

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1  
FACULTE DE MEDECINE LYON EST

**FREQUENCE DES AMPOULES CHEZ LES CHASSEURS ALPINS EN  
FONCTION DE LEUR TYPE DE PIED ET DES CHAUSSURES UTILISEES.**

MEMOIRE D'INITIATION A LA RECHERCHE lors du stage chez le praticien  
Vincent des ROBERT, INTERNE DES HÔPITAUX DES ARMEES, 3<sup>ème</sup> SEMESTRE.  
Stage à l'infirmierie du 13<sup>ème</sup> bataillon de chasseur alpin.  
Maitre de stage : Dr LEBLEU

## LISTE DES ABBREVIATIONS

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| BCA | Bataillon de Chasseur Alpin |
| IC  | Intervalle de confiance     |
| IMC | Indice de Masse Corporelle  |
| Km  | Kilomètre                   |
| Kg  | Kilogramme                  |
| OR  | Odds Ratio                  |

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION .....                                     | 5  |
| 1.1. Choix du sujet .....                                 | 5  |
| 1.2. Données épidémiologiques .....                       | 6  |
| 1.3. Définition .....                                     | 7  |
| 1.4. Question .....                                       | 9  |
| 1.5. Hypothèse .....                                      | 9  |
| 1.6. Objectifs .....                                      | 10 |
| 2. MATERIEL ET METHODE.....                               | 10 |
| 2.1. Méthode .....  | 10 |
| 2.1.1. Type d'étude.....                                  | 10 |
| 2.1.2. Critères de jugements.....                         | 10 |
| 2.1.3. Protocole de l'étude .....                         | 10 |
| 2.1.4. Réalisation du questionnaire .....                 | 11 |
| 2.1.5. Les critères d'inclusion et de non inclusion ..... | 11 |
| 2.1.6. Responsable de l'étude.....                        | 12 |
| 2.2. Stratégie de recherche bibliographique.....          | 12 |
| 2.2.1. Base de données.....                               | 12 |
| 2.2.2. Mots-clés.....                                     | 12 |
| 2.2.3. Balises temporelles.....                           | 12 |
| 2.3. Analyse de données.....                              | 12 |
| 3. RESULTATS .....  | 13 |
| 3.1. Nombre de réponses.....                              | 13 |
| 3.2. Pendant la période hivernale :.....                  | 14 |
| 3.3. Pendant la période estivale.....                     | 16 |
| 3.4. Participants n'ayant jamais eu d'ampoules: .....     | 19 |
| 4. DISCUSSION .....                                       | 19 |
| 4.1. Discussion sur la méthode.....                       | 19 |
| 4.2. Interprétation des résultats .....                   | 20 |
| 4.3. Force et limite de l'étude .....                     | 22 |
| 4.3.1. Biais de sélection.....                            | 22 |
| 4.3.2. Biais d'interprétation des résultats.....          | 22 |
| 4.3.3. Constitution du questionnaire.....                 | 22 |
| 4.4. Validité interne et externe.....                     | 23 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4.1. Validité interne.....                           | 23 |
| 4.4.2. Comparaison et extrapolation des résultats..... | 23 |
| 5. CONCLUSION.....                                     | 24 |
| 6. ANNEXES.....  | 25 |
| 7. BIBLIOGRAPHIE.....                                  | 31 |

# 1. INTRODUCTION

## 1.1.Choix du sujet

Les ampoules sont l'une des blessures les plus fréquentes chez les soldats. Elles sont particulièrement favorisées par les longues marches. Les ampoules peuvent considérablement limiter la locomotion. Les effets des ampoules peuvent aller d'une gêne mineure chez l'athlète occasionnel jusqu'à une blessure invalidante pour un athlète de haut niveau ou un soldat.

Dans la plupart des cas, les ampoules nécessitent simplement des soins primaires, un court temps de repos, et une protection de la zone atteinte par un pansement. A l'inverse, lors d'activités dans des zones plus reculées, les individus sont exposés à des risques de blessure et de maladie, que l'on ne retrouve pas en consultation de médecine générale en ville. Les ampoules limitant la mobilité, leur impact dans un endroit reculé est potentiellement plus grave. De plus, les ampoules sont sources d'infection, à type de cellulite voir de sepsis. (1). Les cellulites sont responsables d'une morbidité importante et d'une perte du temps de formation militaire. Les cellulites sont favorisées par le manque d'éducation préventive, un mauvais chaussage, une hyperhydrose et par des causes congénitales (2)

Les effets délétères des ampoules sur la performance des militaires sont connus depuis plus de 100 ans. Pendant la seconde guerre mondiale, les ampoules étaient responsables de près de 2,5% des hospitalisations non dues au combat.(3,4)

Les ampoules sont un vrai problème au quotidien chez les militaires (Chasseurs Alpains) responsable de douleur voir d'une impossibilité de finir une marche. Bien que pathologie bénigne, les ampoules restent très invalidantes chez ce type de personnes pour la réalisation de leurs activités quotidiennes. Alors que le sportif de loisir peut arrêter son activité dès lors qu'il présente une ampoule et la soigner correctement, le militaire doit pouvoir repartir rapidement pour une longue marche et rester opérationnel, malgré le désagrément. Le pied est d'une importance majeure pour le soldat. Les Chasseurs Alpains sont des fantassins. Ils se déplacent à pied. Leur spécificité est d'être spécialisés en montagne. Ils sont donc capable de se déplacer par tout temps et en toute période : été comme hiver, en montagne. Leurs pieds font partis de leur outil de travail. Les militaires font souvent des activités dans des endroits reculés, pendant plusieurs jours, à distance des infrastructures médicales : pharmacie ou centre d'urgence. Le problème des ampoules peut être exacerbé par des conditions sanitaires dégradées. En outre, cet isolement rend le soin et la prévention des ampoules sur le terrain d'autant plus vital.

Malgré les efforts faits pour améliorer les chaussures des militaires, les ampoules restent un réel problème. Les rangers sont, dorénavant, en cours de remplacement par des chaussures plus souples et plus agréables à porter. Dans les régiments de chasseurs alpins, les contraintes au niveau des pieds sont majorées par le dénivelé et l'alternance de montée, de plat et de descente.

Les chasseurs alpins ont une dotation de chaussures majorée par rapport à un simple fantassin. Ils ont des chaussures d'alpinisme pour réaliser des randonnées l'été, et des chaussures de ski de randonnée pour l'hiver. Les chaussures de randonnées en perception au bataillon sont de la marque Asolo ou Garmont. Les chaussures de ski sont de la marque

Scarpa ou Garmont. Malgré la perception de chaussures de marques de qualité, les ampoules restent fréquentes et invalidantes.

## 1.2. Données épidémiologiques

Knapik et al retrouvent une incidence de 44% d'ampoules après une marche de 21 km, dans leurs études prospectives réalisées sur 339 étudiants participant à la formation de base des cadets à l'académie militaire américaine. (4).

Van Tiggelen et al retrouvent, dans leur étude sur 173 nouvelles recrues militaires, une incidence de 57% d'ampoules sur un délai de 6 semaines. Les facteurs associés à l'apparition d'ampoules étaient le type de chaussettes, la race, l'absence d'expérience militaire, et les pieds connus pour donner des ampoules (5).

Reynolds et al trouvaient une incidence de 22% d'ampoules chez des soldats de l'infanterie ayant réalisé une marche de 161 km sur 5 jours avec un équipement d'environ 47 ±5kg. Les ampoules représentaient 48% du total des blessures. 4% des personnes ayant eu des ampoules ont été incapables de finir la marche (6). Les facteurs de risques d'ampoules étaient : la jeunesse, le tabagisme, un faible IMC et le fait d'avoir la peau blanche.

