) =	MP :	IP :	
Index (II) =	MP :	IPP :	IPD :
Majeur (III) =	MP :	IPP :	IPD :
Annulaire (IV) =	MP :	IPP :	IPD :
Auriculaire (V) =	MP :	IPP :	IPD :

2- Smartphone



Pouce (I) =	MP :	IP :	
Index (II) =	MP :	IPP :	IPD :
Majeur (III) =	MP :	IPP :	IPD :
Annulaire (IV) =	MP :	IPP :	IPD :
Auriculaire (V) =	MP :	IPP :	IPD :

Sensibilité au froid : OUI - NON

Sensibilité digitale (Weber) :

Pouce (I) :	Weber (R/U) :
Index (II) :	Weber (R/U) :
Majeur (III) :	Weber (R/U) :
Annulaire (IV) :	Weber (R/U) :
Auriculaire (V) :	Weber (R/U) :



Remarques :

Annexe II : questionnaire patient



QUESTIONNAIRE (Centre de la Main)

ETUDE DUPUYTREN (T. ALBERT/N. BIGORRE)

« J'accepte que le présent document puisse être utilisé à des fins scientifiques dans le cadre d'une étude sur la maladie de Dupuytren pour laquelle j'ai été opéré au Centre de la Main » :

☐ OUI ☐ NON

Nom :

Prénom :

Date de naissance : / /

Sexe : ☐ Homme ☐ Femme

Quels sont vos origines familiales* ? :

☐ France ☐ Allemagne ☐ Angleterre ☐ Irlande ☐ Norvège ☐ Finlande

☐ Autres (à préciser) :

**La maladie de Dupuytren se manifeste différemment selon les origines*

Avez-vous ou avez-vous des problèmes de santé parmi les suivants ? : ☐ NON

☐ Épilepsie ☐ Paralysie ☐ Goutte ☐ *BPCO ☐ Tuberculose ☐ VIH ☐ cholestérol/triglycérides

Consommez-vous du Tabac ? :

☐ OUI ☐ NON si oui combien de cigarettes fumez-vous par jour :

Consommez-vous de l'alcool ? :

☐ OUI ☐ NON si oui il s'agit d'une consommation : ☐ occasionnelle ☐ quotidienne

Prenez-vous des médicaments ? :

☐ OUI ☐ NON si oui lesquels :

Combien de temps avez-vous attendu pour vous faire opérer après le diagnostic de la maladie de Dupuytren :

De quel côté avez-vous été opéré en premier de maladie de la Dupuytren ? :

☐ DROIT ☐ GAUCHE

Votre autre main est-elle atteinte par la maladie de Dupuytren ? :

☐ OUI ☐ NON Si oui votre autre main a-t-elle été opérée : ☐ OUI ☐ NON

Avez-vous dans votre famille des personnes atteintes par la maladie de Dupuytren ? :

☐ OUI ☐ NON Si oui, précisez le lien de parenté :

Avez-vous des atteintes de la maladie de Dupuytren à d'autres endroits que les mains ? :

☐ OUI ☐ NON Si oui, précisez la localisation :

Quelle a été la raison qui vous a poussée à vous faire opérer de la maladie de Dupuytren ? :

☐ Gêne fonctionnelle ☐ Gêne esthétique ☐ Gêne fonctionnelle et esthétique

Êtes-vous satisfait de votre intervention chirurgicale ?* :

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

**1 : Très insatisfait / 2 : Insatisfait / 3 : Moyennement satisfait / 4 : Satisfait / 5 : Très satisfait*

Si score < ou = à 3 préciser :

Recommanderiez cette intervention ? :

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

**1 : pas du tout / 2 : je ne pense pas / 3 : je ne sais pas / 4 : je pense que oui / 5 : oui sans hésiter*

Si score < ou = à 3 préciser :

Annexe III : questionnaire QuickDASH (version française)

Quick DASH					
Veuillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée					
	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3. Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4. Se laver le dos	1	2	3	4	5
5. Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6. Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5
	Pas du tout	Légèrement	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
7. Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5
	Pas du tout limité	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
8. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main?	1	2	3	4	5
Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants durant les 7 derniers jours . (entourez une réponse sur chacune des lignes)					
	Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
9. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
10. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
	Pas du tout perturbé	Un peu perturbé	Moyennement perturbé	Très perturbé	Tellement perturbé que je ne peux pas dormir
11. Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5

Le score QuickDASH n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.

