

*Proposition d'une prise en charge rééducative et réadaptive des  
gelures sévères de la main et du pied : à propos de 5 cas*



**Mémoire pour l'obtention du Diplôme inter-universitaire  
Rééducation appareillage en chirurgie de la main**

Promotion 2017-2019, report de soutenance 2023

Arnaud Gloanec  
Ergothérapeute

Jury : Mme Alexandra Forli / Mr François Moutet / Mr Dominique Thomas / Mr  
Denis Gerlac

## REMERCIEMENTS

*Au Dr Alexandra Forli, au Pr François Moutet ainsi qu'à Denis Gerlac sans qui ce DIU n'existerait pas et ne susciterait pas autant d'engouement. Votre dynamisme et votre enthousiasme rendent cette expérience encore plus agréable. Merci également de m'avoir permis de reporter la soutenance de ce mémoire.*

*A tous les intervenants médicaux et paramédicaux pour leur implication et leur transmission de savoir. Votre passion de la chirurgie et/ou de la rééducation de la main est communicative.*

*A tous mes camarades de promotion. J'ai pris un grand plaisir de faire votre connaissance et suivre cette formation à vos côtés. Vous serez toujours les bienvenus dans notre belle région dauphinoise.*

*Au Centre Médical Rocheplane de m'avoir permis de suivre ce DIU.*

*Au Dr Christophe Rulh d'avoir pris le temps de partager et d'échanger son expérience avec moi, d'avoir relu plusieurs fois cet écrit. Tes conseils et tes remarques sont toujours aussi précieux et pertinents.*

*A tous les patients que j'ai pu suivre en amont de ce travail, merci pour votre patience et votre aide précieuse qui m'ont fourni la matière première nécessaire à sa réalisation.*

*A ma femme, Pauline, pour sa présence à mes côtés et sans qui je n'aurai pu réaliser ce travail aujourd'hui.*

*A Louis et Jules, vous êtes ma joie de vivre. Et au petit être qui devrait arriver quelques jours après le rendu de cet écrit...un bonheur de plus.*

# Table des matières

## Résumé

.....

1	Introduction.....	1
1.1	Parenthèse historique .....	1
1.2	Définition de la gelure.....	1
1.3	Etiologie de la gelure .....	2
1.4	Physiopathologie de la gelure .....	3
1.4.1	Phase primaire : .....	4
1.4.2	Phase secondaire : réchauffement et nécrose progressive (J1-J2) .....	5
1.4.3	Phase tardive : lésions définitives (J7-J45).....	7
1.5	Examens complémentaires .....	9
1.6	Nouvelle classification et pronostic .....	10
1.7	Traitements .....	11
1.7.1	Traitements immédiats.....	11
1.7.2	Traitement par oxygénothérapie hyperbare (OHB) [19] .....	13
1.7.3	Traitement chirurgical .....	14
1.8	Séquelles .....	17
1.8.1	Douleur : .....	17
1.8.2	Douleur d'exposition au froid (hypersensibilité douloureuse au froid) :.....	17
1.8.3	Atteinte de la sensibilité fine et discriminative : .....	18
1.8.4	Troubles trophiques de la peau et des phanères : .....	19
1.8.5	Séquelles ostéo-articulaires : .....	20
2	Proposition de prise en charge des gelures en rééducation, à propos de 5 cas cliniques ....	21
2.1	Présentation des cas cliniques :.....	21
2.2	Populations proches : les brûlés, les amputés.....	24

3	Axes de travail .....	25
3.1	Evaluations / bilans .....	25
3.1.1	Evaluation de la douleur .....	25
3.1.2	Evaluation des troubles cutanées et trophiques .....	25
3.1.3	Evaluation de la sensibilité .....	25
3.1.4	Bilans articulaire / moteur / fonctionnel .....	26
3.1.5	Bilan des activités de vie quotidienne et des activités signifiantes et significatives.....	26
4	Prise en charge rééducative.....	26
4.1	Douleur .....	26
4.2	Troubles cutanés et trophiques .....	26
4.3	Troubles sensitifs .....	32
4.4	Lutte contre les rétractions capsulo-ligamentaires et l'enraidissement articulaire .....	36
4.5	Prévention des douleurs liées au froid.....	40
4.6	Prise en charge rééducative et réadaptative des activités de vie signifiantes et significatives de la personne présentant des gelures sévères des extrémités.....	41
5	Discussion.....	46
5.1	La gelure, une atteinte singulière .....	46
5.2	Garder la trace ? Un questionnaire .....	47
5.3	Analyse des réponses .....	47
6	Conclusion .....	49
7	Bibliographie .....	51
8	Annexes :.....	58
8.1	Annexe 1.....	59
8.2	Annexe 2.....	60
8.3	Annexe 3.....	61

8.4	Annexe 4.....	62
8.5	Annexe 5.....	63
8.6	Annexe 6.....	64
8.7	Annexe 7.....	65

## Table des illustrations

Figure 1. La physiopathologie de l'ischémie progressive dans les cas de gelures [7] .....	3
Figure 2. Photos à J1.....	4
Figure 3. Du refroidissement à l'anoxie tissulaire .....	5
Figure 4. Phase de réchauffement avec apparition de phlyctènes séro hématiques.....	5
Figure 5. Du réchauffement tissulaire à l'ischémie complète des tissus mous [17].....	6
Figure 6. Démarcation des lésions au niveau des mains sans phlyctène majeure.....	7
Figure 7. Délimitation des zones atteintes de gelures sévères au niveau du pied.....	7
Figure 8. Patient O. à J7.....	7
Figure 9. Patient O. à J7.....	7
Figure 10. Patient O. à J14.....	8
Figure 11. Patient O. à J25.....	8
Figure 12. Patient S.à J10 .....	8
Figure 13. Même patient à J21 environ .....	8
Figure 14. Evolution de gelures sévères avec précautions sceptiques et simple parage des tissus nécrotiques. Pas de chirurgie en première intention.....	9
Figure 15. Classification de Chamonix revue .....	10
Figure 16. Réchauffement dans bain chaud à 38° + bétadine.....	12
Figure 17. Scintigraphie à J7 .....	13
Figure 18. Tableau traitement des gelures associé à l'OHB, Hôpitaux de Genève .....	14
Figure 19. Risque d'amputation en fonction de l'étendue de la lésion initiale. Chamonix.....	15

Figure 20. Chirurgie de régularisations main droite après gelures stade 4.....	16
Figure 21. Chirurgie de régularisations main gauche après gelures stade 4.....	16
Figure 22. Mains à 1 an et demi des gelures initiales .....	20
Figure 23. Même mains à 7 ans de la chirurgie .....	20
Figure 24. Modelage par CO-BAN.....	29
Figure 25. Chaussette de pressothérapie en relais du CO-BAN .....	29
Figure 26. Utilisation de pâte siliconée pour moulage et modelage cicatriciel.....	30
Figure 27. Exemples d'exercices avec balle proposés .....	34
Figure 28. Petits maillets utilisés pour la rééducation sensitive par tapotements .....	35
Figure 29. Appareil de stimulation par vibrations utilisé pour le travail autour de la sensibilité .....	36
Figure 30. Exemples d'orthèses de récupération et de travail utilisées .....	38
Figure 31. Exemple de chaussures confortables à porter en phase initiale pour reprise de la marche .....	38
Figure 32. Semelle carbone avec insert mousse de comblement distal .....	39
Figure 33. Chaussette polaire commerce .....	40
Figure 34. moufle polaire sur mesure .....	40
Figure 35. Fabrication sur mesure gantelets cuir pour utilisation du rameur en salle kiné + kayak en milieu naturel .....	43
Figure 36. Gantelet cuir pour parapente .....	44
Figure 37. Bâtons ski de randonnée double position, mains droite et gauche .....	44
Figure 38. Adaptation gantelet bâton de ski nordique sur pagaie de kayak .....	45
Figure 39. Adaptation piolet pour cascade de glace + protection thermique.....	45

## Résumé

L'Homme est un être doté d'un organisme à sang chaud, un animal homéotherme [1], adapté à un environnement de type tropical. Il reste adaptable à d'autres types de climats mais est limité dans son adaptation aux changements de conditions lorsqu'elles sont extrêmes [2,3].

Ainsi, quand les températures deviennent glaciales, l'organisme est susceptible de subir de lourds dommages à type de gelures. Il en existe différentes catégories parmi lesquelles les gelures sévères que nous pouvons rencontrer occasionnellement dans notre région et qui résultent la plupart du temps d'accidents survenus en haute altitude.

Nous avons eu l'occasion d'accueillir dans notre établissement de santé quelques patients victimes de gelures sévères de main et/ou de pieds (doigts et orteils principalement).

Cet écrit a pour objectif de décrire les soins et actes de rééducation et d'appareillages tels que nous les avons réalisés dans chacun des cas, de voir comment notre plan de soin s'est précisé au fur et à mesure de l'expérience accumulée, et d'établir finalement une proposition de prise en charge formalisée de cette phase secondaire qui débute lorsque les actes médico-chirurgicaux (traitements primaires, amputations...) ont été réalisés.

Nous n'avons retrouvé en effet quasiment aucun écrit dans la littérature scientifique à ce sujet qui reste pourtant une préoccupation majeure pour la personne concernée, tant l'enjeu fonctionnel, avec ses composantes professionnelles, sociales est important.

Notre problématique est donc : « Sur quelles bases théoriques et pratiques peut-on appuyer une rééducation appropriée du patient aux extrémités gelées (prise en charge des personnes brûlées, des amputées...) ? Ce faisant, quel catalogue de soins, actes de rééducation, appareillage et réadaptation peuvent être proposés à la communauté soignante par notre équipe dont l'expérience est à l'évidence importante en nombre de cas et d'extrémités traitées ? ».



# 1 Introduction

## 1.1 Parenthèse historique

Les différentes guerres du 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècle ont marqué notre histoire mais ont aussi été pourvoyeuses des premières descriptions des gelures.

Historiquement, le Baron Larrey, chirurgien en chef de la garde impériale napoléonienne, a fait les premières descriptions cliniques des gelures lors de la retraite des troupes de Moscou en 1812. Il décrit notamment la similitude des signes cliniques avec les brûlés ainsi que l'intérêt du réchauffement [4,5].

Puis les 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> guerres mondiales, avec la description des gelures par *Killian*, chirurgien allemand, et par *l'école russe*, suivies de la Guerre de Corée [3,6] ont apporté d'autres cas cliniques en masse et ont permis d'affiner la physiopathologie. C'est à cette époque que *Hamill* préconise un réchauffement rapide à 38°C [1]. Ce réchauffement est aujourd'hui toujours d'actualité, accompagné d'autres alternatives médicales qui n'existaient pas à l'époque et qui ont fait l'objet d'études et ont démontré leur efficacité. Ce sont maintenant les activités et sports d'hiver - et notamment la course à l'himalayisme - qui ont permis de discuter et valider les pistes de traitements (les thrombolytiques, l'Iloméline, ou l'Aspirine...).

Mais la première preuve évidentielle de traces de gelures remonte à bien plus loin que cela. Elle a été retrouvée, sur une momie précolombienne datant de 5000 ans, dans les Andes.

Des notions liées aux gelures figurent également dans la littérature ancienne. Ainsi, Hippocrate décrivait déjà les phlyctènes, Celsius parlait de gangrène, Avicenne préconisait l'eau froide comme thérapeutique, quand l'Ecole Arabe évoquait par la suite les vertus du bain chaud. Plus tardivement, Ambroise Paré a écrit sur quelques cas graves de gelures pendant les Guerres d'Italie, puis ce fût au tour du Dr James Thatcher pendant la Révolution Américaine [5,7].

## 1.2 Définition de la gelure

La gelure est une lésion localisée, prédominant sur les extrémités du corps (main, pied, nez, oreille...), causée par l'action directe du froid. Elle se traduit par un gel des tissus cutanés et sous-cutanés entraînant une réaction en chaîne pouvant conduire à de graves lésions. La sémiologie associe le plus souvent une cyanose persistante et des phlyctènes séro-hématiques voire nécrotiques dont l'étendue fait le pronostic.

L'apparition de ces gelures ainsi que leur gravité peuvent être favorisées par les facteurs suivants :

1. Température extrême
2. Humidité (qui multiplie par 14 l'action du froid) [8]
3. Augmentation du vent (phénomène de convection qui la multiplie par 10) [8,9]
4. Durée d'exposition au froid (inférieure à 0°C)
5. Hydratation de la personne concernée
6. Polyglobulie d'altitude : en altérant la microcirculation, elle favorise les thromboses, le ralentissement du flux sanguin capillaire et donc les gelures
7. Condition physique
8. Matériel utilisé et en particulier les vêtements/gants/chaussures adaptés aux basses températures
9. Personne fumeuse et/ou alcoolisée (troubles de jugement + phénomène de vasodilatation)
10. Antécédent connu ou non de pathologie vasculaire (syndrome ou maladie de Raynaud par exemple)
11. Condition mentale / cognitive ?
12. Antécédents de gelures antérieures ? (risque accru de récurrence)

### **1.3 Etiologie de la gelure**

L'incidence des gelures reste peu connue. Les données statistiques sont faibles et ne concernent que des populations particulières.

Néanmoins, les données disponibles montrent que 90% des gelures concernent les extrémités du corps : main et pied, sans oublier la face en montagne (nez, lobe de l'oreille, joue...) [2,7]. La population concernée par ces gelures est relativement jeune, avec un âge prédominant entre 30 et 49 ans [10,11,12]. Les populations civiles sont aujourd'hui les plus touchées et non plus les populations militaires.

Les personnes pratiquant des activités de sport d'hiver et notamment l'alpinisme sont particulièrement exposées aux gelures, mais les populations défavorisées en milieu urbain avec des facteurs de comorbidité importants (alcoolisme, drogues, troubles mentaux...) [3,12] sont aussi fortement impactés par ce risque de dommage corporel (description de populations à Chicago et dans quelques pays nordiques [13] et asiatiques).

## 1.4 Physiopathologie de la gelure

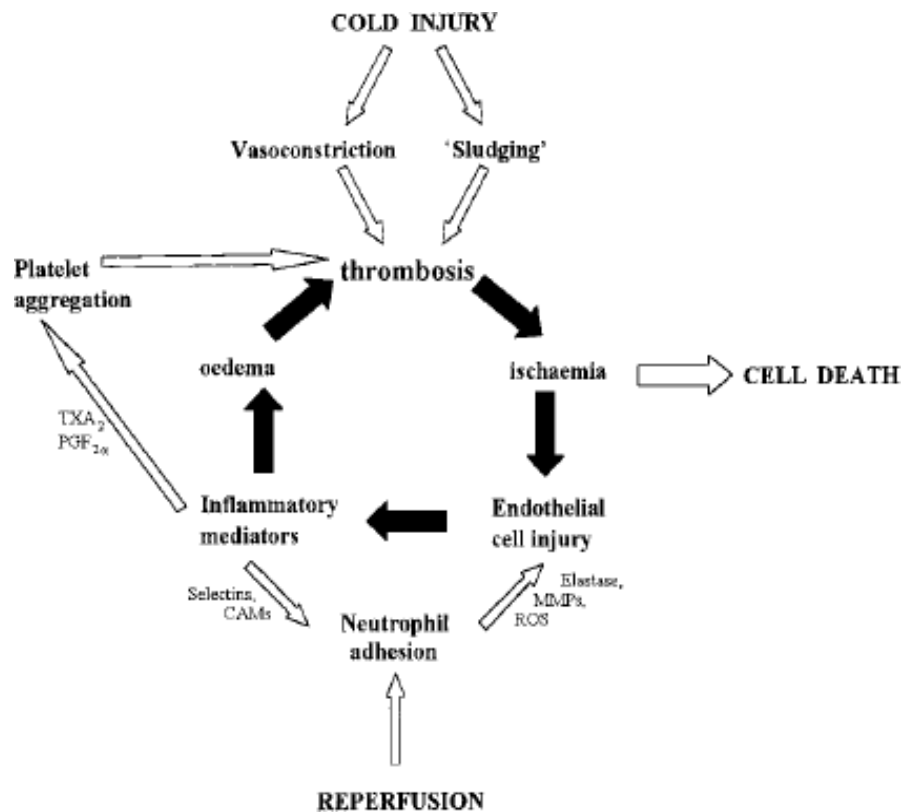


Figure 1. La physiopathologie de l'ischémie progressive dans les cas de gelures [7]

A l'aide de capteurs situés au niveau de la peau et du cœur, notre hypothalamus joue le rôle de thermostat pour réguler la température de notre corps. Celle-ci contient 3 à 10 fois plus de récepteurs au froid que de récepteurs au chaud [3,14].

Ainsi, en réponse à une exposition au froid, le corps essaie de préserver une température appropriée grâce au phénomène de vasoconstriction cutanée et tente de gagner plus de chaleur grâce au mécanisme de frissons. La sensation de froid se perd quand la température cutanée passe en dessous de 10°C.

Les gelures apparaissent généralement quand le tissu se gèle lentement et forme des cristaux de glace extracellulaire (cf. figure 2). Les blessures seront de type circonférentiel, progressant du distal vers le proximal, avec une réversibilité ponctuelle.

La physiopathologie des gelures liées à l'attaque du froid se déroule en 4 phases qui se chevauchent (que l'on regroupera par la suite en 3 phases primaire, secondaire et tardive)[15] :

1. Pré-gel
2. Gel-dégel
3. Stase dans les petits vaisseaux
4. Ischémie progressive ou tardive

### 1.4.1 Phase primaire :

A cette phase, nous ne disposons que de peu de clinique, essentiellement marquée par un aspect livide et froid des tissus atteints. L'anesthésie induite par le froid rend cette phase indolore [16].



Figure 2. Photos à J1

L'organisme présente une vasoconstriction périphérique dont l'importance dépend de l'intensité du froid et du tonus vasomoteur de l'individu. Cette vasoconstriction artérielle et veineuse avec détournement du sang par les anastomoses artério-veineuses et la fermeture des sphincters pré-capillaires entraîne une baisse du gradient de perfusion et l'apparition de phénomènes locaux de stagnation, hyperviscosité, hypoxie et acidose.

