



## Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

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

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

Contact : [secretariat@kine-nancy.eu](mailto:secretariat@kine-nancy.eu)

## Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122. 4.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2- L

335.10. [http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

**EVALUATION ET EVOLUTION DE LA SOUPLESSE ET  
DE L'EXTENSIBILITE CICATRICIELLES CHEZ LES  
PATIENTS GRANDS BRULES EN CURE THERMALE**

**Sous la direction de M. Decarroz Alexandre**

Mémoire présenté par **Lucie HOERNER**,  
étudiante en 4<sup>ème</sup> année de masso-  
kinésithérapie, en vue de valider l'UE 28  
dans le cadre de la formation initiale du  
Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2016-2020.



UE 28 - MÉMOIRE  
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), HOERNER Lucie

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Morhange , le 15/04/2020

Signature

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de réaliser ce mémoire et de mener à bien mes études.

Je remercie mon directeur de mémoire et tuteur de stage, M. Alexandre Decarroz, masseur-kinésithérapeute à Saint-Gervais-les-Bains, pour sa patience et pour m'avoir transmis son savoir-faire.

Un grand merci aussi à Emmanuel André, Johann Banon et Johan Legon pour leurs précieux conseils et leur bonne humeur.

J'adresse également mes remerciements à tout le personnel des thermes de Saint-Gervais, notamment pour le prêt du matériel.

J'aimerais remercier tous les patients grands brûlés qui ont accepté de faire partie de l'étude, ainsi que toutes les personnes qui ont participé aux pré-tests.

Merci à l'équipe pédagogique de l'IFMK de Nancy, notamment à M. Ferring pour ses idées, à Mme Buatois et Mme Jambeau pour m'avoir guidée et aidée dans mes analyses statistiques.

Enfin, merci du fond du cœur à ma famille et mes amis, pour leur soutien et leurs encouragements du début à la fin. Mention particulière à mes parents pour leurs relectures attentives et pertinentes.

*« Quoi que tu rêves d'entreprendre, commence-le.*

*L'audace a du génie, du pouvoir, de la magie. »*

*Johann Wolfgang von Goethe*

## Evaluation et évolution de la souplesse et de l'extensibilité cicatricielles chez les patients grands brûlés en cure thermale

**Introduction :** La cure thermale (CT) constitue un temps indispensable dans le traitement des grands brûlés (GB). En France, les brûlologues s'accordent sur les bienfaits de la CT, mais peu d'études quantitatives ont validé son efficacité. La CT améliore-t-elle la souplesse et l'extensibilité cicatricielles chez les GB ? Des échelles subjectives et des appareils de mesures objectifs permettent d'évaluer ces paramètres ; cependant, il n'existe pas de gold-standard. Devant les limites de ces méthodes, nous avons voulu trouver une alternative en utilisant d'autres techniques. Quelles sont leur fiabilité inter-évaluateur ?

**Matériel et méthodes :** Les sujets sélectionnés sont des GB réalisant une CT de trois semaines. La souplesse et l'extensibilité cicatricielles ont été évaluées à J1, J9 et J17 pour chaque zone définie par trois évaluateurs à l'aide de plusieurs méthodes : score de souplesse de l'échelle de Vancouver (PL-VSS), Densi-Score®, rapprochement et écartement avec un pied à coulisse. Chaque patient bénéficiait de soins de crénotherapie et de kinésithérapie.

**Résultats :** Neuf sujets ont été inclus. Entre J1 et J17, les zones cicatricielles évaluées ont gagné en souplesse et en extensibilité : elles ont perdu entre 0,5 et 1 point à la PL-VSS ( $p < 0,05$ ), le Densi-Score® a légèrement augmenté ( $< 0,5$  point), le rapprochement perpendiculaire a augmenté de 20 % ( $p < 0,05$ ), le rapprochement parallèle de 19 %, l'écartement perpendiculaire de 35,9 % et l'écartement parallèle de 23,9 %. La plupart des techniques présentent de faibles fiabilités inter-évaluateurs ( $K < 0,20$  pour la PL-VSS et le Densi-Score® ;  $ICC < 0,5$  pour les techniques en rapprochement et en écartement), sauf la technique en écartement parallèle qui présente une bonne fiabilité inter-évaluateur ( $ICC = 0,80$ ).

**Discussion :** Il est difficile de dire si l'amélioration observée est due à la CT ou à l'évolution spontanée des cicatrices, d'autant plus que les sujets présentaient généralement des brûlures de moins de deux ans. Malgré la subjectivité des techniques d'évaluation utilisées, nous formulons des recommandations pour l'évaluation cicatricielle en kinésithérapie avec les outils Densi-Score® et pied à coulisse, sans oublier qu'il est essentiel de coupler les données obtenues à un bilan clinique.

**Mots clés :** brûlure, cicatrice, cure thermale, extensibilité, souplesse

---

## Assessment and evolution of scar pliability and extensibility in burn patients during a thermal cure therapy

**Background:** Thermal cure therapy (TCT) is essential in the treatment of burn patients. In France burn experts agree on the benefits of TCT, but few quantitative studies have validated its effectiveness. Does TCT improve scar pliability and extensibility in burn patients? Subjective scales and objective measurement devices evaluate these parameters; however, there is no gold standard test. Because of these method's limits, we wanted to find an alternative using other techniques. What are their interrater reliability?

**Materials and methods:** The selected subjects are burn patients following a TCT during three weeks. Scar pliability and extensibility were assessed at D1, D9 and D17 for each defined zone by three raters using different methods: pliability score of the Vancouver scar scale (PL-VSS), Densi-Score®, inward extension test and outward extension test with a Vernier caliper. Each patient received crenotherapy care and physiotherapy care.

**Results:** Nine subjects were included. Between D1 and D17, the evaluated scar areas became more pliable and extensible: PL-VSS score decreased of 0,5 to 1 point ( $p < 0,05$ ), Densi-Score® increased slightly ( $< 0,5$  point), perpendicular inward extension increased of 20 % ( $p < 0,05$ ), parallel inward extension of 19 %, perpendicular outward extension of 35,9 % and parallel outward extension of 23,9 %. Most techniques have a poor interrater reliability ( $K < 0,20$  for the PL-VSS et the Densi-Score® ;  $ICC < 0,50$  for the inward and outward extension tests), except the parallel outward extension test that have a good interrater reliability ( $ICC = 0,80$ ).

**Discussion:** It is difficult to say if the observed improvement is due to TCT or to scars spontaneous evolution, particularly since the subjects generally showed burns of less than two years. Despite the subjectivity of the assessment techniques used, we state recommendations for scar assessment in physiotherapy with the Densi-Score® and Vernier caliper, without forgetting that it is essential to couple obtained data with a clinical assessment.

**Keywords:** burn, scar, thermal cure therapy, extensibility, pliability

## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	1
1.1. Problématisation .....	1
1.2. Physiologie de la peau .....	2
1.3. Physiopathologie des brûlures et de la cicatrisation.....	4
1.3.1. Les brûlures.....	4
1.3.2. Cicatrisation.....	5
1.4. Propriétés biomécaniques de la peau saine et de la peau brûlée .....	7
1.4.1. Peau saine.....	7
1.4.2. Peau brûlée .....	8
1.5. Parcours de soins classique du patient grand brûlé en France .....	8
1.6. Méthodes d'évaluation cicatricielles .....	10
1.6.1. Echelles subjectives .....	10
1.6.2. Outils objectifs .....	12
2. MATERIEL ET METHODES.....	16
2.1. Stratégie de recherche documentaire .....	16
2.2. Effets de la cure thermique .....	17
2.3. Population.....	18
2.3.1. Critères de sélection de la population.....	18
2.3.2. Fiche de renseignements.....	19
2.4. Critères de sélection des zones .....	19
2.5. Méthodes d'évaluation.....	20
2.5.1. Standardisation des conditions d'évaluation .....	20
2.5.2. Repérage des zones .....	20
2.5.3. Description des techniques d'évaluation .....	20
2.6. Méthode d'analyses statistiques des données .....	24
2.7. Schéma du plan de l'étude.....	24
2.8. Traitement administré.....	24
2.8.1. Techniques thermales .....	24
2.8.2. Massage cicatriciel.....	26
2.8.3. Postures et étirements .....	29
3. RESULTATS.....	30
3.1. Diagramme de flux .....	30
3.2. Description de la population de l'étude .....	30
3.3. Description des zones .....	31
3.4. Evolution de la souplesse et de l'extensibilité pendant la cure .....	33

3.4.1.	Souplesse.....	34
3.4.2.	Extensibilité .....	34
3.4.3.	Evolution clinique .....	35
3.4.4.	Comparaison des zones saines et brûlées.....	36
3.5.	Fiabilité inter-évaluateur .....	36
4.	DISCUSSION.....	38
4.1.	Analyse et interprétations des résultats .....	38
4.1.1.	Evolution de la souplesse et de l'extensibilité cutanées .....	38
4.1.2.	Fiabilité des techniques d'évaluation .....	40
4.2.	Biais dans le recueil des données.....	41
4.3.	Positionnement par rapport à l'état des lieux de la littérature .....	43
4.3.1.	Intérêts.....	43
4.3.2.	Limites .....	43
4.4.	Apports et limites pour la pratique professionnelle.....	44
4.4.1.	Apports des techniques d'évaluation .....	44
4.4.2.	Limites et subjectivité des techniques d'évaluation.....	45
4.4.3.	Recommandations pour l'évaluation cicatricielle avec les techniques Densi-Score® et pied à coulisse .....	47
4.5.	Perspectives d'approfondissement .....	48
5.	CONCLUSION .....	48

## LISTE DES ABREVIATIONS

AFRETH : Association Française pour la Recherche Thermale

CCM : Capacité Cutanée Maximale

CDMT : Couleur Densité Mobilité Tension

CIM-10 : Classification Internationale des Maladies, 10<sup>e</sup> révision

CT : Cure Thermale

CTB : Centre de Traitement des Brûlés

GB : Grand Brûlé

ICC : Coefficient de Corrélation Intra-Classe

ISS : Inflammation Surface Structure

MK : Masseur-Kinésithérapeute

MSS : Manchester Scar Scale

MVSS : Modified Vancouver Scar Scale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PL-VSS : Pliability – Vancouver Scar Scale

PMSI-MCO : Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information en Médecine, Chirurgie et Obstétrique

POSAS : Patient and Observer Scar Assessment Scale

RSW : Rangs Signés de Wilcoxon

SCT : Surface Corporelle Totale

SFETB : Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures

VSS : Vancouver Scar Scale

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Problématisation

En France, la cure thermale (CT) constitue un temps indispensable dans la prise en charge des patients grands brûlés (GB) (1–3). Prescrite par un médecin, elle dure trois semaines et le patient bénéficie des soins six jours par semaine. La CT, ou crénothérapie, qui correspond à l'utilisation d'eau thermale à des fins médicales (4), est préconisée à partir de la phase de maturation cicatricielle, et plus précocement dans certains cas (5,6). Les soins sont prodigués par une équipe pluridisciplinaire composée de dermatologues, d'hydrothérapeutes et de masseurs-kinésithérapeutes (MK). Cinq établissements thermaux français accueillent des patients brûlés : Saint-Gervais-les-Bains, La Roche-Posay, Avène-les-Bains, Moliyg-les-Bains et Saint-Christau (5). Suite à une cure, différents bénéfices sont observés : améliorations au niveau cutané, gains fonctionnel et esthétique et bienfaits sur le plan psychologique.

Découverte en 1806, l'eau thermale de Saint-Gervais révèle rapidement ses bienfaits sur diverses maladies de peau (dartres, eczéma) (7). Au XXe siècle, les thermes se développent et le Docteur Lepinay constate les effets de la cure sur les GB. Depuis, l'établissement accueille des patients atteints de cicatrices de brûlures.

La CT de ces patients « *fait l'objet d'un consensus de la part des professionnels de la brûlure* » (8), mais ne repose pas sur de solides preuves scientifiques. La cure dermatologique constitue une des douze orientations thérapeutiques de la médecine thermale. L'Association Française pour la Recherche Thermale (AFRETH) finance de nombreuses études évaluant l'efficacité du thermalisme, mais aucune ne concerne la prise en charge des GB (9). Pourtant, en 2008, le Conseil National des Exploitants Thermaux a mis en évidence le besoin d' « *évaluer après la cure la qualité de vie, l'amélioration du prurit et de la souplesse de la peau* » (10). Ainsi, la prise en charge thermale des patients GB est une pratique courante mais dont les effets restent à démontrer.

De nombreux bienfaits cutanés de la CT sont rapportés dans la littérature. Elle diminue l'inflammation, améliore la souplesse et l'aspect visuel des cicatrices, permet de lutter contre l'hypertrophie, diminue le prurit et accélère la maturation cicatricielle (1,4,6,11,12), mais rares sont les études qui ont vérifié objectivement ces hypothèses. De plus, certaines études

soulignent que la souplesse et l'extensibilité sont des paramètres importants à évaluer chez les patients brûlés (13–16). La notion de souplesse (*pliability* en anglais) ne dispose pas d'une définition bien établie (17). Les termes de souplesse et d'élasticité sont souvent utilisés indifféremment. La souplesse de la peau a un impact sur le plan fonctionnel : un manque de souplesse cicatricielle peut entraîner une restriction de mobilité articulaire (17). L'extensibilité correspond à la capacité de la peau à se laisser étirer. La CT améliore-t-elle la souplesse et l'extensibilité cicatricielles chez les patients GB ?

Ce sont deux paramètres difficiles à quantifier. Il existe des appareils fournissant des mesures objectives et des échelles se basant sur des observations subjectives ; mais il n'y a pas à ce jour de consensus concernant l'évaluation de la souplesse et de l'extensibilité cutanée. Les appareils disponibles ont un coût élevé, tandis que les échelles présentent des fiabilités plus faibles que celles des appareils (18). L'alternative consisterait à utiliser des méthodes d'évaluation quantitatives, moins onéreuses et fiables. Nous nous proposons de suivre l'évolution de la souplesse et de l'extensibilité cicatricielle au cours de la CT de patients GB à l'aide de plusieurs méthodes : le score de la souplesse de l'échelle de Vancouver (PL-VSS), le Densi-Score®, et le rapprochement et l'écartement avec un pied à coulisse. Quelles sont les fiabilités inter-évaluateurs de ces différentes techniques ?

Nos hypothèses sont les suivantes :

- La CT améliore la souplesse et l'extensibilité de la peau cicatricielle chez les patients GB.
- Les différentes techniques d'évaluation utilisées présentent des fiabilités inter-évaluateurs acceptables.

## 1.2. Physiologie de la peau

La peau est un organe complexe qui constitue l'interface entre l'organisme et l'environnement extérieur et qui assure de nombreuses fonctions vitales.

Elle est composée de trois couches de tissus. L'épiderme, la couche la plus superficielle, est un épithélium pavimenteux pluristratifié. Il est innervé, non vascularisé, et en renouvellement permanent. Il est divisé en quatre sous-couches de cellules (de la plus superficielle à la plus profonde) : cornée, granuleuse, basale et spinuleuse. Ses cellules sont essentiellement des kératinocytes ; on y trouve aussi des mélanocytes, les cellules de

Langerhans et de Merkel. La jonction dermo-épidermique assure l'ancrage de l'épiderme au derme. Le derme correspond à la couche intermédiaire. C'est un tissu conjonctif dense richement vascularisé et innervé, composé de fibroblastes, de fibres de collagène (types I et III) et d'élastine, de substance fondamentale et d'eau. En état relâché, les fibres de collagène sont organisées au hasard ; quand la peau est étirée, elles s'alignent parallèlement les unes aux autres. Elles permettent à la peau de résister aux tractions et limitent son extensibilité. L'élastine confère à la peau sa propriété d'élasticité : elle lui permet de revenir à sa forme initiale après avoir subi une déformation. La substance fondamentale, composée de protéoglycanes, se situe entre les fibres d'élastine et de collagène et joue le rôle de lubrifiant au cours des mouvements (19). L'hypoderme, la couche la plus profonde de la peau, est composé d'adipocytes et de collagène. Il est également vascularisé et innervé.

La peau assure une fonction de protection à plusieurs niveaux. Elle constitue une barrière permettant, dans certaines mesures, de protéger l'organisme des agressions extérieures telles que les agressions biologiques (micro-organismes), chimiques (produits toxiques ou irritants), mécaniques (traumatismes) et les rayons ultra-violet. La couche cornée de l'épiderme permet un ralentissement des pertes en eau des couches profondes de l'épiderme. La peau est l'organe sensoriel du toucher participant ainsi à la fonction de perception. Elle possède de nombreuses terminaisons nerveuses et récepteurs qui lui permettent d'avoir une sensibilité à la pression, à la chaleur et à la douleur. La thermorégulation de l'organisme est permise grâce à différents mécanismes, dont certains se produisent dans la peau, notamment la sudation et la microcirculation cutanée. La peau a aussi une fonction endocrine : exposés aux ultra-violets, les kératinocytes participent à la synthèse de vitamine D. La fonction immunitaire cutanée repose sur l'activité des cellules de Langerhans et des kératinocytes. Par la production de différentes substances, ces cellules participent aux réactions inflammatoires. Enfin, la peau est un organe visible et participe à la perception qu'ont les individus les uns des autres. Elle joue donc un rôle primordial dans la relation et la communication avec autrui. (20)

### 1.3. Physiopathologie des brûlures et de la cicatrisation

#### 1.3.1. Les brûlures

- **Définition et épidémiologie**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la brûlure comme étant « *une lésion de la peau ou d'un autre tissu organique principalement causée par la chaleur ou les rayonnements, la radioactivité, l'électricité, la friction ou le contact avec des produits chimiques.* » (21)

« *En 2014, 8120 patients ont été hospitalisés pour brûlure en France métropolitaine* », correspondant à un taux de 12,7 pour 100 000 habitants. L'étude du PMSI-MCO de 2014 met en évidence une prédominance masculine avec un sex-ratio hommes-femmes de 1,69. L'âge moyen est de 30,4 ans et l'incidence est élevée chez les moins de cinq ans, cette classe d'âge représentant plus du quart des patients hospitalisés pour brûlures. Parmi ces 8120 patients, environ la moitié a pu bénéficier d'une prise en charge initiale en centre de traitement des brûlés (CTB). Les « brûlures et corrosions » sont codées en T20 à T32 dans la Classification internationale des maladies (CIM-10). Les causes des brûlures sont diverses : elles sont majoritairement accidentelles (93,7 %) et surviennent plus rarement dans un contexte de tentative de suicide (4,9 %) ou d'agression (1,4 %). Quand il s'agit de brûlures accidentelles, les agents vulnérants sont les liquides chauds (50,8 % des patients), l'exposition au feu, flammes ou fumée (27,1 %), ou plus rarement les solides chauds, les substances chimiques, l'électricité ou les explosions. Cent quatre-vingt-dix décès de patients brûlés hospitalisés en France métropolitaine ont été recensés en 2014 (2,3 %). (22) Ces chiffres se modifient peu d'une année à l'autre.

- **Gravité et complications**

La gravité d'une brûlure dépend de sa surface et de sa profondeur. La surface des brûlures est exprimée en pourcentage de la surface corporelle totale (SCT). La règle des neuf de Wallace permet d'évaluer la surface brûlée. La profondeur est évaluée en degrés (6) (ANNEXE I). Les brûlures du deuxième degré profond et du troisième degré sont considérées comme graves. Souvent, la profondeur est maximale au centre de la brûlure et décroît en allant vers la périphérie. D'autres éléments constituent des critères de gravité, tels que la présence de lésions respiratoires ou osseuses associées, la localisation des brûlures et la

fragilité du patient (6,23). La Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures (SFETB) a mis au point une classification destinée à distinguer les brûlures graves ou bénignes (6).

Suite au traumatisme initial, de nombreuses complications peuvent survenir. Le choc hypovolémique, l'œdème extensif, l'hypothermie, la déshydratation et le risque d'infection sont des troubles graves, mettant en jeu le pronostic vital et qu'il faut prévenir et traiter.

### 1.3.2. Cicatrisation

- **Cicatrisation physiologique**

La cicatrisation est un processus complexe de réparation des tissus lésés. Elle comprend trois phases. La phase vasculaire et inflammatoire (J0 à J3) commence immédiatement après la lésion. Un caillot sanguin se forme ; il stoppe l'hémorragie et permet une fermeture provisoire de la plaie, la protégeant ainsi contre l'infection. Une réaction inflammatoire se met en place : les plaquettes sécrètent différentes substances qui entraînent l'activation des cellules immunitaires et des fibroblastes. La phase proliférative ou de réparation (J4 à J20) est caractérisée par la détersion des tissus nécrotiques en parallèle de la formation d'un tissu de granulation. Les cellules immunitaires précédemment activées contribuent à la détersion de la plaie en phagocytant les débris présents. Le tissu de granulation (granulome inflammatoire) comble la perte de substance cutanée. Il est composé par des macrophages, par des fibroblastes (qui synthétisent de la matrice extra-cellulaire) et par des néovaisseaux. Certains fibroblastes se différencient et deviennent contractiles : ce sont les myofibroblastes. Depuis les berges de la plaie, des kératinocytes prolifèrent vers le centre et la contraction centripète des myofibroblastes rapproche les berges permettant une fermeture progressive et horizontale de la plaie. Suite à cette migration horizontale des kératinocytes, la ré-épithélialisation se poursuit par une prolifération verticale de ces cellules, participant à la reformation des différentes couches épidermiques. Enfin, la phase de maturation ou de remodelage cicatriciel (J21 à J90) aboutit à l'obtention de la cicatrice finale. Progressivement a lieu une baisse de l'inflammation due à une diminution de l'activité cellulaire. La matrice extra-cellulaire se stabilise, les faisceaux de collagène se modifient et se réorganisent selon les lignes de Langer, et l'élastine réapparaît, conférant à la cicatrice ses nouvelles propriétés biomécaniques. Les myofibroblastes entrent en apoptose et sont phagocytés par des macrophages. La maturité cicatricielle est obtenue en six mois à deux ans. (6,24)

- **Cicatrisation pathologique**

Au cours de ces phases, des anomalies de cicatrisation peuvent survenir ; une cicatrice est dite pathologique lorsqu'elle constitue une entrave à la fonctionnalité ou qu'elle est inesthétique. Dès lors qu'une plaie met plus de vingt-et-un jours à se refermer, la cicatrisation est complexe. Le concept H.A.R.A. (hypertrophie, attraction, rétraction, adhérences) explique les principaux mécanismes de la cicatrisation pathologique (25).

Une cicatrice hypertrophique est générée par des processus cicatriciels excessifs et sa constitution est imprévisible. Elle correspond à un épaissement temporaire de la couche dermique par de volumineux dépôts de collagène. Ce collagène est synthétisé en excès par les myofibroblastes qui persistent et prolifèrent par défaut d'apoptose au cours de la phase de maturation cicatricielle. La cicatrice hypertrophique est limitée à la zone cicatrisée, ne présente pas d'extension vers le tissu sain et peut régresser spontanément en dix-huit à vingt-quatre mois. Différents facteurs favorisent l'apparition d'hypertrophie, notamment une phase inflammatoire prolongée et l'exposition à un stress mécanique (mouvements itératifs, rapides et en force). (6,24)

La cicatrice rétractile équivaut localement à une perte de longueur cutanée (25). Elle est directement en lien avec l'absence de « réserve cutanée » saine (6), l'adhérence de la peau aux plans profonds et la capacité de contraction des myofibroblastes. Elle se forme préférentiellement dans les zones de tension cutanée, zones périarticulaires ou péri-orificielles, et d'autant plus au niveau des greffes. Ces rétractions peuvent être unidirectionnelles (brides) ou multidirectionnelles (placards). Leurs points d'ancrage sont souvent le siège d'adhérences profondes. Les rétractions ont pour conséquence l'attraction des téguments sains à leurs extrémités (26), entraînant globalement une position raccourcie (25). Les risques fonctionnels sont la diminution des amplitudes articulaires, la mise en place d'attitudes vicieuses, les microstomies (petitesse anormale de la bouche) et les ectropions (éversion anormale des paupières). Ces déficiences sont caractéristiques du patient brûlé. Les rétractions sont favorisées par les mouvements alternatifs rapides. Il est possible d'anticiper et ainsi de prévenir l'apparition de ce type de cicatrice. Un geste chirurgical est parfois nécessaire pour briser les brides.

L'adhérence cicatricielle se traduit par une perte de mobilité de la peau par rapport aux plans sous-jacents. Elle résulte d'une fibrose qui diminue les capacités de glissement du derme sur le plan profond par la présence de points de fixité sur les aponévroses, les fascias, les tendons ou les reliefs osseux. L'œdème et les saignements peuvent être à l'origine de ces adhérences (6). Le pli de peau est d'autant plus difficile à réaliser que la cicatrice est adhérente.

D'autres anomalies peuvent apparaître. Le prurit est une démangeaison parfois très intense. Il peut aboutir à la formation de lésions de grattage qui majorent l'inflammation et peuvent s'infecter. Il est causé par l'inflammation et la repousse des terminaisons nerveuses. La dyschromie caractérise une pigmentation cutanée anormale, excessive ou insuffisante, sur une zone plus ou moins étendue. Les peaux de couleur foncée et l'exposition solaire en sont des facteurs de risques.

#### **1.4. Propriétés biomécaniques de la peau saine et de la peau brûlée**

Les propriétés biomécaniques de la peau lui sont conférées par sa composition, et notamment en grande partie par celle du derme (19).

##### **1.4.1. Peau saine**

La peau est un matériau ayant un comportement viscoélastique non-linéaire et anisotrope (27). L'élasticité est la capacité d'un matériau qui a été déformé à reprendre sa forme initiale quand les forces qui s'exerçaient sur celui-ci sont supprimées. La viscosité correspond à la capacité d'un objet à se déformer sous l'effet d'une force avec une impossibilité à reprendre sa forme initiale une fois cette force supprimée. La viscoélasticité combine les comportements élastique et visqueux du matériau étudié. L'application d'une force induit des déformations temporaires si elle est rapidement supprimée (élasticité) ou permanentes si elle est maintenue (viscosité) (19). L'extensibilité correspond à la capacité d'un matériau à se laisser étirer. Elle est souvent exprimée sous forme de ratio de longueur et peut être représentée sous la forme d'une courbe tension-longueur qui montre différentes parties (28) (ANNEXE II). Lors d'un test d'extension uniaxiale, la peau s'étire de manière non-linéaire sous l'action d'une force de traction. Dans la première partie de la courbe (A), la peau s'étire facilement sous l'action de faibles contraintes. C'est l'élastine qui est mise en jeu tandis que

les fibres de collagène sont relâchées. Progressivement, les fibres de collagène mises en tension s'alignent (B). Dans la troisième partie, toutes les fibres de collagène sont alignées et la résistance à l'étirement cutané augmente jusqu'à devenir maximale (C). Au-delà, on observe une diminution de la résistance résultant de la rupture progressive des fibres de collagène (27). L'anisotropie est la propriété d'un matériau ou d'une substance à présenter des caractéristiques différentes selon l'axe de mesure. Au repos, la peau est naturellement dans un état de tension. Dans les années 1970, Langer a mis en évidence l'existence de lignes de tension cutanée maximale sur le corps humain, distribuées de façon symétrique par rapport à la ligne médiane (29). Celles-ci, appelées lignes de Langer, résultent de la composition et de l'organisation fibreuse du derme. Au cours de la vie, les fibres de collagène s'orientent en fonction des sollicitations mécaniques auxquelles elles sont soumises (croissance, mouvements). Dans les zones où les lignes de Langer sont bien définies, la peau a une extensibilité plus importante perpendiculairement à ces lignes et a tendance à se rétracter préférentiellement parallèlement à ces lignes. Pour certaines parties du corps, les lignes sont moins bien définies car la tension est la même dans toutes les directions ; les propriétés précédentes sont alors similaires quelle que soit la direction. De plus, les propriétés biomécaniques de la peau varient en fonction des individus et des localisations anatomiques.

#### **1.4.2. Peau brûlée**

Selon la profondeur de la brûlure et en fonction de l'existence ou non d'une atteinte du tissu conjonctif dermique, les propriétés biomécaniques de la peau vont subir des modifications plus ou moins importantes. Les fibres de collagène et d'élastine peuvent être détruites ou déstructurées (30). Suite à une brûlure, des études montrent un épaissement cutané, tandis que l'élasticité et l'extensibilité diminuent (30,31).

#### **1.5. Parcours de soins classique du patient grand brûlé en France**

L'accessibilité, la continuité et la qualité des soins sont les défis majeurs de la prise en charge des patients GB (32). La spécialisation des établissements et des professionnels et leur bonne coordination sont nécessaires. Au cours de sa prise en charge, le patient traverse différentes phases.

A court terme, en cas de brûlure grave, le pronostic vital peut être engagé. Dans ce cas, le patient est pris en charge en CTB. Au cours de cette phase aigüe, les objectifs sont le maintien en vie du patient pouvant parfois nécessiter une réanimation lourde, la lutte et la prévention des infections, le confort thermique et la gestion de la douleur (6). Le traitement chirurgical commence précocement. Des incisions et excisions sont pratiquées pour éliminer le tissu nécrotique. Les premières greffes sont réalisées. Les chirurgiens privilégient l'autogreffe qui consiste à prélever des échantillons de peau saine sur le patient lui-même pour recouvrir les zones brûlées. Régulièrement, les pansements sont renouvelés. En kinésithérapie, les objectifs à ce stade sont la prise en charge respiratoire et cutané-orthopédique (23). Des techniques de désencombrement bronchique sont utilisées. De plus, divers moyens sont mis en œuvre pour contenir l'œdème initial, favoriser la cicatrisation et lutter contre les déformations orthopédiques : les positionnements, les mobilisations et la mise en place d'un appareillage adapté et d'une compression précoce.