Knapik et al, dans une étude prospective réalisée sur 335 soldats après une marche de 20km avec un équipement de 46 kg trouvaient une incidence d'ampoules chez 10% des soldats, soit 35% du total des blessures (7).

Choi et al, signalaient dans leurs études prospectives sur 142 étudiants réalisant une marche de 580 km sur 21 jours consécutif, que l'incidence des ampoules était de 95%. La localisation la plus fréquente des ampoules était le 5<sup>ème</sup> orteil droit (61%) et Gauche (57%). Le plus gros facteur de risque d'apparition d'ampoule était la distance parcourue et le temps de marche (8).

D'après l'étude descriptive de Brennan et al, sur 872 personnes, la prévalence des ampoules était de 33%, dont 11 % nécessitant des soins médicaux. Cette étude était réalisée sur 12 mois d'opération en Irak, lors de la guerre « opération liberté Irakienne », sur les personnes ayant consulté sans urgence à l'hôpital de campagne local. Les personnes les plus susceptibles d'avoir des ampoules étaient : les femmes (OR : 2,59 IC 95%), les personnes ayant un âge entre 26 et 34 ans (OR : 1,56 IC 95%), ceux qui n'avaient pas utilisé leurs chaussures auparavant (OR :1,49, IC 95%) et ceux qui avaient un antécédent d'ampoules (OR : 5,82 IC 95%). Les personnes ayant déjà eu un antécédent d'ampoules avait 39% de plus de probabilité d'utiliser un moyen préventif à la survenue d'ampoules (86%) par rapport à ceux n'en ayant jamais eu (62% p<0,001). Les moyens préventifs les plus utilisés étaient l'utilisation de poudre pour les pieds, le changement fréquent de chaussettes, le soin de la chaussure, et le port de chaussettes en coton. (3).

L'incidence des ampoules est donc très variable selon les études et le type d'effort demandé. Les études sont difficilement comparables étant donné que les personnes

n'avaient pas le même chaussage, ne réalisaient pas le même effort et n'avaient pas le même entraînement. Les facteurs de risque intrinsèque d'apparition d'ampoules au niveau des pieds sont l'origine ethnique (les noirs ont un risque inférieur par rapport aux autres), la présence de pieds plats, et le jeune âge. Les facteurs extrinsèque associée à une augmentation de la prévalence des ampoules au niveau des pieds sont le fait d'avoir été malade dans les 12 derniers mois, l'absence d'expérience militaire ainsi qu'un mauvais entraînement, la consommation de tabac, un mauvais chaussage, la composition des chaussettes (laine, coton etc...), l'utilisation d'un lubrifiant comme la vaseline, le port de charge lourde et la distance parcourue (3-6,8).

Les personnes noires ont moins d'ampoules que les autres car les propriétés élastiques de la peau sont moindres. La peau subit donc moins de déformation, ce qui diminue la fatigue mécanique de la couche granuleuse et donc le nombre d'ampoule. Ils sont également moins sensibles aux irritations chimiques de la peau que les blancs et les asiatiques. La peau des noirs est plus résistante aux bandes autocollantes de type striping tape. La peau noire contient plus de lipides, responsables, peut être, d'une meilleure cohésion intracellulaire (4).

Les pieds plats ont plus fréquemment des ampoules. Cela s'explique probablement par le fait que les pieds plats ont plus de surface exposées aux frictions dans la chaussure (4).

Les militaires portent des charges importantes lors de leurs marches et exercices (sacs à dos, FAMAS, casque lourd, gilet de combat, etc ...). Le port de charge augmente le temps de contact du pied avec le sol. L'augmentation de la pression plantaire et de l'aire de contact du pied est observée lors du port des charges les plus lourdes, par Park et al sur 7 hommes en bonne santé portant différentes charges. Cette augmentation du contact avec le sol explique l'augmentation de l'incidence des ampoules lors du port de charges (9).

### 1.3.Définition

La plupart des ampoules apparaissent lors de longues marches. Elles sont dues à la répétition du frottement de la chaussure contre les chaussettes et la peau.

Une ampoule résulte d'un clivage de l'épiderme entre la couche granuleuse et la couche épineuse, laissant intact les 3 couches les plus superficielles (la couche cornée, la couche claire et la couche granuleuse), qui composent le toit de l'ampoule. (1). La couche basale et la jonction dermo-épidermique ne sont souvent pas endommagée. Après un certain temps (habituellement une ou 2 heures), la zone de séparation se remplit de liquide, du fait de la pression hydrostatique. Par rapport au plasma, le liquide de l'ampoule est pauvre en protéines et contient la même composition ionique. La sueur peut entrer dans cette fente et participer à la composition du liquide. La récupération débute environ 6 heures après la formation de l'ampoule. Après 24 à 30 heures, il existe une activité mitotique élevée au niveau des cellules de la couche basale. A 48 heures, une nouvelle couche granuleuse est formée. Environ 120 heures après la blessure, la prolifération cellulaire diminue et une nouvelle couche cornée est visible (10).

Une multitude de facteurs, à la fois mécaniques et biochimiques contribuent à la formation d'ampoules. Cependant, la présence d'une charge mécanique appliquée sur les tissus mous provoque une occlusion partielle ou complète des vaisseaux sanguins sous

jacents. L'oxygène et les autres nutriments ne sont pas délivrés suffisamment rapidement pour satisfaire la demande métabolique des constituants des tissus mous (fascia, tissus sous cutané, derme et épiderme). Pour survivre, les cellules doivent utiliser leurs réserves d'énergie. Le drainage lymphatique est également altéré et les produits de dégradation du métabolisme s'accumulent dans l'espace interstitiel, ainsi que dans les cellules. Comme les réserves d'énergie diminuent, le fonctionnement des cellules se dégrade et le gradient ionique entre les membranes cellulaires est altéré. Au final, les cellules nécrosent (1).

En dehors de la pression externe appliquée sur les tissus mous, d'autres facteurs extrinsèques sont connus pour jouer un rôle dans la formation des ampoules, tel que la température, l'humidité et le pH. Les facteurs intrinsèques, responsables de l'altération des tissus mous, comprennent : l'âge, l'état de conscience, le tabagisme, les infections locales ou systémiques, l'anémie et l'œdème (1).

Les forces de cisaillement sont des forces anormales appliquées tangentiellement à la surface des tissus (et non perpendiculairement). La friction est une interaction qui s'oppose à la persistance d'un mouvement relatif entre deux systèmes en contact, et donc au cisaillement. Le coefficient de friction correspond au rapport entre la force de cisaillement et la force normale (perpendiculaire) nécessaire pour initier un mouvement de matériel sur la peau. Quand la force appliquée est trop importante pour la peau, un glissement se produit. Les propriétés de friction de la peau humaine dépendent non seulement de sa texture, de sa souplesse et de son niveau d'hydratation, mais aussi de son interaction avec des surfaces extérieures et de l'environnement. Les forces de friction, et donc l'apparition d'ampoule, sont augmentées avec une peau humide et sont diminuées avec une peau sèche ou très mouillée. Les effets délétères des forces de cisaillements sur la peau et les tissus sous jacents peuvent rompre l'épiderme et provoquer une occlusion du flux sanguin et du liquide interstitiel en étirant et comprimant la peau. La répétition des mouvements de friction est responsable d'une abrasion et chauffe la peau, d'où la formation d'ampoules.

Le port de charge a des effets sur les tissus mous, responsable d'un cisaillement localisé et d'une augmentation du gradient de pression. Ce port de charge cause une distribution de pression plus homogène sur tous les axes de pression (ex : pression hydrostatique). La force de cisaillement réduit la pression normale nécessaire pour produire une ischémie des tissus mous (1).