Lorsque l'agression par le gel est lente, des cristaux de glace se forment d'abord en dehors de la cellule, augmentant la pression osmotique et engendrant des transferts hydro-électrolytiques dans l'espace extra-cellulaire, enclenchant ainsi le processus de destruction cellulaire. Lorsque l'agression par le gel est rapide, les cristaux formés sont petits et instables. Si le réchauffement est lent, ces cristaux s'unissent pour en former de plus grands pouvant être plus agressifs pour les structures des cellules. La cellule se déshydrate et se recristallise. Le réchauffement rapide fera fondre les cristaux avant que leur taille n'augmente et évitera ce phénomène de recristallisation [17,18].

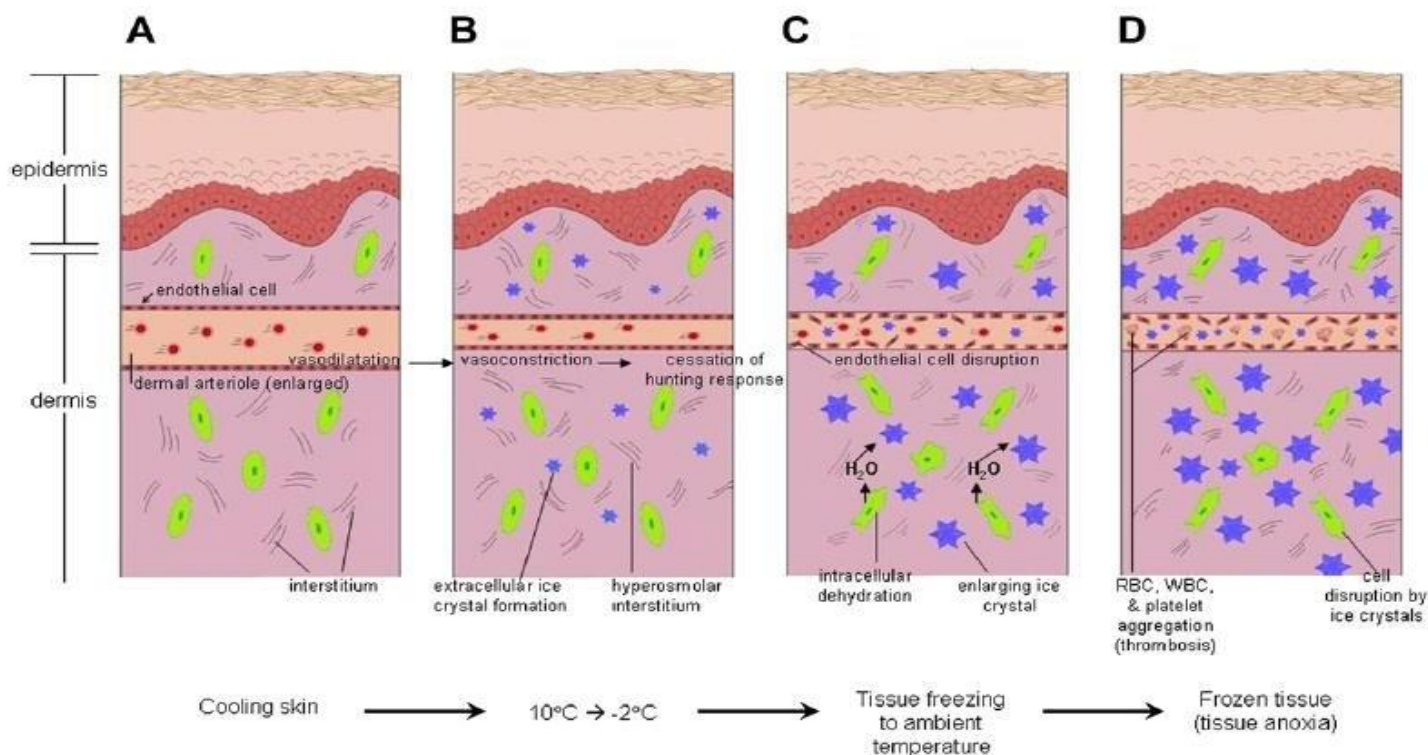


Figure 3. Du refroidissement à l'anoxie tissulaire [17]

#### 1.4.2 Phase secondaire : réchauffement et nécrose progressive (J1-J2)

D'un point de vue clinique, c'est la phase la plus riche avec apparition d'un œdème, de phlyctènes, du phénomène de nécrose.

Cette phase dure entre 12h et 24h, et commence dès le début du réchauffement. Apparaît alors clairement la démarcation de la lésion initiale, grise, cyanosée, peu sensible au toucher et évoluant du distal vers le proximal. Des phlyctènes apparaissent lorsque la gelure est sévère (pas de phlyctène si gelure superficielle) et peuvent être hématiques, séro-hématiques voire hémorragiques si la gelure est plus grave. Elles sont parfois volumineuses et compressives et finissent par se rompre spontanément si aucun geste de parage/excision n'est effectué.



Figure 4. Phase de réchauffement avec apparition de phlyctènes séro-hématiques

Sur le plan physiopathologique, c'est le début de la nécrose secondaire progressive avec la libération de substances vasoactives : cytokines, radicaux et thromboxane A2 par la voie de l'acide arachidonique.

Cette libération de substances est due à un phénomène d'hyperhémie réactionnelle combiné à une hyper-perméabilité capillaire. La gravité dépendra du réchauffement. Le fil conducteur est un syndrome d'ischémie/reperfusion qui pourra aboutir en quelques heures à une thrombose et un arrêt de la microcirculation si les lésions sont graves [1,17,19].

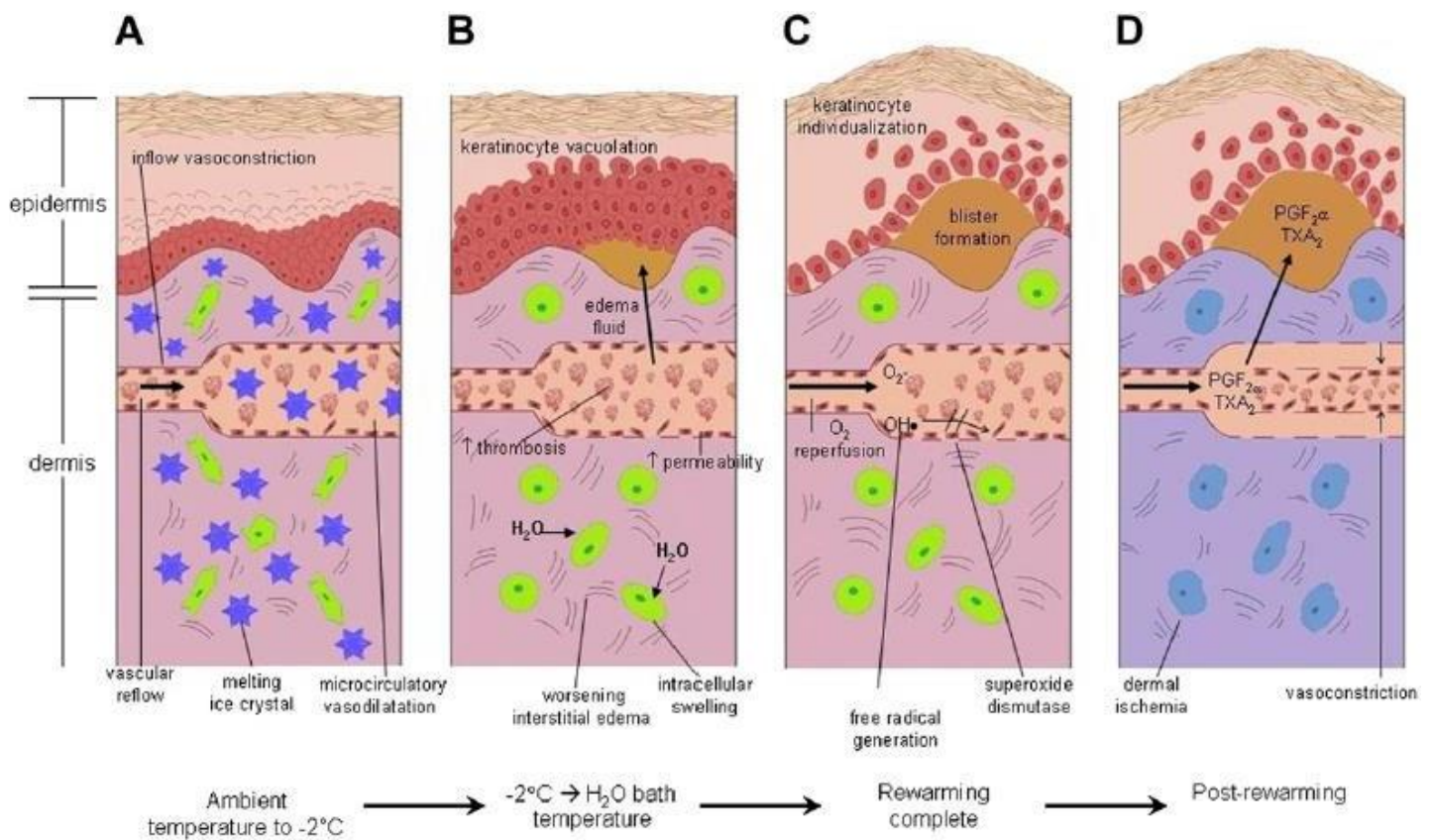


Figure 5. Du réchauffement tissulaire à l'ischémie complète des tissus mous [17]



Figure 6. Démarcation des lésions au niveau des mains sans phlyctène majeure



Figure 7. Délimitation des zones atteintes de gelures sévères au niveau du pied

### 1.4.3 Phase tardive : lésions définitives (J7-J45)

Cette phase lente et progressive peut durer plusieurs semaines. Les tissus revascularisés se réorganisent et cicatrisent alors que les tissus dévitalisés évoluent lentement vers la gangrène sèche en se démarquant du reste de l'organisme par un sillon de délimitation.



Figure 8. Patient O. à J7



Figure 9. Patient O. à J7



Figure 10. Patient O. à J14



Figure 11. Patient O. à J25

On peut distinguer 3 zones d'évolution :

- Zone de coagulation : la nécrose y apparaît rapidement ; cette zone a subi l'action du froid la plus importante.
- Zone de stase : on ne constate pas immédiatement de dommages irréversibles mais cette zone a tendance à se transformer en zone de coagulation en 48 heures.
- Zone d'hyperhémie : le froid y a été moins intense et on peut espérer une récupération spontanée et/ou guidée.

Si le traitement n'est débuté qu'à ce stade, les résultats sont décevants et les lésions seront généralement plus sévères avec moins de chances d'évolution vers une récupération partielle.



Figure 12. Patient S. à J10



Figure 13. Mêmes patient à J21 environ



## 1.5 Examens complémentaires

Actuellement, les examens de choix sont l'angiographie pour l'aspect vasculaire et la scintigraphie osseuse au Technétium 99m pour l'aspect tissulaire [1,20]. L'angiographie est invasive et nécessite un plateau technique spécifique pour une imagerie rapide. Quant à la scintigraphie osseuse, validée par les hôpitaux de Chamonix Mont Blanc comme étant l'examen complémentaire de référence, elle ne doit pas être réalisée de manière trop précoce (J2) car pouvant être faussement rassurante si les lésions de nécrose progressive n'ont pas eu le temps de s'installer. Sa réalisation entre J5 et J7 apportera alors une valeur prédictive plus fiable. Elle se déroule en 2 temps d'imagerie, une phase précoce tissulaire et une phase tardive osseuse à 3h. Cette phase présente une très bonne corrélation entre l'absence de fixation osseuse et le niveau d'amputation à prévoir.

Néanmoins, selon une observation empirique des cas cliniques accueillis dans notre établissement, il n'est pas nécessaire d'amputer un ou plusieurs segments trop précocement, si l'état du patient est stable et même si la scintigraphie osseuse a révélé des zones de délimitations franches (nous aborderons ultérieurement ce sujet dans cet écrit). Il semble parfois même possible de préserver un morceau de segment si les conditions sont optimales : sans nécessité de chirurgie urgente, et avec une surveillance médicale rapprochée.

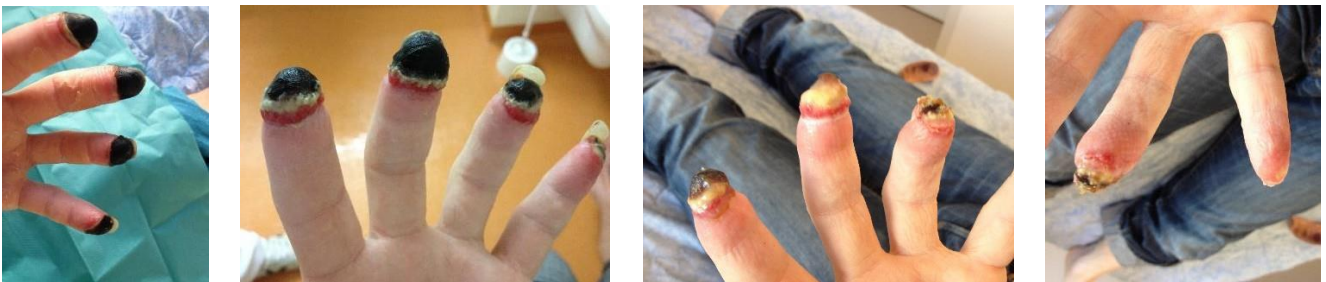


Figure 14. Evolution de gelures sévères avec précautions septiques et simple parage des tissus nécrotiques. Pas de chirurgie en première intention.

Le matériel évoluant continuellement, il est probable que l'écho-doppler portable avec sonde à haute fréquence devienne l'outil de première intention pour l'évaluation tissulaire et vasculaire des gelures en urgence. Il aurait la singularité et donc le grand avantage de pouvoir être utilisé directement sur le terrain, avant de pouvoir effectuer une scintigraphie complémentaire en milieu hospitalier (meilleur pronostic).

Des études sont également en cours pour tester l'efficacité du thermomètre pulpaire sur le terrain comme autre outil de détection et de prévention des gelures.

## 1.6 Nouvelle classification et pronostic

L'ancienne classification des gelures avait comme inconvénient d'être rétrospective et ne permettait pas d'évaluer précocement le risque d'amputation ou son niveau final.

La classification de Chamonix fait suite à l'analyse rétrospective d'une série importante de gelures graves prises en charge aux hôpitaux du Mont Blanc [15,21,22].

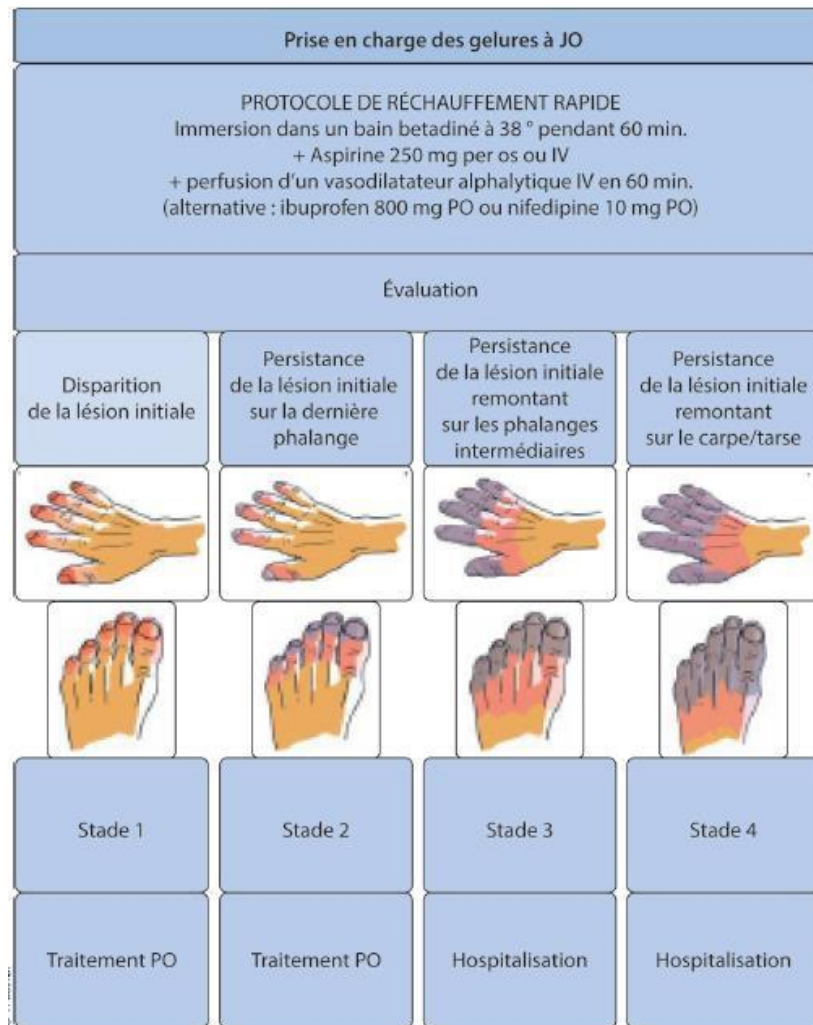


Figure 15. Classification de Chamonix revue

Cette étude permet de proposer un diagnostic précoce à partir de deux nouveaux critères :

- La topographie de la lésion initiale : l'évaluation se fait après réchauffement rapide dans l'eau à 38°C pendant 1 heure et un bolus IV de 250mg d'aspirine. Elle est donc quasiment immédiate et permet de déterminer, pour les mains et les pieds, 4 stades selon l'extension proximale de la lésion résiduelle.
- L'aspect de la scintigraphie osseuse à J2 qui permet de déterminer le niveau de défaut du temps osseux (il sera parfois plus prudent d'attendre J5 pour les raisons évoquées ci-dessus)

	<b>Stade I (fig. 7)</b>	<b>Stade II (fig. 8)</b>	<b>Stade III (fig. 9)</b>	<b>Stade IV (fig. 10)</b>
Extension de la lésion initiale après réchauffement rapide	Absence de lésion initiale	Lésion initiale sur la phalange distale	Lésion initiale sur la phalange intermédiaire et proximale	Lésion initiale sur le carpe/tarse et au-dessus
Scintigraphie osseuse à J2	Inutile	Hypofixation	Zones de non-fixation sur les doigts/orteils	Zones de non-fixation sur le carpe/tarse
Phlyctènes à J2	Absence de phlyctènes	Phlyctènes translucides	Phlyctènes hémorragiques	Phlyctènes hémorragiques
Pronostic à J2	Pas d'amputation Pas de séquelle	Amputation tissulaire Atteinte des phanères	Amputation osseuse digitale Séquelles fonctionnelles	Amputation des membres Séquelles importantes ± sepsis voire amputation en urgence



Stade 1

Stade 2

Stade 3

Stade 4

## 1.7 Traitements

### 1.7.1 Traitements immédiats

Le moins que l'on puisse dire est... qu'ils ont beaucoup changé ! Paul Payot dans son livre « Au Royaume du Mont Blanc » (1951) prodiguait ses « Conseils à ceux qui sont engelés » : « Prenez de la cire, un peu, et un peu d'huile et un peu d'encens et prenez une grosse rave, creusez là au milieu, qu'il ne reste rien que la croûte d'alentour. Puis vous y mettez les trois premières drogues dedans et vous mettez la rave dans la braise, rôtir presque la cire et l'encens soient fondus. Puis vous appliquerez deux ou trois fois ledit remède sur la partie englée et vous serez d'abord guéri ».