En phase secondaire, le principal objectif est de limiter les séquelles fonctionnelles et esthétiques. La peau peut être en cours de cicatrisation ou cicatrisée selon les régions ; les risques hypertrophiques et rétractiles sont importants. La prise en charge kinésithérapique est au premier plan ; le traitement entrepris à l'hôpital est poursuivi en centre de rééducation. Le travail musculaire global et les exercices fonctionnels sont privilégiés. En fonction des limitations orthopédiques, des postures ou auto-postures en capacité cutanée maximale (CCM) sont réalisées et des orthèses peuvent être mises en place. Des techniques de massothérapie peuvent être utilisées, tels que le drainage lymphatique manuel en cas d'œdème résiduel et le massage cicatriciel peut être envisagé en fonction de la maturation cicatricielle (6). Les vêtements compressifs provisoires puis définitifs sont prescrits. Généralement, le patient doit les porter 23 h / 24 et l'intensité de la compression se situe entre 20 et 35 mmHg (33). Le but est de lutter contre l'hypertrophie et la rétraction cicatricielle. La compression permet de réaliser une hypoxie cellulaire qui stoppe la différenciation des fibroblastes en myofibroblastes (34). Des adjonctions peuvent être utilisées pour potentialiser l'action des vêtements compressifs.

En phase ambulatoire, plusieurs modalités s'offrent aux patients. La prise en charge masso-kinésithérapique en cabinet est basée sur le massage et la mobilisation cicatricielle. La vacuothérapie peut également être utilisée. Des séjours en CT peuvent être prescrits. Les

techniques qui y sont dispensées permettent un assouplissement cicatriciel, une lutte contre les adhérences et contre le prurit grâce entre autres à l'utilisation de l'eau thermale.

Ce parcours de soins n'est pas figé ; souvent, à la suite de consultations chirurgicales, de nouvelles interventions peuvent être proposées au patient. Chaque nouvelle intervention chirurgicale réparatrice est suivie d'une phase de rééducation.

## **1.6. Méthodes d'évaluation cicatricielles**

Actuellement, il n'existe pas de gold-standard de l'évaluation cicatricielle. Les méthodes existantes sont divisées en deux catégories : les échelles subjectives et les outils de mesure objectifs.

### **1.6.1. Echelles subjectives**

Il existe de nombreuses échelles d'évaluation des cicatrices (35). Pour chacune d'elles, divers paramètres sont pris en compte : la pigmentation, la vascularisation, la couleur, la souplesse, l'épaisseur, le relief, l'étendue, la rigidité, les irrégularités, la douleur et le prurit. Certains paramètres sont rapportés par le clinicien, d'autres par le patient (35). Nous nous sommes intéressés aux échelles qui attribuent un score à la souplesse, l'élasticité ou l'extensibilité cicatricielle. Ces échelles subjectives sont fréquemment employées. La Vancouver Scar Scale (VSS) et la Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) sont les plus utilisées en pratique courante. Elles sont peu ou pas coûteuses, rapides et faciles à administrer (18).

- **Vancouver Scar Scale**

L'échelle de Vancouver, ou VSS, développée par Sullivan en 1990 (36), est la première échelle validée pour l'évaluation des cicatrices. Quatre paramètres sont pris en compte : la pigmentation, la vascularisation, la souplesse et l'épaisseur. L'évaluation repose uniquement sur les observations de l'examineur, l'avis du patient n'est pas pris en compte. Les observations, assez subjectives, permettent d'attribuer un score à chaque paramètre. Le score total est compris entre 0 et 13 points, 0 correspondant à une peau normale. C'est une approche semi-quantitative (37). De nombreuses versions modifiées ont été proposées pour faire face aux différentes limitations de l'échelle initiale ; toutes portent le nom d'échelle de Vancouver

modifiée, ou modified Vancouver Scar Scale (MVSS). Dans leur version, Baryza *et al.* modifient l'évaluation de la pigmentation, ce qui porte le score maximal à quinze points (38). Nedelec *et al.* ajoutent une évaluation par le patient des démangeaisons et de la douleur (39). Forbes-Duchart *et al.* proposent l'ajout d'une échelle de pigmentation pour les peaux autochtones (40). La VSS n'est pas adaptée pour l'évaluation de cicatrices étendues et présentant des caractéristiques hétérogènes en termes de couleur, de souplesse ou d'épaisseur (14). La VSS présente des qualités métrologiques discutables. Dans l'étude initiale, une fiabilité inter-évaluateur modérée est mise en évidence (Kappa : 0.40-0.56) (36). Sullivan recommande de se familiariser avec l'échelle quelques mois avant son utilisation clinique car il note une amélioration de la fiabilité inter-évaluateur avec le temps. Pour l'utilisation de sa version modifiée, Baryza rapporte une bonne fiabilité inter-évaluateur avec un coefficient de corrélation intraclass (ICC) de 0.81. En 2019, Lee met en évidence des fiabilités inter-évaluateurs plus faibles (MVSS de Nedelec) (18). Dans sa revue systématique, Tyack montre que la VSS présente des preuves indéterminées concernant sa validité de construit, sa fiabilité et sa sensibilité au changement. Aucune des MVSS n'offre d'avantages par rapport à l'échelle initiale en termes de qualités métrologiques (41).

- **Patient and Observer Scar Assessment Scale**

La première version de la Patient and Observer Scar Assessment Scale a été publiée en 2004 par Draaijers *et al.* (42). Elle comporte deux échelles d'évaluation numériques multi-items. Une partie correspond à l'évaluation par le patient et comprend la douleur, le prurit, la couleur, l'épaisseur, la rugosité de surface et la souplesse. La partie observateur comprend la vascularisation, la pigmentation, l'épaisseur, le relief et la souplesse. C'est la première échelle à prendre en compte l'avis du patient vis-à-vis de l'aspect de sa cicatrice. Cependant, la partie patient ne peut pas être remplie chez un jeune enfant (14). Tous les items sont notés sur une échelle de dix points ; les points sont ensuite additionnés. Un score élevé traduit une cicatrice sévère. En 2005, van de Kar *et al.* proposent une deuxième version en modifiant l'échelle : un item surface est ajouté dans la partie observateur, ainsi qu'un item sur l'opinion générale du patient et de l'observateur (43). Les études de fiabilité concernent uniquement la partie observateur de la POSAS. Selon les études, la fiabilité inter-évaluateur varie. Les auteurs s'accordent sur deux points : l'évaluation par un plus grand nombre d'observateurs permet d'augmenter la fiabilité inter-évaluateur ; et la fiabilité de la POSAS est identique ou légèrement supérieure à celle de la VSS (18,42). De plus, Lee *et al.* montrent la supériorité de la POSAS sur la VSS pour l'évaluation des items souplesse, épaisseur, vascularisation et

pigmentation (18). Aucune étude n'a calculé la fiabilité intra-évaluateur. Draaijers *et al.* rapportent une bonne corrélation entre les échelles POSAS et VSS (Spearman's rho : 0.89) (42).

- **Manchester Scar Scale**

En 1998, Beausang *et al.* développent la Manchester Scar Scale (MSS), échelle également applicable aux cicatrices chirurgicales (44). Deux versions existent, l'une permettant une évaluation clinique et l'autre une évaluation photographique. La partie clinique contient les paramètres suivants : la couleur, l'éclat, le contour, la déformation et la texture. De plus, une échelle visuelle analogique permet de quantifier l'aspect global de la cicatrice sur dix points. La texture, assimilée à la souplesse (13,45), est caractérisée de normale, juste palpable, ferme ou dure. Le score total est sur 28 points ; un score élevé traduit une cicatrice sévère. La MSS (évaluation clinique) présente une bonne fiabilité inter-évaluateur (ICC = 0.84) (46). Plusieurs observateurs sont nécessaires pour obtenir une fiabilité correcte. L'échelle présente des preuves de validité : le score clinique total et le paramètre texture sont corrélés aux données histologiques (13,44). Ses autres propriétés métrologiques n'ont pas été calculées.

- **Autres échelles**

D'autres échelles d'évaluation cicatricielle intégrant la notion de souplesse ou d'extensibilité existent, mais aucune preuve de leur validité et fiabilité n'a été mise en évidence. L'échelle CDMT décrite par Jaudoin *et al.* (47) attribue un score de cinq points à chacun des paramètres de couleur, densité, mobilité et tension. L'échelle ISS mise au point par l'équipe de Romans-Ferrari évalue de manière qualitative l'inflammation, la surface et la structure (34).

### 1.6.2. Outils objectifs

Différents outils ont été développés pour quantifier la souplesse, l'élasticité et l'extensibilité cutanée. Leur principe de mesure est basé sur plusieurs méthodes : par succion, par extension, par torsion, par tonométrie et acoustiques. Ces appareils, peu utilisés en pratique courante, sont onéreux et nécessitent souvent une certaine expérience technique de l'opérateur.

- **Méthode par succion (48)**

La méthode par succion utilise une pression négative qui aspire la peau dans une sonde. Différents appareils existent : le Cutometer (Courage + Khazaka, Germany), la DermaLab elasticity probe (Cortex Technology, Denmark) et le Dermaflex (Cortex Technology, Denmark).

Pour le Cutometer, une pression négative constante est appliquée et la profondeur de pénétration de la peau est déterminée par un système de mesure optique sans contact. La résistance de la peau à la pression négative (fermeté) et sa capacité à revenir à sa position initiale (élasticité) sont affichées sous forme de courbes (profondeur de pénétration en mm/temps) en temps réel durant la mesure. A partir de ces courbes, de nombreux paramètres liés aux propriétés viscoélastiques de la surface cutanée peuvent être calculés. Dans les études de Nedelec *et al.*, les fiabilités inter- et intra-évaluateurs sont très variables ; ceci serait lié d'une part à une difficulté à relocaliser la sonde sur la même zone lors des prises de mesure successives, et d'autre part à une difficulté de l'appareil à évaluer les cicatrices rigides (49,50). Concernant la corrélation avec les scores cliniques, selon les études, les résultats sont différents. D'après Rennekampff *et al.*, le Cutometer ne présente pas de corrélation avec l'item souplesse de la VSS (51). Au contraire, Nedelec *et al.* mettent en évidence une corrélation significative sauf pour les cicatrices sévères (50). Draaijers conclut à une corrélation modérée entre la majorité des paramètres mesurés par le Cutometer et l'échelle souplesse du POSAS (52).

La DermaLab elasticity probe possède une sonde plus petite que celle du Cutometer. Deux faisceaux lumineux parallèles jouent le rôle de détecteurs. L'aspiration est réglée sur l'appareil et l'intensité de succion nécessaire pour que la peau atteigne le faisceau lumineux supérieur est mesurée. Cependant, il est possible que la peau soit trop rigide pour pouvoir atteindre cette hauteur. La rigidité de la peau et sa capacité à revenir à sa position initiale sont calculées. Des études présentent les fiabilités inter- et intra-évaluateurs de l'utilisation du DermaLab. Gankande *et al.* montrent une excellente fiabilité intra-évaluateur (ICC = 0.76-0.91) sur les zones cicatricielles et bonne (ICC = 0.45) sur les zones saines controlatérales (53). Anthonissen *et al.* mettent en évidence une excellente fiabilité intra-évaluateur (ICC = 0.90 à 0.93 en fonction des zones) et une fiabilité inter-évaluateur bonne à excellente (ICC = 0.86 à 0.93 en fonction des zones) (54).

Le Dermaflex repose sur le même principe de mesure. A ce jour, aucune étude n'en a évalué les propriétés métrologiques.

- **Méthode par extension**

La méthode par extension repose sur l'application à la peau de déplacements horizontaux en extension ou en compression. Les extensometers in vivo et l'elastometer sont des appareils qui utilisent ce principe. L'extensometer in vivo mesure la force nécessaire pour déformer la peau et permet d'obtenir une courbe contrainte-déformation (31). L'extensometer classique possède deux patins qui se fixent à la peau. Il présente une précision et une fiabilité faibles. Effectivement, lors des mesures, les tissus environnants à la zone de peau testée se déforment également, ce qui fausse les résultats. Ainsi, un nouveau modèle a été élaboré, dans lequel un patin supplémentaire est ajouté, de sorte à éliminer les forces périphériques parasites, permettant d'obtenir des résultats plus proches de ceux des études in vitro (55). Cependant, les fiabilités des extensometers in vivo n'ont pas été explorées. L'elastometer a un principe de mesure très similaire à celui de l'extensometer (56). Cet appareil dispose d'une mauvaise fiabilité inter-évaluateur (57).

- **Méthode par torsion**

Le Dermal Torque Meter (Dia-Stron, UK) est basé sur la méthode par torsion. L'embout de la sonde de l'appareil est placé sur la peau et une rotation est exercée. La mesure obtenue correspond à la valeur de l'angle de rotation (en degrés/seconde) (58).

- **Méthode par tonométrie**

La méthode par tonométrie évalue la souplesse de la peau en mesurant la dépression (en mm) créée par un piston dans les tissus. A l'origine, les tonometers étaient utilisés en ophtalmologie pour mesurer la pression intraoculaire. Différentes versions modifiées ont été proposées pour l'évaluation cicatricielle : le Cicatrometer (59), le Schiotz tonometer modifié (60) et le Tissue Tonometer (61,62). Les études de Lye et Corica ont mis en évidence d'excellentes fiabilités intra-évaluateur (ICC = 0.91-0.94) et inter-évaluateur (ICC = 0.948) lors de l'utilisation du modèle BME 1428 (Flinders University, Adelaide, Australia) sur des cicatrices de brûlures. De plus, il existe une corrélation modérée entre les mesures obtenues et le score souplesse de l'échelle de Vancouver (PL-VSS). Une différence significative entre les valeurs trouvées sur les cicatrices et sur la peau saine a été démontrée. Ces deux éléments sont en faveur d'une bonne validité des mesures fournies par l'appareil. Cependant, ce modèle n'est actuellement plus commercialisé.

Une variante est basée sur la méthode de tonométrie par aplanation : la pression exercée sur la peau est générée par un débit d'air. Le pneumatometer utilise ce principe (63) ; il donne une valeur en mmHg. Aucune étude ne s'est penchée sur la fiabilité de cet appareil pour son utilisation dans l'évaluation des cicatrices de brûlures, mais Oliveira *et al.* ont mis en évidence une corrélation entre le pneumatometer et l'échelle de Vancouver (57).

Proche de la méthode par tonométrie, le Durometer applique une charge verticale sur la cicatrice et mesure la force nécessaire pour produire une déformation cutanée. Cet appareil, d'ordinaire utilisé dans l'industrie pour mesurer la dureté des matériaux, a été adapté à l'évaluation cutanée dans la sclérodémie (64). Merkel *et al.* ont trouvé une fiabilité inter-évaluateur excellente (ICC = 0.82-0.92) lors de mesures sur des patients atteints de sclérodémie (65). De plus, dans leur étude portant sur des cicatrices de brûlures, Oliveira *et al.* rapportent une bonne corrélation entre le Durometer et la VSS (57).

La méthode par tonométrie et le Durometer ne sont pas applicables aux régions où les structures osseuses sont situées directement sous la peau, car la mesure serait faussée par la dureté de l'os (66).

- **Méthodes acoustiques**

Les méthodes acoustiques utilisent des ondes sonores pour détecter l'hétérogénéité du tissu cicatriciel ou anisotropie (67). Par exemple, le Reviscometer (Courage + Khazaka, Germany) repose sur la mesure de la vitesse de propagation d'une onde acoustique. Il dispose d'une bonne fiabilité inter-évaluateur et intra-évaluateur pour son utilisation sur la peau saine et les cicatrices (68).

- **Autres méthodes**

L'Adheremeter permet de mesurer l'adhérence cicatricielle (69). Il s'agit d'une feuille de plastique transparente sur laquelle sont imprimés neuf cercles concentriques. L'évaluateur marque comme repère le point le plus adhérent de la cicatrice et positionne l'Adheremeter de telle sorte que les cercles soient centrés sur le repère. A l'aide de son pouce placé dans les encoches prévues à cet effet, l'évaluateur applique successivement une traction cutanée centrifuge dans les quatre directions. Pour chaque traction, il lit sur l'appareil la position la plus éloignée qu'atteint le repère. Différents indices sont calculés. La fiabilité intra-évaluateur de cet outil est excellente (ICC = 0.96 pour peau saine) ; sa fiabilité inter-évaluateur est bonne à

excellente (ICC = 0.87 à 0.99). Il présente une corrélation modérée avec la VSS et sa sous-échelle souplesse. Aucune étude n'a utilisé l'Adheremeter sur cicatrices de brûlures. Il est facile d'utilisation et peu cher.

La modélisation par éléments finis (*finite element model*) est basée sur l'analyse numérique des déformations appliquées à la peau. Une grille est tracée sur la peau du sujet et est étirée manuellement. Ceci induit une déformation de la grille en lien avec les propriétés cutanées sous-jacentes. Les portions de la grille qui sont moins souples (les cicatrices) se déforment moins que les surfaces plus souples (peau saine) (48,70). Cette méthode s'intéresse à l'élasticité relative et non à l'élasticité absolue. L'élasticité relative d'une cicatrice de brûlure est définie par rapport à l'élasticité d'une zone de peau saine chez la même personne (71,72). La quantité de force appliquée est différente d'un évaluateur à l'autre. Aucune étude ne s'est intéressée aux fiabilités de cette technique. Cependant, elle semble être corrélée à l'évaluation avec l'échelle de Vancouver (72).

## **2. MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. Stratégie de recherche documentaire**

Pour faire un état des lieux des effets de la CT chez les patients GB, nous avons interrogé les bases de données Science Direct, MEDLINE, PEDro, Kinedoc, Cochrane, Doc CIS'mef et LISSA. Les mots de recherche utilisés étaient les suivants : cure thermique, thermalisme, balnéothérapie, hydrothérapie, crénothérapie, hydrotherapy, balneotherapy, balneology, crenotherapy, brûlure, brûlé et burn. Pour chaque base de données, nous avons recouru aux paramètres de recherche avancée : nous avons employé des opérateurs booléens et la troncature dans certains cas. Pour la base de données MEDLINE, le filtre *Humans* a été appliqué et nous avons exploité les termes MeSH quand cela était possible. Les mots ou équations de recherche définis pour chaque base de données ainsi que le nombre de résultats obtenus pour chacune d'elles sont présentés dans un tableau en annexe (ANNEXE III). Au total, sans repérage des doublons, nous avons obtenus 585 résultats. Les recherches ont été réalisées de novembre 2019 à mars 2020. La période de recherche n'était pas limitée : nous avons inclus les articles quelle que soit leur date de parution. Pour être inclus, les articles devaient traiter de la prise en charge des GB en CT. Ont été exclus les articles qui utilisaient le terme « *hydrotherapy* » pour désigner le nettoyage précoce des plaies,

les articles qui utilisaient ce même terme pour désigner le rinçage d'une brûlure à l'eau lors des premiers secours, les articles qui faisaient simple mention des méthodes thermales sans expliciter leur administration et/ou leur mode d'action ou sans en évaluer les effets, ainsi que les articles dans des langues autres que française et anglaise. Après élimination des doublons et tri des articles, 33 références ont été retenues. Parmi celles-ci, nous n'avions pas accès au texte de 24 articles. Les 9 articles disponibles étaient tous en français. De plus, nous avons retenu 13 autres documents issus de recherches complémentaires. Un article provenait de la base de données MEDLINE, 6 de Science Direct et 6 d'autres sources dont deux documents non publiés. Parmi ces 13 références, nous n'avions pas accès à un article dans son intégralité, nous disposions seulement du résumé (4) ; et trois références présentaient des résultats d'études sous forme de résumés ou de posters (73–75). Au total, nous disposons donc de 22 références ; 16 sont en français et 6 en anglais. Parmi ces références, nous comptons une revue de littérature (4), cinq études de cohorte (73–77), une étude descriptive par questionnaire (5), onze opinions d'experts (1–3,6,11,12,34,78–81) et trois documents issus de la littérature grise (82–84). Une des études est présentée sous forme d'abstract et de poster (73), elle n'est mentionnée qu'une seule fois dans la phrase précédente.

## **2.2. Effets de la cure thermique**

Dans la littérature, trois catégories d'effets de la CT chez les patients GB sont décrits : cutanés, fonctionnels et psychologiques.

Sur le plan cutané, nous observons :

- Une modulation de l'inflammation (1,4–6,34,84).
- Une diminution du prurit (4–6,34,76,82,84).
- Une diminution de l'hypertrophie cicatricielle (1,4–6,76,77,80,84).
- Un assouplissement cutané (1,5,11,34,78,82,84), et notamment des brides (2,5). Cet assouplissement est ressenti par le patient (5,79).
- Une levée des adhérences cicatricielles aux plans profonds (78,80,84).
- Une désinfiltration des téguments (2,82).
- Un changement de couleur des cicatrices (76,82) avec une diminution de la rougeur (76) et une atténuation de la dyschromie (77,79).
- Une amélioration de l'aspect esthétique des cicatrices (4,12).
- Une diminution de la douleur (4,5,82,84).

- Une cicatrisation rapide des plaies (2,3,6,84).
- Une accélération de la maturation cicatricielle (4,5,11,12).

Tous ces effets sont interreliés. La modulation de l'inflammation entraîne une réduction des démangeaisons et donc une limitation de l'hypertrophie (1) et une reprise du sommeil (2).

Sur le plan fonctionnel, la CT permet l'entretien ou l'amélioration de la mobilité articulaire (1,5,82,84), une diminution de la gêne mécanique (80), ainsi qu'une meilleure tolérance aux vêtements compressifs et aux orthèses (2,76,84) grâce à la diminution de l'hyperesthésie cutanée et du prurit (76,78).

La cure a également un effet psychologique positif. Elle permet une rupture avec l'environnement hospitalier et favorise le contact entre les curistes, évitant un repli sur soi. Pour le patient, le moment est propice à l'acceptation de ses cicatrices et greffes ; et l'amélioration de l'apparence cutanée participe à l'augmentation de l'estime de soi (4). Maertens *et al.* ont mis en évidence une amélioration de la qualité de vie (75).

## **2.3. Population**

### **2.3.1. Critères de sélection de la population**

Pour faire partie de l'étude, chaque patient devait présenter les critères d'inclusion suivants : avoir été brûlé ; être majeur ; réaliser une CT à Saint-Gervais Mont Blanc dont le premier jour se situe entre le 20/01/2020 et le 16/03/2020 ; présenter une zone de peau cicatricielle d'une surface minimum de 50 x 50 mm ; et ne pas s'être opposé à participer au protocole après avoir reçu une information adaptée à ses capacités de compréhension (ANNEXE IV). Le patient n'était pas inclus s'il présentait un des critères de non-inclusion suivants : refus de participer à l'étude ; mineur ou majeur sous tutelle ou curatelle ; femme enceinte ou femme qui allaite ou qui prévoit une grossesse au cours de l'étude ; personne souffrant d'une pathologie ou ayant un traitement pouvant perturber l'évaluation des critères de l'étude (dermatose étendue, sclérodermie, troubles psychiatriques sévères, prise de rétinoïdes, patients sous chimiothérapie...).

### 2.3.2. Fiche de renseignements

Une fiche destinée à recueillir les renseignements importants concernant le patient et sa brûlure a été remplie par l'étudiante en se basant sur les réponses orales du patient et sur l'observation cutanée (ANNEXE V). Cette fiche comporte quatre parties : informations générales, parcours de soins, bilan global de la brûlure et de la peau, puis choix et description des zones évaluées. Elle a été élaborée en tenant compte des recommandations issues de la revue systématique de Tyack (41). Pour l'évaluation d'une zone cutanée brûlée en recherche, l'auteur préconise d'avoir une description complète précisant l'âge, le sexe, le pourcentage de surface corporelle totale atteint par la brûlure, la profondeur (ou degré) de la brûlure, la cause de la brûlure, le type de peau, le type de cicatrice, l'ancienneté de la brûlure et les traitements précédents ou en cours. En plus de ces informations, nous avons ajouté les items suivants dans notre fiche de renseignements : le poids ; les antécédents et traitements en cours ; des questions relatives aux critères de non-inclusion ; un schéma à compléter pour la répartition de la brûlure et les caractéristiques des cicatrices ; et l'inflammation de la cicatrice objectivée par un test de vitropression. Ce test est réalisé à l'aide d'un applicateur de disque D'squame® (Monaderm), permettant d'appliquer une pression constante de 250 g/cm<sup>2</sup> ( $\pm$  10 %). Le schéma utilisé provient de l'échelle POSAS (35).

### 2.4. Critères de sélection des zones

Les zones tests ont été sélectionnées comme suit. La zone devait être une zone de peau cicatricielle d'une surface minimum de 50 x 50 mm résultant d'une brûlure et/ou pouvant avoir été greffée et/ou pouvant être une zone de prise de greffe et/ou pouvant être une zone de reprise chirurgicale. N'ont pas été incluses les zones difficiles d'accès telles que le cuir chevelu, les organes génitaux, les zones comportant des reliefs osseux, les mains et les pieds ; ainsi que les brûlures du 1<sup>er</sup> degré. Nous avons favorisé les zones de placards cicatriciels et les zones facilement mesurables.

Chez certains patients qui présentaient des brûlures étendues, plusieurs zones tests ont pu être repérées et suivies. De plus, nous avons systématiquement évalué une zone témoin, saine. Chez les patients pour lesquels cela était possible, la zone témoin correspondait à la région symétrique de la zone test. Sinon, une autre zone de peau saine était sélectionnée.

## **2.5. Méthodes d'évaluation**

### **2.5.1. Standardisation des conditions d'évaluation**

Lors des prises de mesures, dans un souci de reproductibilité, la position des patients a été standardisée. Elle devait respecter le confort et favoriser le relâchement du patient. Si la mesure devait être prise à la face antérieure du corps, le patient était installé en décubitus dorsal strict sur une table de massage ; si elle devait être prise à la face postérieure, il était installé en procubitus strict. Pour un patient, nous avons dû adapter la position. La zone d'intérêt se trouvait à la partie proximale de la face médiale du bras, nous avons donc demandé au patient de s'installer en décubitus dorsal avec 90° d'abduction d'épaule dans le plan frontal et 90° de flexion du coude. Le patient retirait ses vêtements compressifs s'il en portait, au minimum cinq minutes avant l'évaluation. La température de la pièce dans laquelle se déroulait les évaluations était constante.

### **2.5.2. Repérage des zones**

Pour chaque patient, les zones à évaluer étaient repérées en traçant un carré de 50 mm de côté à l'aide d'un feutre dermatographique et d'un patron carré en plastique rigide. Si plusieurs zones tests avaient été définies, nous attribuions un numéro à chaque zone. A chaque évaluation, il était important de retracer le carré au même endroit sur la peau du patient. Pour cela, nous avons pris une photographie des zones lors de la première évaluation à J1.

### **2.5.3. Description des techniques d'évaluation**

Les techniques PL-VSS, Densi-Score® et rapprochement avec le pied à coulisse permettraient d'évaluer la souplesse cutanée ; la technique écartement avec le pied à coulisse l'extensibilité cutanée. Pour chaque technique, une manœuvre est réalisée (instrumentale avec le Densi-Score® et manuelle pour les autres). Le sens de la manœuvre est soit perpendiculaire soit parallèle à l'axe du segment corporel. Une manœuvre perpendiculaire correspond au rapprochement ou à l'écartement des côtés du carré parallèles à l'axe du segment corporel. Une manœuvre parallèle correspond au rapprochement ou à l'écartement des côtés du carré perpendiculaires à l'axe du segment corporel (Fig. 1). Trois évaluateurs

(deux MK spécialistes en brûlologie et une étudiante en kinésithérapie) réalisent ces manœuvres.

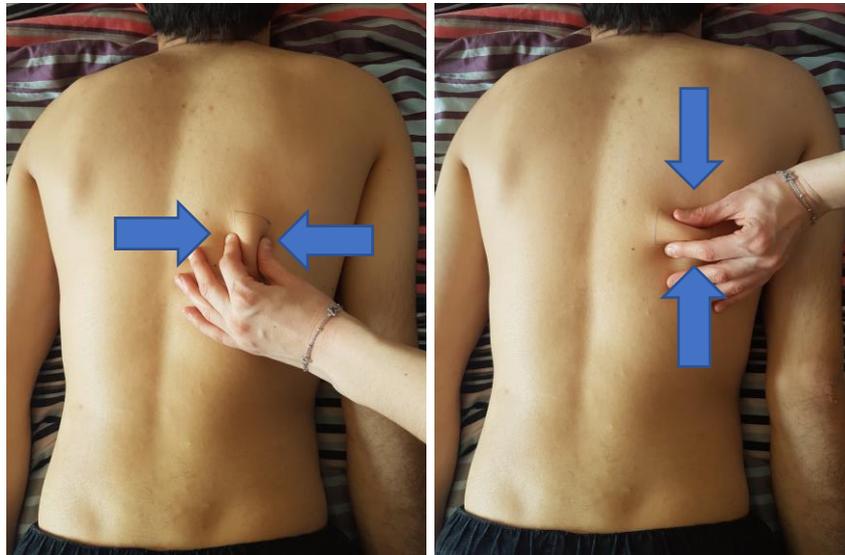


Figure 1 : Réalisation d'un pli de peau (évaluation de la souplesse avec l'échelle de Vancouver) ; sens des manœuvres : perpendiculaire sur l'image de gauche et parallèle sur l'image de droite.

- **PL-VSS : souplesse avec l'échelle de Vancouver**

Nous avons choisi d'utiliser une traduction française de l'échelle de Vancouver (85). La souplesse est évaluée en effectuant un pli de peau de la zone concernée entre le pouce et l'index (Fig. 1) et en comparant à une zone saine avec laquelle la cicatrice se déforme sous la pression. La notation est la suivante :

0 : Peau normale

1 : Peau souple qui s'étire avec résistance minime

2 : Peau souple mais début de tension

3 : Peau solide, peu extensible, peu mobile, résistant à la tension manuelle

4 : Bride avec blanchiment de la peau à l'étirement de la cicatrice

5 : Rétractions permanentes et déformations

La note est reportée dans le tableau papier prévu à cet effet.

- **Densi-Score®**

L'évaluateur dispose le Densi-Score® (L'Oréal) à plat sur la zone de peau à étudier. Puis il « ferme le Densi-Score®, en appliquant un doigt de chaque côté aux emplacements

*prévus.* » (Fig. 2) L'évaluation de la souplesse cutanée se fait en comparant visuellement le plissement obtenu aux différents scores de l'Atlas de densité cutanée fourni avec l'appareil (Fig. 3) (86). Le score de 1 à 6 est reporté dans le tableau papier. Pour l'évaluation de cicatrices de brûlures, plus le score est élevé, plus la peau serait souple. En effet, lors de la cure apparaissent de petites ridules épidermiques (83), retrouvées dans les scores élevés de l'Atlas de densité cutanée.