Calcul du score du QuickDASH = (somme des n réponses - 1) X 25, où n est égal au nombre de réponses.

Annexe IV : Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ) (version française)

Michigan Hand Outcomes Questionnaire

Instructions : Cette enquête vous demande votre avis sur vos mains et votre santé. Ces informations permettront de savoir comment vous vous sentez et dans quelle mesure vous êtes capable de faire vos activités habituelles. Répondez à chaque question en cochant la réponse comme indiqué. Si vous n'êtes pas sûr de savoir comment répondre à une question, donnez la meilleure réponse possible.

I. Les questions suivantes concernent la fonction de votre/vos main(s)/poignet(s) au cours des 7 derniers jours. (Veuillez entourer 1 réponse pour chaque question).

A. Les questions suivantes concernent votre main/poignet droit.

	Très bien	Bien	moyen	mauvais	très mauvais
1. Globalement votre main droite a-t-elle bien fonctionné ?	1	2	3	4	5
2. Dans quelle mesure vos doigts droits ont-ils bien bougé ?	1	2	3	4	5
3. Comment votre poignet droit a-t-il bougé ?	1	2	3	4	5
4. Quelle était la force de votre main droite ?	1	2	3	4	5
5. Quelle était la sensation (le sentiment) dans votre main droite ?	1	2	3	4	5

B. Les questions suivantes concernent votre main/poignet gauche.

	Très bien	Bien	moyen	mauvais	très mauvais
1. Globalement votre main gauche a-t-elle bien fonctionné ?	1	2	3	4	5
2. Dans quelle mesure vos doigts gauche ont-ils bien bougé ?	1	2	3	4	5
3. Comment votre poignet gauche a-t-il bougé ?	1	2	3	4	5
4. Quelle était la force de votre main gauche ?	1	2	3	4	5
5. Quelle était la sensation (le sentiment) dans votre main gauche ?	1	2	3	4	5

I. Les questions suivantes concernent la capacité de votre/vos main(s) à effectuer certaines tâches au cours des 7 derniers jours (veuillez encrer 1 réponse pour chaque question).

A. Quelle a été la difficulté pour vous d'effectuer les activités suivantes avec votre main droite ?

	sans difficulté	légèrement difficile	quelques difficultés	assez difficile	très difficile
1. Tourner une poignée de porte	1	2	3	4	5
2. Ramasser une pièce de monnaie	1	2	3	4	5
3. Tenir un verre d'eau	1	2	3	4	5
4. Tourner une clé dans une serrure	1	2	3	4	5
5. Tenir une casserole	1	2	3	4	5

B. Quelle a été la difficulté pour vous d'effectuer les activités suivantes avec votre main gauche

	sans difficulté	légèrement difficile	quelques difficultés	assez difficile	très difficile
1. Tourner une poignée de porte	1	2	3	4	5
2. Ramasser une pièce de monnaie	1	2	3	4	5
3. Tenir un verre d'eau	1	2	3	4	5
4. Tourner une clé dans une serrure	1	2	3	4	5
5. Tenir une casserole	1	2	3	4	5

C. Quelle a été la difficulté pour vous d'effectuer les activités suivantes en utilisant vos 2 mains ?

	sans difficulté	légèrement difficile	quelques difficultés	assez difficile	très difficile
1. Ouvrir un bocal	1	2	3	4	5
2. Boutonner une chemise/un chemisier	1	2	3	4	5
3. Manger avec un couteau/une fourchette	1	2	3	4	5
4. Porter un sac d'épicerie	1	2	3	4	5
5. Faire la vaisselle	1	2	3	4	5
6. Se laver les cheveux	1	2	3	4	5
7. Faire des lacets/nœuds	1	2	3	4	5

III. Les questions suivantes concernent la capacité de votre/vos main(s) à effectuer certaines tâches au cours des 7 derniers jours (veuillez encercler 1 réponse pour chaque question).