De nombreux progrès ont été effectués depuis les années 90, particulièrement pour les examens diagnostiques et les pronostics associés.

Ainsi les traitements conventionnels en France et à l'étranger sont harmonisés et quasi consensuels, associant un réchauffement rapide dans l'eau à 38°C [25] [figure 2] à de l'Aspirine (et/ou AINS) et à des vasodilatateurs périphériques (cf arbre décisionnel en Annexe). Il s'agit en premier lieu de réchauffer rapidement le segment gelé, de lutter contre le vasospasme, l'hyperviscosité sanguine, la thrombose et de prévenir l'infection et l'inflammation [17].



*Figure 16. Réchauffement dans bain chaud à 38° + bétadine*

Dans le cas des gelures de stade 3 et 4, une étude française [26] a démontré l'efficacité de l'association Aspirine + Iloprost (Ilo Médine) injectée dès que possible en perfusion continue au pousse-seringue pendant 2 jours. L'association d'un thrombolytique (RTpA) n'a pas montré un intérêt majeur [27] [28]. Les thrombolytiques sont néanmoins particulièrement utilisés aux USA (RTpA) avec des résultats intéressants mais avec également des risques hémorragiques non négligeables. Aujourd'hui la durée de traitement par Ilo Médine pour ces gelures sévères peut-être plus longue, de l'ordre à plusieurs jours en fonction de la gravité de la lésion et de la tolérance du patient.

Les parties gelées sont surélevées tant que persiste l'œdème (une semaine). En dehors du bain de réchauffement initial (dès le risque de regel écarté), on évitera les bains au cours du séjour. Les pansements doivent être quotidiens, gras et chauds. Les interfaces hydro-colloïdes additionnées de Flammazine sont souvent utilisées mais il n'existe pas de consensus à ce niveau.

Sur le terrain, des chaussettes et/ou gants secs pourront remplacer ceux mouillés, et la chaussure ne sera enlevée que si possibilité d'évacuation [29].

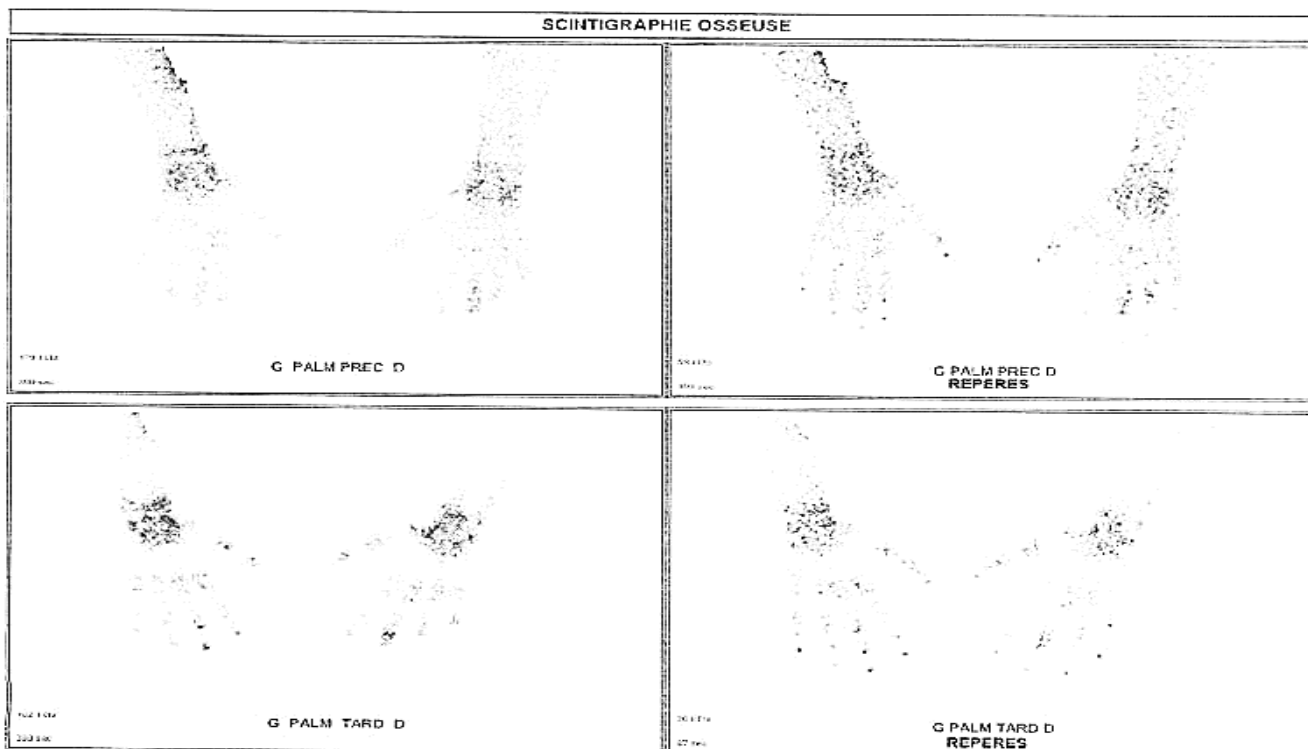


Figure 17. Scintigraphie à J7

### 1.7.2 Traitement par oxygénothérapie hyperbare (OHB) [19]

Autrefois utilisée sans réelle preuve d'efficacité, l'OHB a bénéficié dans le cadre d'un programme européen de recherche « SOS Gelures » (HUG's, Hôpitaux Pays du Mont Blanc, CHDL, Marseille, Perpignan, Nice) d'un essai prospectif intégrant 58 patients présentant des gelures de stade 3 ou 4. Trente patients avaient été traités sans OHB entre 2000 et 2012. Ces 30 patients ont été comparés à 28 nouveaux cas entre 2013 et 2019, traités par OHB en plus du protocole classique. Les résultats sont très en faveur de l'OHB avec une diminution drastique du nombre de segments amputés malgré le nombre de segments atteints plus importants dans le groupe OHB.

Points faibles de cette étude d'après les auteurs, le faible échantillon et l'absence de randomisation.

Néanmoins l'OHB est intéressante car elle semble s'opposer aux effets de l'ischémie-reperfusion (diminution de l'œdème, revascularisation des territoires en souffrance, néo-genèse vasculaire, effets bactéricide et bactériostatique évitant l'apparition de gangrène gazeuse). Aussi l'OHB accélère la cicatrisation et a déjà fait preuve de son efficacité dans le traitement des brûlés [17]. D'ailleurs quelques-uns de nos patients accueillis au CMR ont pu bénéficier de ce traitement. Cependant, ce traitement est incompatible avec l'utilisation de pansements gras.

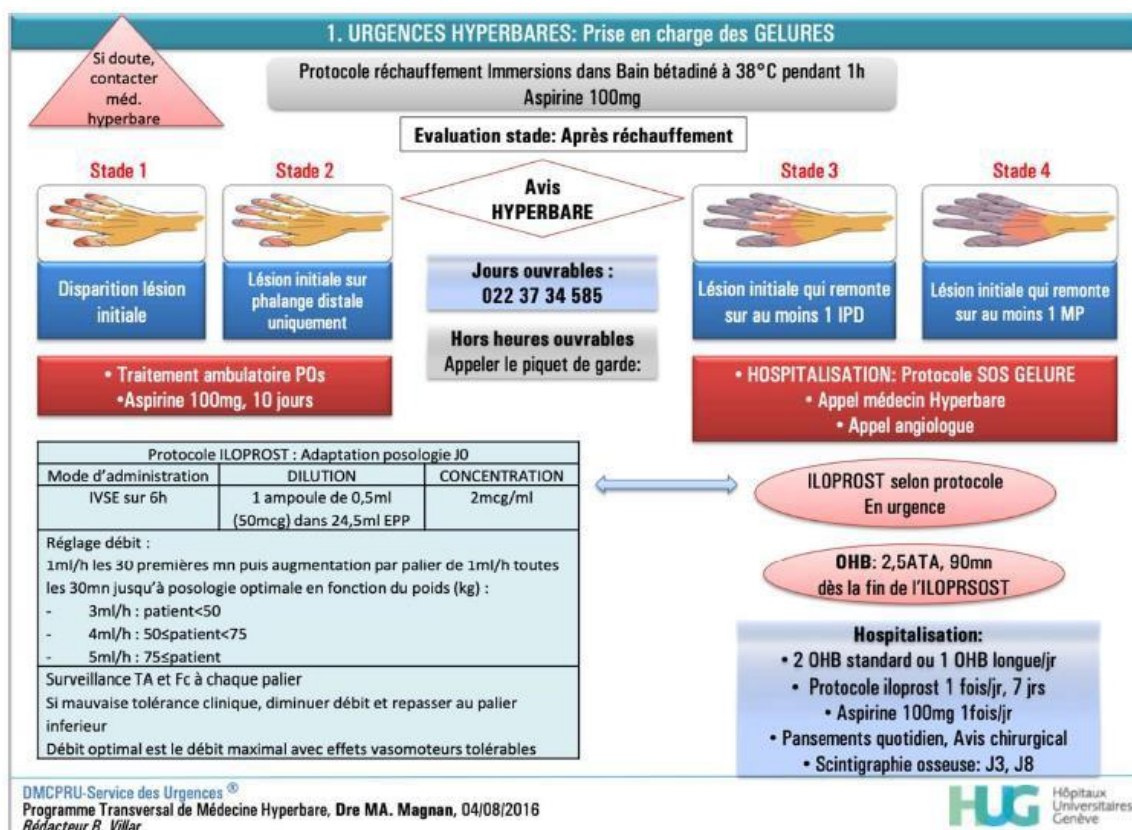


Figure 18. Tableau traitement des gelures associé à l'OHB, Hôpitaux de Genève

### 1.7.3 Traitement chirurgical

Le traitement chirurgical a concerné l'ensemble de nos patients qui présentaient des gelures sévères, dans des proportions différentes.

Le premier temps de ce traitement consiste en des soins locaux après excision des phlyctènes et tissus nécrosés. L'indication chirurgicale sera guidée par les résultats de la scintigraphie osseuse à J7.

Sauf complication menaçante, de type septique par exemple, on peut se garder d'une amputation trop précoce. La tolérance des zones momifiées par le patient, en termes visuels, olfactifs, psychologiques, peut aussi intervenir dans la prise de décision chirurgicale et surtout dans le délai de celle-ci.

La surveillance médicale et l'observance des patients eux-mêmes ont pu, dans notre série, retarder cette échéance. Est-ce à dire que cela a permis de limiter l'amputation au strict nécessaire avec une recoupe osseuse la plus distale possible et la résection des tissus mous de façon circulaire ? Nous ne pouvons l'affirmer.

Cependant, l'ensemble de nos patients (tous alpinistes) se disent satisfaits de cette période d'attente, et même au-delà : l'un d'entre eux a estimé qu'on lui avait proposé « trop tôt » un traitement chirurgical qu'il souhaitait plus tardif, et ce alors même qu'il n'était pas menacé par un sepsis.

Aussi, deux tendances se dégagent :

- Attendre la momification complète (hors urgence septique ou intolérance psychologique du patient) avant régularisation [31-32], « S'il n'y a aucune chance de revascularisation des tissus mous nécrosés, les phalanges peuvent, elles, se revasculariser très progressivement, par un phénomène de *creeping substitution*, sous réserve qu'elles ne soient pas infectées ».
- Ou proposer l'amputation relativement précocément, au niveau indiqué par la scintigraphie, dans l'idée de réaliser un matelassage optimum du moignon (attitude préconisée à notre connaissance au CHU de Grenoble).

RISQUE D'AMPUTATION EN FONCTION DU NIVEAU D'ÉTENDUE DE LA LÉSION INITIALE		
	Extension	Risque d'amputation %
<b>Main</b>	Carpe	100
	Métacarpe	100
	Phalange proximale	83 (66-100)
	Phalange intermédiaire	39 (25-52)
	Phalange distale	1 (0-3)
<b>Pied</b>	Tarse	100
	Métatarse	98 (93-100)
	Phalange proximale	60 (45-74)
	Phalange intermédiaire	23 (10-35)
<b>Main et Pied</b>	Phalange distale	0
	Carpe / Tarse	100
	Métacarpe / Métatarse	98 (95-100)
	Phalange proximale	67 (55-79)
	Phalange intermédiaire	31 (22-4)
	Phalange distale	1 (0-2)

Figure 19. Risque d'amputation en fonction de l'étendue de la lésion initiale. Chamonix

L'objet de ce travail n'est pas de discuter ces deux approches, mais nos patients ont fait partie de « ceux qui attendent » et sont finalement satisfaits du résultat. Pour notre part, nous soulignons dans notre mémoire certaines complications fonctionnelles chez eux, mais aucune en lien avec un défaut de matelassage des moignons.

Dans leur cas, il a été possible de conserver le plus possible de capital osseux et de ne résequer que les tissus mous nécrosés afin de conserver le maximum de longueur de doigt. La cicatrisation qui s'en suit fait l'objet d'un suivi médical et infirmier rigoureux, avec une observance hygiénique stricte de la part du patient. Il est parfois possible d'associer à ce stade des pansements de différents types parmi lesquels les pansements à base de miel que nous avons pu tester au sein de notre centre [33]. Le miel est intéressant dans la mesure où son PH moyen est de 5 ce qui en fait un bon agent de détersion des tissus nécrosés.



*Figure 20. Chirurgie de régularisations main droite après gelures stade 4*



*Figure 21. Chirurgie de régularisations main gauche après gelures stade 4*



## **1.8 Séquelles**

La bibliographie sur les séquelles de gelures sévères est pauvre. Elle est essentiellement descriptive, le fruit de constats et d'observations. Toutefois, et à l'exception des gelures de faible stade 1 et 2, nous pouvons affirmer que les séquelles sont fréquentes et même constantes pour les gelures de stades 3 et 4.

Avec le recul sur les patients accueillis dans notre établissement et à la lecture des éléments retrouvés dans la littérature, nous pouvons distinguer plusieurs types de séquelles, certaines subjectives mais quantifiables par des échelles de mesure ou bilans spécifiques, d'autres plus facilement observables, directement à l'œil ou grâce aux techniques d'imagerie.

Ces séquelles, d'apparition immédiate ou non, auront une évolution dépendante de la personne elle-même (facteurs intrinsèques) ainsi que du degré d'atteinte initial, pouvant rester présentes pendant plusieurs mois voire plusieurs années.

### **1.8.1 Douleur :**

Pouvant être « nocturne » au repos, mais plus généralement diurne dite « de fonction », cette douleur est quantifiable sur une échelle type EVN ou EVA (Echelle Visuelle Numérique / Analogique). Elle a tendance à s'atténuer avec le temps jusqu'à disparaître presque totalement après récupération fonctionnelle complète. En phase initiale, un traitement médicamenteux est souvent nécessaire avec un sevrage progressif secondairement.

### **1.8.2 Douleur d'exposition au froid (hypersensibilité douloureuse au froid) :**

Les troubles vasomoteurs sont fréquemment décrits chez les personnes présentant des gelures. L'ensemble du système vasculaire est touché dans sa distalité. Est-ce pour autant un acrosyndrome secondaire à la gelure elle-même ?

La connaissance des mécanismes de douleurs induites par le froid n'est que partielle. Comme pour tout stimulus douloureux, la transduction du froid intense en message nerveux électrique se produit au niveau des terminaisons des nocicepteurs présents dans les tissus sensibles comme la peau. Ces terminaisons sont riches en canaux transducteurs qui, une fois activés par le ou les stimuli pour lesquels ils sont spécialisés, vont s'ouvrir et générer un flux d'ions au travers de la membrane plasmique induisant un changement de potentiel membranaire du neurone.

Cette dépolarisation, si elle est suffisante, va entraîner l'ouverture de canaux perméables au sodium et sensibles au voltage (les canaux Nav) et l'émissions de potentiels d'action qui seront transmis jusqu'au cerveau après un relais dans la moelle épinière [34].

Des canaux transducteurs du froid ont été identifiés (TRPM8, TRPA1 pour le froid nocif + canal Nav1.8). Récemment, une étude sur le canal 1.9 a montré son importance dans la sensibilité douloureuse au froid.

Il s'agit là aussi d'un canal dépendant de voltage perméable au sodium qui, comme pour d'autres canaux, peut rester actif à basse température ce qui permet aux nocicepteurs d'être fonctionnels à des températures auxquelles le système somesthésique non nociceptif est inhibé. Nous pouvons donc être amenés à penser que ces canaux sont perturbés dans leur fonctionnement à la suite de gelures même si cela reste hypothétique.