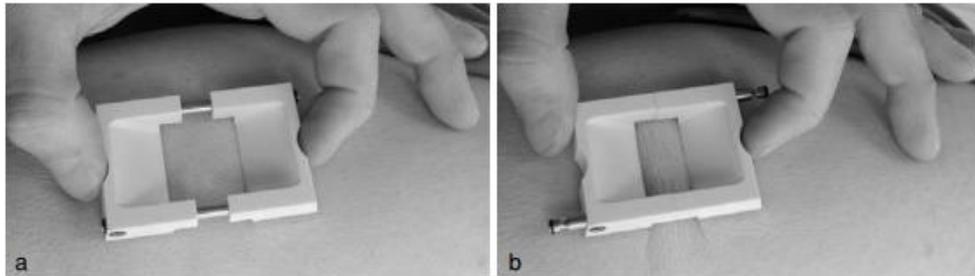


Figure 2 : Plissement horizontal de la peau à l'aide du Densi-Score® (87)

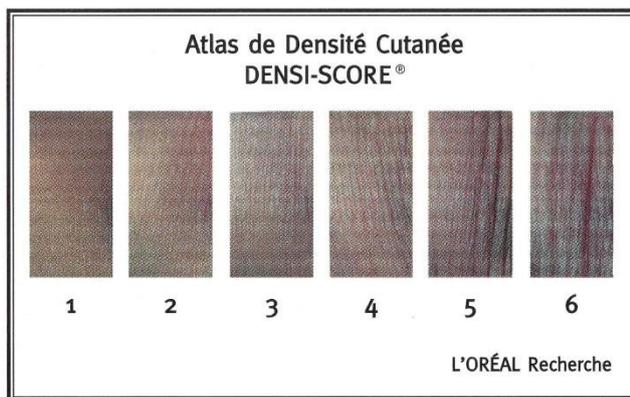


Figure 3 : Atlas de densité cutanée (86)

#### - **Rapprochement et écartement avec le pied à coulisse**

Nous disposons d'un pied à coulisse digital à branches plastiques. Sur celui-ci, la lecture s'effectue soit sur le réglet (lecture analogique), soit sur le cadran à cristaux liquides monté sur la partie coulissante (lecture numérique). La précision de l'instrument est de l'ordre du dixième de millimètre. L'évaluateur positionne le pied à coulisse avec les deux branches en regard de deux traits opposés du carré de 50 x 50 mm et effectue une mise à zéro.

*Mesure du rapprochement (Fig. 4) :*

L'évaluateur réalise un plissement cutané manuel en plaçant son pouce et son index à plat à l'extérieur des deux traits précédemment décrits et en rapprochant ses doigts en exerçant une pression horizontale et non verticale. Il mesure l'écart entre les deux traits en veillant à maintenir la pression constante. La valeur obtenue est négative, elle correspond au rapprochement en mm réalisé entre les deux traits lors du plissement cutané. Elle est notée dans le tableau papier.

*Mesure de l'écartement (Fig. 4) :*

L'évaluateur réalise un étirement cutané manuel en plaçant son pouce et son index à plat à l'extérieur des deux traits précédemment décrits et en écartant ses doigts en exerçant une pression horizontale et non verticale. Il mesure l'écart entre les deux traits en veillant à maintenir l'étirement cutané constant. La valeur obtenue correspond à l'écartement en mm réalisé entre les deux traits lors de l'étirement cutané. Elle est notée dans le tableau papier.

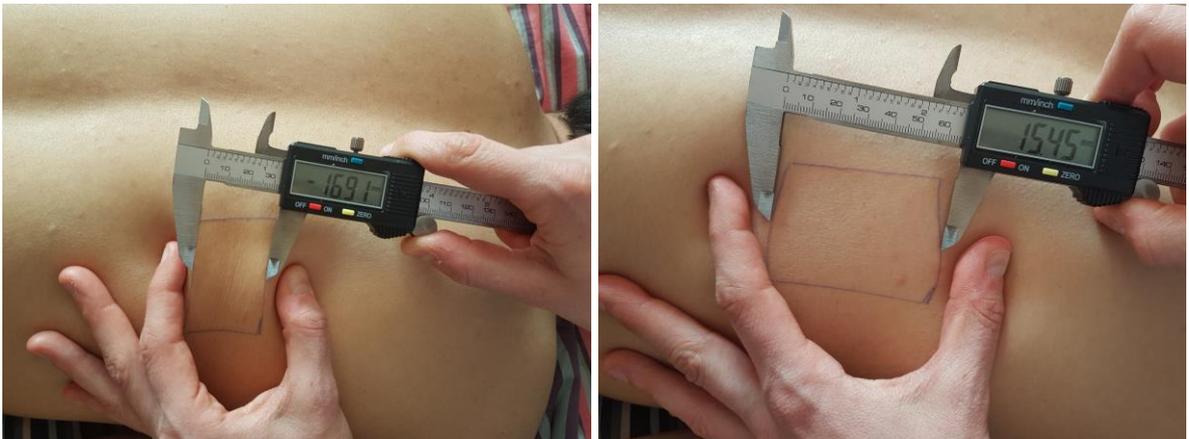


Figure 4 : Manœuvres de rapprochement (à gauche) et d'écartement (à droite) cutané réalisées avec le pied à coulisse

Attention : Les extrémités des branches du pied à coulisse pouvant être piquantes, tout au long de la prise de mesure, l'évaluateur veillera à ce que ces extrémités soient simplement en contact avec la peau du patient, sans qu'aucune pression ne soit exercée, pour éviter toute blessure.

## **2.6. Méthode d'analyses statistiques des données**

Au vu du faible effectif de notre population, nous avons considéré que les distributions de nos variables ne suivaient pas une loi normale et nous avons choisi de réaliser nos analyses à l'aide de tests non-paramétriques. Les analyses descriptives ont été effectuées avec le logiciel Excel® et les analyses statistiques avec les logiciels BiostaTGV et R. Pour évaluer l'évolution des valeurs entre J1, J9 et J17, nous avons réalisé le test de Friedman (BiostaTGV) ; puis, s'il était significatif, le test des rangs signés de Wilcoxon (BiostaTGV) pour comparer deux à deux (J1 vs J9, J9 vs J17, et J1 vs J17). Nous avons également utilisé le test des rangs signés de Wilcoxon afin de mettre en évidence une différence entre les zones brûlées et les zones saines. Pour évaluer la reproductibilité inter-évaluateur, nous avons calculé :

- Le Kappa de Fleiss (R) pour les variables discrètes ;
- L'ICC (R) pour les variables continues.

Ont été considérées comme statistiquement significatives les valeurs  $p \leq 0,05$ .

## **2.7. Schéma du plan de l'étude**

Pour chaque patient :

- La fiche de renseignements est remplie à J1 de sa cure.
- Trois temps d'évaluation sont prévus : à J1, à J9 et à J17 de sa cure. Les différents tests sont à chaque fois réalisés par les trois évaluateurs. Chaque évaluateur travaille en aveugle : il n'a pas accès aux valeurs que trouvent les autres et aux valeurs qu'il a lui-même trouvés lors des précédentes évaluations du même patient.

## **2.8. Traitement administré**

### **2.8.1. Techniques thermales**

Les techniques thermales associent différents soins dispensés sur prescription médicale. Elles peuvent être entreprises à partir du moment où l'épidermisation est obtenue (5). Les bains et les pulvérisations sont préparés par des hydrothérapeutes. Les soins sont réalisés en fonction de l'ordre de préférence du patient ; la douche filiforme est rarement effectuée en dernier.

- **L'hydrothérapie interne**

L'hydrothérapie interne est administrée en cure de boisson. La posologie varie entre 15 et 200 cl par ingestion/jour (82).

- **L'hydrothérapie externe**

L'hydrothérapie externe, ou crénothérapie, comporte tous les soins où l'eau thermale est directement en contact avec la peau et les muqueuses (82). L'eau thermale est une eau minérale naturelle utilisée à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal (88). Celle de Saint-Gervais-les-Bains est agréée par l'Académie Nationale de Médecine. Elle présente des caractéristiques particulières liées à son parcours : à sa sortie de terre, elle est fortement minéralisée, avec un résidu à sec supérieur à 4g/L lorsqu'elle est portée à une température de 180°C (88,89). Lors des soins, elle est distribuée à 39°C, c'est donc une eau chaude, ou mésothermale (89). D'après la classification chimique des eaux minérales naturelles, l'eau thermale de Saint-Gervais-les-Bains est sulfurée, sulfatée, chlorurée, sodique et calcique (88–90). Elle comporte également d'autres minéraux et oligo-éléments tels que le bore, le magnésium, le manganèse, le strontium, le potassium et le silicium. Sa composition exacte est détaillée dans un tableau en annexe (90) (ANNEXE VI). Tous ces éléments lui confèrent des propriétés cicatrisante, anti-inflammatoire, apaisante et anti-prurigineuse, bénéfiques pour le traitement des cicatrices. Son pH est neutre, se situant entre 7 et 7,7 (89,90). Enfin, l'eau thermale de Saint-Gervais est très saine sur le plan bactériologique.

• **La douche filiforme**

Elle est pratiquée par un médecin. Elle consiste en la projection d'eau thermale sur les lésions par des jets filiformes de 0,2 à 3 mm de diamètre grâce à une buse d'aspersion spéciale. La pression employée est modulable et varie de 10 à 23 bars. Ce procédé peut être utilisé en monojet ou en jets multiples qui ont l'avantage d'être moins douloureux. Outre la pression du jet, il est aussi possible de modifier, en fonction des effets recherchés et de la tolérance clinique, la distance avec le patient, la rapidité du passage sur la peau, et l'angle d'attaque plus ou moins perpendiculaire ou tangentiel du jet. La douche filiforme associe successivement un temps local où les jets sont promenés lentement à la surface de la zone cicatricielle, puis un temps général tonique, où l'on douche l'ensemble du corps (2). Le temps d'application est d'environ cinq minutes mais varie en fonction des patients. Le médecin insistera plus sur les cicatrices anciennes et fibreuses (82). La douche filiforme ne doit être débutée que lorsque la cicatrice est suffisamment solide, soit après 3 mois d'évolution (5).

- **Les pulvérisations ou brumisations**

Les pulvérisations peuvent être générales ou locales (notamment faciales). L'eau thermale est projetée au travers d'un fin tamis, en un léger brouillard diffus. Le malade se tient à une distance d'un mètre environ, pendant une dizaine de minutes (2,5).

- **Le bain d'eau thermale**

Le bain consiste en l'immersion du patient en entier (bain général en baignoire individuelle) ou de certains segments corporels seulement (bain local des mains, pieds ou jambes). La température de l'eau est de 39°C environ et le bain dure en moyenne quinze minutes (82).

- **Les compresses d'eau thermale**

Certaines stations proposent l'application de compresses d'eau thermale « *sur les zones particulièrement inflammatoires et prurigineuses* » (5).

Grâce à ces techniques, deux effets sont recherchés. D'une part, lors des bains et pulvérisations, les cicatrices sont en contact avec l'eau thermale. Sa composition permet d'obtenir une action chimique favorisant une modulation de l'inflammation. D'autre part, les douches filiformes, à l'instar des techniques de massothérapie, ont une action mécanique en agissant sur la souplesse des téguments. Les douches filiformes produisent un massage profond et vertical, tandis que les techniques manuelles procurent un massage superficiel et tangentiel.

### **2.8.2. Massage cicatriciel**

Si le massage cicatriciel a toute sa place en phase non-inflammatoire, son utilisation est controversée lorsque le test de vitropression est positif (temps de recoloration inférieur à trois secondes). Gavroy le préconise si le temps de recoloration est supérieur à deux secondes (91). L'intensité des techniques manuelles doit être adaptée à l'inflammation cicatricielle.

- **Micro-mobilisations en pression manuelle**

Les micro-mobilisations en pression manuelle permettent de lever les adhérences sous-dermiques afin de restaurer les capacités de glissement du derme sur les plans profonds.

Différentes techniques sont décrites, notamment le massage dermo-épidermique de Saint-Gervais ou encore le massage graduel divergent de Romans-Ferrari (25).

- **Massage dermo-épidermique**

Aussi appelé « massage millimétrique pulpaire » par Morice, le massage dermo-épidermique (92) a été décrit par le docteur Vilain de la façon suivante : « *La main ne frictionne pas l'épiderme, mais adhérente à la peau, elle pétrit les couches profondes. Ce pétrissage est fait dans le sens circulaire, son amplitude est limitée et sa force proportionnée aux résistances tissulaires.* » Il s'agit plutôt d'une mobilisation cutanée que d'un massage. Il convient d'adapter la technique aux différents stades de maturation cicatricielle. Au préalable, il est donc nécessaire d'évaluer la cicatrice, son état inflammatoire et sa fragilité.

En phase précoce, au cours des premiers mois, il est possible d'intervenir en fonction de l'examen clinique du patient.

En phase séquellaire, lorsque la cicatrisation est complète, la manœuvre consiste à poser les pulpes du pouce et d'un ou de plusieurs doigts de chaque main sur la peau et à « *faire une légère pression des pulpes digitales en direction du pouce, la pression doit être juste suffisante pour former un pli par glissement du tissu cicatriciel sur le plan profond. [...] Réaliser un troisième pli perpendiculaire aux deux premiers par le rapprochement des deux mains, pour ensuite déclencher un mouvement circulaire des pulpes des doigts de chaque main, tout en gardant un temps de retard de la rotation d'une main par rapport à l'autre. Cette manœuvre permet un brassage pétrissage par la succession d'étirements et de compressions des tissus cicatriciels. [...] Plus la cicatrice est ancienne et solide, plus le mouvement peut être rapide et énergique.* »

Quelques règles simples sont à respecter :

- Cette technique ne doit pas être douloureuse ni traumatisante pour les tissus.
- Le MK n'utilise pas d'huile ou de crème (93).
- Les manœuvres ne sont ni des frottements ni des glissements (93,94) ni des pincements (92).
- « *Il ne faut pas rester longtemps à la même place de façon à ne pas provoquer d'échauffement ni d'hyperhémie.* » (92).
- Une peau trop fragile ou une cicatrice trop inflammatoire sont des contre-indications à cette technique.

Le massage dermo-épidermique « *permet une mobilisation de la peau cicatricielle par rapport aux plans sous-dermiques* » (93). Il lève les adhérences, a une action défibrosante, prévient et réduit les rétractions, agit sur l'assouplissement et l'aplanissement du tissu cicatriciel, soulage le prurit et améliore l'aspect cicatriciel (92,95).

- **Massage graduel divergent**

Sa réalisation est proche de celle de la technique précédente. Cependant, dans le massage graduel divergent, une seule main est mobile et réalise un mouvement circulaire, tandis que l'autre main réalise une pression de verrouillage. Pour moduler l'intensité de sa sollicitation, le MK peut adapter la distance entre les pulpes de ses doigts (34). Les objectifs recherchés sont les mêmes que ceux du massage dermo-épidermique.

- **Étirements orthodermiques de « René Morice »**

Une main fixe une zone déterminée en réalisant une pression pulpaire et l'autre main exerce un étirement millimétrique dans le sens inverse de la rétraction (96,97). Cette manœuvre permet d'étirer les fibres de collagène et ainsi de lutter contre la rétraction.

- **Palper-rouler**

Le palper-rouler est une manœuvre qui consiste à soulever la peau sous forme de pli entre les pouces et les index, et à la mobiliser. Il peut être utilisé localement et sur les cicatrices matures. Cette technique présente plutôt un intérêt diagnostique que thérapeutique (34).

- **Pincer de Jacquet-Leroy**

La manœuvre consiste à effectuer un pli de peau entre les pulpes du pouce et de l'index puis à réaliser une torsion. Hebting l'appelle le « pincer-tourner » et l'assimile à un claquement de doigts (98). Cette technique agressive est réservée aux cicatrices anciennes non-inflammatoires. Elle a pour objectif de décoller et d'assouplir les téguments.

- **Mobilisation des tissus mous (*soft tissue mobilization*)**

Cette technique spécifique s'adresse aux différentes couches cutanées ainsi qu'à la partie superficielle des fascias. Elle est basée sur une écoute tissulaire qui détermine la quantité et la direction de la restriction de mobilité. A partir de ces données, elle consiste à

mobiliser les différentes couches tissulaires dans la direction limitée, afin de détruire les adhérences mécaniques (99).

#### - **Dépressomassage**

Le dépressomassage, ou vacuothérapie, est réalisé à l'aide d'un appareil de type LPG®. Il comporte un système d'aspiration qui décolle la peau et crée un pli à mobiliser. Divers réglages sont possibles. Il existe plusieurs têtes de tailles différentes permettant de s'adapter à la surface cicatricielle. L'intensité de la dépression et le type d'aspiration – séquentielle ou continue – sont réglables. L'utilisation d'un mode continu est privilégiée dans le traitement des cicatrices matures (96). Le temps de travail est défini à l'appréciation du thérapeute et en fonction de la maturité cicatricielle. Cependant, il est déconseillé de rester trop longtemps sur la même zone. La technique peut consister en pli roulé ou en un posé-retiré, ce dernier étant préconisé pour traiter les cicatrices fortement adhérentes (100). Les MK privilégient le travail manuel à la vacuothérapie. Le massage instrumental est réalisé en fonction de l'inflammation cicatricielle. Dans la phase non-inflammatoire, lorsque le test de vitropression est négatif (temps de recoloration de la cicatrice supérieur à trois secondes), la technique peut être directement réalisée sur la cicatrice. Au contraire, en phase inflammatoire avec un test de vitropression positif (temps de recoloration de la cicatrice inférieur à trois secondes), la cicatrice doit être travaillée à distance en utilisant de préférence un mode séquentiel (101). La technique est introduite progressivement. En effet, si ces précautions ne sont pas respectées, le dépressomassage risque de majorer l'inflammation par son action hyperhémique. La technique a pour effet un décollement des adhérences sous-cutanées (100), une amélioration de l'élasticité cicatricielle (102), un gain de souplesse et de mobilité (100,103) et une diminution de la douleur et de la sensation de prurit (104,105).

### **2.8.3. Postures et étirements**

Ils sont réalisés de préférence après le massage. Ces techniques ont pour objectif de gagner en longueur et donc de prévenir et traiter les rétractions cutanées. Elles doivent être infra-douloureuses. Les postures en capacité cutané maximale (CCM) visent à placer les deux extrémités d'une chaîne de tension cicatricielle en course externe. Elles sont réalisées dans le sens inverse de la rétraction qui limite souvent le jeu articulaire. L'étirement est global, lent et progressif ; il ne faut pas dépasser le seuil de blanchiment de la zone. Tout mouvement itératif est à proscrire pour ne pas renforcer la rétraction. La posture est maintenue entre 10 à

20 minutes (106). D'autres postures reposent sur l'application de 3 points. Deux points latéraux mettent en tension divergente les berges de la concavité et le point central exerce une poussée au fond de la concavité (106). Des auto-postures sont proposées et expliquées au patient en fonction de ses limitations.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Diagramme de flux

Voici le diagramme de flux en lien avec l'inclusion et l'exclusion des patients de l'étude.

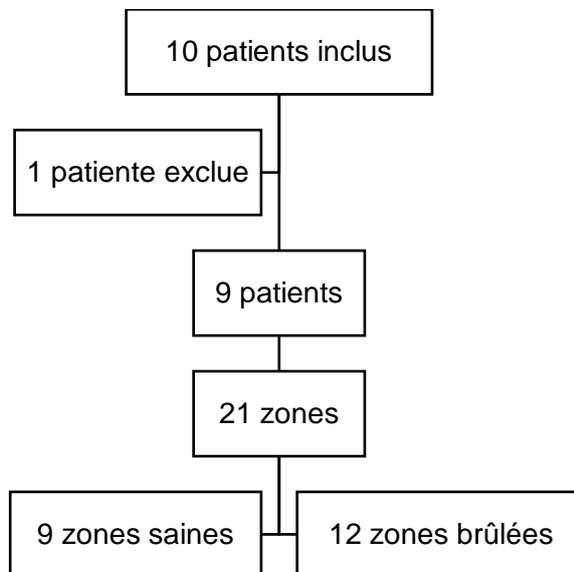


Figure 5 : Diagramme de flux des participants

#### 3.2. Description de la population de l'étude

La population étudiée est composée de 9 sujets, dont 7 hommes et 2 femmes (ratio homme/femme de 3,5). Une patiente a été exclue de l'étude, car la relocalisation de la zone a été mal faite à J17 et la zone était de trop petite taille. Les sujets sont âgés de 19 à 57 ans et l'âge moyen est de 38,2 ans.

Le temps écoulé depuis la brûlure varie de 11 mois à 32 ans. Les brûlures étaient dues à une exposition aux feu, flammes ou fumée, à l'électricité, à une explosion ou à une tentative de suicide.

Tous les patients ont été pris en charge en CTB. La durée d'hospitalisation moyenne était de 2,3 mois. Tous ont également effectué un ou plusieurs séjours en centre de rééducation. Deux patients n'ont pas réalisé de séance de masso-kinésithérapie en cabinet libéral. Tous les patients portent ou ont porté des vêtements compressifs. Concernant les CT, il s'agit de la première pour un patient, et de la deuxième pour 3 patients. Les autres patients en ont déjà réalisées entre 3 et 40.

La surface brûlée totale moyenne est de 37,7 % de la surface corporelle totale, variant de 17 % à 70 % (ANNEXE VII). Tous ont subi des brûlures du 3<sup>e</sup> degré et bénéficié de greffes cutanées. Ils présentent des couleurs de peau très blanche, claire, intermédiaire ou mate. (Tab. I)

Tableau I : Caractéristiques de la population

<b>Ratio homme/femme</b>	3,5
<b>Age moyen</b>	38,2 ans (19 – 57 ans)
<b>Poids moyen</b>	71,6 kg (60 – 100 kg)
<b>Ancienneté de la brûlure</b>	8,4 ans (11 mois – 32 ans)
<b>Durée moyenne hospitalisation</b>	2,3 mois (1 – 4 mois)
<b>CT déjà réalisées</b>	8,3 (0 – 40)
<b>Surface brûlée totale</b>	37,7 % SCT (17 % - 70 % SCT)

### 3.3. Description des zones

Au total, 21 zones de peau ont été étudiées, dont 9 zones saines et 12 zones brûlées. Les localisations des zones brûlées étudiées sont schématisées sur la figure 6. Le nom de chaque zone correspond au numéro du patient, suivi entre parenthèses du numéro de la zone si plusieurs zones brûlées étaient suivies chez ce patient. Les zones 1, 3(1), 4, 5(2), 7(1), 7(2), 8 et 9 ont été greffées, les autres zones non. Les zones 3(1), 4, 5(1), 7(2) et 8 sont hypertrophiques ; les zones 1 et 6 présentent des brides.

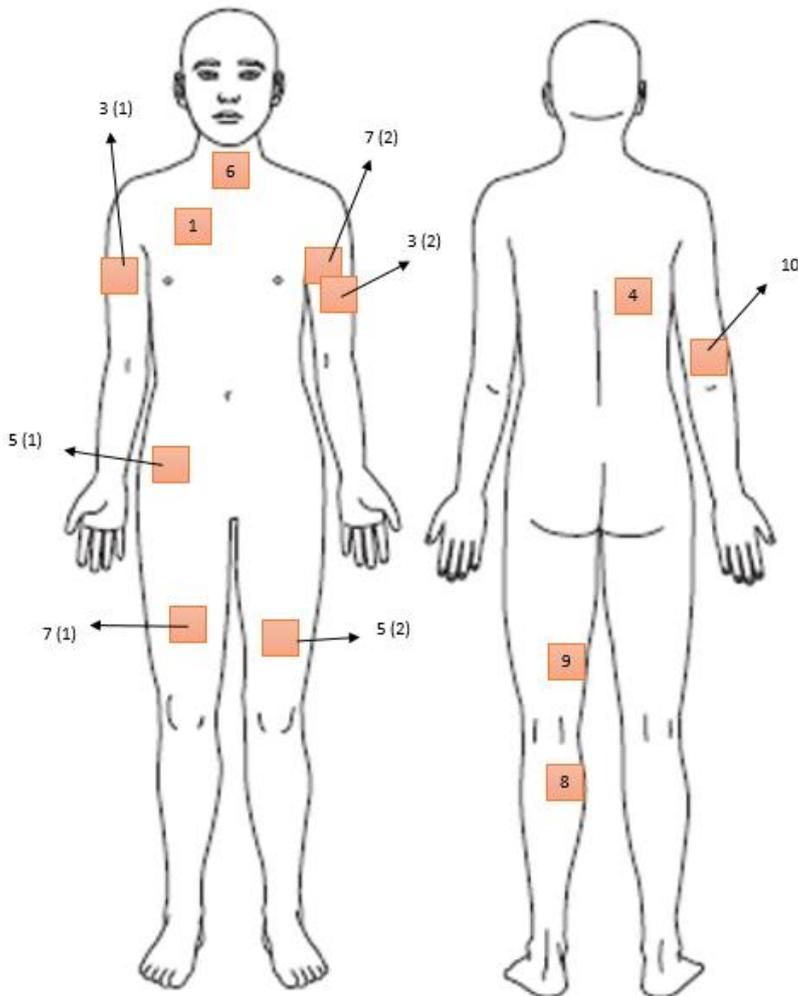


Figure 6 : Localisation des zones brûlées étudiées

Certaines évaluations n'ont pas pu être réalisées ou ne sont pas prises en compte dans les résultats (Fig. 7) :

- Deux patients (9 et 10) ont été perdus de vue à la fin de leur première semaine de cure pour raison sanitaire (fermeture obligatoire de l'établissement en raison de l'épidémie de Covid-19). Nous disposons donc uniquement des données obtenues à J1 ;
- Nous ne prenons pas en compte les valeurs obtenues aux tests réalisés avec le pied à coulisse à J1 pour deux patients (1 et 3), car les dimensions des zones ne correspondaient pas à celles décrites dans le protocole ;
- L'évaluateur 3 n'a pas pu réaliser l'évaluation du patient 6 à J17 et des patients 7 et 8 à J9 car il était absent.

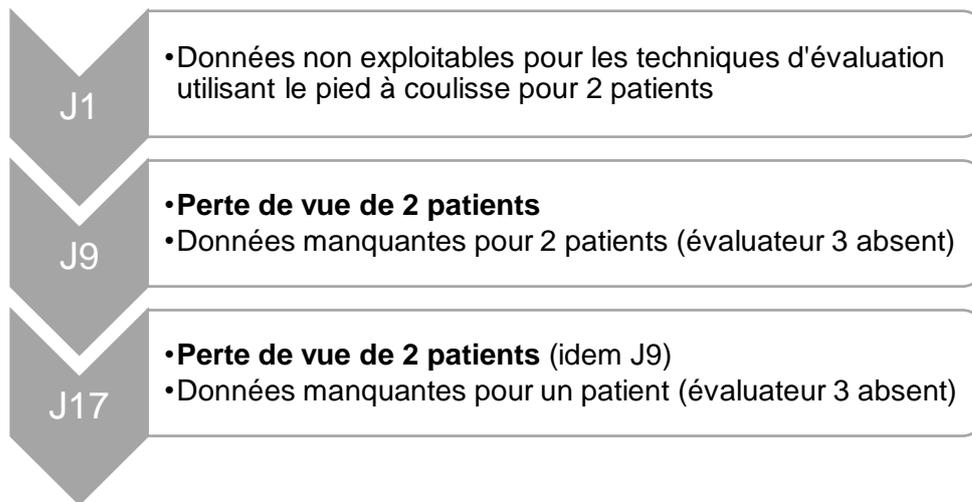


Figure 7 : Données manquantes ou non exploitables

### 3.4. Evolution de la souplesse et de l'extensibilité pendant la cure

Afin de montrer l'évolution entre les valeurs obtenues à J1, J9 et à J17, nous avons utilisé les tests de Friedman et des rangs signés de Wilcoxon. Pour les tests réalisés pour les techniques PL-VSS et Densi-Score®, les valeurs utilisées sont les moyennes des observations des trois évaluateurs pour chaque zone brûlée ; les zones des patients 9 et 10 ne sont pas prises en compte car nous n'avons pas de valeurs à J9 et J17. Pour les tests réalisés pour les techniques rapprochement et écartement avec le pied à coulisse, les valeurs utilisées sont les moyennes des observations des trois évaluateurs pour chaque zone brûlée ; les zones des patients 9 et 10 ne sont pas prises en compte car nous n'avons pas de valeurs à J9 et J17, ainsi que les zones des patients 1 et 3 pour lesquels les données obtenues à J1 ne sont pas exploitables.

Nous avons également utilisé le test des rangs signés de Wilcoxon pour mettre en évidence une différence de souplesse et d'extensibilité entre zones brûlées et zones saines correspondantes. Ces tests ont été réalisés pour les techniques PL-VSS et rapprochement et écartement avec le pied à coulisse. Nous avons utilisé les valeurs moyennes des zones considérées.

L'évaluateur 3 étant absent lors de certaines sessions d'évaluation, nous avons dans ce cas utilisé les moyennes des valeurs des évaluateurs 1 et 2.

### 3.4.1. Souplesse

Entre J1 et J17, nous notons, pour les zones cicatricielles évaluées :

- Une diminution moyenne de 0,75 point à la PL-VSS perpendiculaire ( $p < 0,05$ ) et de 0,62 point à la PL-VSS parallèle ( $p < 0,05$ ).
- Une augmentation moyenne de 0,48 point au Densi-Score® perpendiculaire et de 0,22 point au Densi-Score® parallèle.
- Une augmentation moyenne du rapprochement perpendiculaire de 20 % ( $p < 0,05$ ) et du rapprochement parallèle de 19 %. (Tab. II) (ANNEXE VIII)

Ceci traduit un assouplissement cicatriciel entre le début et la fin de la cure.

### 3.4.2. Extensibilité

Entre J1 et J17, nous notons, pour les zones cicatricielles évaluées, une augmentation moyenne de l'écartement perpendiculaire de 35,9 % et de l'écartement parallèle de 23,9 % (Tab. II) (ANNEXE VIII). Ceci suggère une amélioration de l'extensibilité cicatricielle entre le début et la fin de la cure.