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
1. Combien de fois avez-vous été incapable de faire votre travail à cause d'un problème de main(s)/poignet(s) ?	1	2	3	4	5
2. Combien de fois avez-vous dû écarter votre journée de travail en raison de problèmes de main(s)/poignet(s) ?	1	2	3	4	5
3. Dans quelle mesure devez-vous vous ménager dans votre travail en raison de problèmes avec votre/vos main(s)/poignet(s) ?	1	2	3	4	5
4. Combien de fois avez-vous fait moins bien dans votre travail à cause de problèmes avec votre/vos main(s)/poignet(s) ?	1	2	3	4	5
5. Combien de fois avez-vous fait moins bien dans votre travail à cause de problèmes avec votre/vos main(s)/poignet(s) ?	1	2	3	4	5

IV Les questions suivantes concernent l'intensité de la douleur que vous avez ressentie dans votre/vos main(s)/poignet(s) au cours des 7 derniers jours. (Veuillez entourer 1 réponse pour chaque question).

1. À quelle fréquence avez-vous eu des douleurs à la main ou au poignet ?

1. Toujours
2. Souvent
3. Parfois
4. Rarement
5. Jamais

Si vous avez répondu jamais à la question IV-1 ci-dessus, veuillez sauter la question suivante et passer à la page suivante.

2. Veuillez décrire la douleur que vous ressentez dans votre/vos main(s)/poignet(s).

1. Très légère

2. Légère
3. Modérée
4. Sévère
5. Très sévère

	Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
3. À quelle fréquence la douleur dans votre/vos main(s)/poignet(s) a-t-elle perturbé votre sommeil ?	1	2	3	4	5
4. À quelle fréquence la douleur dans votre/vos main(s)/poignet(s) a-t-elle entravé vos activités quotidiennes (comme manger ou prendre un bain) ?	1	2	3	4	5
5. À quelle fréquence la douleur dans votre/vos main(s)/poignet(s) vous a-t-elle rendu malheureux ?	1	2	3	4	5

V. A. Les questions suivantes concernent l'apparence de votre main droite au cours des 7 derniers jours (Veuillez encircler 1 réponse pour chaque question).

	Totalement d'accord	D'accord	Ni d'accord ni en désaccord	Pas d'accord	Totalement en désaccord
1. J'étais satisfait de l'apparence de ma main droite.	1	2	3	4	5
2. L'apparence de ma main droite me mettait parfois mal à l'aise en public.	1	2	3	4	5
3. L'apparence de ma main droite m'a rendu dépressif.	1	2	3	4	5
4. L'apparence de ma main droite interfère avec mes activités sociales normales.	1	2	3	4	5

B Les questions suivantes concernent l'apparence de votre main gauche au cours des 7 derniers jours (Veuillez encircler ma réponse pour chaque question).

	Totalement d'accord	D'accord	Ni d'accord ni en désaccord	Pas d'accord	Totalement en désaccord
1. J'étais satisfait de l'apparence de ma main gauche.	1	2	3	4	5
2. L'apparence de ma main gauche me mettait parfois mal à l'aise en public.	1	2	3	4	5
3. L'apparence de ma main gauche m'a rendu dépressif.	1	2	3	4	5
4. L'apparence de ma main gauche interfère avec mes activités sociales normales.	1	2	3	4	5

VI. A. Les questions suivantes portent sur votre satisfaction à l'égard de votre main/poignet droit au cours des 7 derniers jours. (Veuillez entourer 1 réponse pour chaque question).

	Très satisfait	Assez satisfait	Ni satisfait ni mécontent	Assez mécontent	Très mécontent
1. Fonctionnement général de votre main droite	1	2	3	4	5
2. Mouvement des doigts de la main droite	1	2	3	4	5
3. Mouvement du poignet droit	1	2	3	4	5
4. Force de la main droite	1	2	3	4	5
5. Niveau de douleur de votre main droite	1	2	3	4	5
6. Sensation de la main droite	1	2	3	4	5

B. Les questions suivantes portent sur votre satisfaction à l'égard de votre main/poignet gauche au cours des 7 derniers jours. (Veuillez entourer 1 réponse pour chaque question).