De même, les terminaisons nerveuses ayant été touchées voir sectionnées (dans le cas d'amputations), le système somato-sensoriel s'en trouve perturbé avec une forte réduction du nombre de récepteurs permettant la régulation optimum de la température intracorporelle, d'où la forte probabilité d'être douloureux du fait d'un système de régulation perturbé [34].

### **1.8.3 Atteinte de la sensibilité fine et discriminative :**

Comme pour l'hypersensibilité liée au froid, cette séquelle est la résultante directe de l'atteinte mécanique liée au froid ayant entraîné l'agression irréversible des tissus distaux (pieds et mains) voire leur destruction totale (amputation). Plusieurs milliers de récepteurs (il y en a en moyenne 2500/cm<sup>2</sup> pour le bout des doigts) sont donc détruits en surface ainsi que leurs faisceaux conducteurs plus en profondeur.

Il s'en suit de manière indéniable une très forte perturbation de la sensibilité aux endroits atteints. Dans le cadre des amputations, le temps nécessaire à une réorganisation de ces branches neuronales et d'une ré arborescence efficiente du système sensitif épicrotique est long et fastidieux.

Une ré harmonisation et une régulation ne sont envisageables qu'après quelques années. Aucune évaluation n'a été faite à notre connaissance sur la récupération de la sensibilité des personnes présentant des gelures sévères des extrémités.

D'après notre expérience, une hypersensibilité exagérée (douloureuse parfois) ainsi que des paresthésies sont souvent présentes en phase initiale.

C'est un signe distinctif de perturbation des voies sensitives. La prise en charge rééducative doit donc être appropriée et tenir compte de l'évolution de cette symptomatologie sensitive.

Les patients que nous avons reçus arrivaient toujours en phase précoce post-opératoire pour amputation d'un ou plusieurs segments, avec par conséquent des pansements et un besoin de soins infirmiers quotidiens pour détersion des peaux mortes et autre fibrine ou dépôts.

L'hypersensibilité - voire la douleur - qui résulte de ces soins où la peau était à vif est donc une réaction « normale ». Elle nécessite un accompagnement médical avec traitement médicamenteux. Ce n'est qu'une fois les plaies fermées que l'on peut procéder à une évaluation « appropriée » de la sensibilité et que des symptômes d'hypersensibilité sont retrouvés.

Ainsi, s'ils sont comparables, dans leur description par le patient, aux séquelles d'hypersensibilité retrouvées sur des gelures sévères non régularisées, le mécanisme de survenue du trouble de la sensibilité sous-jacente n'est pas similaire en termes physiopathologiques.

#### **1.8.4 Troubles trophiques de la peau et des phanères :**

Nous pouvons distinguer deux catégories de patients à ce niveau : ceux n'ayant pas eu recours à une chirurgie de régularisation et ceux ayant un traitement chirurgical de ce type. Les séquelles trophiques seront alors différentes :

- En cas d'amputation, la séquelle esthétique est évidente. Une chirurgie plastique pourra être entreprise secondairement, si besoin, l'objectif initial étant qu'il n'y ait pas de séquelle fonctionnelle secondaire. Pour cela, la chirurgie de recouvrement et fermeture par lambeaux respectera dans la limite du possible certains grands principes tels qu'une suture légèrement « dorsalisante » (pour ne pas que la cicatrice du moignon soit en contact direct avec le bout de la chaussure par exemple, ou qu'elle ne gêne pas les prises d'opposition si elle est sur un doigt de la main...).
- En cas de préservation des segments osseux et cutanés, on retrouve fréquemment une évolution vers une peau lisse et sensible avec des risques d'évolution secondaire et tardive vers une peau hyper-hydrée et hyper-kératinisée (tendance à la desquamation). Lorsque la matrice est préservée, la déformation des phanères est classique (ongles déformés) avec des signes cliniques proches de ceux retrouvés dans certaines maladies vasculaires.



Figure 22. Mains à 1 an et demi des gelures initiales



Figure 23. Mêmes mains à 7 ans de la chirurgie

### 1.8.5 Séquelles ostéo-articulaires :

Ces séquelles présentes dans les gelures de stades 3 et 4 peuvent se présenter à 2 moments de l'histoire clinique :

- A la phase précoce, sous forme d'une ostéoporose pouvant être associée à des raideurs articulaires. Cette déminéralisation osseuse se retrouve dans 50% des cas et disparaît généralement après plusieurs mois [35].

L'immobilisation a tendance à accentuer ce phénomène d'où l'importance accordée à la mobilité précoce notamment en rééducation. L'ostéoporose sera peu retrouvée dans les atteintes profondes où les zones peuvent être dévascularisées.

- A une phase plus tardive, où l'on peut retrouver des ostéo-arthropathies secondaires avec pincement de l'interligne articulaire et micro-géodes. Les structures profondes, os et cartilage, peuvent être touchées dans plus de 50% des cas de gelures sévères selon certaines études [36,37]. La revue de littérature actuelle ne décrit que quelques cas rares présentant des lésions tardives d'arthropathie secondaire, pouvant néanmoins être assez graves [38]. Ce type de séquelle n'est pas rapporté à distance par nos patients (cf. discussion).

***En conclusion de ce chapitre sur les séquelles liées aux gelures sévères, d'après Cauchy et Moutet [17] et selon leur expérience, 8% des patients n'ont aucune séquelle, 46% présentent une hypersensibilité au froid, 36% des troubles subjectifs et trophiques permanents et 10% un résultat fonctionnel médiocre.***

## 2 Proposition de prise en charge des gelures en rééducation, à propos de 5 cas cliniques

### 2.1 Présentation des cas cliniques :

- 1<sup>er</sup> cas [39] :

Monsieur 1, âgé de 20 ans, droitier. En cours de formation pour le Brevet d'Etat d'escalade. Aspirant Guide de haute montagne.

Gelures survenues en 2013, ascension hivernale d'un sommet alpin de 4122 mètres. S'est fait « piéger » au sommet lors d'une tempête. Est resté toute la nuit dans un trou de neige creusé pour se protéger. A retiré sa chaussure droite avant d'essayer de la remettre plus tard. Secours hélicoptéré le lendemain matin quand les conditions ont été plus favorables.

Bilan des lésions : gelures de stade 4 des 2 mains et du pied droit.

Pris en charge au CHU de Sallanches puis Genève pour tentative de revascularisation + Oxygénothérapie Hyperbare. Dans les suites d'absence d'évolution du sillon de délimitation, a bénéficié de gestes de régularisations chirurgicales à J45 post accident :

- Main D : trans col de P1 doigts longs et pouce
- Main G : base P1 doigts longs et pouce
- Pied D : base de P1 des 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> orteils et base P2 du 2<sup>ème</sup> orteil
- Pied G : pas de chirurgie de régularisation, évolution favorable avec le temps

Une dizaine de jours plus tard, désunion cicatricielle complète au niveau des moignons de la main G et du pied D avec exposition osseuse. Reprise chirurgicale pour désarticulation trans métacarpo-phalangienne proximale des 2<sup>èmes</sup> et 3<sup>èmes</sup> rayons de la main G. Entrée au Centre de rééducation à J65 de son accident.

- 2<sup>ème</sup> cas :

Monsieur 2, âgé de 42 ans, droitier. Guide de haute montagne.

Gelures survenues au cours de l'ascension d'un sommet himalayen de 8091 mètres, ascension engagée et longue de 9 jours, fin 2013, probablement à la descente. Souffrait alors d'une pneumopathie traitée par la suite pendant 3 semaines et d'une déshydratation majeure. Constatation de gelures des 2 mains et des 2 pieds au retour au camp de base. Gelures de stade 4 +/- 3 sur main G, et main D, stade 4 sur les pieds.

Rapatriement en France (Hôpital de Sallanches pour 5 jours) après séjour de 5 jours dans un hôpital à Katmandou. Puis retour à domicile, à Nice.

A 1 mois de l'exposition au froid, la nécrose était sèche sur les 4 membres : prise en charge chirurgicale dans le Sud de la France pour régularisation. La régularisation la plus distale possible a été faite au niveau de la main D, associée à une amputation trans-métatarsienne au niveau des 2 pieds. La main G n'a pas été opérée car le patient avait l'impression/sensation d'une évolution favorable possible. Etant donné les risques de sepsis très limités, il a été proposé de laisser cette main G en état et d'attendre avant une éventuelle nouvelle intervention. Entrée au Centre Médical Rocheplane à 36 jours de son traumatisme.

- Cas n° 3 :

Monsieur 3, 40 ans, droitier. Travaille dans le commerce.

Gelures survenues lors d'un trek en Himalaya (aux alentours de 7000 mètres d'altitude). Pris en charge dans un hôpital à Katmandou pendant une semaine puis rapatriement à l'hôpital de Sallanches. Gelures stade 4 pied G et stade 2 pied D. Pas de prise d'Iloméline. Mis sous Flucloxacilline et Dalacine (double antibiothérapie). Scintigraphie osseuse faite, puis retour à domicile.

A 24 jours, amputation trans-métatarso-phalangienne pied G, pas de geste chirurgical côté D. Présence de douleurs très intenses, découverte d'une BHRe (Bactérie Hautement Résistante émergente, d'importation) avec par conséquent un traitement antibiotique lourd et de plus mal supporté. Arrivée au Centre Médical Rocheplane 33 jours après l'accident.

- Cas n°4 :

Madame 4, 39 ans, droitère. Alpiniste professionnelle.

Accident en haute altitude himalayenne début 2018. Ascension hivernale engagée, « piégée » à la descente avec bivouacs à 7000 puis 6200 mètres. Ote sa chaussure droite à l'occasion d'une hallucination visuelle. Secours pédestre puis par hélicoptère, transfert dans un hôpital à Islamabad pendant 2 jours puis à l'Hôpital de Sallanches pour y soigner ses gelures. Passe une semaine à l'hôpital puis rentre à domicile avec pansements et soins réalisés par une infirmière. Intervention chirurgicale à J53 jours pour régularisation main D et pied G sur des gelures de stades 2 et 4 :

- Main D :

- D1 : régularisation trans P2 + lambeau d'avancement de Moberg

- D4 : nécrosectomie pulpaire distale
- D5 : amputation trans col P2
- Pied G :
  - GO : régularisation trans IP + lambeau plantaire
  - O2 : régularisation trans P1
  - O3-4-5 : désarticulation trans métatarso-phalangienne

Arrivée au Centre Médical Rocheplane à J54 après son accident.

- Cas n°5 :

Monsieur 5, 29 ans, droitier. Ingénieur.

Fin mars 2020, au Népal, randonnée à environ 5000 m d'altitude par -20°C, pendant 13 heures. Perte de sensation au niveau des deux pieds. 30 heures d'attente avant rapatriement dans un hôpital de proximité avec cure d'Iloprost pendant 5 jours. Puis rapatriement en France dans le service de chirurgie vasculaire de Bourg en Bresse. Un écho-doppler confirme l'absence de lésions des axes artériels. Cure d'Iloprost poursuivie 15 jours en plus pour optimiser la récupération des zones-limites associée à des séances d'Oxygénothérapie Hyperbare en caisson, à Lyon.

Pied D : Scintigraphie osseuse à J17 montrant une bonne vitalité osseuse et perfusion des os. Diagnostic de gelure stade 2/3.

Pied G : gelures de stade 4. Etat sceptique stable. Douleur maîtrisée. Reprise de la déambulation en décharge avec chaussures Barouk. Traitement conservateur pour retarder la chirurgie et attendre de voir l'évolution.

Pris en charge pour son pied G en chirurgie au CHU de Grenoble à J52 :

- GO : régularisation trans MP
- O2 : arrêt de la vascularisation au niveau de la base de P2 > régularisation trans P1
- O3 : arrêt de vascularisation trans P2 > régularisation col P1
- O4 : arrêt de vascularisation trans P2 > régularisation col P2
- O5 : arrêt de vascularisation P2-P3 > régularisation tête P2

Pied D :

- O4 : nécrosectomie
- O5 : arrêt de vascularisation trans P2 > régularisation tête P2

Pour chacun des orteils : thrombose des artères, stripping des nerfs collatéraux de chaque côté et section proximale de l'appareil fléchisseur. Entrée au Centre Médical Rocheplane le lendemain de sa chirurgie à J53.

*Nous avons donc eu l'opportunité d'accueillir ces cinq patients dans notre établissement entre 2013 et 2020. D'autres patients présentant des gelures sévères ont également été suivis. Bien que leurs cas ne soient pas présentés dans cet écrit, ces patients ont eux aussi contribué à ce travail, dont l'objectif est de proposer une prise en charge rééducative adaptée aux gelures, par l'expérience qu'ils nous ont permis d'acquérir. Lorsque nous citerons, par la suite, les 5 patients présentés ci-dessus, nous utiliserons la première lettre de leur prénom.*

## **2.2 Populations proches : les brûlés, les amputés**

Cependant avant de proposer des axes de travail auprès de cette population, il semble pertinent d'évoquer et de s'intéresser au travail rééducatif et réadaptatif mené auprès des personnes victimes de brûlures graves ainsi que des personnes ayant subies une amputation d'un membre. En effet, bien que le mécanisme de la gelure soit différent de celui de la brûlure, il nous semble impossible de ne pas faire de parallèle quant à leur prise en charge en soins de suite et réadaptation (SSR).

Il s'avère que nous avons dans notre centre la compétence d'accueillir des personnes victimes de brûlures ce qui nous permet d'effectuer la comparaison en termes de travail trophique et tissulaire.

Il en va de même avec les personnes amputées (doigts, main, avant-bras) que nous avons reçues et qui nous permettent de mieux appréhender ce versant fonctionnel de la gelure.

Nous devrions pouvoir alors adapter au mieux la prise en charge de ces patients ayant subi des amputations dans les suites de gelures sévères.

Ainsi, toute cette réflexion autour de la prise en charge en SSR des gelures sévères est le fruit d'une expérience partagée autour de différents axes de travail, communs ou non avec d'autres pathologies. Cette rééducation est singulière et individualisée, adaptée, tenant compte des évaluations et des observations réalisées au préalable.

Elle concerne les patients accueillis et s'adresse par extension aux autres personnes victimes de gelures de stade 3 et/ou 4. Les gelures de stade 1 et 2 dites « superficielles » ne sont théoriquement pas concernées par la rééducation (guérison rapide), cependant, étant parfois associées à des atteintes plus graves, elles interviennent dans leur réadaptation.



### **3 Axes de travail**

#### **3.1 Evaluations / bilans**

Ces évaluations vont nous permettre de faire un bilan de l'étendue des gelures.

##### **3.1.1 Evaluation de la douleur**

Réalisée par le médecin et/ou le rééducateur, elle se basera essentiellement sur une EVN ou une EVA. Il est pertinent de demander au patient si la douleur est présente au repos, la nuit, lors de l'utilisation du membre lésé ce qui permettra d'apporter des conseils en termes de déclive, positionnement, installation et autres techniques non médicamenteuses.

Les 5 cas présentés ont tous été opérés pour un geste chirurgical de régularisation. Il convient donc d'évoquer dans cette évaluation de la douleur du membre fantôme, qu'il est parfois difficile de quantifier mais que l'on peut qualifier.

##### **3.1.2 Evaluation des troubles cutanés et trophiques**

L'important à ce stade est d'évaluer la présence ou non d'un œdème. En effet, l'œdème pourrait être compressif en distal et responsable de douleurs et d'une moindre vascularisation, d'une gêne au retour veineux. Il pourrait également gêner le chaussage, la marche (pieds) et / ou la qualité des préhensions (mains), et perturber la cicatrisation.

La qualité des cicatrices et des tissus bénéficiera elle aussi d'un point d'attention particulier. Les cicatrices sont-elles inflammatoires ? Lisses, hypertrophiques ? Les berges sont-elles bien unies ou existe-t-il une désunion (fréquente en distalité) ?

Nous pourrions aussi voir s'il y a des plaies adjacentes, et des phlyctènes non excisées.

##### **3.1.3 Evaluation de la sensibilité**

Un premier bilan oral permet d'orienter au mieux la prise en charge des troubles sensitifs, et de déterminer le besoin ou non de faire une cartographie sensitive précise, particulièrement des troubles de la sensibilité fine et discriminative. Lorsque les plaies sont cicatrisées, un bilan de la sensibilité thermo algésique (chaud-froid / pic-touche) peut être proposé afin d'initier le patient à sa protection et l'habituer à détecter son seuil potentiellement douloureux.

Il est demandé au patient si des troubles spontanés de type décharge électrique, sensations de brûlure, fourmillements, engourdissements, picotements sont présents. Il en va de même pour les troubles provoqués (au contact fixe ou au tact déplacé).

### **3.1.4 Bilans articulaire / moteur / fonctionnel**

Ces bilans sont réalisés par le kinésithérapeute et l'ergothérapeute. Ils concernent toutes les zones à proximité des gelures régularisées ou non. Ils vont permettre de proposer un plan de rééducation/réadaptation adapté.

### **3.1.5 Bilan des activités de vie quotidienne et des activités significatives et significatives**

Ce bilan doit permettre d'évaluer les capacités et incapacités du patient concernant ses actes de vie quotidienne, de déterminer les besoins initiaux en termes d'aide humaine et/ou techniques. Une attention particulière est portée sur les motivations du patient et notamment sur les activités qui lui sont significatives telles que loisirs, profession...

## **4 Prise en charge rééducative**

### **4.1 Douleur**

En complément des traitements médicamenteux qui ont pu être mis en place pour nos patients, plusieurs autres moyens ont été utilisés afin de réduire leurs douleurs. La prise en charge des différents troubles, que nous développons ci-après, contribue grandement à la baisse du seuil douloureux.