Tableau II : Moyennes globales aux différentes évaluations à J1, J9 et J17 et valeurs p des tests de Friedman et des rangs signés de Wilcoxon (RSW)

	Moyenne J1	Moyenne J9	Moyenne J17	Valeur p test de Friedman	Valeur p RSW J1 vs J9	Valeur p RSW J9 vs J17	Valeur p RSW J1 vs J17
<b>PL-VSS perpendiculaire</b>	1,8 ± 0,61	1,32 ± 0,8	1,05 ± 0,67	0,0350	0,0438	NS	0,0128
<b>PL-VSS parallèle</b>	1,87 ± 0,74	1,53 ± 0,68	1,25 ± 0,71	0,0113	NS	NS	0,0059
<b>Densi-Score® perpendiculaire</b>	2,57 ± 0,99	2,8 ± 1,36	3,05 ± 1,07	NS			
<b>Densi-Score® parallèle</b>	2,63 ± 0,94	2,73 ± 1,18	2,85 ± 1,11	NS			
<b>Rapprochement perpendiculaire</b>	11,68 ± 2,72	12,53 ± 4,88	14,01 ± 3,62	0,0498	NS	NS	0,0156
<b>Rapprochement parallèle</b>	9,78 ± 4,89	11,35 ± 4,37	11,64 ± 6,03	NS			
<b>Ecartement perpendiculaire</b>	2,23 ± 1,06	2,54 ± 0,84	3,04 ± 1,84	NS			
<b>Ecartement parallèle</b>	3,94 ± 3,08	4,26 ± 3,73	4,88 ± 4,37	NS			

NS : non significatif

### 3.4.3. Evolution clinique

Globalement, la majorité des zones brûlées évaluées semblent s'être assouplies entre J1 et J17.

Les zones 4 et 5(1) présentent une très bonne évolution.

- La zone 4 a perdu 1 point au PL-VSS parallèle et plus de 2 points au PL-VSS perpendiculaire. De plus, elle présente une augmentation des valeurs en rapprochement entre J1 et J17, avec notamment une augmentation de 4 mm en rapprochement parallèle.
- La zone 5(1), qui affichait des scores élevés au PL-VSS en début de cure, s'est assouplie entre J9 et J17.

De nombreuses zones présentent une bonne évolution. Les zones 3(1), 3(2), 5(2), 7(1), 7(2) et 8 montrent toutes une diminution de leurs scores PL-VSS entre J1 et J17. Certaines de ces

zones ont augmenté en rapprochement. La zone 7(2) présente une augmentation de 7 mm en rapprochement parallèle.

L'observation de la zone 1 met en évidence une diminution du rapprochement entre J9 et J17 (- 5 mm en rapprochement perpendiculaire). La zone 6 montre peu d'évolution entre J1 et J17.

Concernant l'écartement, les zones 5(1) et 5(2) bénéficient d'une amélioration importante. La zone 5(2) présente une augmentation de 5 mm en écartement parallèle entre J1 et J17. (ANNEXE VIII)

#### **3.4.4. Comparaison des zones saines et brûlées**

Pour les patients 4, 5, 7 et 10, nous avons défini une zone saine controlatérale comparable à la zone brûlée (zone 1 pour les patients 5 et 7). A chaque évaluation, la zone brûlée présente systématiquement un score PL-VSS plus élevée que la zone saine. Concernant les mesures en rapprochement et en écartement, pour chaque patient, les valeurs trouvées en zone saine sont toujours supérieures à celles trouvées en zone brûlée, excepté chez le patient 4 à partir de J9 et chez le patient 7 en rapprochement parallèle à J17 (ANNEXES VIII et IX). Les tests des rangs signés de Wilcoxon pour les techniques PL-VSS et rapprochement et écartement avec le pied à coulisse mettent en évidence une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ). Ainsi, les zones brûlées présentent un manque de souplesse et d'extensibilité par rapport aux zones saines controlatérales.

#### **3.5. Fiabilité inter-évaluateur**

Nous nous intéressons ici uniquement à la fiabilité inter-évaluateur des tests réalisés sur peau brûlée.

Pour le calcul des Kappa de Fleiss pour les techniques PL-VSS et Densi-Score®, nous avons utilisé les valeurs trouvées par chacun des évaluateurs pour les évaluations des zones brûlées réalisées à J1, J9 et J17 ( $n = 28$ ). Nous n'avons pas utilisé les valeurs des sessions d'évaluation au cours desquelles l'évaluateur 3 était absent. Les techniques PL-VSS et Densi-Score® évaluant les zones brûlées présentent une faible concordance inter-évaluateur ( $K < 0,20$ ) (Tab. III) (107).

Tableau III : Valeurs du Kappa de Fleiss (K) pour les techniques PL-VSS et Densi-Score®

Nom du test	K
PL-VSS perpendiculaire	0,203
PL-VSS parallèle	0,148
Densi-Score® perpendiculaire	0,0923
Densi-Score® parallèle	0,0586

Pour le calcul des coefficients de corrélation intra-classes (ICC) pour les techniques utilisant le pied à coulisse, nous avons utilisé les valeurs trouvées par chacun des évaluateurs pour les évaluations des zones brûlées réalisées à J1, J9 et J17 (n = 25). Nous n'avons pas utilisé les valeurs trouvées à J1 pour les patients 1 et 3 (données non exploitables), ni les valeurs des sessions d'évaluation au cours desquelles l'évaluateur 3 était absent. Le calcul des ICC met en évidence :

- Une faible concordance entre les trois évaluateurs pour les techniques de rapprochement perpendiculaire, de rapprochement parallèle et d'écartement perpendiculaire (ICC < 0,5).
- Une bonne concordance entre les trois évaluateurs pour la technique d'écartement parallèle (ICC > 0,75). (Tab. IV) (108)

Les concordances entre deux évaluateurs varient selon la paire d'évaluateurs considérée.

Tableau IV : Valeurs des coefficients de corrélation intra-classes (ICC) pour les techniques de mesure réalisées avec le pied à coulisse

Nom du test	ICC	E1 vs E2	E2 vs E3	E1 vs E3
Rapprochement perpendiculaire	0,176	0,094	0,217	0,41
Rapprochement parallèle	0,48	0,46	0,43	0,69
Ecartement perpendiculaire	0,46	0,48	0,58	0,32
Ecartement parallèle	0,80	0,91	0,76	0,75

E1, E2, E3 : évaluateurs 1, 2, 3

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Analyse et interprétations des résultats

#### 4.1.1. Evolution de la souplesse et de l'extensibilité cutanées

Nos résultats montrent une amélioration de la souplesse cicatricielle lors de la CT chez les patients GB.

Les zones cicatricielles suivies résultent, pour la plupart, de brûlures relativement récentes de moins de deux ans et en phase de remodelage cicatriciel, à l'exception du patient 6. Presque toutes les zones sont greffées. Nous notons de bonnes voire très bonnes évolutions pour les patients réalisant leur première, deuxième ou troisième cure – patients 3, 4, 5, 7 et 8. Cela est en accord avec la littérature qui rapporte que ce sont les premières cures qui permettent d'obtenir les meilleurs résultats (2,6,82).

Les cicatrices inflammatoires mises en évidence chez les patients 3 et 5 ont gagné en souplesse. Nous notons une amélioration des scores PL-VSS et une augmentation des valeurs aux tests en rapprochement entre J1 et J17. De plus, en fin de CT, la zone 5(2) paraît moins rouge et moins inflammatoire mais nous n'avons pas refait de test de vitropression.

Toutes les zones hypertrophiques ont bénéficié d'un gain de mobilité ; et des améliorations sont objectivées que la zone évaluée soit initialement souple ou résistante. La zone 2 du patient 5 est située à la face antérieure de sa cuisse gauche. La première évaluation nous permet de constater que la peau est très fine, très souple et très extensible (valeur de 8 mm à l'écartement parallèle à J1). A J17, la souplesse et l'extensibilité semblent avoir augmenté : les scores PL-VSS ont diminué de 0,67 points et nous notons une augmentation de 5 mm en écartement parallèle. La zone étudiée chez le patient 8 se situe au niveau de la face postérieure de sa jambe gauche. Elle est très épaisse et est incluse dans un placard hypertrophique. A J1, la zone est très dure à la palpation et le pli de peau est difficilement réalisable. Nous observons un assouplissement déjà en première partie de cure avec une diminution au score PL-VSS, l'apparition de ridules au Densi-Score® et une augmentation des valeurs en rapprochement entre J1 et J9.

De plus, il est important d'évaluer les cicatrices situées à proximité de zones fonctionnelles telles que les articulations, car les tensions cutanées peuvent provoquer des phénomènes de rétraction ou d'attraction. La zone 2 du patient 7 se situe à la face médiale de son bras gauche, nous y notons la présence d'un ancrage. Lorsque le patient se place en abduction d'épaule, il se produit une mise en tension de la peau au niveau du creux axillaire. Entre J1 et J17, la souplesse et l'extensibilité s'améliorent, notamment avec une augmentation de 7 mm en rapprochement parallèle.

L'évolution cicatricielle n'est pas toujours constante lors de la cure. Par exemple, la zone 1 du patient 5 se situe au niveau de sa fosse iliaque droite et présente d'importantes hypertrophies. A J1, les scores PL-VSS sont élevés, reflet d'une peau résistante et peu souple. A J9, la cicatrice semble s'être dégradée avec des scores PL-VSS atteignant 3. A la dernière évaluation à J17, la cicatrice a gagné en souplesse et en extensibilité par rapport à J1, constat objectivé par l'augmentation du rapprochement et de l'écartement en utilisant le pied à coulisse. Ainsi, pour cette zone, l'amélioration semble avoir eu lieu sur la deuxième partie de la cure.

Chez deux patients, certains résultats sont contradictoires. Chez la patiente 1, d'une part, nous notons une amélioration des scores PL-VSS (diminution de plus de 0,67 points entre J1 et J17) ; et d'autre part, les valeurs aux tests en rapprochement et en écartement diminuent. Le patient 6 présente un score PL-VSS stable entre J1 et J17, alors que les valeurs aux tests en rapprochement augmentent. Il est difficile d'expliquer ces contradictions : il peut s'agir d'erreurs de mesure lors de l'utilisation du pied à coulisse, de mauvaises évaluations avec la PL-VSS ou d'autres phénomènes. Il est probable que la cicatrice du patient 6 n'évolue plus puisqu'elle a plus de vingt-et-un ans.

Concernant le Densi-Score®, nos résultats montrent une augmentation globale du score. Ceci traduit l'apparition ou l'amplification de ridules superficielles lors de la CT. Plusieurs zones présentent des Densi-Score® élevés, notamment les deux zones étudiées chez le patient 5. Il possède une importante laxité cutanée pouvant être expliquée par un amaigrissement important consécutif à sa brûlure. En effet, l'amyotrophie et la perte de tissu adipeux diminuent l'état de tension cutanée au repos, la peau a donc un aspect distendu.

Nous avons des preuves suggérant que la CT améliore aussi l'extensibilité cicatricielle. En effet, nos résultats mettent en évidence une augmentation globale de l'écartement entre J1 et J17, même si elle n'est pas significative.

Toutes ces améliorations observées peuvent être expliquées par les hypothèses suivantes :

- D'une part, l'association des techniques de traitement permettent de lever les adhérences présentes entre les différentes couches de tissus. Ainsi, lors du plissement horizontal de la peau, nous individualisons plus facilement les couches superficielles. Nous observons donc des plis plus profonds, ce qui augmente le Densi-Score®, et nous obtenons des valeurs en rapprochement plus importantes lors des tests avec le pied à coulisse.
- D'autre part, le traitement entraîne une restructuration et un allongement des fibres de collagène. Ceci augmente l'extensibilité et le test en écartement s'améliore.

Par ailleurs, nous constatons que les zones brûlées présentent quasi-systématiquement une souplesse et une extensibilité moindre que les zones saines correspondantes. Ceci est en faveur d'une validité de construit des méthodes de mesure utilisant le pied à coulisse. La zone saine peut servir de référence lors du suivi d'une zone brûlée chez un patient. Les comparaisons inter-patient ne présentent pas d'intérêt.

#### **4.1.2. Fiabilité des techniques d'évaluation**

Les techniques PL-VSS perpendiculaire et parallèle, Densi-Score® perpendiculaire et parallèle, rapprochement perpendiculaire et parallèle et écartement perpendiculaire présentent une faible concordance inter-évaluateur. La technique d'écartement parallèle présente une bonne concordance inter-évaluateur.

Dans la littérature, les résultats d'études de la fiabilité inter-évaluateur de la PL-VSS sont peu nombreux et variables. Forbes-Duchart *et al.* ont mis en évidence des valeurs Kappa de 0,12, 0,13 et 0,38 pour la concordance inter-évaluateur deux par deux. Nous trouvons des résultats assez proches, mais cette comparaison doit être faite avec prudence car, contrairement à Forbes-Duchart *et al.*, nous avons testé la fiabilité entre trois évaluateurs.

Baryza *et al.* ont trouvé une fiabilité bien plus importante ( $K = 0,71$ ), mais ils n'indiquent pas le nombre d'évaluateurs.

Concernant les techniques d'évaluation utilisant le pied à coulisse, les résultats nous montrent que :

- La fiabilité aux tests en rapprochement perpendiculaire et parallèle est la meilleure entre les évaluateurs 1 (étudiante) et 3 (un des MK).
- La fiabilité au test en écartement perpendiculaire est la meilleure entre les évaluateurs 2 et 3 (les MK).
- La fiabilité au test en écartement parallèle est la meilleure entre les évaluateurs 1 (étudiante) et 2 (un des MK).

Ceci peut être expliqué par la tendance des évaluateurs 2 et 3 à obtenir respectivement des valeurs plus élevées que les autres évaluateurs aux tests en rapprochement et en écartement (ANNEXE X). Les valeurs trouvées dépendent directement de la pression manuelle exercée lors des tests. Cette pression varie d'un individu à l'autre. Ceci constitue une limite à la reproductibilité inter-évaluateur.

En observant l'évolution des valeurs trouvées par les trois évaluateurs aux tests en rapprochement et en écartement entre J1, J9 et J17 (ANNEXE X), dans certains cas, les courbes obtenues sont parallèles. Le cas échéant, cela signifie que les évaluateurs observent des changements identiques mais avec des intensités différentes. Ce qui est le plus important pour suivre l'évolution cicatricielle avec fiabilité est le fait que chaque évaluateur exerce une pression constante à chaque évaluation.

La fiabilité des tests en rapprochement et en écartement n'étant pas toujours la meilleure au sein de la même paire d'évaluateurs, il ne semble pas nécessaire d'être spécialisé en brûlologie pour mettre en œuvre les techniques d'évaluation utilisant le pied à coulisse.

Les valeurs en mm obtenues aux tests en écartement sont globalement moins importantes que celles obtenues aux tests en rapprochement. La fiabilité inter-évaluateur est meilleure pour les tests en écartement qu'en rapprochement. Ceci peut être dû aux variations qui semblent moins importantes lorsque les évaluateurs trouvent des valeurs millimétriques plus faibles.

#### **4.2. Biais dans le recueil des données**

L'étude comporte différents biais.

Nous n'avons pas inclus tous les patients présentant les critères de sélection définis par manque de temps. Nous avons privilégié l'inclusion de patients présentant des brûlures récentes. Ceci constitue un biais de sélection. De plus, les informations collectées dans la fiche de renseignements sont déclaratives, nous n'avons pas vérifié leur véracité.

Plusieurs biais de mesure sont présents. En effet, différentes erreurs ont pu se produire. Lors du recueil des données, les évaluateurs ont pu faire des erreurs de lecture des valeurs pour les techniques utilisant le pied à coulisse, confondre les notions de manœuvres perpendiculaire ou parallèle, ou encore faire des erreurs de transcription des valeurs dans le tableau papier. De plus, l'enregistrement des valeurs dans le tableau Excel® a pu donner lieu à des erreurs de recopie, même si les données étaient systématiquement revérifiées. Par ailleurs, il existe des biais de mesure dus aux évaluateurs. Ceux-ci ont eu peu de temps pour se familiariser avec les techniques d'évaluation et ont donc été peut-être moins précis au début qu'à la fin de l'étude. Sullivan *et al.* (36) préconisent une familiarisation de trois à quatre mois avec la VSS avant son utilisation, ce qui n'a pas été possible dans notre protocole. Les évaluateurs ont pu aussi avoir tendance à exagérer les valeurs trouvées à J9 ou J17 pour influencer de manière positive les résultats. Enfin, il y a un risque d'erreur lors de la relocalisation des zones cutanées évaluées à J9 et J17. Un léger décalage du tracé du carré de 50 x 50 mm peut être induit et entraîner une mauvaise reproductibilité de mesure de la zone, particulièrement avec les techniques utilisant le pied à coulisse. Afin d'éviter ces différents biais de mesure, plusieurs méthodes auraient pu être mises en place. Chaque évaluateur aurait pu répéter deux fois les techniques d'évaluation et nous aurions calculé la moyenne des deux valeurs trouvées. Pour se familiariser avec les différentes techniques d'évaluation, les trois évaluateurs auraient pu réaliser ensemble des pré-tests sur des patients brûlés. Pour éviter la potentielle exagération des valeurs, nous aurions pu avoir recours à des évaluateurs externes.

Il existe aussi un important biais d'attrition. En effet, une patiente a été exclue de l'étude, deux patients ont été perdus de vue à la fin de leur première semaine de cure, des données sont manquantes pour trois patients et les valeurs obtenues des évaluations avec le pied à coulisse sont inexploitables pour deux patients à J1.

### **4.3. Positionnement par rapport à l'état des lieux de la littérature**

#### **4.3.1. Intérêts**

Actuellement, la prise en charge des soins de la CT dont bénéficient les GB est assurée par l'Assurance Maladie. Le remboursement est effectué à hauteur de deux cures par an les années suivant la brûlure, puis une cure par an.

Plusieurs articles (1,79,83) affirment que l'efficacité de la prise en CT des GB n'est plus discutée. Cependant, notre état des lieux de la littérature ne présente aucune étude puissante se basant sur des critères objectifs prouvant les bienfaits de cette thérapeutique. Les résultats de notre protocole montrent une amélioration de la souplesse cicatricielle chez les patients GB suite à une CT de trois semaines à la station de Saint-Gervais Mont Blanc. Ceci va dans le sens des données trouvées dans la littérature, souvent basées sur des observations empiriques.

Quelques auteurs ont mis au point des protocoles étudiant l'évolution de la souplesse cutanée chez les patients GB lors d'une CT. Dans son étude incluant 31 patients réalisant une CT à Lavey-les-Bains (Suisse), Moufarrij a évalué 75 zones cicatricielles et a mis en évidence une amélioration de tous les paramètres de la VSS – souplesse, vascularisation, pigmentation et épaisseur (76). Deux autres études (73,74) présentent des résultats assez proches. Elles ont évalué des cicatrices, l'une chez 14 adultes, l'autre chez 28 enfants, réalisant tous une CT. Les résultats montrent une amélioration significative de l'item élasticité de la POSAS, mais aucune évolution significative des mesures objectives de l'élasticité.

#### **4.3.2. Limites**

Notre protocole nous a permis d'évaluer la souplesse et l'extensibilité cicatricielles, mais d'autres paramètres évoluent aussi au cours de la cure, tels que l'inflammation, la couleur, le prurit, l'épaisseur cicatricielle ou encore les amplitudes articulaires. Il serait intéressant de suivre leur évolution.

Il est difficile de dire si l'amélioration observée de la souplesse cutanée est due aux soins dispensés lors de la CT ou si elle repose uniquement sur l'évolution spontanée de la

cicatrice (2,5). Des études avec un groupe contrôle ne réalisant pas la cure pourraient être envisagées.

Les soins de la cure ont une synergie d'action, mais il serait intéressant d'évaluer les effets spécifiques de chaque traitement. Il semblerait que des phénomènes mécaniques soient à l'origine du gain de souplesse et d'extensibilité cicatricielles. L'assouplissement cutané est permis par les douches filiformes, le massage cicatriciel (1,5,79,81) et la vacuothérapie (5). Ces techniques entraînent une levée adhérentielle (5,80), une restauration des plans de glissement (81) ainsi qu'une restructuration des fibres de collagène et d'élastine aboutissant à la formation d'une peau plus malléable (4,76). Des études ont montré que le massage cicatriciel seul peut améliorer la souplesse cutanée (94,109). Ceci serait permis par la rupture du tissu cicatriciel fibreux (94,110).

#### **4.4. Apports et limites pour la pratique professionnelle**

##### **4.4.1. Apports des techniques d'évaluation**

Notre étude s'inscrit dans une démarche d'évaluation de l'efficacité de plusieurs traitements, notamment masso-kinésithérapiques avec le massage cicatriciel et la vacuothérapie. A ce jour, il n'existe pas de recommandations internationales concernant les techniques de massage à mettre en œuvre et leur modalité d'application dans le cas des cicatrices de brûlures (109). Le MK cherche à redonner mobilité et souplesse aux téguments. Pour évaluer ces paramètres, des outils existent mais il s'agit d'échelles subjectives peu fiables (18) ou d'appareils de mesure trop coûteux. Nous avons tenté de trouver une alternative à ces méthodes d'évaluation permettant une possible application en pratique courante. La prise en charge de patients GB en cabinet de kinésithérapie est rare et le MK peut se sentir démuni devant ce type de pathologie. Nous avons voulu tester un système se basant sur des données quantitatives et semi-quantitatives et permettant de réévaluer régulièrement l'évolution cicatricielle. Les différentes techniques d'évaluation utilisées – PL-VSS, Densi-Score® et mesures avec le pied à coulisse – sont économiques, nécessitent peu de matériel supplémentaire et sont faciles et rapides à mettre en œuvre. Bien entendu, d'autres évaluations complémentaires permettent le suivi de brûlures en phase ambulatoire : la photographie, le test de vitropression et les questionnaires de qualité de vie.

#### 4.4.2. Limites et subjectivité des techniques d'évaluation

Dans l'évaluation du patient GB, il ne faut pas se restreindre à l'examen d'une petite zone cutanée. La cicatrice doit être considérée dans une approche globale, où il convient d'évaluer prioritairement les limitations d'amplitudes articulaires.

Dans notre protocole, chacune des techniques d'évaluation employées présente une part de subjectivité.

- L'échelle PL-VSS constitue une appréciation palpatoire subjective.
- L'outil Densi-Score® permet d'attribuer un score reposant sur une observation visuelle subjective. A l'origine, il a été conçu pour évaluer la densité cutanée (86). Nous avons supposé que cet outil serait approprié pour l'évaluation de la souplesse de cicatrices de brûlures : l'apparition de ridules lors de la cure reflèterait un assouplissement. Ainsi, plus le score est élevé, plus la cicatrice serait souple. Pour la peau saine, Batisse *et al.* ont démontré (87) dans une étude sur le vieillissement cutané que l'élasticité diminue lorsque le score augmente. Nos populations n'étant pas les mêmes, et la peau saine et la peau cicatricielle n'étant pas comparables, notre hypothèse n'est pas incompatible avec leur conclusion. Dans notre protocole, l'étude de la fiabilité inter-évaluateur a mis en évidence une faible concordance. Globalement, chez la plupart des patients, le Densi-Score® augmente lorsque le score PL-VSS diminue, mais nous n'avons pas réalisé de test de corrélation.
- Les techniques utilisant le pied à coulisse permettent une évaluation quantitative mais subjective malgré tout. Habituellement, le pied à coulisse est plutôt employé pour mesurer les dimensions cicatricielles. Nous avons adapté son utilisation pour quantifier la souplesse et l'extensibilité cutanées. Les valeurs trouvées dépendent directement de la pression manuelle exercée et varient donc d'un évaluateur à l'autre. Certaines zones sont compliquées à évaluer avec le pied à coulisse. Pour cette raison, nous avons dû exclure la patiente 2 de l'étude car la zone de la joue était trop petite pour pouvoir tracer un carré de 50 mm de côté et réaliser les tests. Nous avons déjà constaté cette limite sur d'autres zones que nous avons décidées d'exclure d'emblée.

Nous émettons quelques réserves quant aux tests en écartement. En effet, les valeurs obtenues sont faibles, de 3 mm en moyenne. Nous ne connaissons pas notre précision lors de la réalisation des tests, mais nous estimons qu'elle se situe autour de 1 mm. Ainsi, il est difficile de détecter les modifications de faibles amplitudes. De plus, lors des prises

de mesure avec le pied à coulisse, nous avons remarqué pour certaines zones un phénomène empêchant d'obtenir des valeurs justes. Les zones en question sont celles situées au niveau des membres et du cou. Lors du test en écartement perpendiculaire, le carré est étiré en suivant la surface arrondie de la région corporelle (Fig. 8). Lorsque l'évaluateur prend la mesure, les branches du pied à coulisse se projettent en regard des côtés du carré et la distance mesurée correspond au segment bleu. Ceci minimise la distance réelle symbolisée par la courbe rouge.

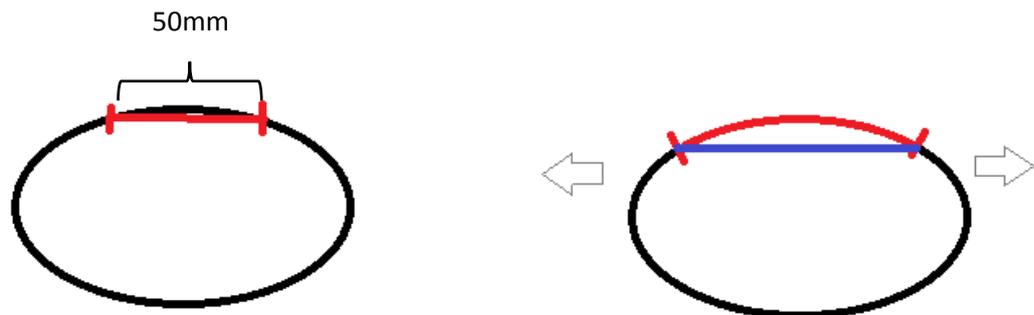


Figure 8 : Schématisation du problème rencontré lors du test en écartement perpendiculaire

Ainsi, pour les zones concernées, il serait judicieux de ne pas tenir compte des valeurs obtenues lors du test en écartement perpendiculaire.

D'autres méthodes d'évaluation de la souplesse et de l'extensibilité cicatricielles auraient pu être envisagées. Pour quantifier le pli de peau, la pince de type Harpenden est souvent utilisée, mais elle permet de mesurer l'épaisseur du pli cutané plutôt que sa souplesse. C'est pour cette raison que nous lui avons préféré le pied à coulisse. Concernant l'évaluation de l'extensibilité cutanée, le test en écartement que nous avons imaginé ressemble fortement à celui décrit par Gavroy (100). Il réalise la mesure à l'aide d'un mètre-ruban et en définissant deux points séparés de 1 à 5 cm. Nous avons préféré fixer une distance initiale de 5 cm, afin d'obtenir des valeurs d'écartement suffisamment élevées pour être détectables par le pied à coulisse. La méthode instrumentale par extension repose sur le même principe : l'extensometer permet d'appliquer des contraintes similaires à la peau. Comme Girbon (111), nous aurions pu adopter une stratégie plus globale en nous intéressant à l'extensibilité cutanée de tout un membre ou segment de membre. Ceci nous aurait permis d'obtenir des mesures centimétriques, plus importantes, améliorant ainsi notre précision. Une autre méthode a retenu

notre attention : l'Adheremeter (69). Cet outil bon marché semble simple d'utilisation et fournit des données quantitatives et fiables.

#### **4.4.3. Recommandations pour l'évaluation cicatricielle avec les outils Densi-Score® et pied à coulisse**

Nous formulons quelques recommandations concernant le suivi de la souplesse et de l'extensibilité de zones cicatricielles épidermisées chez le patient GB en kinésithérapie. Tout d'abord, il convient de standardiser les conditions d'évaluation : le patient doit adopter une position déterminée, retirer ses vêtements compressifs cinq minutes avant l'évaluation et les conditions thermiques doivent être constantes. Les zones étudiées doivent être choisies en fonction de leur intérêt clinique et de leur localisation, elles doivent être faciles d'accès. Les pieds, les mains, le visage, le cuir chevelu, les organes génitaux et les zones comportant des reliefs osseux sont des zones peu aisées à évaluer avec les méthodes présentées. Chez un même patient, il est possible de définir plusieurs zones à suivre. De plus, il est intéressant d'évaluer la zone saine controlatérale à la zone brûlée étudiée, si elle existe, afin de fixer un objectif de récupération.

Pour les méthodes en rapprochement et en écartement avec le pied à coulisse, nous conseillons de définir une zone suffisamment grande, de 50 x 50 mm par exemple. De plus, il est nécessaire d'avoir une bonne méthode de relocalisation de la zone, la photographie peut être un outil précieux. Il est important d'exercer une pression horizontale en rapprochement et/ou en écartement la plus constante possible d'une évaluation à l'autre. Nos résultats montrent une faible concordance inter-évaluateur pour ces techniques, à l'exception de l'écartement parallèle qui présente une bonne fiabilité. Ainsi, l'évaluateur se doit d'être critique par rapport aux valeurs obtenues avec les différentes méthodes. Nous conseillons de ne pas utiliser la technique en écartement perpendiculaire au niveau des membres et du cou pour les raisons pré-citées.

Compte tenu de la faible fiabilité inter-évaluateur et l'absence de validation de cette technique, l'utilisation du Densi-Score® n'est pas recommandée en premier lieu pour l'évaluation cicatricielle. Cependant, cet appareil permet de produire un plissement cutané standardisé. Il pourrait apporter des informations supplémentaires dans le suivi cicatriciel,

puisqu'il permet de caractériser l'aspect et le comportement de la cicatrice lors de sa compression horizontale.

Enfin, il est essentiel de coupler les données quantitatives obtenues à un bilan clinique.

#### **4.5. Perspectives d'approfondissement**

Il serait intéressant de reproduire cette étude en incluant un plus grand nombre de sujets, et notamment des patients présentant des cicatrices anciennes. Nous nous sommes penchés sur la fiabilité inter-évaluateur de plusieurs méthodes d'évaluation, mais un calcul de la fiabilité intra-évaluateur pourrait aussi être envisagé. D'autres outils d'évaluation de la souplesse et de l'extensibilité cutanées pourraient être employés, notamment l'Adheremeter qui semble très adapté mais qui n'a pas encore été testé sur cicatrices de brûlures (69).

Par ailleurs, d'autres éléments du bilan du patient brûlé méritent d'être suivis tels que l'inflammation, le prurit et l'épaisseur cicatricielle. L'échographie est une technique d'imagerie non-invasive qui pourrait permettre de mesurer l'évolution de l'épaisseur cicatricielle au cours d'une CT.