L'influence de la composition des chaussettes est également importante dans la formation d'ampoules. Les marathoniens ont moins d'ampoule avec des chaussettes composées d'acrylique par rapport aux chaussettes en coton (11). L'absence de laine ou de coton en contact direct avec la peau diminue également l'incidence de la survenue d'ampoules (5). L'incidence des ampoules chez les recrues des marines américains est réduite par le port d'une chaussette fine en polyester sous une chaussette épaisse en laine ou en polypropylène. Le port de 2 chaussettes permet de garder du volume lors de l'exposition à la sueur et aux compressions (12). Le polypropylène est un tissu permettant d'évacuer l'humidité de la peau. La diminution de l'humidité au niveau de la peau réduit probablement le coefficient de friction et ainsi le risque de survenue d'ampoule. Le mélange de laine et de polyamide s'est révélé être le produit ayant la meilleure capacité d'absorption de l'humidité. Cependant, ce produit évacue de façon médiocre l'eau au niveau de la peau stimulée. Bogerd et al ont réalisé une étude prospective sur 37 recrues militaires, pour étudier la différence de perception et d'hydratation de la peau entre 2 types de chaussettes

différentes : les chaussettes BLEND (50% de laine mérinos, 33% de polypropylène et 17% de polyamide) et les chaussettes PP (99,6% polypropylène et 0,4% d'élasthanne). Les chaussettes BLEND étaient plus froides, moins humides, et plus confortables que les chaussettes PP ( $p < 0,05$ ). De plus, les chaussettes BLEND stockaient  $2,9 \pm 0,3$  plus l'humidité que les chaussettes PP ( $p < 0,05$ ). Les contraintes lors des marches chez les militaires sont bien différentes de celles des marathoniens qui ont des chaussures légères et respirantes, avec donc une plus petite résistance à la vapeur d'eau. L'absorption de l'humidité, pour les militaires, est essentielle, contenue de leurs chaussures peu respirantes.

L'exposition récente à des forces de frictions répétées de faible intensité entraîne un certain nombre d'adaptations, notamment une prolifération cellulaire et un épaissement de l'épiderme, qui pourraient réduire l'apparition des ampoules (10).

Les anti sudorifiques appliqués au niveau des pieds permettent une diminution du nombre d'ampoules (21% dans le groupe anti sudorifique contre 48% dans le groupe placebo,  $p < 0,01$ ). Mais, ils ont pour effet secondaire d'augmenter l'irritation de la peau (57% vs 6%,  $P < 0,01$ ) selon l'étude prospective, en double aveugle, contrôlée contre placebo de Knapik et al réalisée sur 667 étudiants lors d'une randonnée de 21 km avec un équipement d'un poids total de 33 kg.(4).

Les activités dans les milieux reculés risquent de provoquer plus d'ampoules, car l'intensité et la durée de la charge sur les tissus sont supérieures à ce que les soldats ont l'habitude de subir. De plus, les sites de pression sur la peau ne sont pas adaptés à cette charge inhabituelle. Une réduction de la charge et de la durée de l'effort n'est pas possible lors de ces activités. Ainsi, il est nécessaire de trouver d'autres solutions pour éviter la formation d'ampoules. Il y a une multitude de produits utilisés dans ce but. Les utilisations les plus communes pour prévenir la formation d'ampoules sont : les bandes auto-adhésives, les pansements anti-ampoules de type Compeed ou bien à base d'hydrocolloïdes, les plaques siliconées à l'épithélium 27, les crèmes anti frottements, les chaussettes anti-ampoule, les semelles orthopédiques etc ... La plupart de ces produits apportent un rembourrage, un environnement humide et probablement une diminution des frictions. Aucun de ces produits n'a par contre démontré son efficacité pour réduire les charges et les forces de friction sur la peau.

Concernant le traitement des ampoules, l'expérience clinique suggère que l'évacuation simple du liquide des ampoules en laissant la peau intacte est la solution entraînant le moins d'inconfort pour le patient et qui pourrait réduire le nombre d'infections secondaires. Le traitement des ampoules ayant perdu leur toit, par des pansements hydrocolloïdes permet de diminuer la douleur et de continuer les activités physiques si nécessaire. (10).

## 1.4.Question

On se demandera s'il y a une corrélation, chez les soldats, entre le fait d'avoir des ampoules aux pieds, le type de pieds, et le type de chaussures utilisées.

## 1.5.Hypothèse

Selon leur type de pieds, les chasseurs alpins ont plus ou moins d'ampoules en fonction du type de chaussures qui leur est attribué.

## 1.6.Objectifs

L'objectif principal est d'évaluer s'il existe une association entre le type de pied, l'apparition d'ampoules et le type de chaussures utilisées. L'objectif final serait de pouvoir conseiller les jeunes recrues sur la marque de chaussures pour éviter la formation d'ampoule en fonction de leur type de pieds. Pour cela, lors de l'incorporation, les médecins analyseraient leurs pieds à l'aide d'un podoscope.

Les objectifs secondaires sont d'évaluer la fréquence des ampoules chez les militaires en compagnies de combat, d'évaluer la localisation des ampoules au niveau du pied, et d'évaluer la prévalence de l'utilisation de moyens préventifs à l'apparition d'ampoules.

## 2. MATERIEL ET METHODE

### 2.1.Méthode

#### 2.1.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude quantitative étiologique transversale rétrospective à l'aide d'un questionnaire.

#### 2.1.2. Critères de jugements

Le critère de jugement principal est la fréquence des ampoules durant la dernière saison. Ce critère de jugement est analysé en fonction du type de pieds détecté par les podologues et de la marque de chaussure de ski de randonnée et de la marque de chaussure d'alpinisme utilisée.

Les critères de jugements secondaires sont la localisation des ampoules au niveau des pieds et l'utilisation de moyen de protection contre l'apparition d'ampoules.

#### 2.1.3. Protocole de l'étude

Les militaires de la première et de la deuxième compagnie de combat du 13<sup>ème</sup> Bataillon de chasseurs alpins ont rempli un questionnaire portant sur la fréquence de leurs ampoules ainsi que sur les facteurs de risque ou protecteur potentiel d'apparition d'ampoules au niveau des pieds. Le questionnaire a été rempli dans un amphithéâtre, à l'issue d'un cours théorique donné, sur un autre sujet. Une brève explication de l'étude a été donnée par le commandant de compagnie et les participants ont eu un délai de 15 minutes pour remplir le questionnaire. Les questionnaires ont été donnés au commandant de compagnie, et celui-ci a décidé le moment opportun pour le faire remplir en fonction de disponibilité de ses soldats.

Un après midi désigné, l'ensemble des participants est venu à l'infirmerie pour que leurs pieds soient analysés par des podologues. Les participants sont arrivés par section toutes les 45 minutes, de manière à répartir l'analyse sur l'après-midi et d'éviter de faire perdre du temps aux soldats. A leur arrivée, on a pris leur nom et leur prénom et ils ont retirés leurs chaussures ainsi que leurs chaussettes. Ils ont ensuite été vu par les podologues. Ceux-ci ont utilisé un podoscope pour déterminer le type de pieds ainsi que les éventuelles

déformations au niveau du pieds. Les podologues sont venus analyser les pieds des militaires de la quatrième compagnie le 30 janvier 2014 et ceux de la première compagnie le 06 février 2014.