La neurostimulation électrique transcutanée ou TENS peut être proposée car agissant sur les fibres sensitives de gros diamètre elle réduit la sensation douloureuse grâce au principe du « Gate Control System ». Très efficace lorsqu'elle est associée à un travail de désensitisation (cf ci-après). Il s'agit d'un système d'installation et d'utilisation simple pouvant être réalisé par le patient de manière autonome (électrodes à mettre en place) et qui plus est pratique car non gênant pour les actes de vie quotidienne.

### **4.2 Troubles cutanés et trophiques**

Les patients accueillis au sein de notre établissement ont tous présenté des troubles trophiques et cutanés de type œdème et troubles cicatriciels. Il est donc primordial de favoriser d'emblée un développement harmonieux des tissus mous qui ont souffert après la gelure, ainsi qu'après la(les) chirurgie(s) de régularisation.

« Avec ou sans fracture, l'avenir est inscrit dans les tissus mous » (ROCHER).

Cependant, certains facteurs peuvent limiter le travail autour de cette trophicité dans la prise en charge des gelures :

- La douleur.
- La fragilité de la peau.
- L'atteinte de la boucle neuro-vasculaire (troubles vasculaires liés à la dysautonomie, shunts artériels et repousse nerveuse) [37].

Lorsque la peau n'est pas totalement fermée et que des plaies persistent, la priorité est à la cicatrisation dirigée. Les soins locaux réalisés par l'équipe infirmière et médicale sont primordiaux (excision des tissus nécrosés au scalpel, traitement par antibiothérapie locale et surtout générale en cas d'infection secondaire, traitement local par nitrate d'argent si bourgeonnement hypertrophique...) [40].

Nous aimons à penser que les soins de rééducation permettaient d'accélérer cette cicatrisation dirigée lorsqu'ils étaient menés de manière singulière et adaptée à chacun de nos patients.

Concernant les 5 patients présentés ci-dessus, la prise en charge trophique des pieds et/ou mains a été globalement identique. Tous présentaient des œdèmes plus ou moins importants en distalité des extrémités (pieds surtout), conséquence directe liée à plusieurs facteurs :

- Le type d'opération : régularisation.
- La technique choisie : moignons fermés ou à tranche ouverte.
- Le faible appui distal censé favoriser le retour veineux (pieds) ou l'utilisation limitée de la main opérée (pompe de Weber).

Ont été utilisées les techniques suivantes :

- *Drainage lymphatique manuel (DLM) associé aux pressions statiques étagées :*

Ces techniques sont initialement facilement réalisables et relativement bien tolérées par les patients, permettant de diminuer les douleurs des moignons (tiraillement, compression).

Le massage disto-proximal en pressions glissées profondes n'est pas réalisé à ce stade initial car il majore le risque de désunion de la cicatrice.

Lorsque les cicatrices sont désunies, comme pour les patients 1,3 et 5, une « porte de sortie » s'ouvre et l'on peut alors s'en servir pour évacuer le liquide issu de l'œdème en utilisant les techniques de DLM [cf. fiche auto-massage à domicile CHUM en Annexe 3].

➤ *Instauration d'une compression douce par CO-BAN en parallèle, à l'issue du DLM :*

Les 5 patients ont tous bénéficié de modelage initial par bande de CO-BAN [cf. fiche technique CHUM mise en place de bande Annexe 4].

Aucune indication temporelle pour la mise en place du CO-BAN n'a été retrouvée dans la littérature. Certains parlent d'une mise en place dès le 10<sup>ème</sup> jour post traumatisme [41].

Au sein de notre établissement, nous avons choisi de le mettre en place dès que possible, par-dessus même les pansements post chirurgie, mais avec une surveillance clinique constante, auto et hétéro-administrée.

Les buts du modelage sont multiples : [41,42]

- Favoriser le drainage et donc diminuer le volume de l'œdème.
- Modeler le moignon et lui donner une forme conique.
- Prévenir les tensions cicatricielles.
- Prévenir les invaginations.

Les principes de base du modelage sont :

- Mettre en place d'une contention dégressive, de distal à proximal.
- Rapprocher les 2 berges de la cicatrice, dans le but de la détendre.
- Faire une contention au niveau des « oreilles » du moignon (serrage latéral).
- Eviter un bandage circulaire (strangulation) et faire attention à ce qu'il n'y ait pas de pli.

Ce bandage immédiat est relativement bien toléré par l'ensemble de nos patients. Il est conservé toute la journée et la nuit, enlevé pour les soins locaux et/ou de drainage manuel, et changé chaque jour (2 fois si nécessaire). Les résultats sont visibles et mesurables rapidement, diminuant significativement la douleur et permettant de démarrer une déambulation progressive avec chaussage adapté (cf. ci-après).

Certains patients comme les patients 1 et 5 ont eu une cicatrisation dirigée lente du fait d'une désunion cicatricielle. Le patient 1 a par ailleurs reçu une antibiothérapie locale pour cause de suppuration du pouce droit. Le patient 5 a, lui, bénéficié d'un traitement local par nitrate d'argent sur son pied gauche du fait d'un phénomène d'hyper-bourgeonnement cicatriciel.

En fonction des évolutions de la cicatrisation de chacun(e), un relais du CO-BAN® par gant/chaussette de pressothérapie en lycra sur mesure a été proposé.



*Figure 24. Modelage par CO-BAN*



*Figure 25. Chaussette de pressothérapie en relais du CO-BAN*

Les vêtements de compression en lycra sont beaucoup plus adaptés sur le moyen terme, étant plus pratiques pour un enfilage et un défilage autonome.

La tension, idéale à 250mmHg pour un œdème classique, a été adaptée à la tolérance de chacun(e). Son réglage reste subjectif, ne disposant pas d'appareil spécifique pour la mesurer.

La complexité de réalisation réside dans la fermeture des extrémités digitales (mains et pieds) pour avoir le meilleur modelage. Les coutures se font le plus à plat possible, avec une fermeture qui est placée idéalement en dorsal. Nos 5 patients ont pu bénéficier de vêtements compressifs définitifs à leur sortie, qui sont réalisés par une société extérieure spécialisée.

Certains ont continué à les porter plusieurs mois durant, d'autres un peu moins, mais tous ont décrit un intérêt réel à poursuivre ce port vestimentaire dans une optique trophique et cicatricielle. La notion de « barrière protectrice » a été aussi employée pour définir ces vêtements, favorisant notamment le chaussage [43].

➤ *Travail cicatriciel :*

En complément des vêtements compressifs, les 5 patients ont bénéficié d'adjonctions siliconées sur leurs cicatrices lorsque ces dernières étaient :

- Fermées.
- A tendance hypertrophique.
- Adhérentes au plan sous cutané.

Les silicones utilisés sont :

- Le SCAR-CI® sous forme de bandelettes auto adhésives.



- Une pâte siliconée communément appelée « pâte dentaire » qui se fige en mélangeant une pâte « base » avec une pâte « catalyseur » et qui permet d'agir sur des zones à reliefs (invaginations...).



Figure 26. Utilisation de pâte siliconée pour moulage et modelage cicatriciel

Cette intervention autour de la cicatrice a pour objectif de prévenir ou réduire les démangeaisons cicatricielles, l'épaisseur de cette dernière, et la souplesse cutanée. Elle est systématiquement associée au vêtement compressif qui permet de maintenir et d'améliorer l'efficacité de la bandelette siliconée.

En effet les cicatrices sont, à la phase inflammatoire, souvent douloureuses, dysesthésiques surtout si elles se situent sur un pli de flexion ou sur un site d'utilisation fonctionnelle important.

Dans ce cas, l'application pendant une dizaine d'heures de gel de silicone en période nocturne assure un rôle anti-inflammatoire, protège et accélère le processus cicatriciel [44].

L'action du vêtement compressif sur la cicatrice a un effet déjà étudié dans la littérature, à savoir la prévention de la fabrication de collagène au sein de celle-ci.

Son association au silicone est déjà éprouvée et utilisée depuis près de 50 ans auprès des personnes brûlées [45].

Le mécanisme d'action du silicone pris de façon isolée n'a quant à lui pas été confirmé [46], mais son efficacité est démontrée par plusieurs études [47].

L'explication la plus courante du mécanisme d'action des silicones est l'hydratation et l'occlusion [48].

Quinn a ainsi démontré que la couche cornée cutanée pourrait accumuler de l'eau et agir comme un réservoir lorsqu'elle est recouverte d'une feuille de gel de silicone. Bien que ce soit difficile à visualiser, une augmentation significative des pertes en eau de ce *stratum corneum* a été observée pendant 15 à 20 minutes après le retrait de la plaque siliconée. Cette hydratation permet une « normalisation » du processus cellulaire de la peau, diminuant ainsi la fabrication de collagène par un phénomène de signal/contrôle joué par une cytokine, en provenance des kératinocytes situés dans les fibroblastes du derme [49].

Les patients 1 et 5 ont vu certaines de leurs cicatrices traitées par de la pâte siliconée, ce qui a permis d'intervenir dans des endroits où l'application de silicone par plaque est complexe et difficile à faire tenir. Nous avons ainsi pu travailler sur des brides inter-digitales par le biais de cavaliers inter-digitaux, et sur d'autres zones d'invagination cicatricielle.

Les patients 2, 3 et 4 ont eux aussi bénéficié d'adjonctions siliconées en regard de leurs moignons plantaires une fois ces derniers cicatrisés.

#### ➤ Utilisation de l'électro thérapie

Notre équipe de kinésithérapeute s'est appuyée sur cet outil dans un but essentiellement trophique et cicatriciel. L'électro stimulation musculaire a permis d'augmenter l'afflux sanguin par dilatation des micro-vaisseaux capillaires. L'effet vaso-moteur recherché favorisait ainsi un meilleur aspect trophique ainsi qu'une accélération de la cicatrisation des plaies.

L'utilisation des appareils d'électro thérapie dans un but endorphinique (diminution de la douleur) ou de récupération d'amplitudes articulaires n'était pas adaptée à nos 5 patients mais elle ne doit pas être négligée pour autant dans la prise en charge des personnes gelées, en fonction des besoins identifiés.

### **4.3 Troubles sensitifs**

Avant toute rééducation sensitive, l'entretien de l'appareil musculo-squelettique est primordial afin d'assurer un avenir fonctionnel de qualité au fur et à mesure de la récupération sensitive. Dès le début, il faut maintenir la trophicité des muscles et du système vasculaire, s'assurer que les déficits liés au déséquilibre musculo-tendineux en voie d'installation ou installés n'entraînent pas d'incuries orthopédiques, surveiller l'état cutané. S'il y a des raideurs articulaires ou tendineuses débutantes, une orthèse de correction sera proposée avec port nocturne (cf ci-après) [50].

Dans les cas des 5 patients, après bilans, nous n'avons pas remarqué de pathologie sensitive type allodynie mécanique. Certes des altérations de la sensibilité cutanée sont retrouvées, en lien direct avec la chirurgie ou avec la gelure, cependant nous les qualifierons de troubles liés à une altération sensitive. Les signes cliniques observés appartiennent tous à la famille des dyesthésies : on y retrouve l'hyperesthésie (seuil de la sensibilité accentué pouvant être douloureux), et les paresthésies (engourdissements, picotements, sensations de brûlure). Nous avons néanmoins proposé un protocole de prise en charge de ces troubles à l'ensemble de nos 5 patients afin d'optimiser et potentiellement d'accélérer leur récupération.

Nous les orientons vers une rééducation sensitive globale, différente de celle pouvant être mise en place pour des troubles sensitifs périphériques (bien que dans le cadre de la chirurgie de régularisation des sections de nerfs collatéraux sont effectuées). Cette rééducation va suivre pas à pas l'évolution de la régénérescence nerveuse et orienter la participation du patient. Elle agit sur 2 aspects, la sensibilité musculaire, ou profonde, et la sensibilité cutanée, ou superficielle [50].

Dans le cadre des gelures de stade 3 et 4 chez ces mêmes patients, nous avons remarqué une diminution de la sensibilité fine et discriminative sur les parties non régularisées.

Dans le cadre de la chirurgie d'amputation, il s'agit de phénomènes d'hypersensibilité globale. Cela est dû au fait que les nerfs, qui ont été sectionnés, réagissent à un choc et sont sensibles « à tout ».



Nos patients étaient initialement douloureux, précocement rééduqués mais avec une baisse rapide du seuil douloureux (2 à 3 mois), si bien que nous n'avons pas eu à aborder les préceptes d'une rééducation sensitive ciblée.

Le protocole proposé n'a par conséquent rien de spécifique. Il se base essentiellement sur de la logique et une expérience pluri-disciplinaire inspirée de prises en charges poly pathologiques (rééducation des brûlés, des amputés, des hyperesthésiques...). Il sera débuté dès l'arrivée du patient au centre afin d'éviter toute exclusion ou sous-utilisation des membres atteints.

Pour les 5 patients suivis, les notions de progressivité et de personnalisation concernant la rééducation sensitive sont primordiales.

Les seuils initiaux d'hypersensibilité douloureuse étaient différents entre chacun(e), avec des douleurs maximales fortes cotées à l'Echelle Visuelle Numérique. Par exemple, les patients 2,3 et 4 ont eu recours à l'inhalation de Kalinox (Mélange Equimolaire d'Oxygène et de Protoxyde d'Azote, MEOPA) pour leurs soins locaux les premiers jours. Leur rééducation sensitive a donc été décalée pour débiter ultérieurement.

Pour les patients 1 et 5, nous avons pu démarrer le travail de désensitisation douce plus précocement mais il est à noter que leur arrivée au centre de rééducation était plus à distance de leur traumatisme.

Tous les 5 présentaient une hyperesthésie associée à des signes de paresthésies + ou – importants.

**La première étape** de ce travail autour de la sensibilité consiste à recréer un contact avec la(les) zone(s) dyesthésique(s), la familiariser avec un toucher. Le modelage par compression, le DLM sont autant d'éléments permettant d'initier ce travail.

La prise de contact manuelle par le thérapeute avec les zones affectées doit être douce et adaptée à la capacité du patient à la supporter. Cela va du simple appui doux à des pressions légères effectuées la plupart du temps par-dessus le pansement. Le traitement des hyperesthésies et des dyesthésies se doit de rendre supportables les perceptions désagréables et de pouvoir les reconnaître, les interpréter et les mémoriser par rapport au côté sain. La désensitisation a pour but de diversifier, amplifier et multiplier les sensations. Ainsi, les informations trop nombreuses ne peuvent être identifiées et de ce fait l'hyperesthésie et les dyesthésies vont diminuer [50].

En parallèle, il est nécessaire d'éduquer le patient, de l'informer de l'importance de retrouver une mobilité douce mais précoce qui contribuera à diminuer son seuil hyperesthésique.

Nous pouvons lui donner quelques consignes d'auto-mobilisation et lui fabriquer des adaptations (cf. ci-après), afin qu'il trouve un juste milieu entre une reprise d'appui (main et ou pied) douce et du repos.

Nous avons pu constater que tous nos patients exprimaient un besoin rapide de reprise d'activités qu'il a fallu modérer. Par exemple, le patient 1 a vu son état trophique et cicatriciel s'aggraver après 3 semaines du fait d'une sur utilisation à la marche.

**La deuxième étape**, après intensification des stimulations par appuis de la part du thérapeute pouvant aller jusqu'à des percussions/tapotements des moignons, consiste en une rééducation proprioceptive [51].

Nous avons pu utiliser pour cela un panel de matériel et proposer différents exercices de type :

- Ballon de Pilates sous gonflé : on demande au patient d'appuyer avec les membres atteints (doigts et/ou pieds) dessus, on peut varier la position assis ou debout.
- Utilisation de bloc de mousse avec progression des appuis de plus en plus fort, et si atteinte d'un pied possibilité de travail en unipodal sur le bloc.
- Exercices variés avec des balles de plus en plus dures, avec ou sans picots.
- Utilisation de la main atteinte (ou des mains) dans des activités en ergothérapie : l'activité entraîne un mouvement, le mouvement fait intervenir la notion de sensibilité par le toucher.



*Figure 27. Exemples d'exercices avec balle proposés*



Figure 28. Petits maillets utilisés pour la rééducation sensitive par tapotements

**La 3<sup>ème</sup> étape :** dès la fin de la cicatrisation, nous pouvons envisager le contact cutané direct avec des textures variées. Les consignes peuvent être

- Toucher, effleurer, ou encore frotter différentes matières comme du coton, du velours, de la fibre polaire, en évoluant vers des textures de plus en plus rugueuses jusqu'au velcro par exemple.
- Immerger les doigts et/ou orteils dans des bacs de graines de millet. Les graines de millet chaudes ont pour propriété empirique de contribuer au tannage de la peau, et la sensation tiède est généralement bien perçue par les patients atteints de gelures. L'immersion peut évoluer vers des matières moins agréables telles que dans des bacs de lentilles, puis de graviers...

En parallèle, la reprise de l'appui et des préhensions sera adaptée et intensifiée. Cette notion d'évolutivité est primordiale dans ces prises en charge, les 5 patients présentés ayant tous une envie de progresser et d'évoluer rapidement.

Ces 3 étapes caractérisées par des propositions rééducatives adaptées ont toutes été bien tolérées par les patients, avec un seuil douloureux initial assez fort de part une hyper-sensibilité exacerbée qui s'est rapidement amendée pour arriver à une pseudo normalisation en quelques semaines.

En complément de cette désensitisation, nous avons utilisé la stimulation vibratoire transcutanée par ondes mécaniques. La vibrostimulation tend à rendre non douloureuse la perception des vibrations mécaniques sur la peau, en inhibant les récepteurs sensitifs concernés. Elle joue sur l'intensité, la fréquence et la durée des vibrations appliquées sur le territoire hyperesthésique tout en respectant le seuil douloureux à ne pas dépasser [50].



Figure 29. Appareil de stimulation par vibrations utilisé pour le travail autour de la sensibilité

Les vibreurs produisent des ondes longitudinales qui oscillent dans le sens de leur propagation. Leurs effets sont variables en fonction des modalités d'application (antalgique, vasomoteur, myorelaxant, proprioceptif).

Pour la sensibilité, nous avons utilisé des ondes autour de 120hz de fréquence (fréquence souvent utilisée en désensitisation) et modulé l'intensité en fonction du ressenti de nos 5 patients, en infra douloureux [52].