Enfin, il serait intéressant de faire le lien entre la souplesse mesurée et le ressenti du patient. En début de cure, les patients interrogés nous disent « se sentir à l'étroit » ou avoir une impression de « peau cartonnée ». Puis, au fil des séances, ils nous font part d'une sensation d'assouplissement. La peau est l'organe sensoriel du toucher, les patients sont donc les plus à même de sentir et de décrire les changements qui s'y opèrent.

### **5. CONCLUSION**

Le patient GB peut présenter divers troubles de la cicatrisation, telles que l'hypertrophie, les rétractions et les adhérences. Ces déficiences conduisent à une perte de souplesse et d'extensibilité par rapport à la peau saine. Notre étude a permis de mettre en évidence une amélioration de la souplesse cicatricielle chez ces patients au cours d'une CT. Nous avons également des preuves suggérant un gain d'extensibilité cicatricielle. Les techniques d'évaluation utilisées (PL-VSS, Densi-Score®, rapprochement et écartement avec un pied à

coulisse) présentent pour la plupart de faibles fiabilités inter-évaluateur, sauf la technique en écartement parallèle pour laquelle une bonne fiabilité inter-évaluateur a été mise en évidence.

Aujourd'hui, la CT du patient GB est une pratique quasi-exclusivement française. Son efficacité est certaine, mais repose sur un accord entre experts. Dans une démarche de pratique basée sur les preuves, de nouvelles études devraient être envisagées afin d'objectiver les diverses observations empiriques qui font consensus chez les professionnels spécialistes en brûlologie. Le manque d'étude sur le sujet semble en lien avec l'absence d'outil gold-standard pour l'évaluation cicatricielle. Par ailleurs, il n'existe pas, en kinésithérapie, de recommandations internationales concernant le massage cicatriciel de brûlures.

L'enjeu porte aussi sur la question de l'accessibilité à la CT par tous les GB qui en ont besoin. Les barrières devraient être étudiées, notamment le frein économique, puisque le coût du logement et du déplacement incombe la plupart du temps au patient.

Grâce à son efficacité notable dans de nombreuses pathologies cutanées, la crénothérapie en dermatologie voit émerger de nouvelles indications (112). Au cœur de l'équipe thermale, le MK possède une place importante auprès de patients présentant d'autres types de cicatrices, notamment chirurgicales ou post-radiothérapie.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Guerrero D. Cure thermale et séquelles de brûlures. *Ann Dermatol Vénéréologie*. janv 2020;147(1):1S33-6.
2. Jacquemin-Sablon JL. Brûlures et crénothérapie. *Cah Kinésithér*. 1989;137(3):60-4.
3. Sonneck J. Le traitement thermal des séquelles cicatricielles de brûlures. *Ann Réadapt Médecine Phys*. janv 1998;41(6):371.
4. Cruz P, Amaral S, Ribeiro A, Rodrigues M, Cantista P. Hydrotherapy in the rehabilitation process in burned patients: a literature review. *Boletim Soc Esp Hidrol Medica*. 2018;33(S1):200-1.
5. Correia N, Binet A, Caliot J, Poli Merol M-L, Bodin F, François-Fiquet C. Place du thermalisme en chirurgie plastique. *Ann Chir Plast Esthét*. févr 2016;61(1):16-22.
6. Rochet J, Wassermann D, Carsin H, Desmoulière A, Aboiron H, Birraux D, Chiron C, Delaroa C, Legall M, Legall F, Scharinger E et Schmutz S. Rééducation et réadaptation de l'adulte brûlé. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, 26-280-C-10, 1998, 27 p. Disponible sur: <https://docplayer.fr/22338819-Reeducation-et-readaptation-de-l-adulte-brule.html>
7. L'histoire des thermes [Internet]. Les Thermes - Saint-Gervais Mont-Blanc. [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.thermes-saint-gervais.com/les-thermes-saint-gervais/histoire-des-thermes/>
8. Sonneck J. Le traitement thermal des cicatrices [Internet]. 2006 [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.cicatrisation.info/le-traitement-thermal-des-cicatrices.html>
9. Association Française pour la Recherche Thermale. Etat des lieux des travaux de recherche financés par l'AFRETH [Internet]. [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.afreth.org/Synthese-travaux-AFRETh.pdf>
10. Conseil National des Exploitants thermaux. Thermalisme et santé publique : vers de nouvelles convergences. Livre blanc [Internet]. 2008 févr [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.afreth.org/LBlanc.pdf>
11. Rochet JM, Hareb F. Brûlure et rééducation. *Pathol Biol*. mars 2002;50(2):137-49.
12. Chekaroua K, Foyatier J-L. Traitement des séquelles de brûlures : généralités. *EMC - Chir*. avr 2005;2(2):153-61.
13. van der Wal MBA, Verhaegen PDHM, Middelkoop E, van Zuijlen PPM. A Clinimetric Overview of Scar Assessment Scales: *J Burn Care Res*. 2012;33(2):e79-87.
14. Brusselaers N, Pirayesh A, Hoeksema H, Verbelen J, Blot S, Monstrey S. Burn Scar Assessment: A Systematic Review of Different Scar Scales. *J Surg Res*. nov 2010;164(1):e115-23.

15. Simons M, Tyack Z. Health Professionals' and Consumers' Opinion: What Is Considered Important When Rating Burn Scars From Photographs?: *J Burn Care Res.* mars 2011;32(2):275-85.
16. Forbes-Duchart L, Cooper J, Nedelec B, Ross L, Quanbury A. Burn Therapists' Opinion on the Application and Essential Characteristics of a Burn Scar Outcome Measure: *J Burn Care Res.* sept 2009;30(5):792-800.
17. McOwan CG, MacDermid JC, Wilton J. Outcome measures for evaluation of scar: A literature review. *J Hand Ther.* avr 2001;14(2):77-85.
18. Lee KC, Bamford A, Gardiner F, Agovino A, ter Horst B, Bishop J, et al. Investigating the intra- and inter-rater reliability of a panel of subjective and objective burn scar measurement tools. *Burns.* sept 2019;45(6):1311-24.
19. Hussain SH, Limthongkul B, Humphreys TR. The Biomechanical Properties of the Skin: *Dermatol Surg.* févr 2013;39(2):193-203.
20. Dréno B. Anatomie et physiologie de la peau et de ses annexes. *Ann Dermatol Vénéréologie.* oct 2009;136:S247-51.
21. World Health Organization. Brûlures [Internet]. 2018 [cité 18 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/burns>
22. Paget L, Thélot B. Les victimes de brûlures hospitalisées en France métropolitaine en 2014 et évolution depuis 2009. Synthèse. [Internet]. Saint-Maurice: Santé publique France; 2018 juin [cité 18 mars 2018] 12 p. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/traumatismes/brulures/documents/rapport-synthese/les-victimes-de-brulures-hospitalisees-en-france-metropolitaine-en-2014-et-evolution-depuis-2009>
23. Remy C, Jacquemin D, Massage P, Damas P, Rousseau A-F. La prise en charge précoce du patient brûlé en kinésithérapie. *Réanimation.* sept 2013;22(5):543-51.
24. Girard D, Desmoulière A. Cicatrisation normale et hypertrophique, influence de l'environnement mécanique. *Rev Francoph Cicatrisation.* juill 2018;2(3):12-6.
25. Jaudoin D, Mathieu Y, Kints A, Galaup F, Blanchon B, Gauthier J-C. La kinésithérapie des cicatrices post-brûlures : problématique fonctionnelle, évaluation clinique spécifique et incidences thérapeutiques. *Ann Kinésithér.* avr 2005;5(40):16-25.
26. Canizares F, Chavoïn J, Soubirac L, Foucras L, Fossat S, Mojallal A et Grolleau JL. Cicatrices cutanées défectueuses. *Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique,* 45-012, 2003, 10 p. Disponible sur: <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/spiral-files/download?mode=inline&data=2099614>
27. Joodaki H, Panzer MB. Skin mechanical properties and modeling: A review. *Proc Inst Mech Eng [H].* avr 2018;232(4):323-43.

28. Daly CH. Biomechanical Properties of Dermis. *J Invest Dermatol.* juill 1982;79(1):17-20.
29. Langer K. On the anatomy and physiology of the skin. *Br J Plast Surg.* oct 1978;31(4):277-8.
30. Held M, Rahmanian-Schwarz A, Rothenberger J, Schiefer J, Janghorban Esfahani B, Schaller HE, et al. Alteration of biomechanical properties of burned skin. *Burns.* juin 2015;41(4):789-95.
31. Clark JA, Cheng JCY, Leung KS. Mechanical properties of normal skin and hypertrophic scars. *Burns.* sept 1996;22(6):443-6.
32. Marduel Y. Chapitre 48 : Filière de soins aux brûlés. In: *Les brûlures* [Internet]. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010 [cité 24 mars 2020]. p. 443-6. Disponible sur: <http://site.ebrary.com/id/10538489>
33. HAS. Vêtements compressifs sur mesure pour grands brûlés [Internet]. 2013 sept [cité 25 mars 2020] p. 46. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-09/rapport\\_devaluation\\_des\\_vetements\\_compressifs\\_sur\\_mesure\\_pour\\_grands\\_brues\\_24\\_septembre\\_2013.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-09/rapport_devaluation_des_vetements_compressifs_sur_mesure_pour_grands_brues_24_septembre_2013.pdf)
34. Guillot M. Chapitre 23 : Principes généraux de rééducation fonctionnelle du brûlé. In: *Les brûlures* [Internet]. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2010 [cité 14 mars 2020]. p. 233-49. Disponible sur: <http://site.ebrary.com/id/10538489>
35. Carrière ME, Pijpe A, van Zuijlen PPM, Middelkoop E. Des échelles pour évaluer les cicatrices. *Rev Francoph Cicatrisation.* juill 2018;2(3):22-5.
36. Sullivan T, Smith J, Kermode J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the Burn Scar: *J Burn Care Rehabil.* mai 1990;11(3):256-60.
37. Nguyen T, Feldstein S, Shumaker P, Krakowski A. A review of scar assessment scales. *Semin Cutan Med Surg.* mars 2015;34(1):28-36.
38. Baryza MJ, Baryza GA. The Vancouver Scar Scale: An Administration Tool and Its Interrater Reliability: *J Burn Care Rehabil.* sept 1995;16(5):535-8.
39. Tompkins RG, Nedelec BG, Shankowsky HA. Rating the resolving hypertrophic scar: Comparison of the Vancouver Scar Scale and scar volume. *J Burn Care Rehabil.* juin 2000;21(3):205-12.
40. Forbes-Duchart L, Marshall S, Strock A, Cooper JE. Determination of Inter-Rater Reliability in Pediatric Burn Scar Assessment Using a Modified Version of the Vancouver Scar Scale: *J Burn Care Res.* mai 2007;28(3):460-7.
41. Tyack Z, Simons M, Spinks A, Wasiak J. A systematic review of the quality of burn scar rating scales for clinical and research use. *Burns.* févr 2012;38(1):6-18.

42. Draaijers LJ, Tempelman FRH, Botman YAM, Tuinebreijer WE, Middelkoop E, Kreis RW, et al. The Patient and Observer Scar Assessment Scale: A Reliable and Feasible Tool for Scar Evaluation: *Plast Reconstr Surg.* juin 2004;113(7):1960-5.
43. van de Kar AL, Corion LUM, Smeulders MJC, Draaijers LJ, van der Horst CMAM, van Zuijlen PPM. Reliable and Feasible Evaluation of Linear Scars by the Patient and Observer Scar Assessment Scale: *Plast Reconstr Surg.* août 2005;116(2):514-22.
44. Beausang E, Floyd H, Dunn KW, Orton CI, Ferguson MWJ. A New Quantitative Scale for Clinical Scar Assessment: *Plast Reconstr Surg.* nov 1998;102(6):1954-61.
45. Durani P, McGrouther DA, Ferguson MWJ. Current scales for assessing human scarring: A review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* juin 2009;62(6):713-20.
46. Simons M, Ziviani J, Thorley M, McNee J, Tyack Z. Exploring Reliability of Scar Rating Scales Using Photographs of Burns From Children Aged up to 15 Years: *J Burn Care Res.* 2013;34(4):427-38.
47. Jaudoin D, Mathieu Y, Kints A, Galaup F, Blanchon B, Gauthier J. La kinésithérapie des cicatrices post-brûlures : problématique fonctionnelle, évaluation clinique spécifique et incidences thérapeutiques. *Ann Kinésithér.* avr 2005;5(40):16-25.
48. Lee KC, Dretzke J, Grover L, Logan A, Moiemmen N. A systematic review of objective burn scar measurements. *Burns Trauma.* 1 déc 2016;4:s41038-016-0036-x.
49. Nedelec B, Correa JA, Rachelska G, Armour A, LaSalle L. Quantitative Measurement of Hypertrophic Scar: Intrarater Reliability, Sensitivity, and Specificity: *J Burn Care Res.* mai 2008;29(3):489-500.
50. Nedelec B, Correa JA, Rachelska G, Armour A, LaSalle L. Quantitative Measurement of Hypertrophic Scar: Interrater Reliability and Concurrent Validity: *J Burn Care Res.* mai 2008;29(3):501-11.
51. Rennekampff H-O, Rabbels J, Reinhard V, Becker ST, Schaller H-E. Comparing the Vancouver Scar Scale With the Cutometer in the Assessment of Donor Site Wounds Treated With Various Dressings in a Randomized Trial: *J Burn Care Res.* mai 2006;27(3):345-51.
52. Draaijers LJ, Botman YAM, Tempelman FRH, Kreis RW, Middelkoop E, van Zuijlen PPM. Skin elasticity meter or subjective evaluation in scars: a reliability assessment. *Burns.* mars 2004;30(2):109-14.
53. Gankande TU, Duke JM, Danielsen PL, DeJong HM, Wood FM, Wallace HJ. Reliability of scar assessments performed with an integrated skin testing device – The DermaLab Combo®. *Burns.* déc 2014;40(8):1521-9.
54. Anthonissen M, Daly D, Fieuws S, Massagé P, Van Brussel M, Vranckx J, et al. Measurement of elasticity and transepidermal water loss rate of burn scars with the Dermalab®. *Burns.* mai 2013;39(3):420-8.

55. Lim KH, Chew CM, Chen PCY, Jeyapalina S, Ho HN, Rappel JK, et al. New extensometer to measure in vivo uniaxial mechanical properties of human skin. *J Biomech.* 2008;41(5):931-6.
56. Bartell TH, Monafo WW, Mustoe TA. A New Instrument for Serial Measurements of Elasticity in Hypertrophic Scar: *J Burn Care Rehabil.* nov 1988;9(6):657-60.
57. Oliveira GV, Chinkes D, Mitchell C, Oliveras G, Hawkins HK, Herndon DN. Objective Assessment of Burn Scar Vascularity, Erythema, Pliability, Thickness, and Planimetry. *Dermatol Surg.* 21 mars 2006;31(1):48-58.
58. Boyce ST, Supp AP, Wickett RR, Hoath SB, Warden GD. Assessment With the Dermal Torque Meter of Skin Pliability After Treatment of Burns With Cultured Skin Substitutes: *J Burn Care Rehabil.* janv 2000;21(1):55-63.
59. Katz SM, Frank DH, Leopold GR, Wachtel TL. Objective Measurement of Hypertrophic Burn Scar: A Preliminary Study of Tonometry and Ultrasonography: *Ann Plast Surg.* févr 1985;14(2):121-7.
60. Esposito G, Ziccardi P, Scioli M, Pappone N, Scuderi N. The Use of a Modified Tonometer in Burn Scar Therapy: *J Burn Care Rehabil.* janv 1990;11(1):86-90.
61. Lye I, Edgar DW, Wood FM, Carroll S. Tissue Tonometry Is a Simple, Objective Measure for Pliability of Burn Scar: Is It Reliable?: *J Burn Care Res.* janv 2006;27(1):82-5.
62. Corica GF, Wigger NC, Edgar DW, Wood FM, Carroll S. Objective Measurement of Scarring by Multiple Assessors: Is the Tissue Tonometer a Reliable Option?: *J Burn Care Res.* juill 2006;27(4):520-3.
63. Spann K, Mileski WJ, Atilas L, Purdue G, Hunt J. THE 1996 CLINICAL RESEARCH AWARD: Use of a Pneumatometer in Burn Scar Assessment. *J Burn Care Rehabil.* nov 1996;17(6):515-7.
64. Falanga V, Bucalo B. Use of a durometer to assess skin hardness. *J Am Acad Dermatol.* juill 1993;29(1):47-51.
65. Merkel PA, Silliman NP, Denton CP, Furst DE, Khanna D, Emery P, et al. Validity, reliability, and feasibility of durometer measurements of scleroderma skin disease in a multicenter treatment trial. *Arthritis Rheum.* 15 mai 2008;59(5):699-705.
66. van Zuijlen PPM, Angeles AP, Kreis RW, Bos KE, Middelkoop E. Scar Assessment Tools: Implications for Current Research: *Plast Reconstr Surg.* mars 2002;109(3):1108-22.
67. Brusselaers N, Pirayesh A, Hoeksema H, Verbelen J, Blot S, Monstrey S. Burn scar assessment: A systematic review of objective scar assessment tools. *Burns.* déc 2010;36(8):1157-64.
68. Verhaegen PDHM, Res EM, van Engelen A, Middelkoop E, van Zuijlen PPM. A reliable, non-invasive measurement tool for anisotropy in normal skin and scar tissue. *Skin Res*

Technol [Internet]. mars 2010 [cité 31 mars 2020]; Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0846.2010.00436.x>

69. Ferriero G, Vercelli S, Salgovic L, Stissi V, Sartorio F. Validation of a New Device to Measure Postsurgical Scar Adherence. *Phys Ther*. 1 mai 2010;90(5):776-83.
70. Powers PS, Sarkar S, Goldgof DB, Cruse CW, Tsap LV. Scar Assessment: Current Problems and Future Solutions: *J Burn Care Rehabil*. janv 1999;20:54-60.
71. Tsap LV, Goldgof DB, Sarkar S, Powers PS. A vision-based technique for objective assessment of burn scars. *IEEE Trans Med Imaging*. août 1998;17(4):620-33.
72. Zhang Y, Goldgof DB, Sarkar S, Tsap LV. A Modeling Approach for Burn Scar Assessment Using Natural Features and Elastic Property. *IEEE Trans Med Imaging*. oct 2004;23(10):1325-9.
73. Anthonissen M, Maertens K, Vanhullebusch T, Van Brussel M, Fauville J, Jacquemin D, et al. The effects of short term thermal cure therapy on physical parameters and scar tissue in burn patients. *Burns*. sept 2009;35:S28.
74. Maertens K, Ponjaert-Kristoffersen I. P018 The impact of short term thermal cure therapy in pediatric burn patients. *Burns*. sept 2011;37:S21.
75. Maertens K, Anthonissen M, Vanhullebusch T, Van Brussel M, Fauville J, Jacquemin D, et al. The psychosocial effects of short term thermal cure therapy in burn patients [Internet]. European Burns Association Congress; 2009 sept [cité 17 mars 2020]; Lausanne. Disponible sur: [https://limo.libis.be/primos-explore/fulldisplay?docid=LIRIAS1702558&context=L&vid=Lirias&search\\_scope=Lirias&tab=default\\_tab&lang=en\\_US&fromSitemap=1](https://limo.libis.be/primos-explore/fulldisplay?docid=LIRIAS1702558&context=L&vid=Lirias&search_scope=Lirias&tab=default_tab&lang=en_US&fromSitemap=1)
76. Moufarrij S, Deghayli L, Raffoul W, Hirt-Burri N, Michetti M, de Buys Roessingh A, et al. How important is hydrotherapy? Effects of dynamic action of hot spring water as a rehabilitative treatment for burn patients in Switzerland. *Ann Burns Fire Disasters*. 31 déc 2014;27(4):184-91.
77. Krizek M, Robbe M, Bilterys L, Vandenbussche F. Cent mains brûlées traitées par excision greffe précoce. *Ann Chir Main*. janv 1982;1(2):127-36.
78. Hardy P, Many P, Hardy J. Crénothérapie appliquée aux séquelles cicatricielles de brûlures de la main à Saint-Gervais-les-Bains. *Cah Kinésithér*. 1986;119(3):59-62.
79. Hardy P, Many P, Hardy J. Traitement thermal des brûlés à Saint-Gervais-les-Bains. *Ann Kinésithér*. 1982;9:450-3.
80. Laviec G. Crénothérapie et rééducation fonctionnelle des cicatrices de brûlures à l'établissement thermal de Niederbronn-les-Bains. *Presse Therm Clim*. 1995;132(4):236-40.
81. Rienmeyer H, Rochet J-M. Principes et rééducation de la main brûlée adulte en phase secondaire. *Lett Médecine Phys Réadapt*. juin 2011;27(2):74-81.

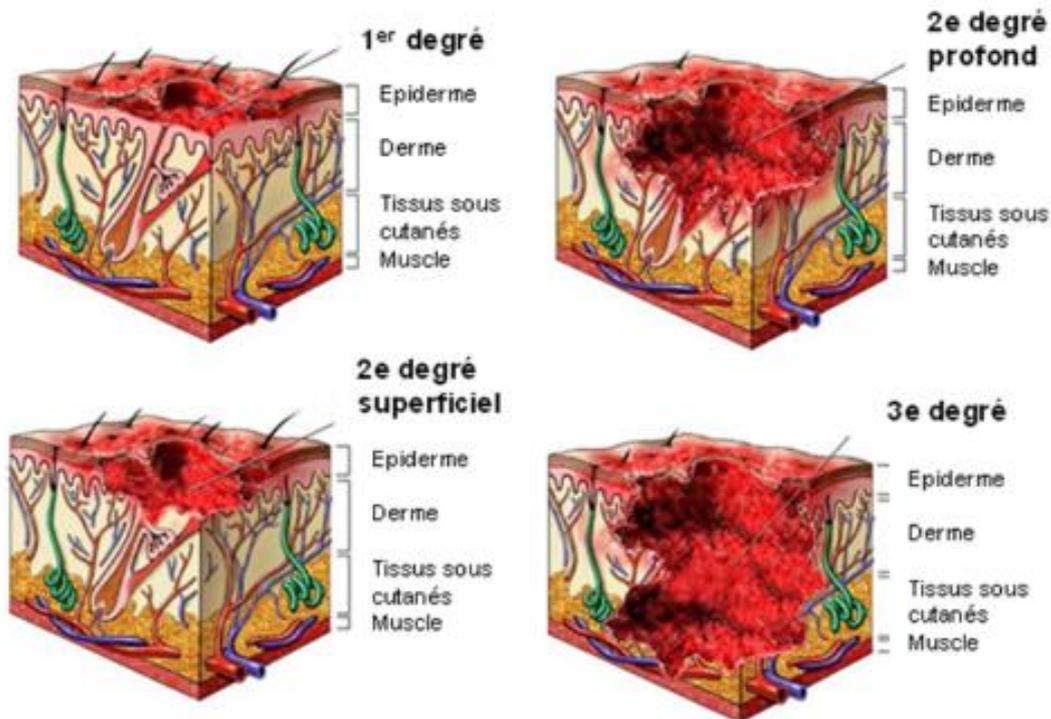
82. Grossetete G. Crénothérapie en dermatologie. 2005.
83. Grossetete G. Cicatrices de brûlures et thermalisme.
84. Conrard S. A Saint-Gervais l'eau thermale et des kinésithérapeutes experts soulagent les grands brûlés. *Ka*. janv 2020;(1557):18-21.
85. Loy C. Les bilans kinésithérapiques adaptés à la prise en charge des patients brûlés [Internet]. 2013. 50 p. Mémoire de fin d'études en masso-kinésithérapie : Rennes, IFPEK. [cité 24 mars 2020]. Disponible sur: <http://docplayer.fr/30999338-Les-bilans-kinesitherapiques-adaptes-a-la-prise-en-charge-des-patients-brules.html>
86. L'Oréal Recherche. Densi-Score® Notice d'utilisation.
87. Batisse D, Bazin R, Baldeweck T. Influence of age on the wrinkling capacities of skin. *Skin Res Technol*. août 2002;8(3):148-54.
88. Nguyen Ba C. Eau thermale : minéralité et autres composants. *Ann Dermatol Vénéréologie*. janv 2020;147(1):1S14-9.
89. Les Thermes Saint-Gervais Mont Blanc. Eau thermale pure de Saint-Gervais Mont-Blanc.
90. Laboratoire Rivadis. Dossier scientifique. Eau thermale Saint-Gervais Mont Blanc : eau thermale pure [Internet]. 2015 [cité 3 mars 2020]. Disponible sur: [https://www.rivadispro.com/catalog/PR/Ref-65709\\_DOSCI.pdf](https://www.rivadispro.com/catalog/PR/Ref-65709_DOSCI.pdf)
91. Gavroy J, Poveda K, Oversteins B, Plantier W, Rouge D, Griffe C, et al. Intérêt du « test de vitropression » dans le suivi des cicatrices de brûlures à partir de 50 observations. *Ann Medit Burns Club* [Internet]. mars 1995 [cité 21 mars 2020];8(1). Disponible sur: [http://www.medbc.com/annals/review/vol\\_8/num\\_1/text/vol8n1p28.htm](http://www.medbc.com/annals/review/vol_8/num_1/text/vol8n1p28.htm)
92. Godeau J. Massage dermo-épidermique sur séquelles cicatricielles de brûlures. *Ann Kinésithér*. avr 2005;5(40):37-9.
93. Verschoore P. Massage dermo-épidermique des cicatrices. *Rev Francoph Cicatrisation*. janv 2017;1(1):48.
94. Shin TM, Bordeaux JS. The Role of Massage in Scar Management: A Literature Review: *Dermatol Surg*. mars 2012;38(3):414-23.
95. Godeau J. Massothérapie sur séquelles cicatricielles. *Ann Kinésithér*. 1982;9:447-9.
96. Frasson N, Valange-Comhaire M, Almeras I, ster G, Izquierdo M. Cicatrice et massage. *Rev Francoph Cicatrisation*. juill 2018;2(3):44-6.
97. Boussagol T, Frasson N, Ster G, Boussagol B, Mesure S. Les outils d'évaluation des brûlures : Un choix stratégique dans la prise en charge rééducative. *Kinésithér Scient*. janv 2020;(616):5-15.

98. Hebting J, Pocholle M, Pierron G, Lorenzo S. Lésions cutanées d'hier... et d'aujourd'hui (Partie I) [Internet]. 2007 [cité 21 mars 2020]. Disponible sur: <http://jmhebting.free.fr/article1.php>
99. Silverberg R, Johnson J, Moffat M. The Effects of Soft Tissue Mobilization on the Immature Burn Scar: Results of a Pilot Study. *J BURN CARE Rehabil.* mai 1996;17(3):252-9.
100. Gavroy J, Dinard J, Costagliola M, Rouge D, Griffe O, Teot L, et al. LPG et assouplissement cutané dans la brûlure. *JPC.* déc 1996;(5):42-6.
101. Massiot M. Les Techniques LPG® dans la kinésithérapie plastique et esthétique : des technologies, des données scientifiques, des résultats. *Kinésithér Scient.* janv 2004;(440):19-32.
102. Moortgat P, Anthonissen M, Meirte J, Van Daele U, Maertens K. The physical and physiological effects of vacuum massage on the different skin layers: a current status of the literature. *Burns Trauma.* 1 déc 2016;4:s41038-016-0053-9.
103. Colombin A. Massage mécanique. *Rev Francoph Cicatrisation.* janv 2017;1(1):49-50.
104. Meirte J, Anthonissen M, De Cuyper L, Van Daele U, Moortgat P, Maertens K, et al. The effects of PRUS® depressomassage on pain, pruritus and sensory perception in burn scars [Internet]. [cité 20 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.fcaresystems.com/wp-content/uploads/2012/01/The-effects-of-PRUS.pdf>
105. Gaboreau A. Traitement du prurit chez quatre patients brûlés traités par technique palper-rouler avec système d'aspiration. *Ann Kinésithér.* avr 2005;5(40):39-40.
106. Jaudoin D, Mathieu Y, Kints A, Gauthier J. La kinésithérapie de la cicatrice après une brûlure grave : connaître les données fondamentales, évaluer, traiter et guider le remaniement du derme [Internet]. 2000 [cité 21 mars 2020]. Disponible sur: [http://kinebrul.free.fr/kinebrul/html\\_fr/membres/kinebrul\\_pro/ftp/kinebrul-pro\\_cicatrice.pdf](http://kinebrul.free.fr/kinebrul/html_fr/membres/kinebrul_pro/ftp/kinebrul-pro_cicatrice.pdf)
107. Kappa de Fleiss. In: Wikipédia [Internet]. 2019 [cité 13 avr 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kappa\\_de\\_Fleiss&oldid=164753317](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kappa_de_Fleiss&oldid=164753317)
108. Kassambara A. Coefficient de Corrélation Intra-classe Dans R: Meilleure Référence - Datanovia [Internet]. [cité 25 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.datanovia.com/en/fr/lessons/coefficient-de-correlation-intra-classe-dans-r/#interpretation-de-licc>
109. Ault P, Plaza A, Paratz J. Scar massage for hypertrophic burns scarring—A systematic review. *Burns.* févr 2018;44(1):24-38.
110. Cho YS, Jeon JH, Hong A, Yang HT, Yim H, Cho YS, et al. The effect of burn rehabilitation massage therapy on hypertrophic scar after burn: A randomized controlled trial. *Burns.* déc 2014;40(8):1513-20.