	Très satisfait	Assez satisfait	Ni satisfait ni mécontent	Assez mécontent	Très mécontent
1. Fonctionnement général de votre main gauche	1	2	3	4	5
2. Mouvement des doigts de la main gauche	1	2	3	4	5
3. Mouvement du poignet gauche	1	2	3	4	5
4. Force de la main gauche	1	2	3	4	5
5. Niveau de douleur de votre main gauche	1	2	3	4	5
6. Sensation de la main gauche	1	2	3	4	5

Michigan Hand Outcomes Questionnaire

【Scoring Mechanism】

The Michigan Hand Questionnaire (MHQ) contains 6 scales: (1) overall hand function, (2) activities of daily living, (3) work performance, (4) pain, (5) aesthetics, and (6) satisfaction with hand function. In the pain scale, high scores indicate greater pain; in the other 5 scales, high scores denote better hand performance.

The raw scale score for each of the 6 scales is the sum of the responses of each scale's item. The raw score is converted to a score range from 0 to 100. The scoring equation for each of the scales is listed below.

The score for the affected hand is obtained by selecting either the right- or left-hand score. If both hands are affected (eg, rheumatoid patients), the right- and left-hand scale scores are averaged to get the score.

Missing values in each scale may affect the validity of the scores. If 50% or more of the items in a scale are missing, then that particular scale cannot be scored. For scales with less than 50% missing, the average of the existing scale items may be imputed for the missing items. An overall MHQ score can be obtained by summing the scores for all 6 scales and dividing by 6. If scores for more than 2 scales are missing, an overall MHQ score cannot be computed.

Scoring Algorithm

Scale	Recode †	Raw Score Range ‡	Normalization§
Overall hand function	None	5 to 25	$-(\text{raw score} - 25) / 20 * 100$
Activities of daily living	None	5 to 25 1-handed 7 to 35 2-handed	$-(\text{raw score} - 25) / 20 * 100$ $-(\text{raw score} - 35) / 28 * 100$
		Overall ADL	$=(1\text{-handed} + 2\text{-handed}) / 2$
Work	None	5 to 25	$(\text{raw score} - 5) / 20 * 100$
Pain	Question 2: (1=5)(2=4) (4=2)(5=1)	5 to 25	If question 1=5, then pain score = 0; if question 1≠5, then $-(\text{raw score} - 25) / 20 * 100$
Aesthetics	Question 1: (1=5)(2=4) (4=2)(5=1)	4 to 16	$(\text{raw score} - 4) / 16 * 100$
Satisfaction	None	6 to 30	$-(\text{raw score} - 30) / 24 * 100$

* The scoring algorithm is from the authors in SAS program

† The response categories for some of the questions are reversed and are recoded

‡ Sum of the responses for each scale

§ For the pain scale, higher scores indicate more pain. For the other 5 scales, higher scores indicate better hand performance. The scores are normalized to a range of 0 to 100.

Journal of Hand Surgery: European Volume
Modelization and concepts of the Malingue plasty compared to the Z-plasty.
--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Modelization and concepts of the Malingue plasty compared to the Z-plasty.
Article Type:	Full Length Article
Keywords:	Malingue plasty; Local skin flaps; Dupuytren; Mechanics; Mathematics
Corresponding Author:	Thomas Albert CHU Angers: Centre Hospitalier Universitaire d'Angers Angers, FRANCE
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	CHU Angers: Centre Hospitalier Universitaire d'Angers
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Thomas ALBERT, MD
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Thomas ALBERT, MD Laurent MEERSSEMAN, Teacher-Researcher Guy RAIMBEAU, MD Yann SAINT CAST, MD Nicolas BIGORRE, MD
Order of Authors Secondary Information:	
Abstract:	The MALINGUE plasty is a random plasty derived from the "Z" plasty. This technique constitutes an alternative in the treatment of DUPUYTREN disease by fasciectomy. The study was performed in two stages, one on a cadaveric model, to analyse the vascularization, and one from inert and cadaveric models to study the mechanical comportment of the flaps. Isolated flaps during a MALINGUE plasty have a greater vascular supply than the "Z" plasty. Experimental models show a gain in length of 50% to 60% in a MALINGUE plasty compared to 33.3% to 40% in a Z-plasty. This gain decreases in the repeated plasty due to the attenuation effect. The MALINGUE plasty is an interesting option in all cases where a significant lengthening may be necessary, especially when the indication of the "Z" plasty does not seem appropriate.