Nous appliquons la sonde en amont des lésions, nous en rapprochant progressivement, pour arriver après quelques jours/semaines sur les zones de sutures cicatricielles. Concernant les zones gelées et non régularisées, la possibilité d'aller sur le site lésionnel est plus rapide mais à condition qu'elle soit tolérable. Les séances durent en moyenne 10 minutes, à raison d'une à deux fois par jour.

#### **4.4 Lutte contre les rétractions capsulo-ligamentaires et l'enraidissement articulaire**

La préservation de la mobilité est un élément essentiel qu'il faut privilégier dès l'apparition des gelures. L'immobilisation est à proscrire sauf indication précise (souffrance cutanée par exemple) sous peine de voir des enraidissements ou rétractions apparaître au niveau des mains et des pieds.

Des consignes sont rapidement données aux patients afin de s'assurer de leur observance à ce niveau. Concernant nos 5 patients, nous avons rencontré peu de difficultés à ce niveau compte tenu de leur envie commune d'évoluer vite. Nous avons même dû parfois les freiner pour qu'ils n'aggravent pas leurs lésions.

L'ostéoporose fréquemment décrite dans la littérature chez les personnes ayant subies des gelures de stade 3 et 4 n'a pas été particulièrement recherchée chez nos patients. Pour autant, il s'agit d'un phénomène qui

Néanmoins, des raideurs capsulo-ligamentaires et des rétractions tendineuses ont été observées :

- Patient 2 : les IPP de ses mains droite (régularisée) et gauche (non régularisée) se sont précocement limitées en flexion au niveau de D2, D3, D4, et D5. L'enroulement global s'en est trouvé perturbé. Non présent initialement, un déficit d'extension active de 10° est apparu sur les IPP main droite.
- Patient 4 : on notait une raideur au niveau des doigts longs en flexion. Les MP étaient bien mobiles, les IPP et IPD étaient raides, surtout sur l'IPD D4 et l'IPP D5. L'IP du n'était pas mobilisée au début du fait de la présence d'un lambeau de Moberg, mais on constatait une limitation déjà présente au niveau de la MP.
- Patient 1 : il s'agit chez lui davantage de phénomènes de rétractions au niveau des 1ères commissures des 2 mains, et des commissures inter-digitales de la main droite.

Le principe de rééducation précoce a été entrepris pour ces 3 patients, tenant compte de leur douleur. La mobilisation passive assurée par le thérapeute doit permettre de nourrir le cartilage. Elle est complétée par des orthèses de posture qui ont pour but de limiter les attitudes vicieuses et l'enraidissement articulaire.

Pour le patient 2, nous n'avons pas réalisé d'orthèse en phase initiale, puis une orthèse pro-flexion pour D2 et D3 de la main gauche a été fournie dès cicatrisation et appui possible.

Pour le patient 4, une orthèse de protection du lambeau et d'immobilisation du pouce a été réalisée à son arrivée. Par la suite, une orthèse de travail type bloc de Bunel a été confectionnée pour D5 ce qui a permis de travailler activement et de manière isolée son IPP et de gagner rapidement 1 cm de débattement. Et comme cela était encore insuffisant, nous avons confectionné une orthèse de posture qui cependant a été difficilement supportée.



*Figure 30. Exemples d'orthèses de récupération et de travail utilisées*

Enfin, pour le patient 1, des orthèses de posture en ouverture des commissures et écartement des doigts ont été fabriquées, avec des adjonctions siliconées en pâte dentaire intégrées à l'attelle de manière à travailler en parallèle l'assouplissement cutané.

Pour les pieds de ces 5 patients, la lutte contre ces phénomènes a consisté à favoriser le plus rapidement possible la reprise d'appui. Si la décharge est nécessaire initialement, comme pour Les patients 3 et 5, une chaussure de décharge d'avant-pied type « Barouk » est prescrite [photo] mais souvent peu évidente à porter car modifiant le schéma de marche.

Pour le patient 1, le béquillage n'était pas possible car néfaste du fait des appuis sur les gelures de ses mains.

Les 5 patients se sont orientés rapidement vers une reprise progressive de la marche, d'abord en intérieur pieds nus (protégés par des pansements et CO-BAN® en distal), avec déroulé progressif du pas. Nous leur conseillons de se procurer des chaussures plus larges, souples au niveau du coup de pied, et facile à chausser (si possible sans lacet si mains touchées ou avec lacets élastiques dans un premier temps).



*Figure 31. Exemple de chaussures confortables à porter en phase initiale pour reprise de la marche*

Cette reprise de la marche favorise le drainage par activation de la pompe veineuse plantaire. Lorsqu'elle est mal contrôlée (surutilisation dans la durée et/ou la fréquence) comme dans le cas du patient 1, par exemple, elle peut aussi engendrer un retard à la cicatrisation et des lésions nouvelles, voire des tendinopathies.

L'appareillage proposé à moyen terme pour la plupart de nos patients au niveau des pieds consiste en une semelle carbone qui a pour but de redynamiser le déroulé du pas. Sur cette semelle est collée (cas des patients 1 et 2) une mousse en distalité dont le but est de combler le vide laissé par la zone régularisée. Cette mousse est fabriquée sur mesure par un ortho prothésiste en tenant compte de l'empreinte du pied (par moulage) du patient. La densité de la mousse utilisée est à déterminer lors des essais en fonction de la tolérance et du confort de chacun(e).



*Figure 32. Semelle carbone avec insert mousse de comblement distal*

Notre expérience avec ces patients nous a montré que la semelle carbone avait effectivement un intérêt pour redynamiser l'appui mais qu'il fallait l'introduire au bon moment car elle pouvait être mal tolérée du fait de sa rigidité. La mousse placée au bout de la semelle ne semble finalement pas nécessaire, les personnes l'ayant retirée à posteriori.

Après plusieurs mois d'utilisation, tous ceux qui ont bénéficié d'une semelle de ce type l'ont finalement abandonnée (phénomène d'habituation du pied à un chaussage classique, rigidité moins bien supportée car plus nécessaire) [Cf. questionnaire **annexe 6**].

## 4.5 Prévention des douleurs liées au froid

Il s'agit là de douleurs décrites par toutes les personnes victimes de gelures sévères, les patients accueillis dans notre établissement comme ceux ayant témoigné dans les écrits, médias, etc...

Ces douleurs, que l'on peut qualifier d'hypersensibilité douloureuse au froid, sont malheureusement résiduelles et perdurent dans le temps. Le mécanisme micro-vasculaire est un système complexe sévèrement touché dans le cadre des gelures des extrémités. Sa réorganisation est difficile et, malgré une régulation adaptative secondaire, elle ne se fera jamais complètement. En résultent alors des troubles qui ne diminueront que par l'habitude de la personne concernée à les prévenir.

Pour atténuer ces troubles, éviter les plaintes, et mettre en place un moyen éducatif de prévention secondaire, nous avons pour habitude de proposer dans un premier temps des adjonctions vestimentaires chaudes de type moufles et/ou chaussettes polaires que nous fabriquons. Elles sont à porter dès que les patients sortent à l'extérieur, même si les températures ne sont pas très basses.



Figure 33. Chaussette polaire commerce



Figure 34. moufle polaire sur mesure

Dans un second temps, des vêtements plus adaptés provenant du commerce sont à essayer : Les moufles techniques épaisses et respirantes sont par exemple plus appropriées que les gants car les doigts ne sont pas isolés les uns des autres ; il y a donc moins de risque de refroidissement localisé.

Il existe également multitude d'autres vêtements techniques type chaussettes chaudes et respirantes, chaussures hautes ou basses adaptées en fonction des températures et du climat. Certains patients ont eu la possibilité de tester des gants chauffants avec des résultats intéressants : une baisse des douleurs liées au froid et une capacité à tenir plus longtemps en milieu extérieur lorsque les températures sont basses.



La politique commune face à ces douleurs liées au froid pour nos 5 patients a été de leur demander de s'adapter de manière progressive aux températures basses. Nous leur avons réexpliqué que la meilleure des adaptations était la prévention, et que l'expérimentation était un préalable indispensable pour trouver la bonne ligne conductrice.

Nous leur conseillions, en nous appuyant sur notre expérience en lien avec d'autres pathologies vasculaires, de ne pas retourner la première année dans des conditions de froid extrême et de se tester d'abord face à des températures moindres.

Nous leur conseillions également de revêtir systématiquement une couche supplémentaire, respirante, au niveau des zones atteintes. L'objectif est de limiter le phénomène d'hypersudation et d'humidité.

Nous évoquons la possibilité d'emporter avec eux des petites chauffeuses à glisser sous les gants ou sous les chaussettes en cas de besoin. Les patients 2 et 3 ont pu les utiliser avec plus ou moins de succès. D'autres comme le patient 1 ont bénéficié de gants techniques chauds fabriqués sur mesure autour des moignons ce qui permet une meilleure régulation de l'air à l'intérieur du gant.

Trois de nos patients ont également bénéficié d'un traitement cicatriciel par application d'huiles essentielles. Ce traitement, sous prescription médicale, a été supervisé par une aromathérapeute. Il a consisté essentiellement en une application ponctuelle d'un mélange à base de Thym à thujanol, quelques gouttes 1 à 2 fois par jour sur la peau, en fonction des besoins de chacun(e). Le caractère empirique de ce traitement a pour objectif de favoriser la circulation sanguine, par un phénomène de vasodilatation du circuit micro-artériel.

#### **4.6 Prise en charge rééducative et réadaptative des activités de vie significatives et significatives de la personne présentant des gelures sévères des extrémités**

En complément des bilans analytiques effectués à leur arrivée, nous nous intéressons particulièrement, en ergothérapie, aux activités de vie significatives et significatives de nos patients au travers de bilans écologiques.

En fonction de chacun(e), des objectifs sont définis. A la différence de ce dont nous avons parlé précédemment, les prises en charge à ce niveau sont très personnalisées, leur unique point commun étant de limiter au maximum les restrictions participatives.

Pour B., les demandes étaient de pouvoir marcher, courir, grimper, voler, skier, mais aussi initialement de manger seul, cuisiner... Nous pouvons ainsi distinguer 2 grandes catégories d'activités : les activités de vie quotidienne et les activités de loisirs et professionnelles.

Pour les activités de vie quotidienne, nous parlerons surtout du cas du patient 1, ayant subi les lésions les plus sévères et invalidantes sur ses 2 mains :

- L'alimentation : adaptation de couverts
  - Manche grossi.
  - Bracelet métacarpien pour accueillir fourchette/couteau/cuillère.
- Soins de l'apparence/toilette
  - Gants adaptés avec velcros pour tenir au poignet.
  - Adaptation du pommeau de douche pour faciliter la prise en main.
  - Anneaux plastiques en bout de serviette.
- Habillage
  - Mise en place d'anneaux métalliques sur les fermetures éclair.
  - Adaptation de vêtements, par exemple velcros + passants en lieu et place des boutons sur le pantalon.
  - Conseils vestimentaires pour simplifier la mise en place.
  - Chaussage adapté (cf ci-dessus) / laces élastiques
- Communication
  - Réflexion autour du téléphone pour appuyer sur les touches, utilisation du kit main libre au début.
- Ecriture :
  - Travail en salle autour du prégraphisme pour évaluer le meilleur placement du stylo, puis séances d'écriture quotidiennes.
- Cuisine :
  - Mise en situation en cuisine thérapeutique pour évaluer les difficultés et trouver des solutions adaptées :
    - Couverts adaptés.
    - Ouvre-boîte électrique.
    - Essoreuse à salade adaptée.
    - Port d'objets lourds et chauds à éviter, les faire glisser.
    - Adaptations diverses (boutons de gazinière...).

- Conduite automobile
  - Régularisation du permis de conduire : une séance d'évaluation avec une auto- école adaptée.
  - Réalisation d'un argumentaire pour obtenir le financement d'adaptation du poste de conduite automobile : une boite automatique et fourche au volant.  
Frein à main pouvant être difficile à manipuler : renforcement des mains en ergothérapie par le biais d'exercices spécifiques (manipulations, force), dans l'attente d'une chirurgie d'ouverture de 1<sup>ère</sup> commissure.
- Sport et loisirs
  - Demande initiale de marcher et de reprendre la course à pied : réathlétisation globale et spécifique par l'adaptation du banc de musculation avec gants en cuir et bandes d'enroulement (scapula alata diagnostiquée post accident).



Figure 35. Fabrication sur mesure gantelets cuir pour utilisation du rameur en salle kiné + kayak en milieu naturel

- Reprise de la marche en milieu naturel avec adaptations : réalisation de semelles carbone avec embout de comblement en mousse.
- Utilisation de chaussures type running/trail une taille en dessus pour les débuts, tige basse et souple, puis retour à la pointure normale par la suite.
- Adaptation de bâtons de marche pour soulager les appuis et notamment lors de la descente pour les premières randonnées. Essai de plusieurs bâtons de marche directement en magasin.
- Mise en situation en milieu écologique avec sorties running (une fois la marche efficiente) patient/thérapeute pour évaluer la foulée et le ressenti en instantané. La descente reste douloureuse lors des premiers mois essentiellement en regard des moignons des pieds (hyper appui distal).
- Adaptation des gants.



- Reprise rapide du parapente. Pas d'adaptation du parapente en lui-même, mais fabrication d'appareillages externes en cuir + métal pour pouvoir attraper et diriger les commandes et le parachute de secours.



*Figure 36. Gantelet cuir pour parapente*

- Reprise du ski de randonnée l'hiver suivant : adaptation des bâtons de ski avec thermoformable. Nécessité d'une double position : marche pour la montée avec appui au-dessus du bâton et prise latérale pour la descente.



*Figure 37. Bâtons ski de randonnée double position, mains droite et gauche*

- Essai kayak en expédition.



Figure 28. Adaptation gantelet bâton de ski nordique sur pagaie de kayak

- Nouveau passage pour 4 jours au Centre Médical Rocheplane quelques années plus tard pour adaptation de piolets pour escalade sur glace.



Figure 39. Adaptation piolet pour cascade de glace + protection thermique

- Devenir :

- Chirurgical : reprise chirurgicale rapide pour ouverture de la première commissure main gauche. Résultats fonctionnels très satisfaisants avec prises possibles multiples. Pas de nécessité de séjour en centre de rééducation post- opératoire.
- Conduite automobile possible via le montage d'un dossier MDPH en collaboration avec l'assistante sociale pour le financement des adaptations si nécessaires.
- Voyages multiples avec intégration de sa main et loisirs sans limites.
- Réussite à un Diplôme en charpente/couverture...construction de sa propre maison.
- Reprise de l'escalade à haut niveau, ski de randonnée...
- Prothétique : nous avons eu l'occasion d'aborder ce sujet avec le patient mais sans donner suite car ce dernier n'exprimait ni la volonté, ni le besoin d'essayer une prothèse. Il peut être toutefois intéressant de préciser que des prothèses fonctionnelles performantes existent aujourd'hui sur le marché comme par exemple celle de NAKED PROSTHETICS® (prothèse de type mécanique) ou encore celle de ILIMB® (doigts myoélectriques).

## **5 Discussion**

### **5.1 La gelure, une atteinte singulière**

L'accompagnement de patients présentant des gelures sévères des extrémités, qu'il s'agisse des mains ou des pieds, accueillis au sein de notre établissement dans les 10 années écoulées, a contribué à développer notre approche de la rééducation et de la réadaptation de ces atteintes.

La cohorte présentée ci-dessus, riche de 5 cas (51 extrémités), reste malgré tout faible et ne peut faire l'objet d'étude statistique. Elle ne permet pas d'établir un plan de prise en charge exhaustif et univoque, ni de proposer un consensus, mais peut tendre vers une prise en charge reproductible.

Aucun écrit détaillé, à notre connaissance, ne concerne cette partie rééducative de la prise en charge des patients atteints de gelures de stade 3 et 4 (les gelures de stade 1 et 2 étant considérées comme ne nécessitant pas ce type traitement). La littérature, très riche dans le domaine physiopathologique et dans le domaine médical, apparaît très pauvre dans le domaine paramédical.

Ainsi, il nous a fallu trouver par nous-mêmes les bases sur lesquelles nous appuyer pour proposer une rééducation et une réadaptation la plus appropriée à chacun(e) de nos patient(e)s. La principale difficulté a probablement été de considérer la gelure en tant que telle, c'est-à-dire en tant qu'affection singulière.

Il ne s'agit en effet pas d'une brûlure bien que certaines similitudes puissent être observées à l'état séquellaire.

Parallèlement, considérant que nos patients avaient tous subis une ou plusieurs amputations en lien avec la gravité de leurs gelures, nous avons pu aussi nous baser sur notre expérience de la prise en charge des personnes amputées, tout en nuancant le fait qu'il ne s'agisse pas d'amputation d'origine traumatique, tumorale ou septique, soit celles que nous avons l'habitude de prendre en charge dans notre établissement.

C'est donc en nous reposant sur la combinaison de différentes prises en charge que nous avons pu proposer et affiner une rééducation qui nous a semblé la plus appropriée aux gelures sévères des extrémités de la main et du pied.

## 5.2 Garder la trace ? Un questionnaire

Le versant réadaptatif, notamment en ergothérapie, a été plus simple et plus évident à mettre en œuvre car s'appuyant sur des bases communes que sont les activités significatives et signifiantes de chacun des patients.

Aussi, le devenir des patients, les séquelles fonctionnelles résultant des gelures à long terme, les différentes adaptations qu'ils ont pu mettre en place - de leur propre initiative ou en discutant entre eux - au cours du temps pour pallier certains déficits sont autant de données que nous n'avons que très peu trouvées dans la littérature en général, mais dont il nous a semblé légitime et utile de garder trace.

C'est pourquoi un questionnaire [Annexe 6] a été adressé à chaque patient présenté ci-dessus afin d'avoir son retour concernant la prise en charge dont il avait bénéficié dans notre centre et les suites de l'évolution en lien avec ses gelures. A ce jour, quatre questionnaires nous ont été retournés complétés.