#### 2.1.4. Réalisation du questionnaire

Un questionnaire a été établi afin d'évaluer la fréquence des ampoules en fonction de la saison, du type d'activité réalisée (ski ou randonnée), et de la marque de chaussure utilisée. Des questions portaient également sur la localisation des ampoules au niveau des pieds et sur l'utilisation de moyens préventifs. Le questionnaire comprenait 42 questions au total. Les 11 premières questions étaient des questions générales sur la personne ainsi que sur l'impact des ampoules sur son travail. Les questions 12 à 25 portaient sur la saison hiver. Les questions 26 à 39 portaient sur la saison été et les questions 40 à 42 concernaient seulement les personnes n'ayant jamais eu d'ampoule, afin de déterminer s'ils utilisaient des moyens préventifs à l'apparition d'ampoules.

Les questions étaient fermées et simples, avec un item « autre » pour laisser l'opportunité de s'exprimer, au cas où une possibilité de réponse a été oublié.

Une étude pré-test a été réalisée sur 5 personnes pour connaître le temps nécessaire pour remplir le questionnaire, et évaluer leurs réactions par rapport au contenu et à la présentation. Au total, ces personnes ont mis entre 3 et 10 minutes pour le remplir.

Le questionnaire comprend un schéma sur lequel les participants dessinent la localisation de leurs ampoules l'hiver et l'été. Pour analyser ces données, nous avons découpé les 2 pieds en 26 zones comme sur le schéma ci dessous :

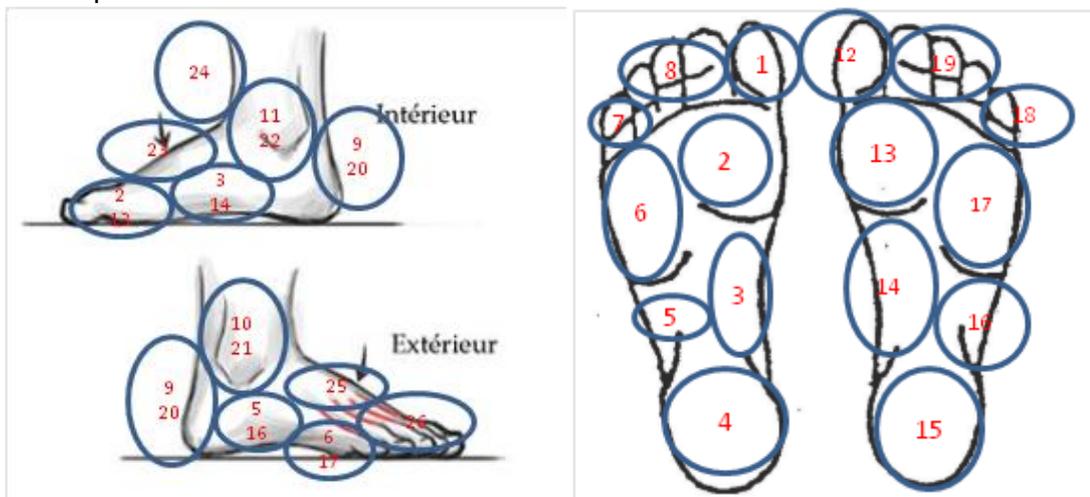


Figure 1 Pré découpage des deux pieds en 26 zones susceptibles d'avoir des ampoules

Le questionnaire est placé dans la partie annexe de ce mémoire.

#### 2.1.5. Les critères d'inclusion et de non inclusion

La population étudiée concerne l'ensemble des chasseurs alpins en compagnie de combat.

Les personnes incluses dans l'étude étaient tous les militaires présents lors de la réalisation du questionnaire de la première et quatrième compagnie de combat du 13<sup>ème</sup> Bataillon de Chasseur Alpin.

Les critères de non inclusion étaient les personnes n'étant pas en compagnie de combat, et les personnes qui n'avaient jamais porté de chaussures militaires.

### 2.1.6. Responsable de l'étude

Les responsables de l'étude sont le médecin capitaine Buzens, médecin adjoint au 13<sup>ème</sup> Bataillon de Chasseurs Alpins et l'interne des Hôpitaux des armées des Robert Vincent.

## 2.2. Stratégie de recherche bibliographique

### 2.2.1. Base de données

La recherche bibliographique a été réalisée à l'aide des sites internet suivant :

- Pubmed/medline
- Google Scholar
- Google.

### 2.2.2. Mots-clés

Les mots clés utilisés sur les moteurs de recherche étaient :

- Ampoules pieds
- Foot blisters
- Army
- Soldiers

### 2.2.3. Balises temporelles

La Bibliographie a été réalisée du 15 décembre 2013 au 1<sup>er</sup> mars 2014.

## 2.3. Analyse de données

Les données ont été saisies sur le logiciel Microsoft Excel. L'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel Microsoft Excel et sur le site internet BiostatTGV, qui utilise le logiciel R. Les graphiques présents ont été faits à partir du logiciel Microsoft Excel.

Nous avons utilisé le test d'indépendance du Chi Deux de Pearson pour chercher une association entre le type de pied et la fréquence d'apparition d'ampoule ainsi qu'entre la marque de chaussure utilisée et la fréquence d'apparition d'ampoule.

### **Hypothèse et test statistique :**

H0 : hypothèse nulle. Il n'y a pas d'association entre le fait d'avoir des ampoules, le type de pied et le type de chaussure utilisée.

H1 : Hypothèse alternative. Il y a une association entre le fait d'avoir des ampoules, le type de pied et le type de chaussure utilisée.

Pour notre étude, nous étudions des variables qualitatives nominales indépendantes avec un risque de première espèce  $\alpha$  de 5%, et un risque de deuxième espèce  $\beta$  de 10%. Nous utilisons un test bilatéral de comparaison et réalisons une analyse multivariée.

Les résultats d'un pourcentage sont donnés avec un intervalle de confiance à 95% quand la valeur  $p$  est supérieure au risque de première espèce  $\alpha$ . L'intervalle de confiance est calculé à partir de la formule suivante :

$$pe - 1,96. \sigma pe < P < pe + 1,96. \sigma pe$$

Avec  $n$ = taille de l'échantillon (doit être >30).  $pe$ =pourcentage retrouvé dans l'échantillon ;  $\sigma e$ =écart type des valeurs de l'échantillon.  $\sigma pe$ =écart type du pourcentage dans l'échantillon= $\sqrt{\{pe(1 - pe)/n\}}$ .

Si  $p > \alpha$ , alors on rejette l'hypothèse  $H_0$  que les variables sont indépendantes.

Pour pouvoir réaliser le test d'indépendance du Chi Deux, le nombre de participant doit être supérieur à 30 et au moins 80% des effectifs de chaque groupe devra être supérieurs à 5. Pour répondre à ces impératifs, nous n'étudierons individuellement que les groupes de pieds ayant plus de 15 participants. Les autres types de pieds seront regroupés dans une case « autre ». De même, pour augmenter les effectifs dans chaque case, les personnes ayant eu aucune ou une seule ampoule durant la dernière saison hivernale seront mis dans la même case. En effet, on considère que l'apparition d'une seule ampoule est d'une gêne mineure sur les performances. D'autres part nous étudierons dans une autre case tous les participants ayant eu plus d'une ampoule durant la dernière saison.

Pour la saison été, étant donné que le nombre d'ampoule est plus important, nous différencierons le fait de n'avoir eu aucune ampoule et le fait d'avoir eu une ampoule durant la dernière saison estivale.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Nombre de réponses

Au total, 152 militaires ont répondu aux questionnaires, 46 de la 1<sup>ère</sup> Compagnie et 106 de la 4<sup>ème</sup> Compagnie. Parmi les personnes ayant répondu au questionnaire, 103 personnes ont été analysées par les podologues. L'étude a été réalisée entre le 26 janvier et le 06 février 2014. Le tableau 1 résume les caractéristiques des participants de l'étude.