111. Girbon J-P, Maligot B, Angapin M, Coiffier E, Gaussorgues C, Braye F. La composante cutanée dans les mouvements segmentaires : 4 variations sur un thème de Schöber. *Kinésithérapie Rev.* janv 2006;6(49):36-41.
112. Guerrero D. La cure thermale en dermatologie, mode d'emploi. *Ann Dermatol Vénérologie.* janv 2020;147(1):1S44-8.
113. Robert S, Oueslati H, Allo J. Brulures thermiques, chimiques et électriques aux urgences - Urgences-Online [Internet]. 2011 [cité 24 mars 2020]. Disponible sur: <https://urgences-serveur.fr/brulures-thermiques-chimiques-et,1926.html>

# ANNEXES

## Profondeur des brûlures



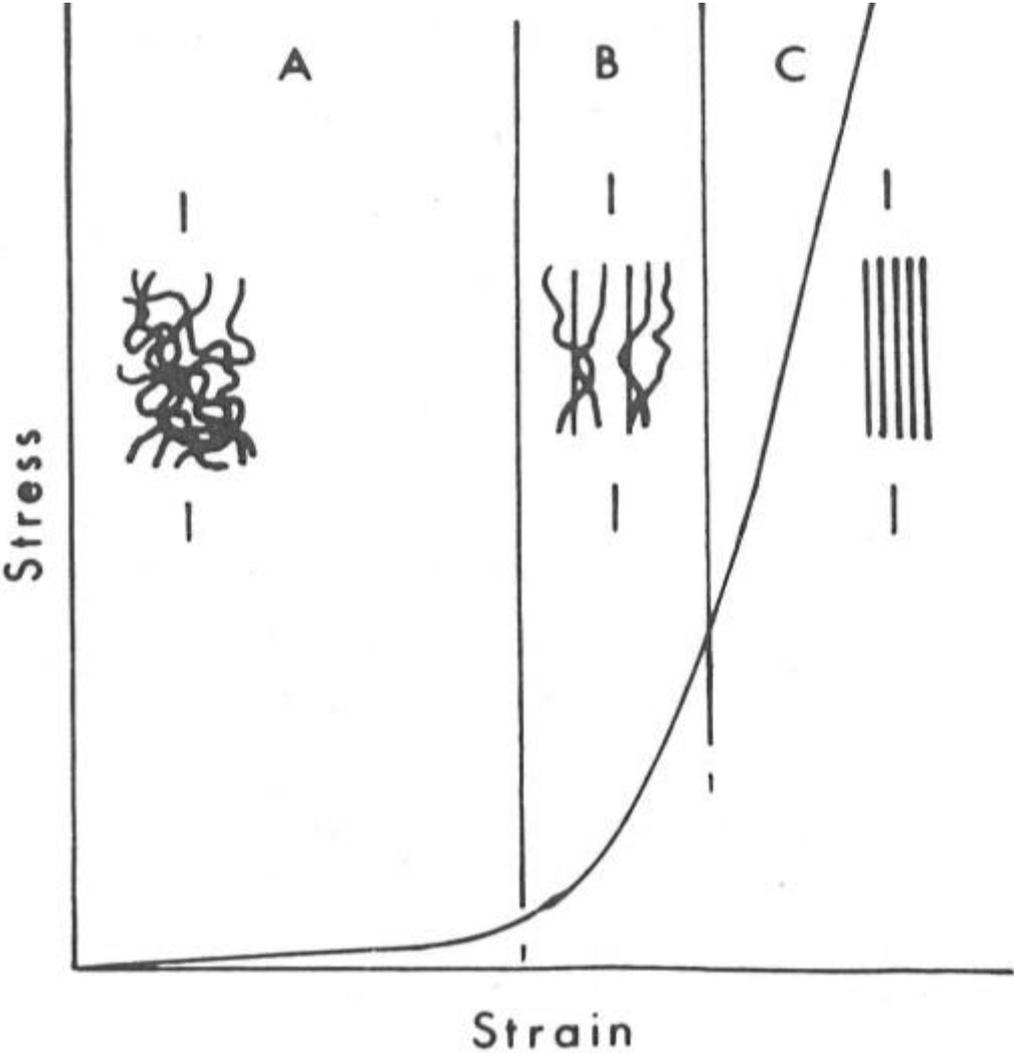
Le *premier degré* correspond à l'atteinte des couches superficielles de l'épiderme. La lésion est rouge, chaude et douloureuse mais ne présente pas de phlyctène (décollement cutané). Elle cicatrise habituellement sans séquelle en 3 à 5 jours.

Le *deuxième degré superficiel* traduit une destruction de l'épiderme et partiellement de la membrane basale. Une phlyctène rouge et très douloureuse est présente. La lésion cicatrise généralement en 15 jours.

Le *deuxième degré profond* correspond à une destruction de la totalité de l'épiderme et de la partie superficielle du derme. La lésion est blanchâtre, piquetée de rouge. Elle est accompagnée d'une diminution de la sensibilité. La cicatrisation est soit spontanée et peut durer 15 à 30 jours, soit nécessiter un traitement chirurgical. Dans les deux cas, des séquelles cicatricielles persistent.

Le *troisième degré* traduit une destruction complète de l'épiderme et du derme. La lésion est foncée, il n'y a pas de phlyctène et la zone présente une anesthésie. La cicatrisation spontanée n'est pas possible. Ce type de brûlure nécessite une excision de la nécrose suivie d'une greffe de peau.

ANNEXE II : Courbe tension-longueur de la peau et représentation schématique du comportement des fibres de collagène (28)



ANNEXE III : Mots et équations de recherche et nombre de résultats obtenus

Base de données	Mots ou équations de recherche	Résultats obtenus
Science Direct	Brûlure « cure thermique »	3
	Brûlure thermalisme	3
	Brûlure balnéothérapie	5
	Brûlure hydrothérapie	2
	Brûlure crénothérapie	2
	Burn hydrotherapy	32
	Burn balneotherapy	1
	Burn balneology	2
	Burn crenotherapy	1
MEDLINE	(((((hydrotherapy[MeSH Terms]) OR balneotherapy[MeSH Terms]) OR balneology[MeSH Terms]) OR crenotherapy[Title/Abstract]) OR health resort[MeSH Terms]) AND burn[MeSH Terms]) NOT pseudomonas[Title/Abstract]) NOT staphylococcus[Title/Abstract]) NOT ocular[Title/Abstract]) NOT eye*[Title/Abstract]	414
PEDro	filtre « hydrotherapy, balneotherapy » dans « Therapy » et filtre « skin lesion, wound, burn » dans « Problem » + 50 ans	10
	filtre « hydrotherapy, balneotherapy » dans « Therapy » et « burn » dans « Abstract & Title » + 50 ans	1
Kinedoc	Brûl* thermal*	10
	Brûl* balnéothérapie	4
	Brûl* hydrothérapie	5
	Brûl* crénothérapie	3
Cochrane	Hydrotherapy burn	16
	Crenotherapy burn	0
	Balneotherapy burn	5

	Balneology burn	4
Doc CIS'mef	((hydrothérapie.ti) OU (hydrothérapie.mc) OU (balnéologie.ti) OU (balnéologie.mc) OU (balnéothérapie.ti) OU (balnéothérapie.mc) OU (crénothérapie.ti) OU (crénothérapie.mc)) ET ((brûlures.ti) OU (brûlures.mc))	1
LISSA	((brûlures.tl) OU (brûlures.mc)) ET ((crénothérapie.tl) OU (crénothérapie.mc) OU (balnéologie.tl) OU (balnéologie.mc) OU (balnéothérapie.tl) OU (balnéothérapie.mc) OU (hydrothérapie.tl) OU (hydrothérapie.mc))	62

## ANNEXE IV : Note d'information aux patients susceptibles de participer à l'étude

Bonjour,

Etudiante en 4<sup>e</sup> année à l'école de kinésithérapie de Nancy (ILFMK), je réalise mon mémoire de fin d'études sur la souplesse et l'extensibilité de la peau chez les patients grands brûlés. Ainsi, j'aimerais évaluer les effets de la cure thermique sur vos cicatrices grâce à deux outils, le Densi-Score® et le pied à coulisse. Je sollicite donc votre participation pour m'aider à la réalisation de cette étude. Vous êtes libres d'accepter ou de refuser. Si vous acceptez, un accord oral vous sera demandé.

Trois temps de prise de mesure seront mis en place : le premier lors de votre 1<sup>er</sup> jour de cure, le second lors de votre 9<sup>e</sup> jour de cure et le troisième lors de votre 17<sup>e</sup> jour de cure.

Les prises de mesure sont indolores et aucun effet secondaire n'est attendu. Les traitements dont vous bénéficiez sont ceux habituellement administrés.

Bien évidemment, vous pouvez à tout moment demander à interrompre votre participation à ce protocole.

Si vous souhaitez participer, quelques informations vous seront demandées. Toutes vos données personnelles seront confidentielles. Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification des informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, n'hésitez pas à m'en faire part.

Merci d'avance,

Lucie HOERNER

## FICHE RENSEIGNEMENTS PATIENT

Date :

### INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom :

Prénom :

Sexe :

Âge :            ans

Poids :           kg

Antécédents :

Traitements en cours :

Questions relatives aux critères de non-inclusion :

- Etes-vous sous tutelle ou curatelle ?
- Pour les femmes : êtes-vous enceinte, allaitez-vous ou prévoyez-vous une grossesse dans les semaines qui viennent ?
- Avez-vous une pathologie cutanée antérieure à la brûlure ?
- Etes-vous sous rétinoïdes ou sous chimiothérapie anticancéreuse ?

### PARCOURS DE SOIN

Date de la brûlure :

Cause de la brûlure :

Lieu et durée d'hospitalisation :

Prise en charge en centre de rééducation :            OUI            NON

Si oui, durée de séjour en centre :

Prise en charge en cabinet de kinésithérapie :            OUI            NON

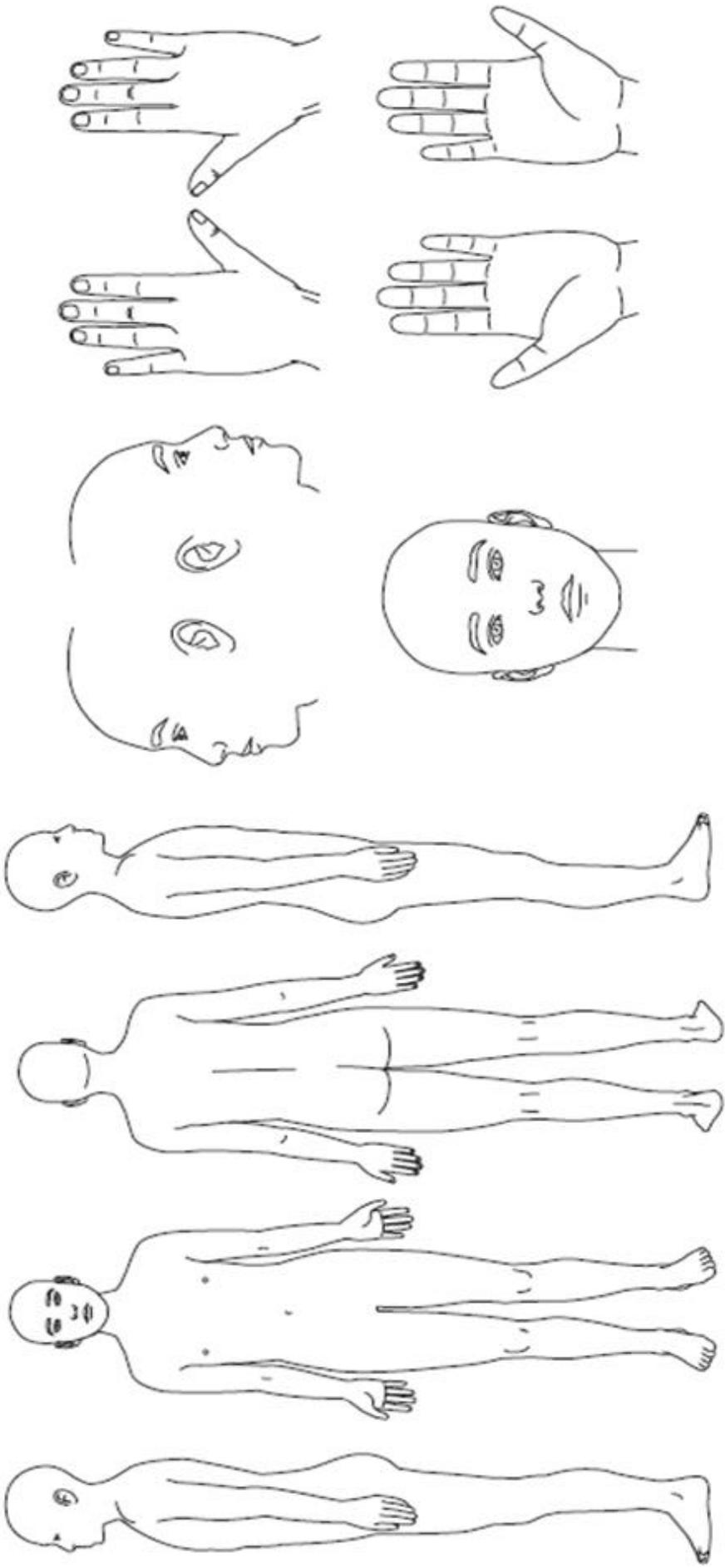
Si oui, nombre de séances par semaine :

Nombre de cures thermales déjà réalisées (pour la brûlure) :

Port de vêtements compressifs :            OUI            NON

Si oui :

- Type :
- Date de début de port :



Hypertrophie : ++

Rétractions : >-<

Placards : //

Brides : --

## BILAN GLOBAL DE LA BRÛLURE ET DE LA PEAU

### Répartition de la brûlure et caractéristiques des cicatrices :

Colorier en rouge les zones brûlées.

Symboliser les zones d'hypertrophie, de rétractions, de placards et de brides selon la légende indiquée.

Surface brûlée totale : % de la surface corporelle totale

Degré :  1<sup>er</sup>  2<sup>e</sup> superficiel  2<sup>e</sup> profond  3<sup>e</sup>

### Type de peau :

- Sèche
- Normale
- Mixte
- Grasse
- Sensible
- Atopique

### Couleur de peau :

- Très blanche
- Claire
- Intermédiaire
- Mate
- Brun foncé
- Noire

## CHOIX ET DESCRIPTION DES ZONES ÉVALUÉES

ZONE	LOCALISATION PRÉCISE
TÉMOIN : SAINE	
TEST 1	
TEST 2	
TEST 3	

Reporter les zones sélectionnées sur le schéma.

ZONE	TEST 1	TEST 2	TEST 3
<b>Zone de greffe</b>			
Si oui, date :			
<b>Zone de prise de greffe</b>			
Si oui, date :			
<b>Zone de reprise chirurgicale</b>			
Si oui, date :			
<b>Test de vitropression (+ ou -)*</b>			

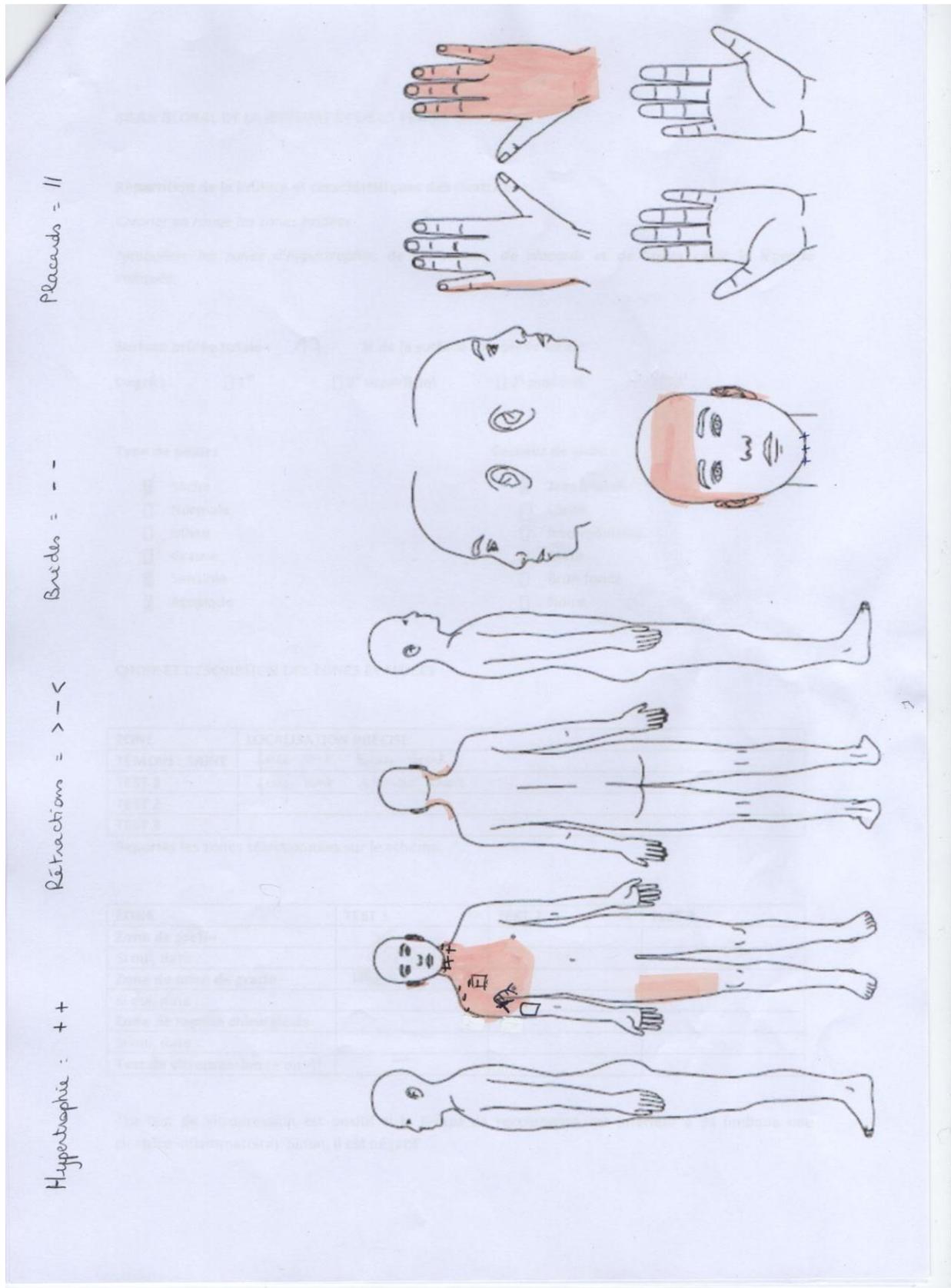
\*Le test de vitropression est positif si le temps de recoloration est inférieur à 3s (indique une cicatrice inflammatoire). Sinon, il est négatif.

ANNEXE VI : Composition de l'eau thermale de Saint-Gervais Mont Blanc (90)

<b>Eléments</b>	<b>Concentration (mg/L)</b>
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	1882.5
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	489.5
Sodium (Na <sup>+</sup> )	982.5
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	236
Bore (B)	5.11
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	28.1
Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )	0.3
Strontium (Sr <sup>2+</sup> )	8.1
Silice (SiO <sub>2</sub> )	44.5
Potassium (K <sup>+</sup> )	29.9
Lithium (Li <sup>+</sup> )	7.4
Zinc (Zn)	<25
Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.2
Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	<0.1
Cuivre (Cu)	<3

ANNEXE VII : Localisation des brûlures des patients de l'étude (35)