Bases fondamentales de la plastie de MALINGUE et son application dans le traitement chirurgical de la maladie de DUPUYTREN

RÉSUMÉ

Introduction

La plastie de MALINGUE est une plastie cutanée au hasard dérivée de la plastie en « Z ». Cette technique constitue une voie d'abord alternative dans le traitement la maladie de DUPUYTREN. L'objectif premier de ce travail était d'étudier sur le plan théorique, à partir de modèles cadavériques et de gants en latex, les différences topographiques, anatomiques et géométriques entre plastie en « Z » et plastie de MALINGUE. Puis, sur le plan pratique, nous avons analysé les résultats d'une série clinique de patients opérés d'une fasciectomy associée à des plasties de MALINGUE.

Étude fondamentale

Cette étude a révélé que la plastie de MALINGUE montrait de nombreux avantages sur la plastie en « Z ». Elle assure une meilleure exposition des pédicules, une meilleure répartition des contraintes et un allongement plus conséquent. L'analyse en géométrie non euclidienne a démontré comment cet effet d'allongement, plus important dans la plastie de MALINGUE, était obtenu.

Série Clinique

La série clinique réalisée sur 55 patients avec un suivi à long terme (5,6 ans) a montré l'efficacité de la plastie. En effet, aucune complication n'a été rapportée et le déficit d'extension résiduel en post opératoire a été corrigé. La récurrence de la maladie, évaluée entre 27,5 et 50% selon les critères définis en amont, reste comparable à ce que l'on observe dans la littérature. Au vu de cette étude, une classification en 4 stades de la récurrence de la maladie de DUPUYTREN a été proposée.

Conclusion

La plastie de MALINGUE constitue une technique fiable et accessible présentant de nombreux avantages. Son application dans la cadre d'une fasciectomy pour une maladie de DUPUYTREN semble parfaitement indiquée, même à des stades avancés. Son utilisation peut s'étendre aux autres cas où la correction d'une bride cutanée est nécessaire (brûlure, rétraction commissurale, syndactylie, etc.).

Mots-clés : Plasties cutanées, Dupuytren, mécanique, mathématiques, classification

Basics sciences of the MALINGUE plasty and its application in the surgical treatment of DUPUYTREN disease

ABSTRACT

Introduction

The MALINGUE plasty is a random skin plasty derived from the "Z" plasty. This technique constitutes an alternative approach in the treatment of DUPUYTREN disease. The first objective of this work was to study on a theoretical level, using cadaveric models and latex gloves, the topographical, anatomical and geometrical differences between Z-plasty and MALINGUE plasty. Then, on a practical level, we analyzed the results of a clinical series of patients operated on by a fasciectomy associated with MALINGUE plasty.

Basic study

This study revealed that the MALINGUE plasty showed many advantages over the "Z" plasty. It provides better pedicle exposure, better stress distribution, and more consistent lengthening. Non-Euclidean geometry analysis demonstrated how this elongation effect, which is greater in the MALINGUE plasty, was achieved.

Clinical trial

The clinical trial carried out on 55 patients with a long-term follow-up (5.6 years) showed the effectiveness of the plasty. Indeed, no complications were reported and the residual extension deficit postoperatively was corrected. The recurrence of the disease, evaluated between 27.5% and 50% according to the recurrence criteria, remains comparable to what is observed in the literature. In view of this study, a 4-stage classification of the recurrence of DUPUYTREN disease was proposed.

Conclusion

MALINGUE plasty is a reliable and accessible technique with many advantages. Its application in the context of a fasciectomy for DUPUYTREN disease seems perfectly indicated, even at advanced stages. Its use can be extended to other cases where correction of a skin flange is necessary (burns, commissural retraction, syndactyly, etc.).

keywords: Skin plasty, Dupuytren, mechanics, mathematics, classification