Tableau 1 Caractéristiques démographiques des participants de l'étude

| Caractéristiques                                      | 1 <sup>ère</sup> Compagnie | 4 <sup>ème</sup> Compagnie |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Nombre de participants ayant répondu au questionnaire | 46                         | 106                        |
| Sexe  | 100% d'homme               | 100% d'homme               |
| Age Moyen   | 24 ans et 4 mois           | 23 ans et 8 mois           |
| Catégorie   |                            |                            |
| Officier  | 0                          | 4 (3,7%)                   |
| Sous-officier   | 6 (13%)                    | 15 (14%)                   |
| Militaire du rang                                     | 40 (86%)                   | 87 (81,3%)                 |
| Nombre d'année de service                             | 4 ans et 4 mois            | 4 ans                      |

82,2% des participants ayant répondu au questionnaire ont déjà eu des ampoules. 60,1% d'entre eux ont le plus d'ampoules au moment du changement de chaussure, et 58% lors de la réalisation des classes, c'est à dire lors des 8 premiers mois après l'incorporation. 8,5% seulement considèrent avoir « un pied à ampoules ».

Les podologues ont caractérisé 7 types de pieds : les pieds valgus, les pieds varus, les pieds physiologiques, les pieds creux, les pieds creux valgus, les pieds cambrés et les pieds plats valgus. Les pieds les plus représentés étaient les pieds valgus (40%), les pieds physiologiques (24%), et les pieds plats valgus. Les autres types de pieds étaient plus rare (<15%) et ont donc été classés dans une case « autres » (figure 1).

Nous avons placé les types de pieds retrouvés moins de 15 fois dans la case « autres ». Cette case comprend 14 pieds varus, 1 pied cambré, 1 pied creux valgus et 5 pieds creux. 49 personnes ayant répondu au questionnaire ne sont pas allées voir les podologues, sans que nous en connaissions les raisons.

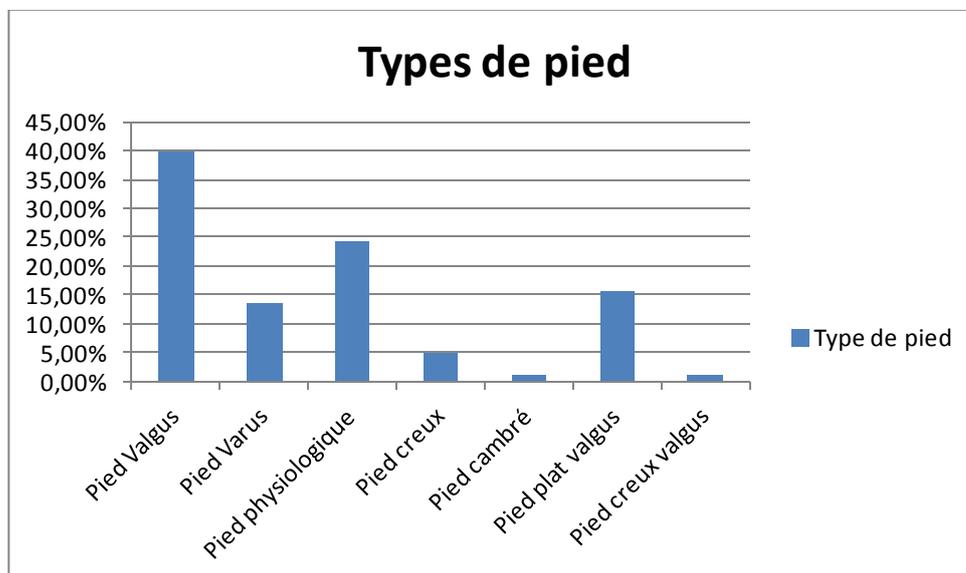


Figure 2 Types de pied des participants de l'étude

### 3.2. Pendant la période hivernale :

Au cours de la dernière saison hivernale, parmi les participants, 32,9% n'ont pas eu d'ampoules, 31,6% ont eu seulement une ampoule, 25% ont eu entre deux à 5 ampoules et 4% ont eu de 5 à 10 ampoules (Figure 3). 16,4% des participants ayant déjà eu des ampoules l'hiver signalent avoir des ampoules à chaque sortie. 41,2% d'entre eux ont surtout des ampoules en début de saison, et 32,9% lors de la perception de nouvelles chaussures. L'apparition des ampoules se fait lors de la montée pour la majorité des participants (58,4%).

Les marques de chaussures de ski de randonnée utilisées par les bataillons de chasseurs alpins sont Garmont et Scarpa. 78,7% des participants avaient eu en dotation des chaussures de la marque Scarpa et 18% de la marque Garmont. 4,2% des participants signalaient utiliser les deux marques de chaussures (figure 4). 13,6% des participants ayant déjà eu des ampoules ont du changer de paire de chaussures de ski militaires à cause de leurs ampoules.

Il n'y a pas d'association significative qui a été retrouvée entre la fréquence d'apparition des ampoules et la marque de chaussures utilisées ( $p=0,8$ ), ni le type de pied des participants ( $p=0,2$ ). Concernant la période hivernale, on ne peut donc pas rejeter l'hypothèse  $H_0$  que la fréquence d'apparition des ampoules, soit indépendante du type de pied, ainsi que de la marque de chaussures utilisée.

Les localisations des ampoules les plus fréquentes avec les chaussures de ski militaires étaient au niveau des tendons d'Achille (68,1% pour les deux pieds, zone 9 et 20), puis au niveau de la plante des premiers, deuxième et troisième métatarsiens (41,6% pour le pied droit et 42,5% pour le pied gauche, zone 2 et 15). Les autres localisations fréquentes étaient au niveau de la plante de l'extrémité distale du pied (19,4% pour le pied droit et 20,3% pour le pied gauche, zone 4 et 15) et la partie interne du médio pied (20,3% pour le pied droit et 19,5% pour le pied gauche, zone 3 et 14).

Au total, 36,2% des participants utilisent un système de protection contre l'apparition d'ampoules 55,3% des participants ayant déjà eu des ampoules utilisent un système de protection. Les systèmes de protection utilisés sont majoritairement les bandes auto-adhésives de type Elastoplast (43%), puis les pansements anti-ampoules de type Compeed (40%). Les plaques siliconées à l'Epithélium 27 étaient utilisées dans seulement 4,39% des cas.

Parmi les personnes ayant déjà eu des ampoules l'hiver, 12% d'entre elles portaient des semelles orthopédiques.