Patient 1



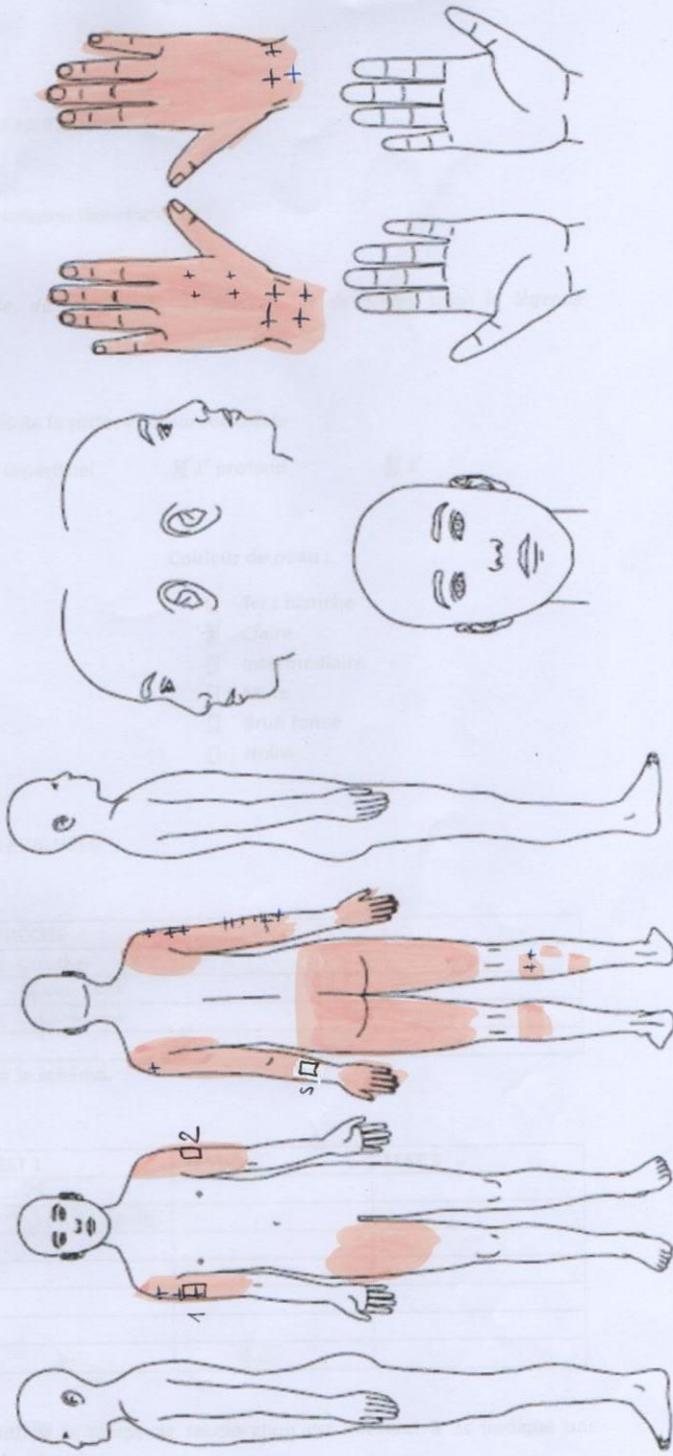
Patient 3

Placards = //

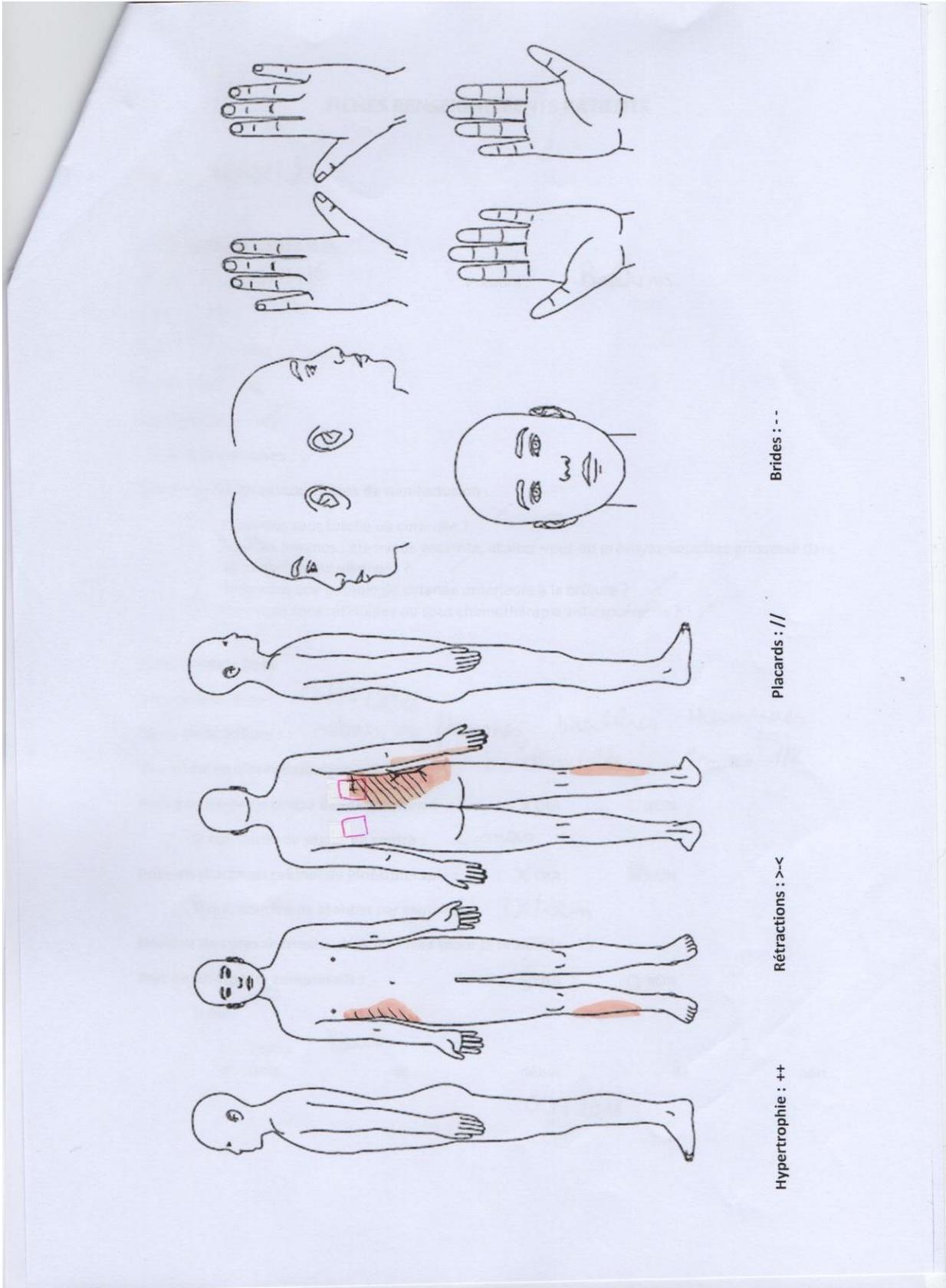
Brides = --

Rétraction = ><

Hypertrophie = ++



Patient 4



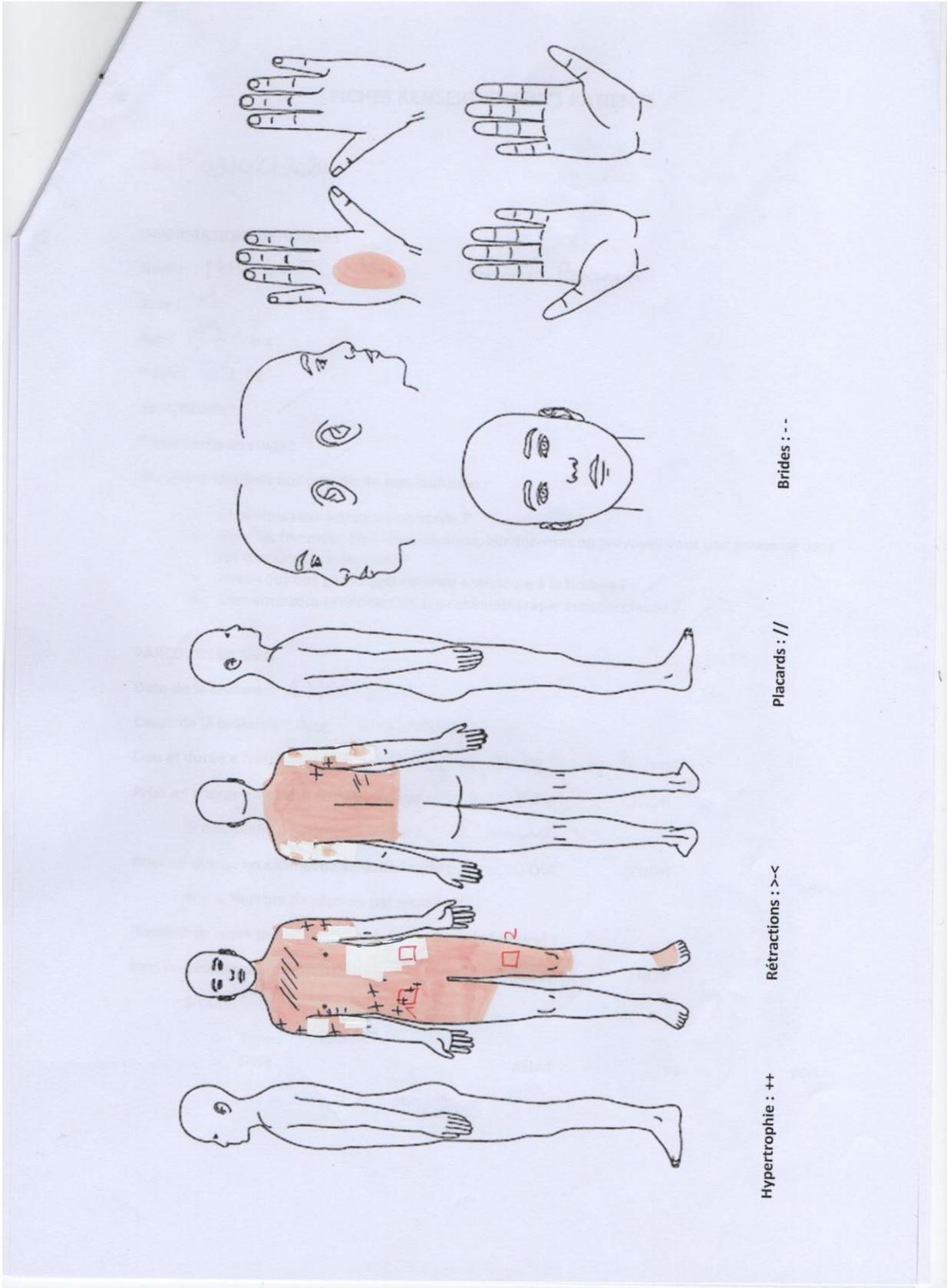
Brides : - -

Placards : //

Rétractions : ><

Hypertrophie : ++

Patient 5



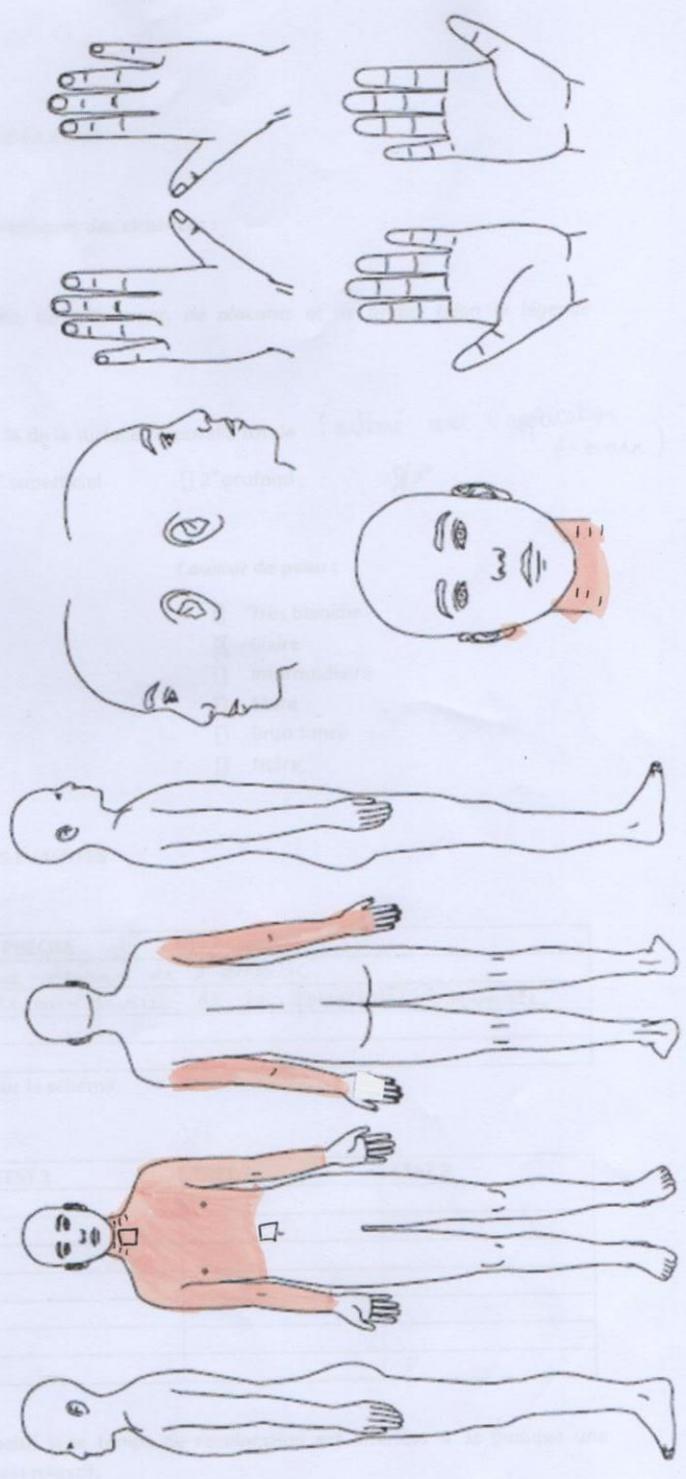
Patient 6

Plaques = //

Burles = - -

Retractions = > - <

Hypertrophie = ++

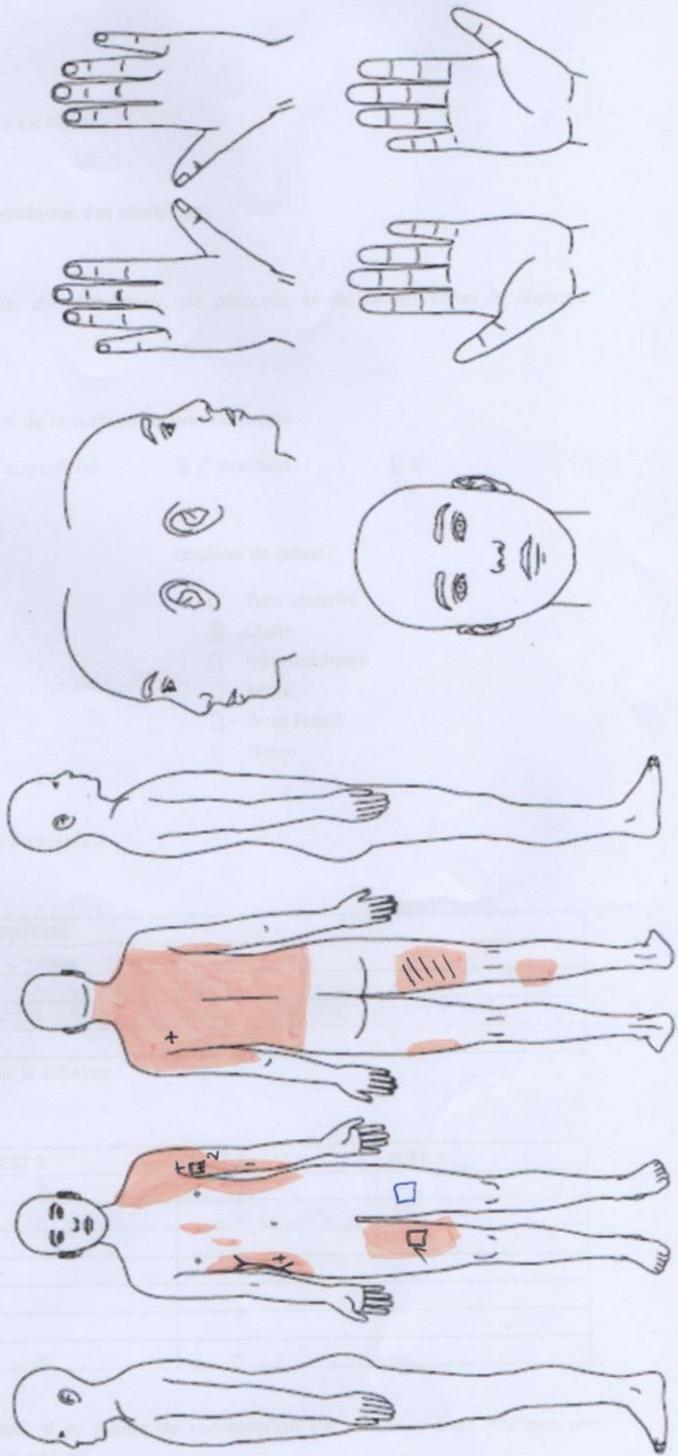


Placards = //

Brides = - - -

Rétractions = > <

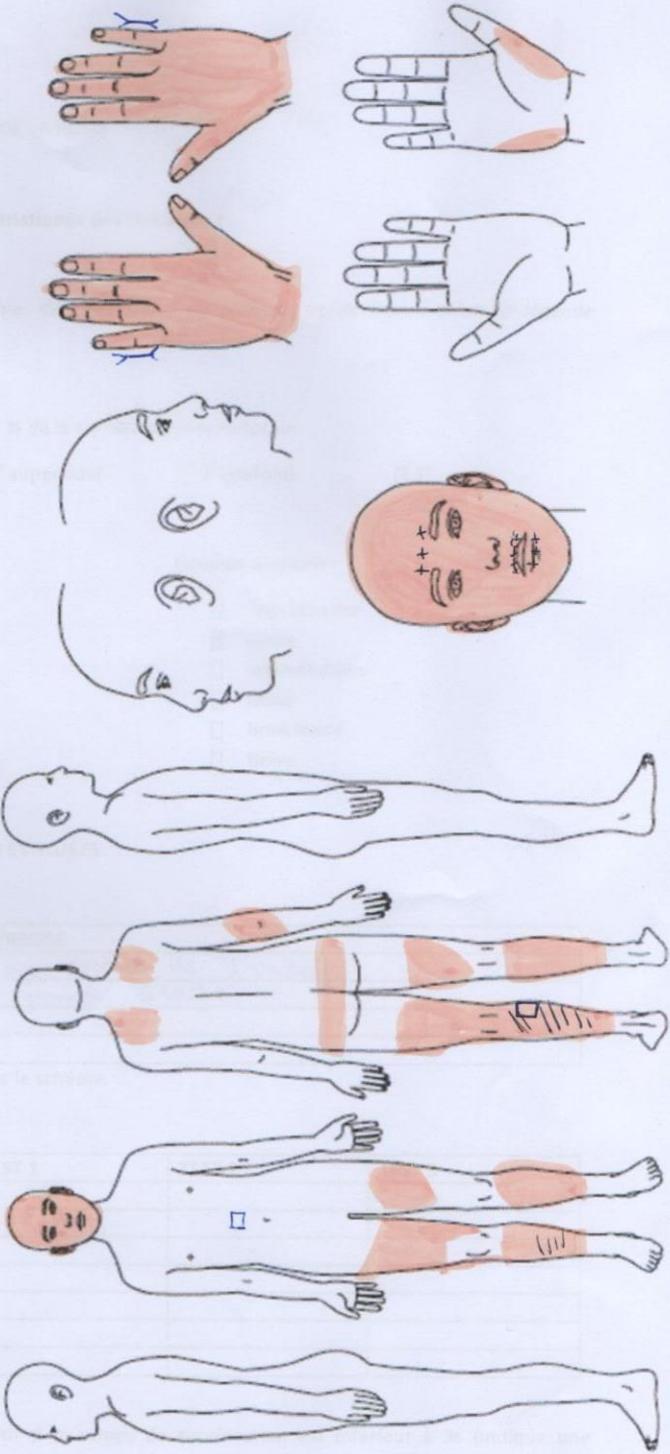
Hypertrophie = + +

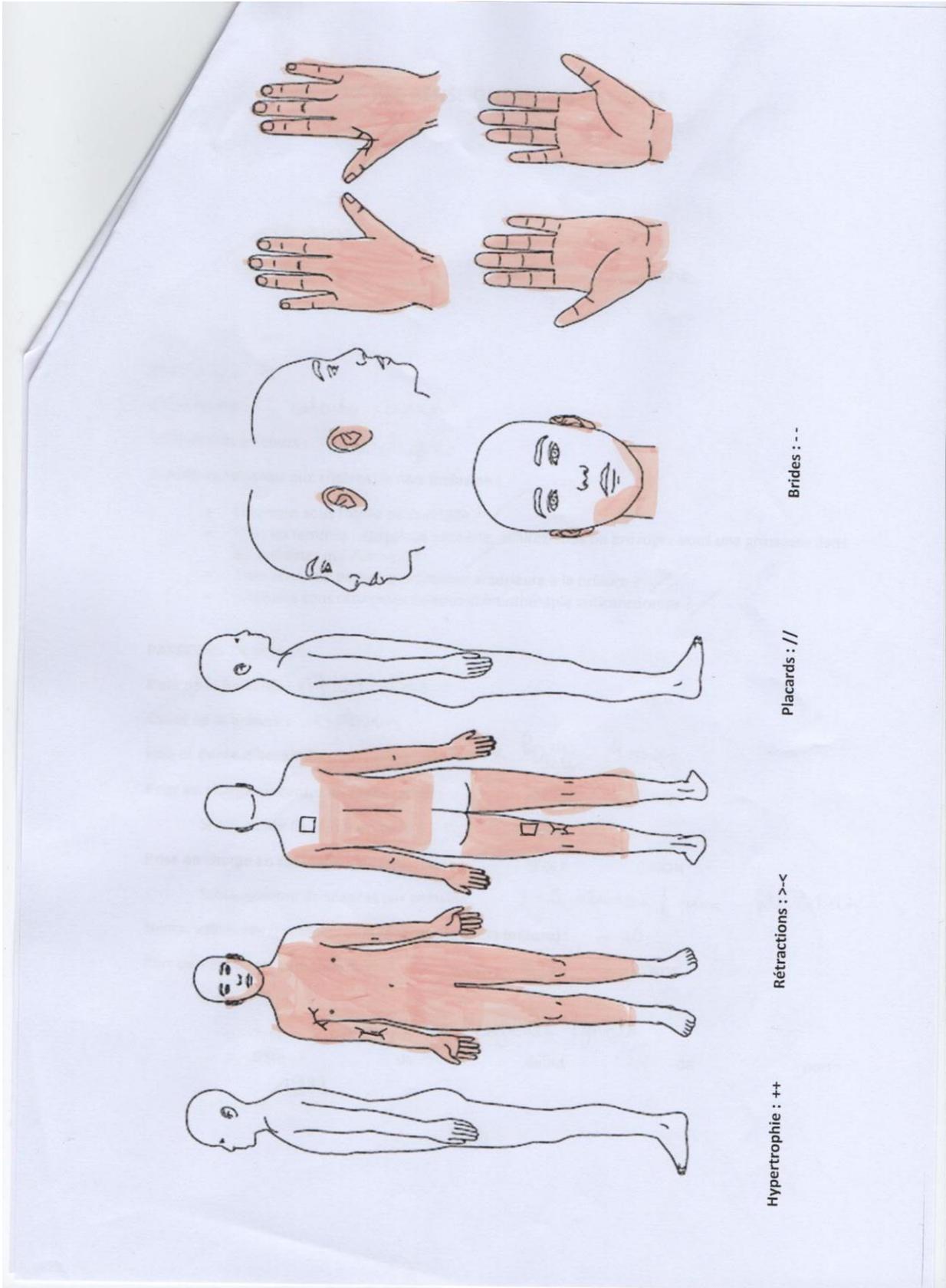


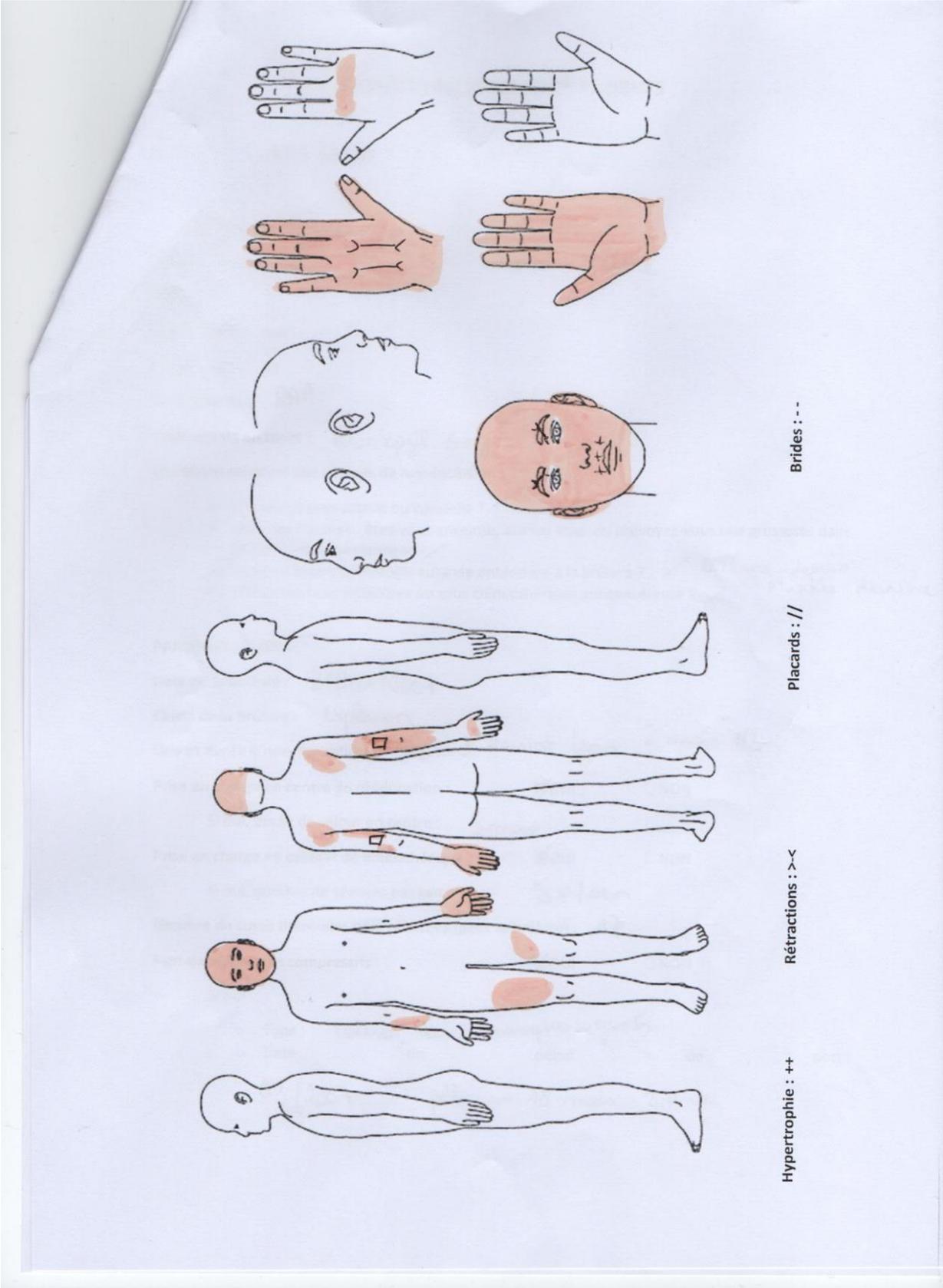
Brucides = -- Placards = //

Rétractions = >--<

Hypertrophie = ++







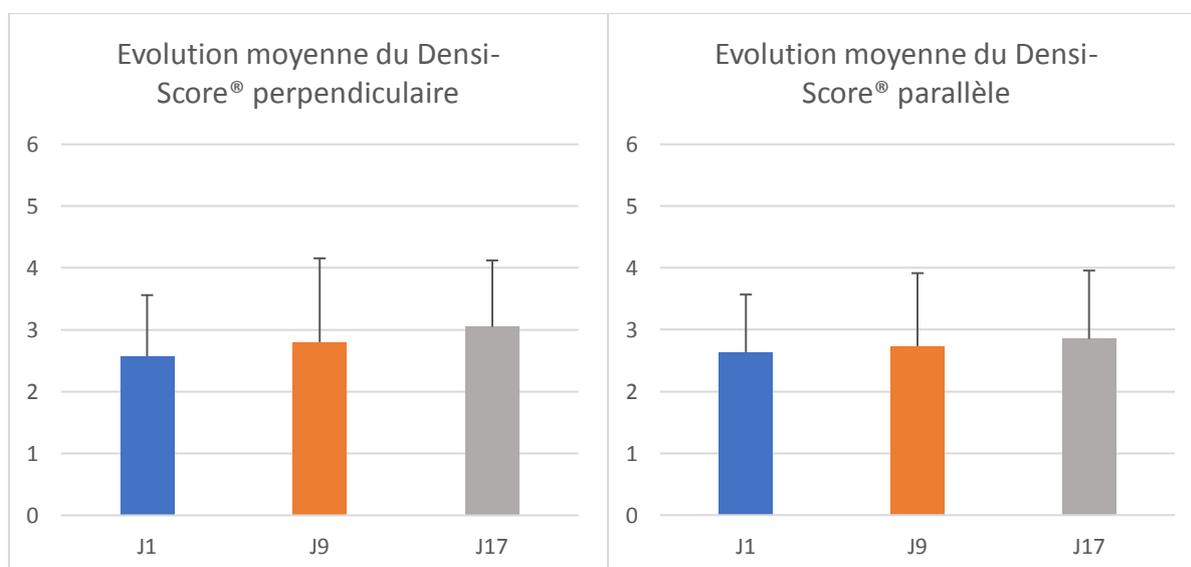
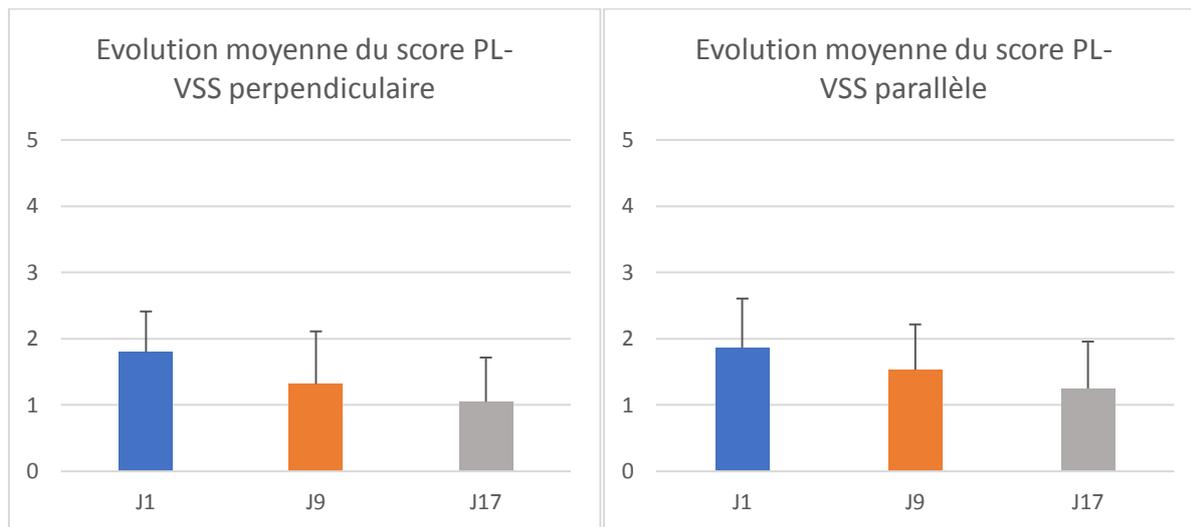
Brides : --

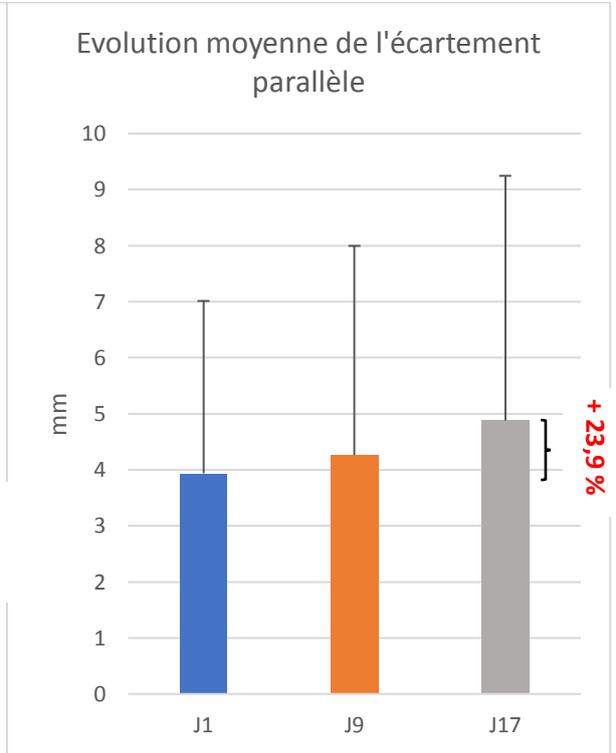
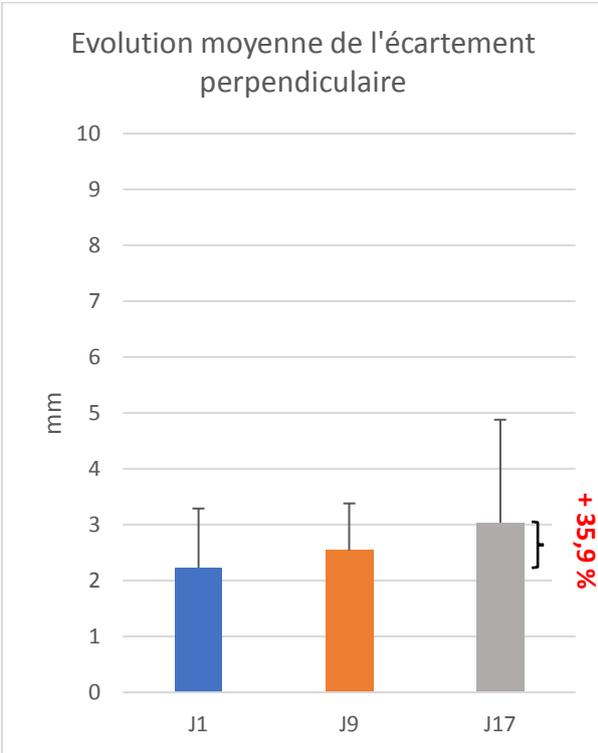
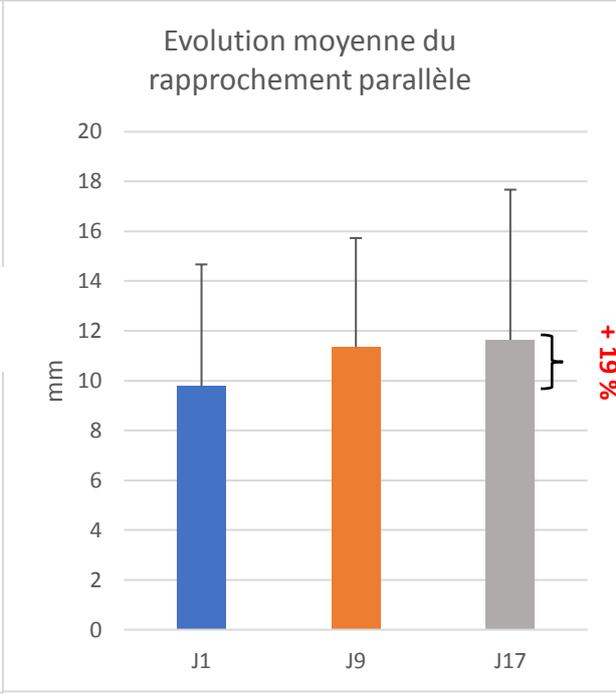
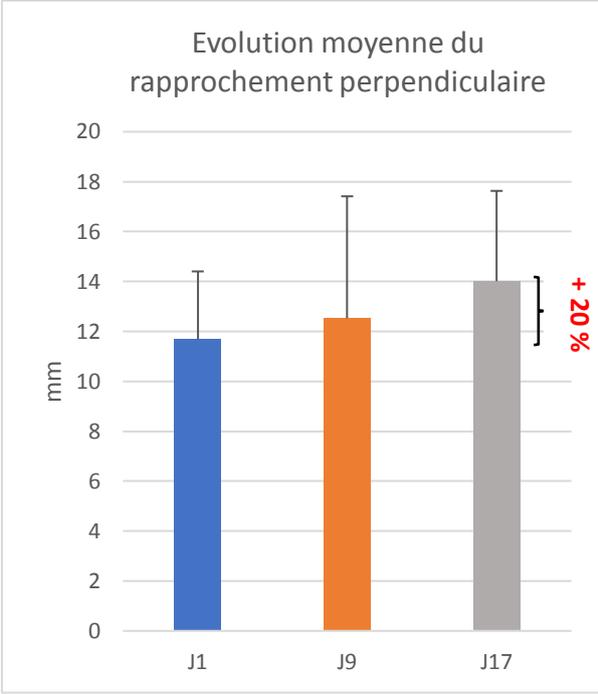
Placards : //

Rétractions : ><

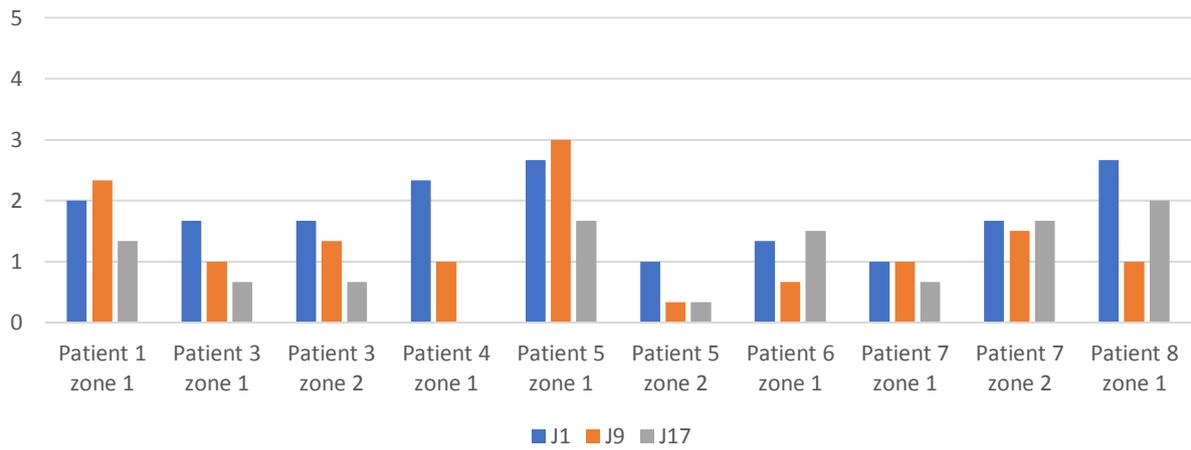
Hypertrophie : ++

ANNEXE VIII : Evolution des zones brûlées aux différents tests entre J1, J9 et J17

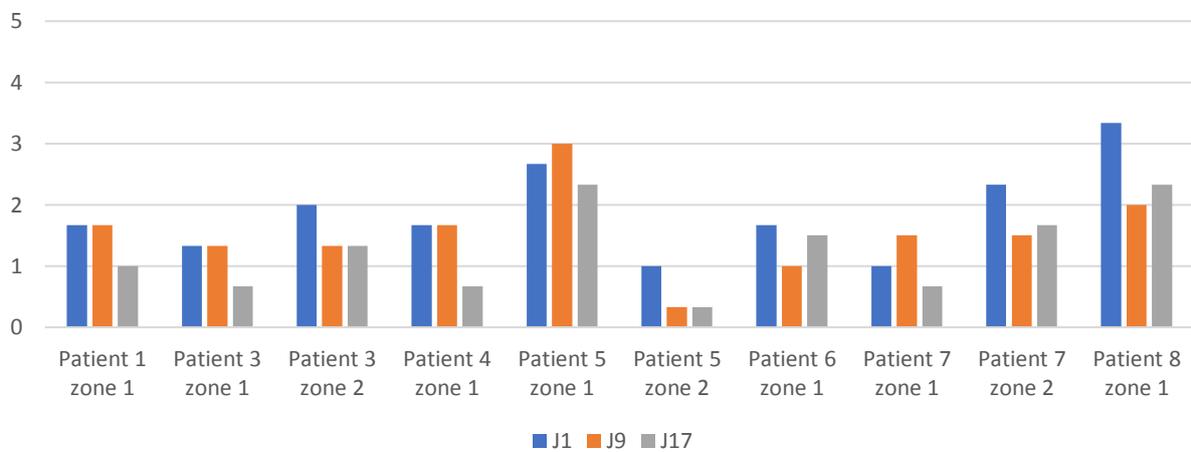




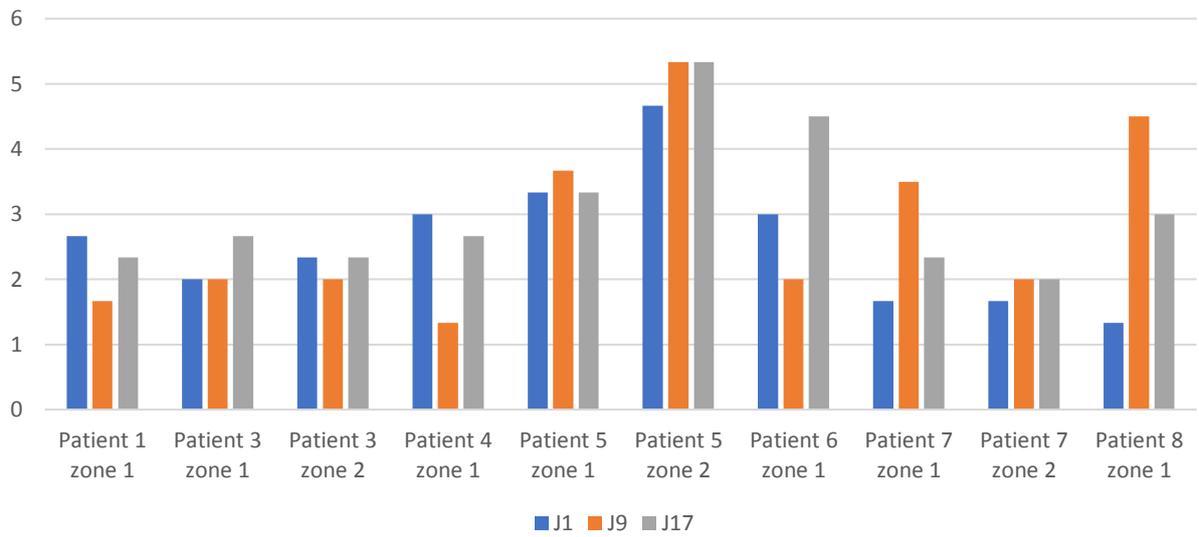
Evolution du score PL-VSS perpendiculaire pour chaque zone brûlée