## 5.3 Analyse des réponses

Les retours ont été les suivants :

A la **première question** concernant les aides techniques, aucun patient n'a conservé l'usage des semelles carbone qui avaient pour but de redynamiser initialement l'appui. Cependant, l'un d'entre eux continue à se faire fabriquer des semelles mousses sur mesure qui lui apportent davantage de confort et d'ergonomie à l'appui. Un autre n'a pas pris l'initiative d'en refaire de nouvelles même si cela semblait lui apporter un certain confort de marche.

Tous ont pris le temps d'habituer leur « nouveau » corps à leur environnement, avec une reprise progressive des activités sportives pour arriver aujourd'hui à des activités sportives intenses. Ainsi, en surmontant parfois des douleurs, ils ont pu se créer de nouvelles sensations et développer leurs propres compensations la plupart du temps sans adaptation particulière.

Les vêtements compressifs ont également été abandonnés après plusieurs mois, une fois les troubles trophiques régulés.

A la **question n°2**, les réponses sont plus diversifiées. Elles concernent le degré de sévérité des gelures et l'importance des séquelles fonctionnelles résiduelles. Ainsi, certains ont utilisé et adapté d'autres aides techniques une fois rentrés au domicile pour leurs activités, essentiellement sportives et montagnardes. Ils ont pu faire évoluer ces aides techniques dans le temps. Soit pour les améliorer (adaptation du manche de piolet en plastique puis en carbone, pagaies, chaussures de ski de randonnée), soit pour les abandonner au fil de temps (chaussons d'escalade sur mesure puis chaussons normaux...).

La 3<sup>ème</sup> question nous permet d'apporter des éléments de discussion concernant les séquelles de gelures sévères. Trois patients ne présentent aucun trouble de sensibilité en lien avec la chaleur. Les problèmes d'hyper-sudation initiale identifiés en centre se sont réglés. Par contre un autre patient exprime avoir encore des difficultés à identifier les sources de chaleur, même aujourd'hui 10 ans après son accident.

Pour ce qui est de la sensibilité au froid, séquelle souvent décrite dans la littérature comme résiduelle sur le long terme, les réponses sont plus diverses. Deux patients expriment être davantage sensibles au froid, dont un présentant un syndrome de Raynaud qui pourrait être la cause de cette hyper sensibilité. Et il s'avère que le 2<sup>ème</sup> patient est aussi le dernier accueilli dans notre structure donc celui présentant l'atteinte la plus récente. Il semble donc intéressant d'émettre l'hypothèse que ces troubles vasculaires liés au froid ont tendance à se régler avec le temps et à se normaliser après plusieurs années alors que l'on pensait qu'ils auraient tendance à perdurer dans le temps. La vigilance reste de rigueur dans les premières années avec des sensations altérées et différées en lien avec les variations de température.

D'autres séquelles sont décrites et parfois individualisées :

- Sécheresse cutanée intense à proximité des zones lésées avec apparition de « crevasses » dans la peau et un besoin d'hydratation intense (crémage).
- Sensation de « pieds qui chauffent » lors des premières marches à la sortie du centre, puis lors des longues marches, par frottements répétés, pendant les premières années.
- Terme de « cicatrisation profonde » décrite lors de la remise en charge sur les avant-pieds surtout lors de la reprise de l'escalade.
- Rares douleurs neuropathiques.
- Douleurs pulpaire par hyper-pression lors des appuis en escalade, majorées avec la chaleur.

Tous nos patients accueillis ont repris, selon leurs dires, des activités sportives avec un niveau satisfaisant voire très satisfaisant compte tenu de leurs lésions. Les deux premières années ont été les plus compliquées dans la gestion de leurs douleurs et autres troubles. Puis, avec la reprise progressive, la mise en place de certaines aides techniques (finalement peu nombreuses), et le temps avançant, les troubles ont diminué jusqu'à disparaître pour certains.

Tous ont enfin exprimé leur satisfaction quant à leur prise en charge en centre de rééducation avec un réel bénéfice accordé à cette prise en charge pluri-disciplinaire qui leur a été proposée.



## 6 Conclusion

Le travail de rééducation-réadaptation mené auprès de nos patients gelés, dont nous avons fait dans ce mémoire une description, a pour but de prendre en charge et traiter des séquelles en lien avec une affection initiale : la gelure.

Puis selon les suites, une affection secondaire en lien avec l'affection initiale : la régularisation chirurgicale des extrémités gelées et nécrosées.

Partant de notre expérience, de la reproduction de techniques parfois empiriques mais toujours évaluées, nous avons proposé **un modèle de prise en charge en rééducation / réadaptation, et particulièrement en ergothérapie.**

Nous nous sommes attachés à garder une trace écrite des diverses étapes, techniques, indications et écueils des soins apportés de façon à documenter nos prochaines prises en charge.

Par la réalisation de ce mémoire de DIU, nous nous proposons de diffuser à la demande cette base de données.

Notre plan de soin a intégré, on l'a vu, une approche tissulaire, articulaire, vasculaire, sensitive mais aussi globale ou hollistique, selon les modèles et concept de notre profession d'ergothérapeute. Ceci avec pour objectif premier de limiter l'expression fonctionnelle des séquelles et conséquences que la gelure et/ou l'amputation engendrent tant sur le plan physiologique que fonctionnel ou encore psychologique.

La **passation d'un questionnaire** à ce sujet, dont le taux de réponse et la teneur des informations qui nous reviennent des 4 patients répondants sont extrêmes encourageants, nous a confortée dans la validité de nos techniques et approches.

Mais au-delà de ce traitement curatif et palliatif, l'objectif de ce mémoire et sa diffusion ne saurait résider ailleurs que dans **la prévention** primaire, secondaire ou tertiaire de ces lésions graves afin d'en minimiser les dégâts.

Des progrès ont été fait récemment dans ce domaine et d'autres sont expérimentés à l'heure actuelle, mais le partage de notre expérience nous semble utile à diffuser et faire connaître, dans le milieu exposé des sports d'hiver et activités de montagne en milieux extrêmes, et les réseaux de soins qui le traversent.

Ce **partage d'information** pourrait se faire de différentes manières, comme par exemple la création d'un site internet dédié, regroupant témoignages, conseils, informations pratiques, avec l'intégration d'une base de données statistique et/ou bibliographique, ou encore un partage de photos ? (en complément du site internet de l'IFREMONT ?).

Un prolongement de ce travail universitaire pourrait consister en la rédaction d'un article scientifique, et pourquoi pas d'un support de communication à destination du public via la presse spécialisée, de sociétés savantes, de sites communautaires, d'instances telles que Fédérations sportives et Fondations dédiées.

Il y serait fait mention des moyens connus et éprouvés de prévention que l'on peut retrouver dans la littérature actuelle [16,17,29,54,55]. Il serait fait aussi mention de techniques comportementales d'auto et hétéro-évaluation du niveau d'exposition au danger et d'acceptation volontaire de celui-ci (comparables à des modèles décrits dans le domaine de la protection vis-à-vis des avalanches), car outre l'équipement dont nous avons parlé, qui est un élément primordial pour prévenir les risques de gelure sévères, la « fenêtre temporelle thérapeutique » pour se rendre à l'hôpital ou du moins pour recevoir les premiers soins médicaux de base doit être envisagée avant de s'engager dans une ascension en haute altitude. Celle-ci doit permettre de faciliter les décisions à prendre sur le terrain en cas de problème et ainsi optimiser le pronostic des lésions subies [56]. Selon cette étude menée par Carceller et Al auprès de 91 patients, l'altitude, de même que le délai pour réchauffer les gelures initiales, constituent les éléments pour prédire ou non un risque d'amputation des éléments gelés.

On le voit, le facteur temps intervient donc à toutes les étapes de la gelure : le plus court possible à la phase initiale de la lésion, retenu et d'observation dans l'attente du sillon de délimitation de la nécrose sèche, contraint par le travail de rééducation-réadaptation qui fait suite à la régularisation chirurgicale, long voire infini lorsqu'il s'agit d'observer les adaptations naturelles de l'organisme et de l'individu au cours de la vie restante.

## 7 Bibliographie

- 1 Becker F. (2018). Gelures et nécroses distales. *Revue Francophone de Cicatrisation*. 2(1), 19–24. [https://doi.org/10.1016/S2468-9114\(18\)30007-0](https://doi.org/10.1016/S2468-9114(18)30007-0)
- 2 Handford, C., Buxton, P., Russell, K., Imray, C., McIntosh, S.E., Freer, L., Cochran, A., Imray, C. HE., (2014). Frostbite: a practical approach to hospital management. *Extreme Physiology & Medicine*, 3(1), 7–. <https://doi.org/10.1186/2046-7648-3-7>
- 3 Mohr, Wm J., Jenabzadeh, K., Ahrenholz, D.H., (2009). Cold Injury. *Hand Clinics*, 25(4), 481–496. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2009.06.004>
- 4 Schechter, DC., Sarot, RA., (1968). Historical accounts of injuries due to cold. *Surgery*, 63:527–533. [PMID: 5644682](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5644682/)
- 5 Vogel, JE., Dellon, AL., (1989). Frostbite injuries of the hand. *ClinPlast Surg*, 16:565–576. [PMID: 2673636](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2673636/)
- 6 Shenaq, Deana S., Gottlieb, & Lawrence J., (2017). Cold Injuries. *Hand Clinics*, 33(2), 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2016.12.003>
- 7 Murphy, James V., Banwell, Paul E., Roberts, Anthony H. N., McGrouther, & D. Angus., (2000). Frostbite: Pathogenesis and Treatment. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 48(1), 171–. <https://doi.org/10.1097/00005373-200001000-00036>
- 8 Marsigny, B., Bouvier, G., & Foray, J., (1988). Les accidents liés au froid en montagne. *Science & Sports*, 3(2), 129–136. [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(88\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(88)80005-4)
- 9 McCauley, RL., Heggors, J.P., & Robson, M.C., (1990). Frostbite. *Postgraduate Medicine*, 88(8), 67–77. <https://doi.org/10.1080/00325481.1990.11704769>
- 10 Boswick, JA., Thompson, JD., & Jonas, RA., (1979). The epidemiology of cold injury. *Surg Gynecol Obstet.*;149:326 –332. [PMID: 472990](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/472990/)

11 Pulla, R.J., Pickard, L.J., & Carnett, T.S., (1994). Frostbite: an overview with case presentations. *J Foot Ankle Surg.*;33:53– 63. [PMID: 8161994](#)

12 Valnicek, S.M., Chasmir, L.R., & Clapson, J.B., (1993). Frostbite in the prairies: a 12-year review. *Plast Reconstr Surg.*; 92:633– 641. <https://doi.org/10.1097/00006534-199309001-00012>

13 Koljonen, V., Andersson, K., Mikkonen, K., & Vuola, J., (2004). Frostbite Injuries Treated in the Helsinki Area from 1995 to 2002. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 57(6), 1315–1320. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000151258.06910.83>

14 Guyton, A., (1991) Textbook of medical physiology, 8th edition. Philadelphia. Ed WB Saunders.

15 Cauchy, E., Foray, J., (2005). Gelures. 2(5), 470–478. <https://doi.org/10.1016/j.emcrho.2005.06.001>

16 Cheguillaume, B., (2012). Essai contrôlé de l'iloprost et du rt-PA dans le traitement des gelures graves. *Thèse soutenue dans le cadre du doctorat de Medecine*. Université. Joseph Fourier Faculté de médecine de Grenoble. <https://dumas.ccsd.fr/dumas-00618697/document>

17 Cauchy, E., Moutet, F., Gelures. (2016). Ed Elsevier Masson. [https://doi.org/10.1016/S0246-0521\(16\)66216-2](https://doi.org/10.1016/S0246-0521(16)66216-2)

18 Meryman, H.T., Williams, R.J., & Douglas, MStJ., (1977). Freezing injury from “solution effects” and its prevention by natural or artificial cryoprotection. *14(3)*, 0–302. [https://doi.org/10.1016/0011-2240\(77\)90177-8](https://doi.org/10.1016/0011-2240(77)90177-8)

19 Marzella, L., Jesudass, R.R., Manson, P.N., Myers, R.A.M., & Bulkley, G.B., (1989). Morphologic Characterization of Acute Injury to Vascular Endothelium of Skin after Frostbite. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 83(1), 67–75. <https://doi.org/10.1097/00006534-198901000-00012>

- 20 Cauchy, E., Chetaille, E., Lefevre, M., Kerelou, E., & Marsigny, B., (2000). The role of bone scanning in severe frostbite of the extremities: a retrospective study of 88 cases. , *27(5)*, 497–502. <https://doi.org/10.1007/s002590050534>
- 21 Cauchy, E., Chetaille, E., Marchand, V., & Marsigny, B., (2001). Retrospective study of 70 cases of severe frostbite lesions: a proposed new classification scheme. , *12(4)*, 248–255. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2001\)012\[0248:rsocos\]](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2001)012[0248:rsocos])
- 22 Cauchy, E., Carron, S., Verhellen, R., & Bernard, F. (2009). Frostbite Injury Management in Emergency. *Life-Threatening Dermatoses and Emergencies in Dermatology*, 223–233. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-79339-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-540-79339-7_24)
- 23 Handford, Charles; Thomas, Owen; & Imray, Christopher H.E. (2017). Frostbite. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 35(2), 281–299. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2016.12.006>
- 24 Cauchy, E., Davis, C.B., Pasquier, M., Meyer, E.F., & Hackett, P.H., (2016). A New Proposal for Management of Severe Frostbite in the Austere Environment. *Wilderness & Environmental Medicine*, 27(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2015.11.014>
- 25 McCauley, R.L., Hing, D.N., Robson, M.C., & Heggers, J.P. (1983). Frostbite Injuries. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 23(2), 143–147. <https://doi.org/10.1097/00005373-198302000-00013>
- 26 Cauchy, E., Cheguillaume, B., & Chetaille, E., (2011). A Controlled Trial of a Prostacyclin and rt-PA in the Treatment of Severe Frostbite. *New England Journal of Medicine*, 364(2), 189–190. <https://doi.org/10.1056/NEJMc1000538>
- 27 Poole, A., Gauthier, J., (2016). *Treatment of severe frostbite with iloprost in northern Canada*. Canadian Medical Association Journal. <https://doi.org/10.1503/cmaj.151252>

- 28 Cauchy, E., Magnan, M.-A., & Becker, F., (2012). *Les acrosyndromes de l'extrême*. Journal des Maladies Vasculaires, 37(5), 254–255. <https://doi.org/10.1016/j.jmv.2012.07.044>
- 29 Zafren, K.C., Crawford, M., (2022). Frostbite: Emergency care and prevention. Littérature review. <https://www.medilib.ir/uptodate/show/179>
- 30 Pignel, R., Magnan, M.A., (2020, 13 Octobre). Nouvelle indication à l'oxygénothérapie hyperbare: les gelures sévères. Institution: Colloques du mardi des HUG <https://www.revmed.ch/colloques/nouvelle-indication-a-l-oxygenotherapie-hyperbare-les-gelures-severes>
- 31 Hulme, S., Alcock, J., (2021). Emergent management of frostbite. <https://emedicine.medscape.com/article/770296-overview?reg=1#showall>
- 32 Petrone, P., Asensio, J.A., & Marini, C.P., (2014). *Management of accidental hypothermia and cold injury*. Current Problems in Surgery, 51(10), 417–431. <https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2014.07.004>
- 33 Baritaud, S., Desmoulière, A., Durand-Fontanier, S., Martin, C., Pesteil, F., & Sparsa, A., (2013). *Les principales plaies susceptibles d'être traitées par le miel*. Actualités Pharmaceutiques, 52(531), 32–35. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.007>
- 34 Rugiero, F., (2010). *Les canalopathies de la douleur chez l'homme*. Médecine / Sciences, 26(12), 1015–1017. <https://doi.org/10.1051/medsci/201026121015>
- 35 Begou Foray, S., (1999). Intérêt de la place de la rééducation dans les gelures des mains. Diplôme Inter-Universitaire Européen de Rééducation et d'Appareillage en Chirurgie de la Main. [Grenoble]. Faculté de Médecine Joseph Fourier.
- 36 Theron, M., Finger, D.R., (1998). *Frostbite Arthropathy*. JCR: Journal of Clinical Rheumatology, 4(6), 316–318. <https://doi.org/10.1097/00124743-199812000-00005>

- 37 Tishler, J.M. (1972). *The Soft-Tissue and Bone Changes in Frostbite Injuries*. *Radiology*. 102(3), 511–513. <https://doi.org/10.1148/102.3.511>
- 38 Irsay, L., [Ungur](#), R.A, [Borda](#), I.M, [Ciubean](#), A.D, [Moldovan](#). J., [Trăistaru](#), M.R., [Kamal](#), K.C, [Kamal](#), D., & [Ciortea](#), V.M., (2019). *Frostbite arthropathy - a rare case of osteoarthritis, review of the literature and case presentation*. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. PMID: **32239114**
- 39 Bailleul, S., (2013) *Prise en charge rééducative des gelures à propos d'un cas récent. Présentation réalisée dans le cadre de l'association EXALT*
- 40 Revol, M., Servant, J.M., (2010). *Cicatrisation dirigée*. *EMC - Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*, 5(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S1286-9325\(10\)31924-8](https://doi.org/10.1016/S1286-9325(10)31924-8)
- 41 Blanc, C.H., Cavin, B., & Ciuffi, M., *Bandage de moignons d'amputation de membres inférieurs. Hôpital orthopédique de la Suisse Romande*. Document internet à consulter. <https://www.yumpu.com/fr/document/view/935480/bandage-de-moignon-damputation-de-membres->
- 42 Raupp, J-C., Grumler, B., & Lardry, J-M., (1991). *La rééducation et l'appareillage des amputés. Dossiers de kinésithérapie n°7*. Ed Masson.
- 43 CHU Montreal. *Prendre soin de son doigt après une amputation partielle* [internet]. Fiche de santé 467-2. <https://www.chumontreal.qc.ca/fiches-sante/prendre-soin-son-doigt-apres-amputation-partielle>
- 44 Valembois, B., Blanchard, M., Mitermique, B., & Noël L. (2006). *Rééducation des troubles de la sensibilité de la main*. *EMC Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation*. Ed Elsevier
- 45 Friedstat, J.S., Hultman, C.S., (2014). *Hypertrophic Burn Scar Management*. *Annals of Plastic Surgery*, 72(), S198–S201. <https://doi.org/10.1097/SAP.000000000000103>