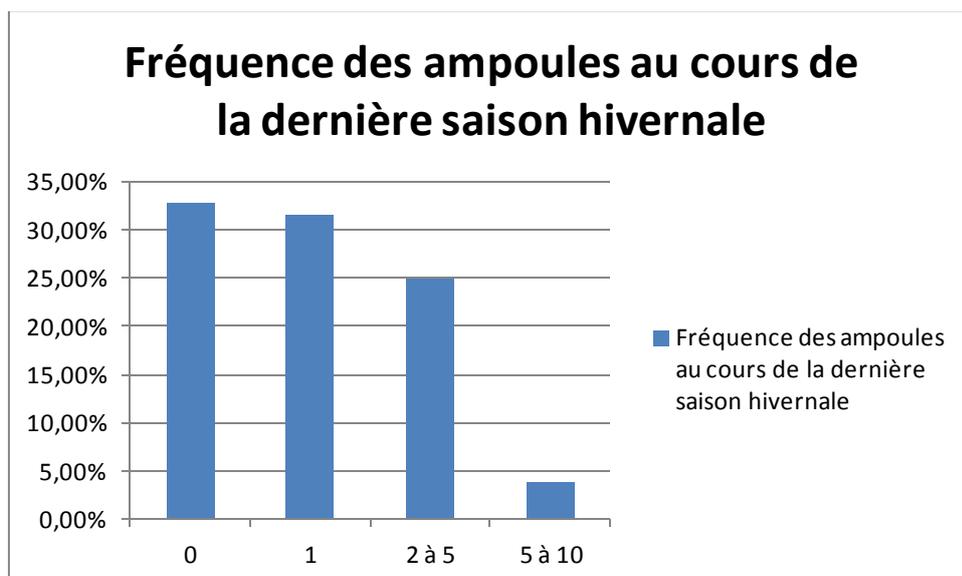


Figure 3

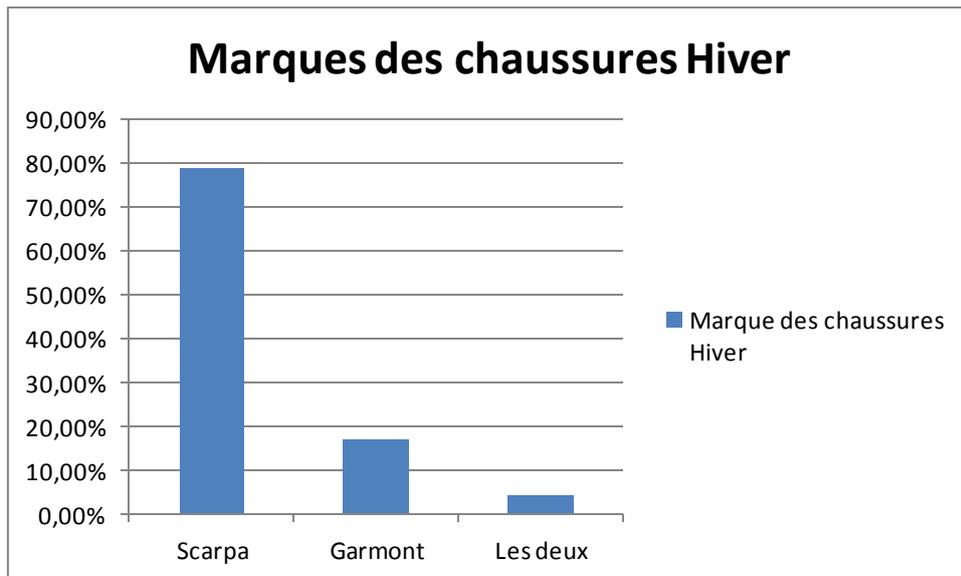


Figure 4 Proportion des marques des chaussures de ski de randonnée portées par les participants

| Fréquence des ampoules l'hiver | Scarpa    | Garmont   | Total     |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0 ou 1 ampoule                 | 37        | 10        | 47        |
| >1 ampoule                     | 42        | 10        | 52        |
| <b>Total</b>                   | <b>79</b> | <b>20</b> | <b>99</b> |

Tableau 2 Fréquence des ampoules l'hiver chez les participants en fonction de la marque de chaussure utilisée. Valeur de  $p=0,8$ .

| Fréquence des ampoules l'hiver | Pied Physiologique | Pied Plat Valgus | Pied Valgus | Autres    | Total      |
|--------------------------------|--------------------|------------------|-------------|-----------|------------|
| 0 ou 1 ampoule                 | 17                 | 12               | 23          | 17        | 69         |
| > 1 ampoule                    | 8                  | 4                | 18          | 4         | 34         |
| <b>Total</b>                   | <b>25</b>          | <b>16</b>        | <b>41</b>   | <b>21</b> | <b>103</b> |

Tableau 3 Fréquence des ampoules l'hiver chez les participants en fonction de leur type de pied. Valeur de  $p=0,2$ . 1 personne utilise des chaussures « autres »

### 3.3. Pendant la période estivale

Au cours de la dernière saison estivale, parmi les participants, 36,2% d'entre eux n'ont pas eu d'ampoule, 25% d'entre eux ont eu une ampoule, 30,9% d'entre eux ont eu de 2 à 5 ampoules, 6,6% d'entre eux ont eu entre 5 à 10 ampoules et 1,32% d'entre eux ont eu plus de dix ampoules. (Figure 5). 21,7% des personnes ayant eu des ampoules en avaient à chaque sortie, 46,4% en avaient surtout en début de saison et 32% en avaient au moment de la perception de nouvelles chaussures. Un quart en avaient uniquement lors des montées (24,5%), un autre quart uniquement lors des descentes (24,5%) et 39,2% à la fois lors des montées et des descentes.

Les marques de chaussures de randonnée utilisées pour l'alpinisme sont les chaussures de marque Garmont et Asolo. Au total, 86,4% des participants ont perçu des chaussures de la marque Garmont, et 11,6% de la marque Asolo. Deux personnes utilisent les deux types de chaussure et 1 autre utilise des chaussures de la marque Koflac (figure 6). 16,5% des participants ayant eu des ampoules ont du changer de marque de chaussures à cause des ampoules.

On retrouve une association significative entre le type de pied et la fréquence d'apparition des ampoules avec une valeur  $p=0,0084$ . On constate donc que le fait d'avoir les pieds physiologiques est associé de manière significative avec le fait de n'avoir eu aucune ou une seule ampoule durant la dernière saison (18 avec un IC95%{14,4-36,4} n'ont eu aucune ou 1 seule ampoule vs 7 avec un IC95%{5,7-11,9} ont eu plus d'une ampoule). De même, les pieds plats valgus sont associé avec le fait d'avoir moins d'ampoules (respectivement 11 IC95 {9-18,6} vs 4 IC95{4,2-8,5}). Les pieds valgus semblent être associés au fait d'avoir plus d'une ampoule de manière non significative, car l'intervalle de confiance comprend 1. (Tableau 4).

Il n'y a pas d'association entre la marque des chaussures utilisée et la fréquence d'apparition des ampoules avec une valeur  $p= 0,89$ . (Tableau 5). Etant donné que les effectifs dans chaque case étaient supérieurs à 5, il nous a été possible de différencier le fait de n'avoir jamais eu d'ampoules et le fait d'avoir eu une ampoule durant la dernière saison.

La localisation des ampoules au niveau des pieds la plus fréquente, l'été, est au niveau du tendon d'Achille (75,3% pour les deux pieds). Les autres localisations fréquentes au niveau des ampoules sont au niveau de la face plantaire des premier deuxième et troisième métatarsiens (47,4% pour le pied droit et 45,4% pour le pied gauche), au niveau de la face plantaire de l'arrière pied (24,7% pour le pied droit et 23,7% pour le pied gauche), et au niveau du 5<sup>ème</sup> orteil (23,7% pour les deux pieds).

Au total, 57% des participants ayant eu des ampoules l'été utilisaient un système de protection. Parmi les participants utilisant une protection pour prévenir l'apparition d'ampoule, 81,5% utilisaient des bandes auto-adhésives de type Elastoplast et 72,3% utilisaient des pansements anti-ampoule de type Compeed. Seulement 6,1% utilisaient des plaques siliconées à l'épithélium 27.