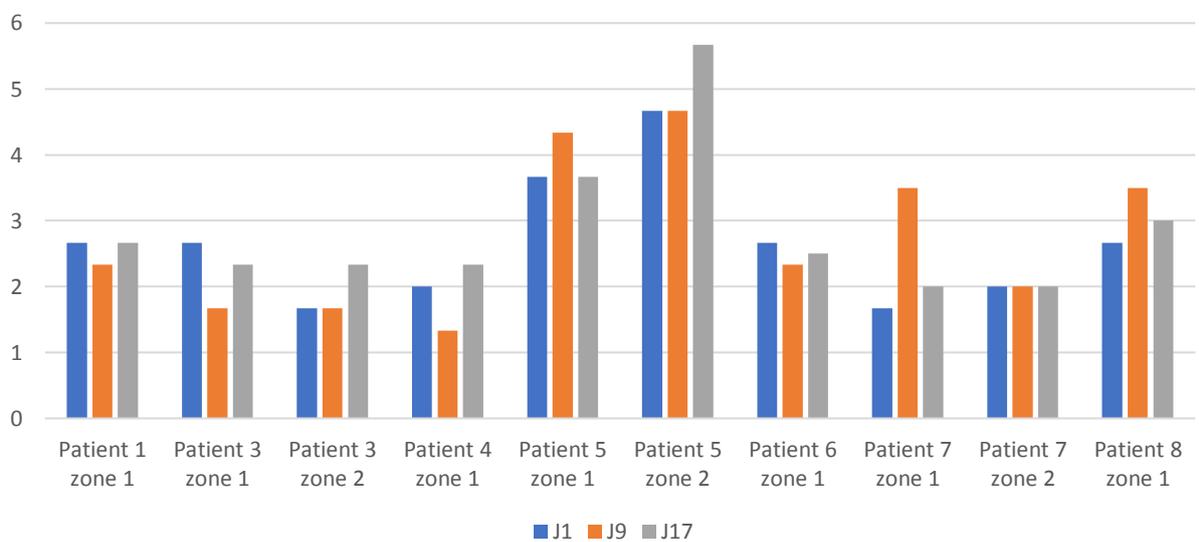
Evolution du score PL-VSS parallèle pour chaque zone brûlée



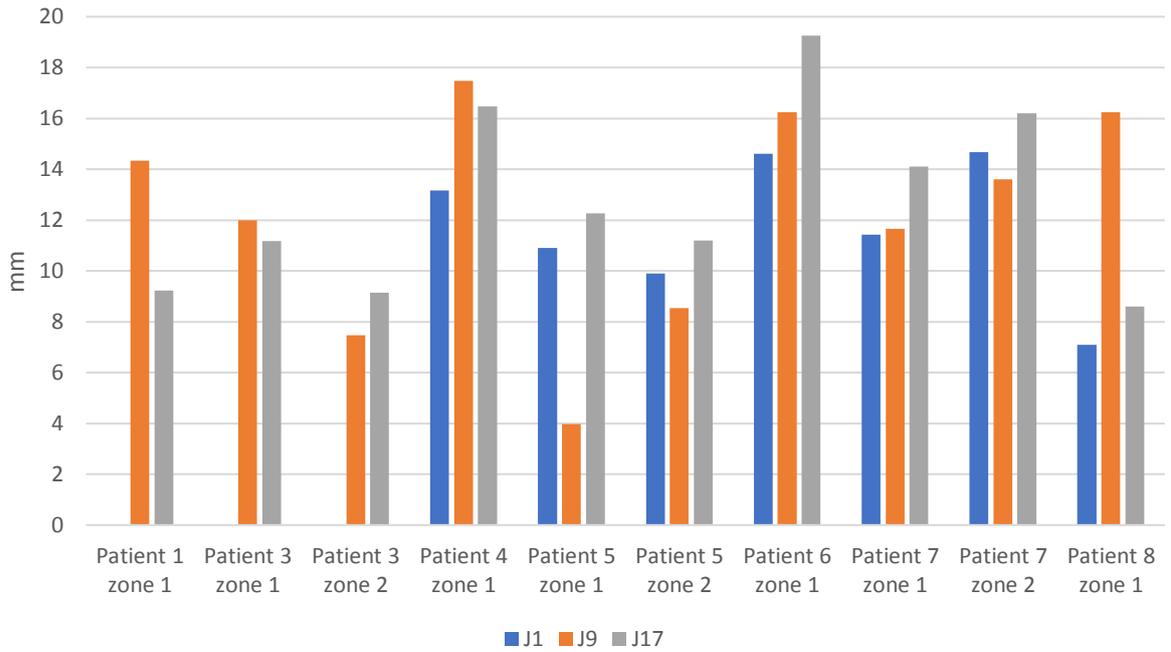
Evolution du Densi-Score® perpendiculaire pour chaque zone brûlée



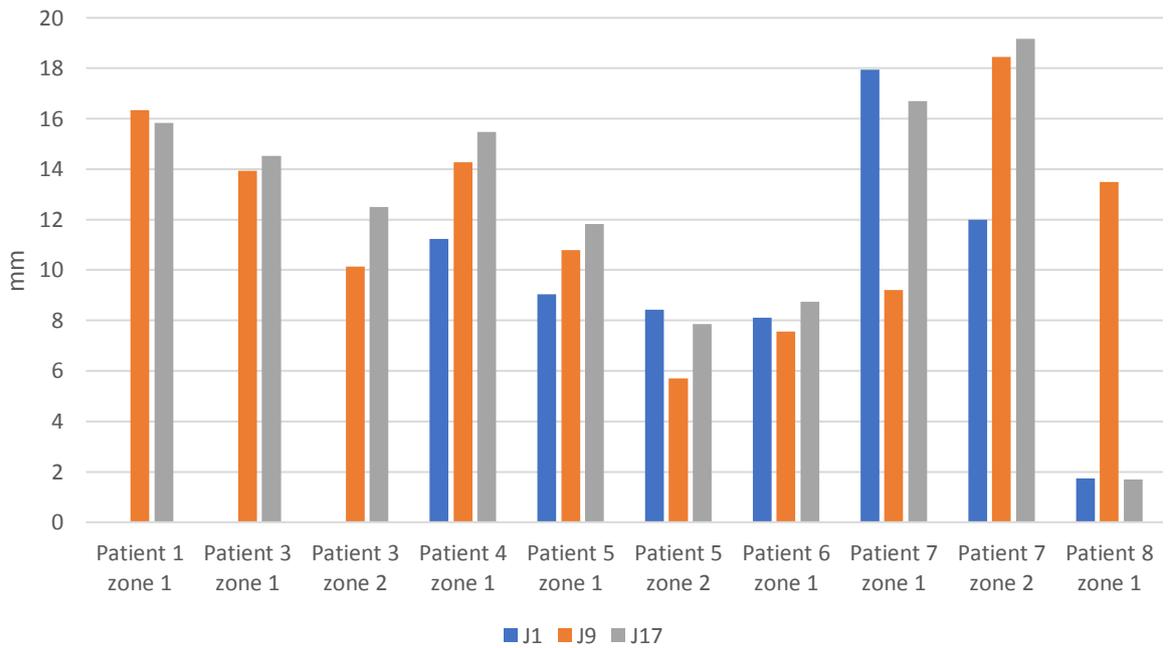
Evolution du Densi-Score® parallèle pour chaque zone brûlée



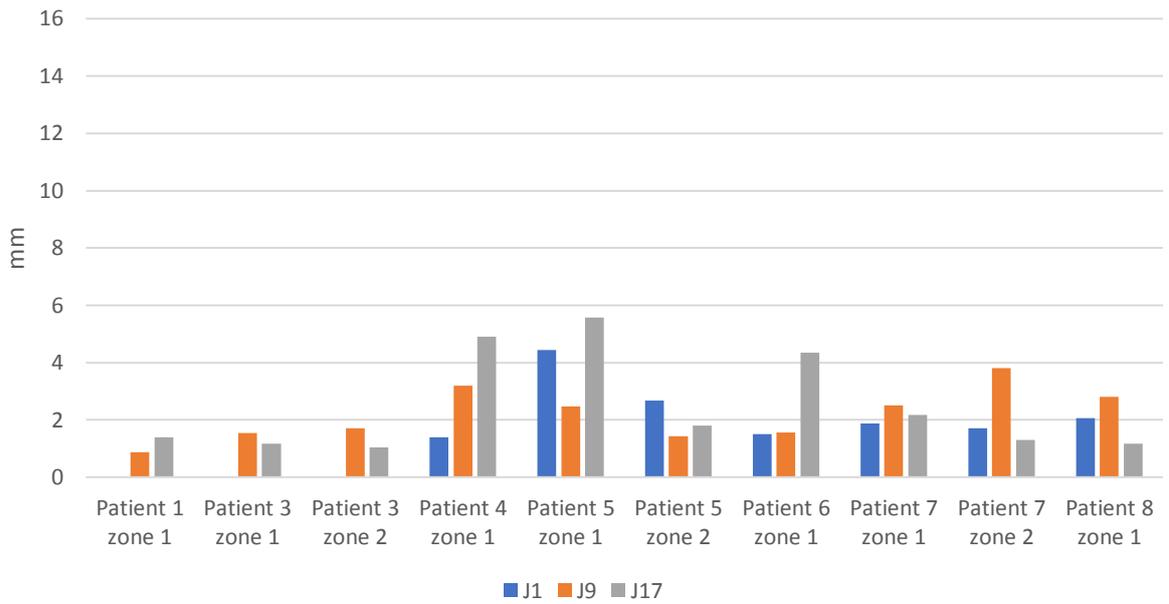
Evolution du rapprochement perpendiculaire pour chaque zone brûlée



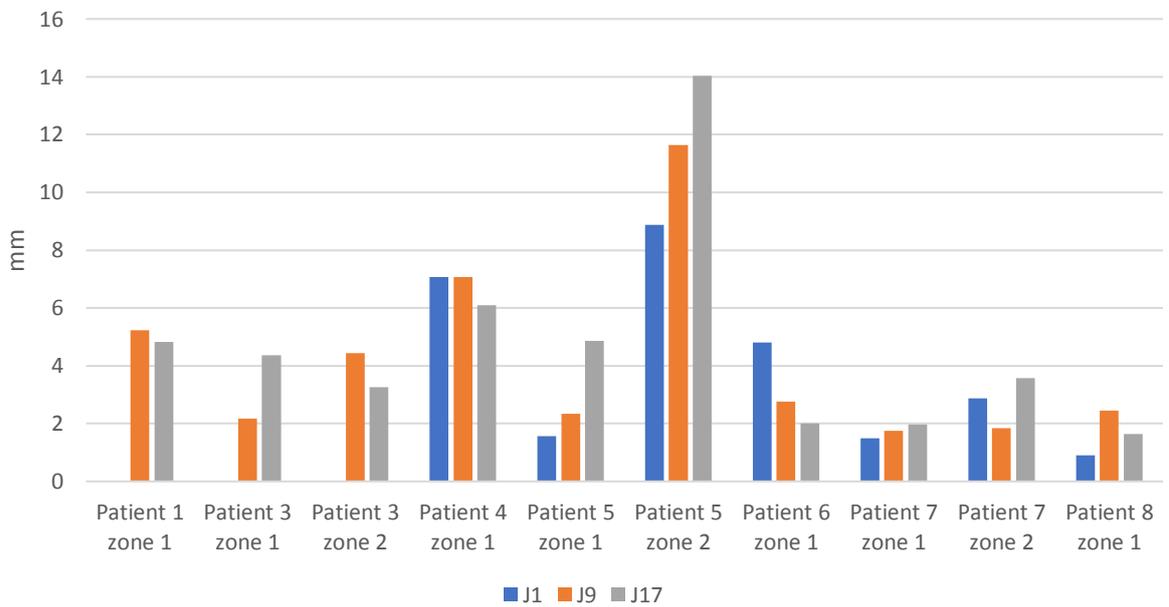
Evolution du rapprochement parallèle pour chaque zone brûlée



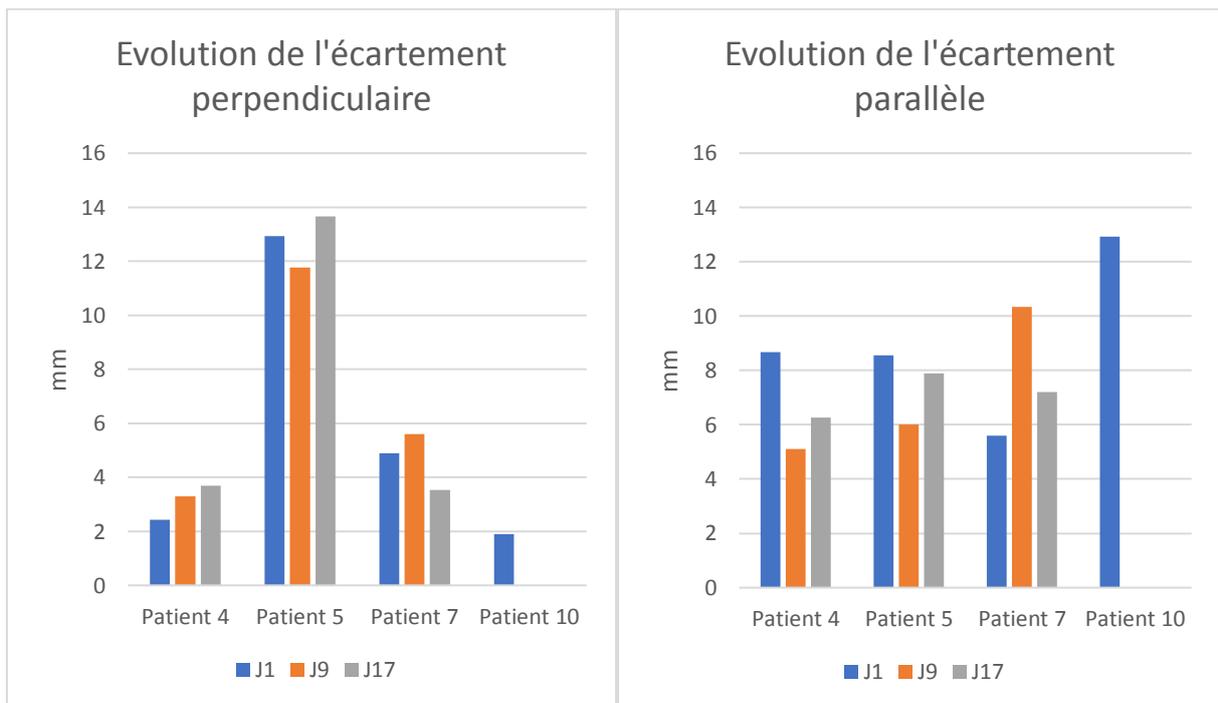
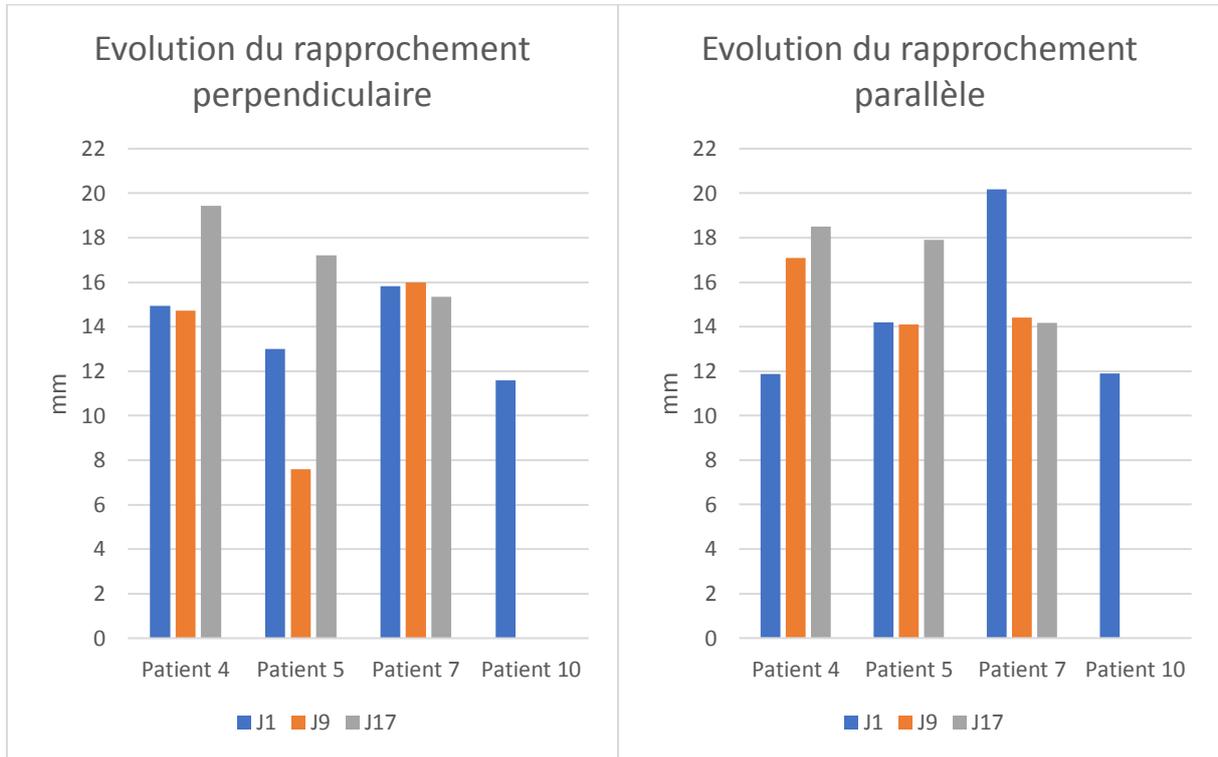
Evolution de l'écartement perpendiculaire pour chaque zone brûlée



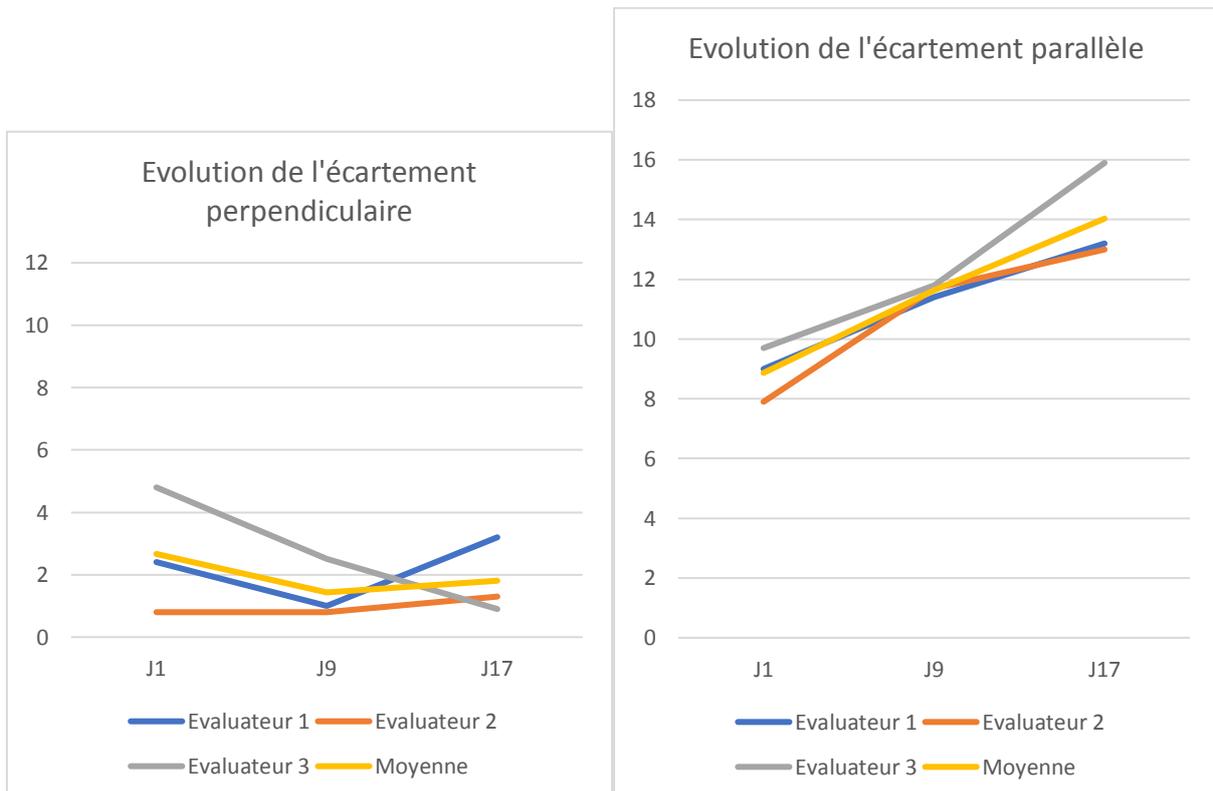
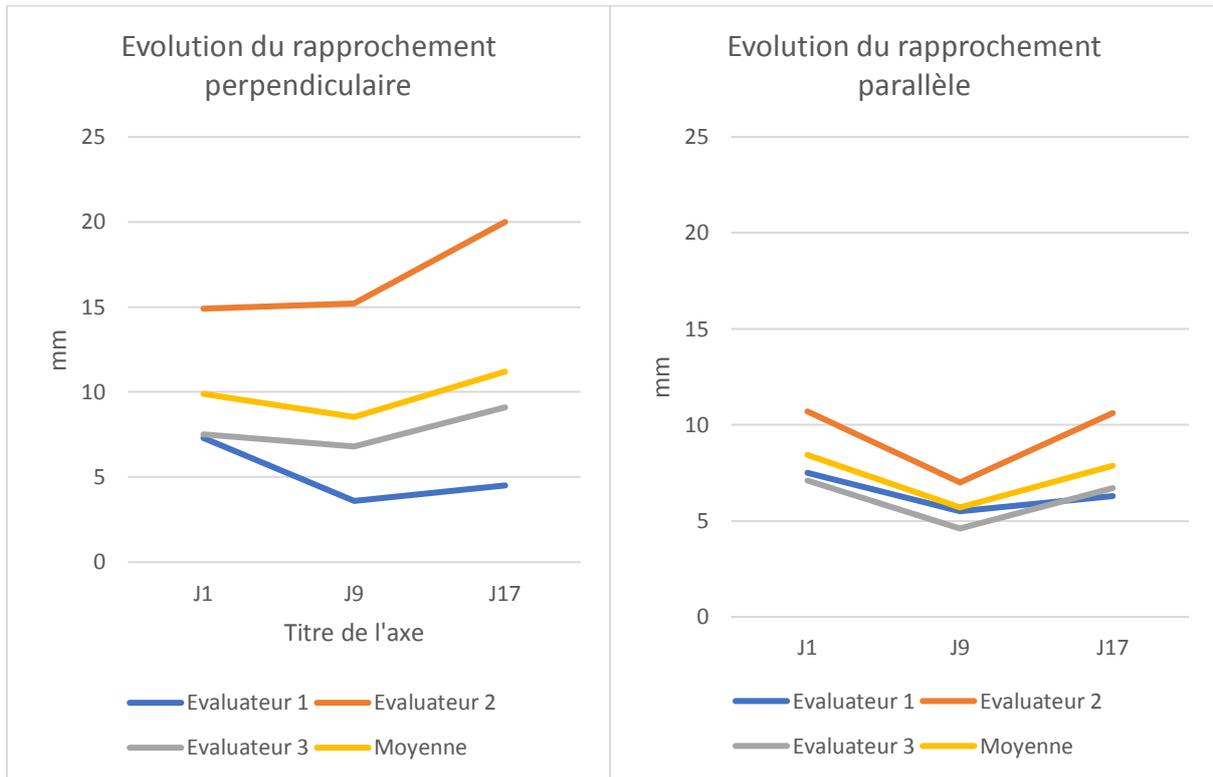
Evolution de l'écartement parallèle pour chaque zone brûlée



ANNEXE IX : Evolution des zones saines chez les patients 4, 5, 7 et 10 aux tests en rapprochement et en écartement entre J1, J9 et J17



ANNEXE X : Evolution des valeurs trouvées par les trois évaluateurs pour la zone brûlée 2 du patient 5 aux tests en rapprochement et en écartement entre J1, J9 et J17



## Evaluation et évolution de la souplesse et de l'extensibilité cicatricielles chez les patients grands brûlés en cure thermale

**Introduction :** La cure thermale (CT) constitue un temps indispensable dans le traitement des grands brûlés (GB). En France, les brûlologues s'accordent sur les bienfaits de la CT, mais peu d'études quantitatives ont validé son efficacité. La CT améliore-t-elle la souplesse et l'extensibilité cicatricielles chez les GB ? Des échelles subjectives et des appareils de mesures objectifs permettent d'évaluer ces paramètres ; cependant, il n'existe pas de gold-standard. Devant les limites de ces méthodes, nous avons voulu trouver une alternative en utilisant d'autres techniques. Quelles sont leur fiabilité inter-évaluateur ?

**Matériel et méthodes :** Les sujets sélectionnés sont des GB réalisant une CT de trois semaines. La souplesse et l'extensibilité cicatricielles ont été évaluées à J1, J9 et J17 pour chaque zone définie par trois évaluateurs à l'aide de plusieurs méthodes : score de souplesse de l'échelle de Vancouver (PL-VSS), Densi-Score®, rapprochement et écartement avec un pied à coulisse. Chaque patient bénéficiait de soins de crénothérapie et de kinésithérapie.

**Résultats :** Neuf sujets ont été inclus. Entre J1 et J17, les zones cicatricielles évaluées ont gagné en souplesse et en extensibilité : elles ont perdu entre 0,5 et 1 point à la PL-VSS ( $p < 0,05$ ), le Densi-Score® a légèrement augmenté ( $< 0,5$  point), le rapprochement perpendiculaire a augmenté de 20 % ( $p < 0,05$ ), le rapprochement parallèle de 19 %, l'écartement perpendiculaire de 35,9 % et l'écartement parallèle de 23,9 %. La plupart des techniques présentent de faibles fiabilités inter-évaluateurs ( $K < 0,20$  pour la PL-VSS et le Densi-Score® ;  $ICC < 0,5$  pour les techniques en rapprochement et en écartement), sauf la technique en écartement parallèle qui présente une bonne fiabilité inter-évaluateur ( $ICC = 0,80$ ).

**Discussion :** Il est difficile de dire si l'amélioration observée est due à la CT ou à l'évolution spontanée des cicatrices, d'autant plus que les sujets présentaient généralement des brûlures de moins de deux ans. Malgré la subjectivité des techniques d'évaluation utilisées, nous formulons des recommandations pour l'évaluation cicatricielle en kinésithérapie avec les outils Densi-Score® et pied à coulisse, sans oublier qu'il est essentiel de coupler les données obtenues à un bilan clinique.

**Mots clés :** brûlure, cicatrice, cure thermale, extensibilité, souplesse

## Assessment and evolution of scar pliability and extensibility in burn patients during a thermal cure therapy

**Background:** Thermal cure therapy (TCT) is essential in the treatment of burn patients. In France burn experts agree on the benefits of TCT, but few quantitative studies have validated its effectiveness. Does TCT improve scar pliability and extensibility in burn patients? Subjective scales and objective measurement devices evaluate these parameters; however, there is no gold standard test. Because of these method's limits, we wanted to find an alternative using other techniques. What are their interrater reliability?

**Materials and methods:** The selected subjects are burn patients following a TCT during three weeks. Scar pliability and extensibility were assessed at D1, D9 and D17 for each defined zone by three raters using different methods: pliability score of the Vancouver scar scale (PL-VSS), Densi-Score®, inward extension test and outward extension test with a Vernier caliper. Each patient received crenotherapy care and physiotherapy care.

**Results:** Nine subjects were included. Between D1 and D17, the evaluated scar areas became more pliable and extensible: PL-VSS score decreased of 0,5 to 1 point ( $p < 0,05$ ), Densi-Score® increased slightly ( $< 0,5$  point), perpendicular inward extension increased of 20 % ( $p < 0,05$ ), parallel inward extension of 19 %, perpendicular outward extension of 35,9 % and parallel outward extension of 23,9 %. Most techniques have a poor interrater reliability ( $K < 0,20$  for the PL-VSS et the Densi-Score® ;  $ICC < 0,50$  for the inward and outward extension tests), except the parallel outward extension test that have a good interrater reliability ( $ICC = 0,80$ ).

**Discussion:** It is difficult to say if the observed improvement is due to TCT or to scars spontaneous evolution, particularly since the subjects generally showed burns of less than two years. Despite the subjectivity of the assessment techniques used, we state recommendations for scar assessment in physiotherapy with the Densi-Score® and Vernier caliper, without forgetting that it is essential to couple obtained data with a clinical assessment.

**Keywords:** burn, scar, thermal cure therapy, extensibility, pliability