- 46 Hoeksema, H., De Vos, M., Verbelen, J., Pirayesh, A., & Monstrey, S., (2013). Scar management by means of occlusion and hydration: A comparative study of silicones versus a hydrating gel-cream. *Burns*, 39(7), 1437–1448. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2013.03.025>
- 47 Gregory Chernoff, W., Cramer, H., & Su-Huang, S., (2007). The Efficacy of Topical Silicone Gel Elastomers in the Treatment of Hypertrophic Scars, Keloid Scars, and Post–Laser Exfoliation Erythema. *Aesthetic Plastic Surgery*. 31(5), 495–500. <https://doi.org/10.1007/s00266-006-0218-1>
- 48 Quinn, Karen J., (1987). Silicone gel in scar treatment. *Burns*, 13(), S33–S40. [https://doi.org/10.1016/0305-4179\(87\)90091-X](https://doi.org/10.1016/0305-4179(87)90091-X)
- 49 Mustoe, T.A., (2008). Evolution of Silicone Therapy and Mechanism of Action in Scar Management. *Aesthetic Plastic Surgery*. 32(1), 82–92. <https://doi.org/10.1007/s00266-007-9030-9>
- 50 Liverneaux, P., Chantelot, C., (2011). La traumatologie des parties molles de la main || Plaies nerveuses : évaluation et rééducation de la sensibilité. (Chapter 22), 229–247. Ed Springer. <https://doi.org/10.1007/978-2-287-99068-7>
- 51 Raimbault, G., (2015-2016). Prise en charge rééducative d’une personne âgée amputée des membres inférieurs avec un moignon ouvert transtibial gauche en vue d’une préparation à la déambulation. *Travail Écrit de Fin d’Études En vue de l’obtention du Diplôme d’État de Masseur-Kinésithérapeute* ; Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation Pays de Loire. <https://kinedoc.org/work/kinedoc/ef2be11f-a40d-4c72-82b8-00bc14c79e04.pdf>
- 52 Romain, M., Durand, P.A., Kizlik, C., & Allieu, Y., (1986) L’Ergothérapie dans la phase précoce des traumatismes de la main. *Ergothérapie et environnement*. 73-74. Ed. Masson
- 53 Gachot O. (2019). Amputation digitale: Intégration de la nouvelle main. Diplôme Inter-Universitaire Européen de Rééducation et d’Appareillage en Chirurgie de la Main. Grenoble.



Faculté de Médecine Joseph Fourier. <https://www.sfrm-gemmsor.fr/amputation-digitale-integration-de-la-nouvelle-ma--193-71.html>

54 Zafren, K., (2013). Frostbite: Prevention and Initial Management. *High Altitude Medicine & Biology*, 14(1), 9–12. <https://doi.org/10.1089/ham.2012.1114>

55 McIntosh, S., Freer, L., Grissom, C.K., Auerbach, P.S., Rodway G.W., Cochran A., Giesbrecht G.G., McDevitt, M., Imray C.H., Johnson E.L., Pandey, P., Dow, J., & Hackett, P.H., (2011-2019 Update). Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Frostbite. *WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE*, 22, 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.05.002>

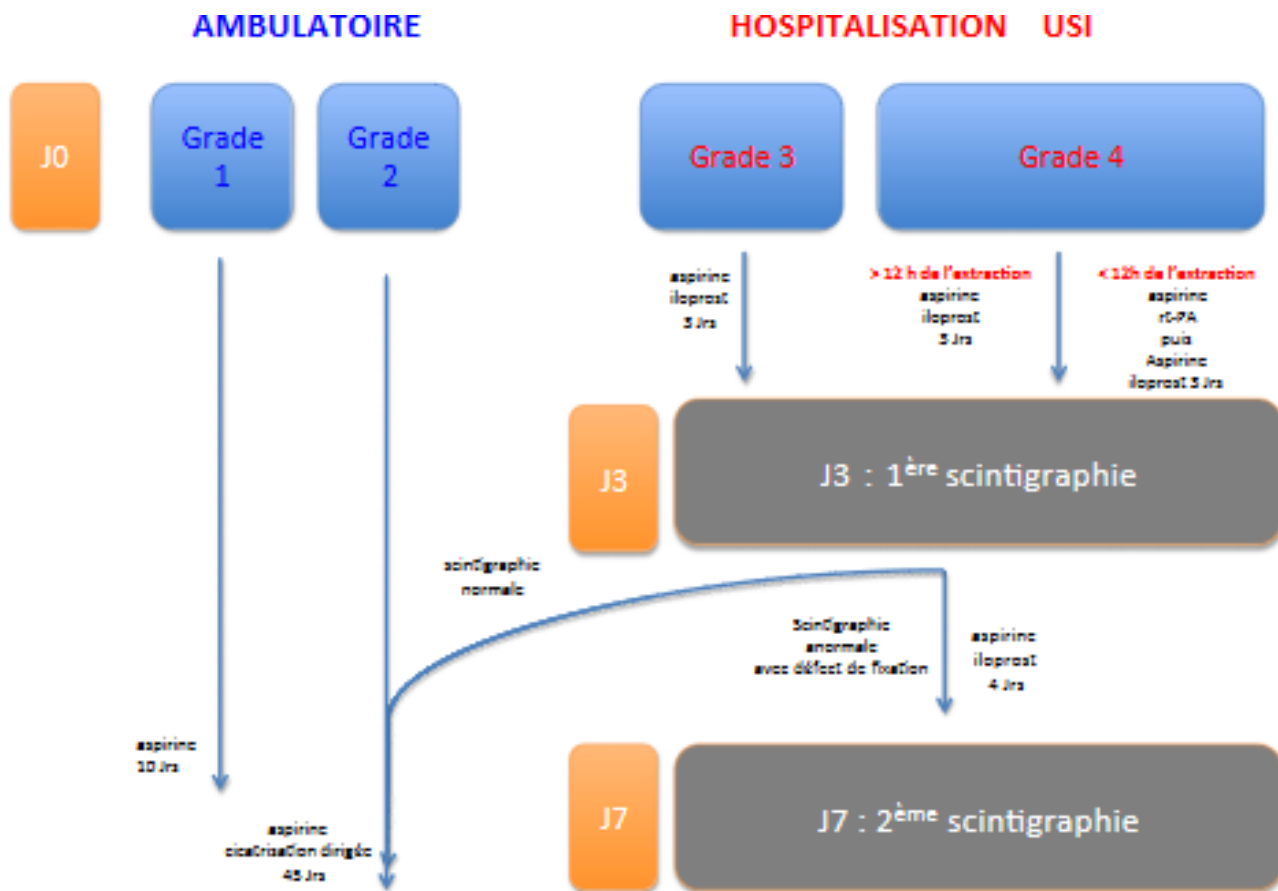
56 Carceller, A., Javierre, C., Ríos, M., & Viscor, G. (2019). Amputation Risk Factors in Severely Frostbitten Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16(8), 1351. <https://doi.org/10.3390/ijerph16081351>

Annexe Palmer, D., Logsetty, S., (2022). Frostbite + Management in the emergency department what do we know ? *Canadian Emergency Medicine*. <https://canadiem.org/emergency-management-of-frostbite/>

## **8 Annexes :**

- Annexe 1 : arbre décisionnel traitement immédiat des gelures en fonction de leur gravité
- Annexe 2 : exercices de renforcement moignon doigt (*fiche « prendre soin de son doigt après une amputation partielle » CHU Montréal, CANADA*)
- Annexe 3 : massage rétrograde autonome (*fiche « prendre soin de son doigt après une amputation partielle » CHU Montréal, CANADA*)
- Annexe 4 : poser soi-même un bandage compressif (*fiche « prendre soin de son doigt après une amputation partielle » CHU Montréal, CANADA*)
- Annexe 5 : fiche explicative simplifiée sur la gelure et sa prise en charge
- Annexe 6 : questionnaire à destination des patients
- Annexe 7 : exemplaire contrat cession droits d'auteur (images)

## 8.1 Annexe 1



## 8.2 Annexe 2

### Prendre soin de son doigt après une amputation partielle



#### ANNEXE 1 : EXERCICES DE RENFORCEMENT

Faites 10 répétitions des exercices suivants avec la pâte thérapeutique, 3 fois par jour.

#### 1 PINCER LA PÂTE AVEC LES DOIGTS



1- Faites un boudin avec la pâte et mettez-le sur la table. Commencez à le pincer à un bout avec votre pouce et le doigt amputé.



2- Continuez à le pincer de la même manière.



3- Rendez-vous jusqu'au bout du boudin.

#### 2 TIRER ET POUSSER LA PÂTE



1- Faites une boule aplatie sur la table. Avec votre doigt amputé, tirez la pâte vers vous.



2- Poussez ensuite la pâte vers l'avant.

Pour en savoir plus sur le Centre hospitalier de l'Université de Montréal  
[chumontreal.qc.ca](http://chumontreal.qc.ca)

## Prendre soin de son doigt après une amputation partielle



### ANNEXE 2 : MASSAGE RÉTROGRADE

Massez à répétition en suivant les indications, pendant 5 minutes, 3 fois par jour.

#### 1 PRÉPARER LE MASSAGE



1- Mettez de la crème hydratante sur le bout de votre doigt.



2- Pincez votre doigt amputé entre le pouce et l'index et appliquez une pression.

#### 2 FAIRE LE MASSAGE



1- Commencez à glisser vers le bas en gardant la pression.



2- Continuez à descendre.



3- Arrêtez-vous au poignet, puis recommencez à partir du haut.

Pour en savoir plus sur le Centre hospitalier de l'Université de Montréal  
[chumontreal.qc.ca](http://chumontreal.qc.ca)



## Prendre soin de son doigt après une amputation partielle



### ANNEXE 3 : POSE DU BANDAGE COMPRESSIF

Ce bandage peut être laissé sur votre doigt jour et nuit. Toutefois, changez-le chaque matin lors des soins de la plaie.

#### POSER UN BANDAGE COMPRESSIF



1- Coupez un morceau de bandage d'environ 10 centimètres de long.



4- Commencez à l'enrouler autour de votre doigt amputé. Ne le serrez pas trop.



2- Posez un bout du bandage sur votre doigt, puis pliez-le comme sur la photo.



5- Faites un tour complet.



3- Maintenez le bandage contre votre doigt avec un autre doigt.



6- Collez le dernier bout du bandage pour qu'il tienne bien.

Pour en savoir plus sur le Centre hospitalier de l'Université de Montréal  
[chumontreal.qc.ca](http://chumontreal.qc.ca)



# FROSTBITE

+

## Emergency Department

What you need to know

### WHO IS AT RISK?

Frostbite often occurs in winter, but it's important to remember that injuries can occur secondary to refrigerant chemicals, dry ice, CO<sub>2</sub> fire extinguishers, etc.

#### SOCIAL & BEHAVIOURAL FACTORS

- Homelessness
- Psychiatric disturbance
- Alcohol consumption
- Inadequate clothing

### MANAGEMENT: FROZEN WOUNDS



**Remove Constrictive Clothing & Jewellery**

This improves blood flow to the wound



**Rapid Rewarming**

Submerge wound in circulating water between 37-39°C until thawed



**Reversible NSAIDs**

Ibuprofen 6mg/kg PO BID for 5+ days



**Consider TPA Candidacy**

In consultation with plastic surgery, consider for early presentations (<24h) of life-altering injuries. Practice varies by centre



**Tetanus Prophylaxis**

Standard tetanus prophylaxis. No evidence for prophylactic antibiotics



**AVOID Refreezing**

Significant morbidity can result - e.g. don't discharge the homeless without a good plan!

### HOW TO REWARM

**DO** ✓

- Rewarm as soon as possible
- Completely submerge wound for faster thaw
- Target water temp 37-39°C
- Use flowing water (sink/shower) or change water frequently - i.e. keep water warm!
- Give analgesics

**DON'T** ✗

- Use dry heat: this results in a slower thaw (damage and ischemia)
- Use hotter temperatures: this can result in burns!
- Allow refreezing

### WOUND CARE TIPS



**Clear Blisters**

De-roof or aspirate clear and milky blisters. These contain inflammatory mediators that can harm underlying tissue.



**Hemorrhagic Blisters**

Controversial. Some recommend de-roofing hemorrhagic blisters while others recommend leaving intact.



**Dressings**

Use Polysporin & Adaptic dressings with dressing placed between digits to prevent adherence. Change every other day. Once demarcated & mummified, change to Betadine at margins only.



**Aloe Vera**

Although Aloe Vera is frequently cited, there is little evidence to support its use.

## 8.6 Annexe 6

Bonjour à toutes et à tous,

Dans le cadre de mon mémoire de DIU (Diplôme inter-universitaire Rééducation - appareillage en chirurgie de la main) intitulé « *Proposition d'une prise en charge rééducative et réadaptive des gelures sévères de la main et du pied : à propos de 5 cas* », je souhaite réaliser une enquête auprès de vous afin d'avoir, si l'analyse de ses résultats est pertinente, quelques éléments supplémentaires à développer dans la discussion de cet écrit.

Les réponses, toutes ouvertes, feront l'objet d'un traitement qualitatif et non statistique. Dans le cas où elles seraient citées dans le corps du texte ou en annexe, elles seront anonymes. Aussi, si vous en êtes d'accord, merci de prendre le temps de répondre au 3 questions suivantes :

Question 1 : Utilisez-vous encore certaines des adaptations et/ou aides-techniques (semelles sur mesure, attelles, gants et/ou chaussettes de pressothérapie, vêtements adaptés....) qui ont été réalisées ou prescrites lors de votre séjour au Centre Médical Rocheplane ?

- **Si oui** lesquelles ?
- **Si non**, pouvez-vous expliquer en quelques mots la ou les raisons de cet abandon ?


Question 2 : Avez-vous au cours de ces dernières années développé/adapté/fabriqué/acheté d'autres adaptations/outils/aides techniques que vous utilisez désormais dans vos activités et en rapport avec vos gelures ?

Question 3 : Considérez-vous avoir aujourd'hui encore des séquelles suite à vos gelures ?

- **Si oui** :
  - Présentez-vous une hypersensibilité au froid ?
  - Une hypersensibilité au chaud ?
  - Des douleurs ?
  - Des raideurs articulaires ?
  - D'autres gênes en lien avec les gelures?
- **Si non** :
  - Des séquelles ont-elles néanmoins perduré quelques temps après votre sortie du centre de rééducation ?
  - Et alors, combien de temps ?



## 8.7 Annexe 7

 <p>Le Centre Hospitalier <b>rocheplaine</b> Fondation Audavia <i>Prendre soin autrement</i></p>	<h3>Contrat</h3> <h3>Cession de droit d'auteur</h3>	<p>COM-EN-03 Version 1.1</p>
---	---	----------------------------------

---

Entre les soussignés :

1°-Nom, prénom, et adresse :.....  
.....

Ci-après « le cédant »,  
D'une part

Et,  
2°-1°-Nom, prénom, et adresse : **GLOANEC ARNAUD 828 route de Pinet 38410 ST MARTIN D'URIAGE,**  
Ci-après « le cessionnaire »,  
D'autre part,

**ARTICLE 1er - OBJET DU CONTRAT**  
Le cédant déclarant détenir (*identifier l'« œuvre »*).....**des photographies** ..... ci-après « l'œuvre », les droits nécessaires pour ce faire, cède au cessionnaire, selon les modalités ci-après définies, les droits de propriété intellectuelle de nature patrimoniale y relatifs.  
Le cédant certifie que lesdits droits patrimoniaux n'ont à ce jour fait l'objet d'aucune cession ou licence d'exploitation consentie à des tiers.

**ARTICLE 2 - IDENTIFICATION DES DROITS CEDES**  
Le cédant cède au cessionnaire les droits patrimoniaux attachés à l'œuvre, et notamment les droits de la reproduire, de la représenter, de l'utiliser et la diffuser de la modifier, la traduire, de l'incorporer, en tout ou partie, à toute œuvre préexistante ou à créer.  
Il est expressément précisé que les droits ainsi cédés portent également sur le titre de l'œuvre.

**ARTICLE 3 - MODES D'EXPLOITATION DES DROITS CEDES**  
La présente cession est consentie pour les modes d'exploitation suivants : papier et numérique.  
Les droits sont également cédés pour une exploitation sous des formes non prévisibles ou non prévues à la date du présent contrat.

**ARTICLE 4 - DUREE DE L'EXPLOITATION**  
Le présent contrat est conclu pour une durée indéterminée.

**ARTICLE 5 – REMUNERATION**  
Le cédant ne percevra aucune forme de rémunération car l'œuvre ne sera pas vendue. Elle sera seulement diffusée à titre gracieux aux patients, partenaires, et professionnels de la santé.

**ARTICLE 6 – GARANTIE**  
Le cédant garantit au cessionnaire l'exercice paisible des droits cédés au titre du présent contrat.  
Il certifie que l'œuvre n'a fait à ce jour l'objet d'aucune contestation.  
Au cas où une contestation concernant les droits sur l'œuvre serait émise par un tiers, le cédant s'engage à apporter au cessionnaire, à sa première demande, tout son appui judiciaire.

**ARTICLE 7 - CLAUSE ATTRIBUTIVE DE JURIDICTION**  
Tout litige relatif à l'exécution ou à l'interprétation du présent contrat, qui ne saurait être résolu à l'amiable, sera de la compétence exclusive du tribunal administratif de Grenoble.

Fait à ....., le ....., en deux (2) exemplaires

**Le(a) cédant(e)**

---

*Signature précédée de la mention « lu et approuvé »*