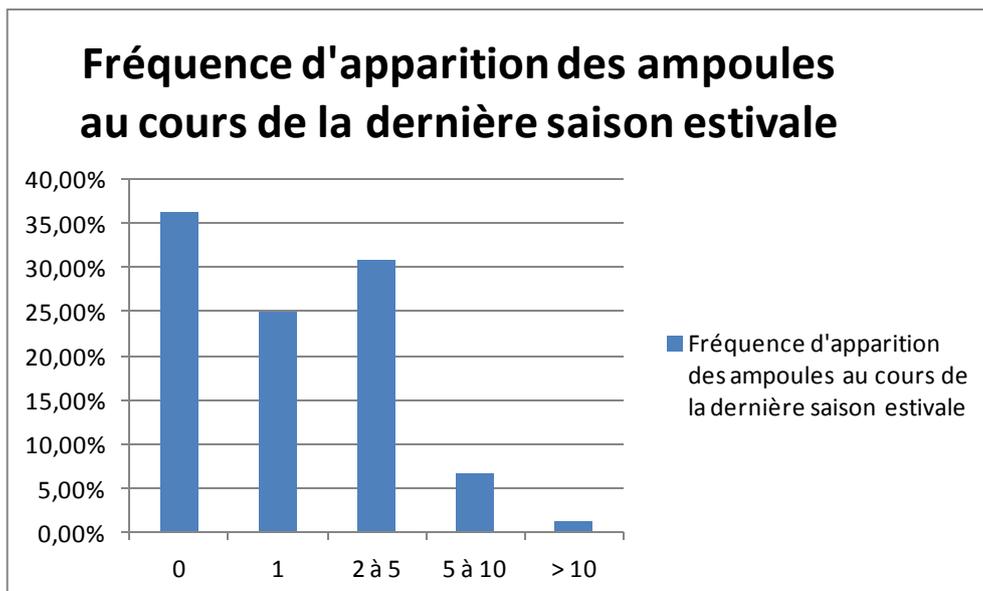


Figure 5

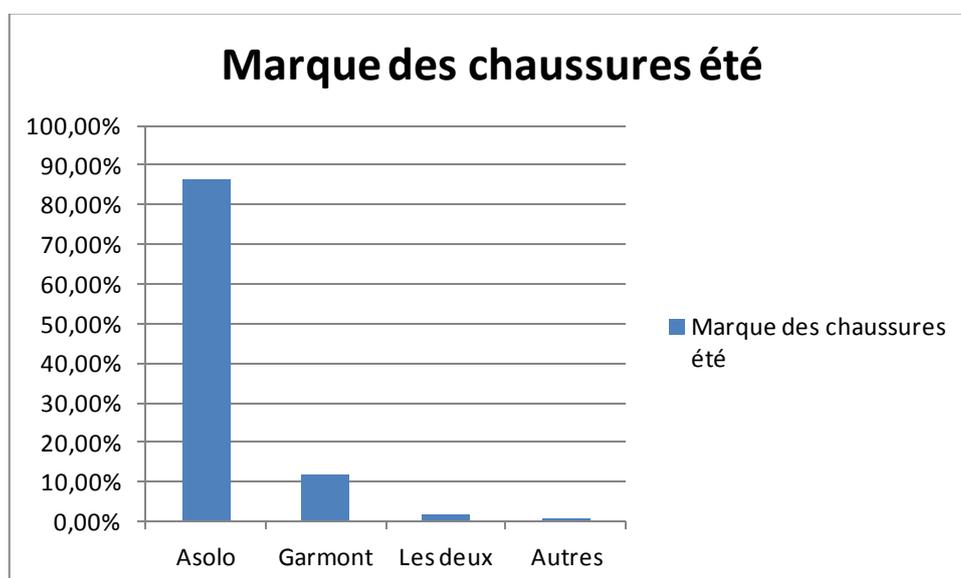


Figure 6 Proportion des marques de chaussures de montagnes portées par les participants.

| Fréquence des ampoules l'été | Pied Physiologique     | Pied Plat Valgus      | Pied Valgus            | Autres               | Total |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-------|
| 0 ou 1 ampoule               | 18<br>IC95%{14,6-30,4} | 11<br>IC95%{9,0-18,6} | 16<br>IC95%{13,0-27,0} | 16<br>IC95%{13-27}   | 61    |
| >1 ampoule                   | 7<br>IC95%{5,7-11,9}   | 5<br>IC95%{4,14-8,5}  | 25<br>IC95%{20,3-42,1} | 5<br>IC95%{4,13-8,5} | 42    |
| <b>Total</b>                 | 25                     | 16                    | 41                     | 21                   | 103   |

Tableau 4 Fréquence des ampoules l'été chez les participants en fonction de leurs type de pied. Valeur de  $p=0,0084$ . Intervalle de confiance IC à 95%.

| Fréquence des ampoules l'été | Asolo     | Garmont   | Total      |
|------------------------------|-----------|-----------|------------|
| 0 ampoule                    | 11        | 2         | 13         |
| 1 ampoule                    | 32        | 6         | 38         |
| >5 ampoules                  | 49        | 7         | 56         |
| <b>Total</b>                 | <b>92</b> | <b>15</b> | <b>107</b> |

Tableau 5 Fréquence des ampoules l'été chez les participants en fonction de la marque de chaussures utilisée. Valeur de  $p=0,89$ .

### 3.4. Participants n'ayant jamais eu d'ampoules:

Au total, 17,8% des participants signalaient ne jamais avoir eu d'ampoule. Parmi ceux ci, 23,1% d'entre eux utilisaient un système de protection pour éviter l'apparition d'ampoules. La moitié d'entre eux utilisaient des bandes auto-adhésives de type Elastoplast et l'autre moitié des pansements anti-ampoule de type Compeed. L'utilisation de protections était faite lors du ski de randonnée pour un tiers d'entre eux, lors de la randonnée estivale pour un tiers d'entre eux et à la fois en ski de randonnée et lors des randonnées estivales pour le dernier tiers.

On retrouvait une association significative entre le type de pied et le fait de n'avoir jamais eu d'ampoule. Il semblerait que les pieds physiologiques sont un facteur protecteur de l'apparition d'ampoules et que les pieds valgus sont un facteur favorisant l'apparition d'ampoules.

| Présence d'ampoule   | Pied Physiologique | Pied Valgus | Autres    | Total général |
|----------------------|--------------------|-------------|-----------|---------------|
| Non                  | 8                  | 2           | 7         | 17            |
| Oui                  | 17                 | 39          | 30        | 86            |
| <b>Total général</b> | <b>25</b>          | <b>41</b>   | <b>37</b> | <b>103</b>    |

Tableau 6 Tableau caractérisant le nombre de participants n'ayant jamais eu d'ampoule en fonction de leur type de pied en comparaison de ceux ayant déjà eu des ampoules.  $P=0.014$ .

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Discussion sur la méthode

Nous avons choisi d'étudier des soldats de compagnies de combat car ce sont les militaires les plus exposés à l'apparition d'ampoules du fait de leur métier. D'autre part, les ampoules sont pour eux invalidantes dans leur métier de tous les jours. Pour des raisons d'organisation nous avons choisi la première et la quatrième compagnie de combats, car elles étaient les seules compagnies disponibles entre janvier et février 2014 pour la réalisation de l'étude. Le questionnaire portait essentiellement sur l'apparition d'ampoules lors des activités de montagne l'hiver, lors du ski de randonnée et l'été lors des randonnées en montagne, car ce sont les sorties caractérisant les chasseurs alpins. De plus l'apparition d'ampoules est fréquente lors de ces exercices.

Le critère de jugement principal était la fréquence des ampoules lors de la dernière saison. En effet, nous avons voulu savoir quelle a été la gêne occasionnée récemment. La majorité des personnes ont eu au moins une ampoule durant sa carrière, sans que cela ai eu forcément un retentissement majeur sur ses performances physiques. L'incapacité de réaliser correctement sa mission et la gêne occasionnée étaient donc les critères que nous avons retenus. Nous avons donc considéré que le fait d'avoir eu une seule ampoule durant la

dernière saison n'avait pas de retentissement majeur sur la locomotion par rapport au fait de ne pas en avoir eu. Par contre, à partir de deux ampoules dans la même saison, une baisse des performances est possible et la gêne occasionnée est conséquente. Nous n'avons cependant pas demandé la taille de l'ampoule, ni la durée de guérison, étant donné que ces données ne faisaient pas partis de l'objectif de l'étude. La question portait sur la dernière saison pour limiter les biais de mémorisation.

Les 26 zones concernant la localisation des ampoules ont été définies de manière à pouvoir différencier les localisations les plus fréquentes des ampoules. Ces zones ont été déterminées à partir de la littérature et de notre expérience personnelle. Nous avons différencié les deux pieds, ce qui nous a permis de vérifier si les localisations des ampoules étaient similaires au niveau des deux pieds.

Nous avons inclus dans notre analyse tous les chasseurs alpins des deux compagnies de combat disponibles au moment de l'étude, pour avoir un nombre conséquent de participants. Nous avons inclus tous les participants pour éviter d'éventuel biais de sélection.

Concernant l'analyse statistique, nous avons décidé d'utiliser le test d'indépendance du Chi Deux de Pearson. L'effectif était supérieur à 30 et nous avons étudié 2 variables qualitatives nominales avec plusieurs groupes. Nous avons donc considéré que ce test était le plus adapté pour rechercher une association entre nos différents facteurs (type de pied, marque des chaussures utilisées et fréquence d'apparition des ampoules durant la dernière saison). Pour pouvoir utiliser ce test, nous avons dû regrouper certains types de pieds, ainsi que certaines fréquences d'apparition d'ampoules dans une même case. Ces types de pieds plus rares n'ont donc pas été étudiés. Nous n'aurions pas pu conclure à une association devant le faible effectif. De même nous n'avons pas fait la différence entre le fait d'avoir eu 2 ou 10 ampoules, pour avoir des résultats significatifs. Pourtant, la gêne occasionnée est bien différente entre ces deux fréquences d'apparition d'ampoule.

## 4.2. Interprétation des résultats

Au total, nous avons un effectif de 152 militaires ayant répondu au questionnaire. Seules 46 personnes de la première compagnie ont participé. Les autres militaires de la compagnie n'ont pas été en mesure de répondre au questionnaire pour différentes raisons. Une partie de la compagnie était en permission. D'autres militaires étaient en exercice à distance du régiment. D'autres encore étaient mobilisés par le plan Vigipirate. L'effectif a donc été plus faible que prévu. D'autre part, 103 personnes ont été analysées par les podologues. Il y a donc eu 49 perdus de vue. Les questionnaires n'ont pas été remplis le même jour que l'analyse des pieds par les podologues. Certaines personnes étaient disponibles le jour des questionnaires et ne l'étaient plus le jour de la venue des podologues. La majorité des participants étaient des militaires du rang (entre 81 et 86% pour les deux compagnies). Les officiers et sous officiers ont été moins nombreux à remplir le questionnaire. Sans doute, était-il plus difficile pour eux de quitter leurs postes. L'étude a été réalisée 2 semaines avant le départ de la 4<sup>ème</sup> compagnie en mission en Centre-Afrique, les militaires avaient donc d'autres préoccupations plus importantes que cette étude. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux compagnies, concernant le grade, l'âge, le sexes et le nombre d'année de service.

La prévalence des ampoules parmi les militaires en compagnie de combat est très importante de l'ordre de 80%. Peu de soldat n'ont jamais eu d'ampoule durant leur carrière. Nous nous sommes donc intéressés au fait d'avoir eu des ampoules durant la dernière

saison. Les ampoules surviennent en majorité lors de la perception de nouvelles chaussures (60%) et lors de la réalisation des classes (58%). En effet, comme le suggèrent Knapik et al, l'exposition récente à des forces de friction entraîne une certaine adaptabilité de la peau de part une prolifération (10). Les jeunes incorporés, n'ayant jamais chaussé de chaussures rigides, telles que les chaussures de randonnée, sont donc sujets à l'apparition d'ampoules. De même, lors du port de nouvelles chaussures, le pied est contraint à de nouvelles frictions qu'il ne subit pas habituellement. L'apparition d'ampoules est donc plus fréquente.

Dans notre étude, les pieds les plus représentés étaient les pieds valgus, les pieds physiologiques, suivi des pieds plats valgus. Sur une saison hivernale, parmi les participants, 1/3 n'ont pas eu d'ampoules, 1/3 ont eu une ampoule et 1/3 ont eu deux ampoules ou plus. Ces ampoules apparaissent surtout lors de la montée, car du fait du mouvement répété les forces de frictions sont majorées. A l'inverse, lors de la descente à ski, les pieds sont moins soumis à des forces de friction, du fait de l'absence de mouvement du pied. Concernant la période estivale, on constate une prévalence d'ampoules légèrement inférieure avec 36% des participants déclarant ne jamais avoir eu d'ampoule. Par contre, parmi les participants ayant eu des ampoules, ils ont eu plus d'ampoules que pendant la saison hivernale (31% ont eu plus de 2 ampoules et 7% en ont eu plus de 5). Lors de la randonnée l'été, les ampoules sont aussi fréquente lors de la montée que lors de la descente.

Nous n'avons pas retrouvé d'association entre le fait d'avoir eu plus d'une ampoule et la marque de chaussure utilisée, ceci autant pendant la saison hivernale, que pendant la saison estivale. Cependant, la majorité des participants portaient la même marque de chaussures, 79% de ceux-ci ayant des chaussures de ski de randonnée de la marque Scarpa et 86% ayant des chaussures d'alpinisme de la marque Asolo. Devant le faible effectif de participants ayant des chaussures de ski de randonnée et des chaussures d'alpinisme de la marque Garmont, il se peut que l'étude manque de puissance pour montrer une association entre le fait d'avoir des ampoules et le type de chaussure utilisée.

Nous n'avons pas retrouvé d'association entre le fait d'avoir plus d'une ampoule durant la dernière saison hivernale et le type de pied des participants. Ces données sont valables pour les pieds physiologiques, les pieds valgus et les pieds plats valgus. Concernant les autres types de pieds, les effectifs dans notre étude étaient trop faibles pour conclure. Une étude avec une plus grande puissance pourrait montrer une association qui n'a pas été mise en évidence par notre étude.

Il existe par contre une association significative entre le fait d'avoir plus d'une ampoule durant la dernière saison estivale et le type de pieds des participants. Les pieds physiologiques et les pieds plats valgus sont associés au fait d'avoir moins d'ampoule, ceci de manière significative. A l'inverse, les pieds valgus ont une tendance, non significative, à avoir plus souvent des ampoules.

La localisation des ampoules la plus fréquente est au niveau du tendon d'Achille l'été comme l'hiver (respectivement 68 et 75%). La deuxième localisation la plus fréquente est au niveau de la partie interne et plantaire de l'avant pied, l'hiver comme l'été. Pendant la saison estivale, on retrouve également des ampoules dans près de 20% des cas, au niveau du talon et au niveau du 5<sup>ème</sup> orteil. Ces zones sont probablement les localisations où les forces de friction sont les plus importantes. Les mouvements répétés de la cheville lors de la marche entraîne une contrainte au niveau du tendon d'Achille, responsable de la formation

d'ampoules. De plus, les autres localisations fréquentes d'ampoules sont les zones où le poids du corps est le plus transmis aux pieds. Par ailleurs il n'y a pas de différence entre les deux pieds concernant la localisation des ampoules.

Les moyens choisis le plus fréquemment par les participants pour éviter la formation d'ampoules sont les bandes autoadhésives de type Elsatoplast. Les pansements anti-ampoules sont également souvent utilisés. Les systèmes de protection sont majoritairement utilisés l'été (57% des participants ayant eu des ampoules). Les participants n'ayant jamais eu d'ampoule utilisent moins souvent des systèmes de protection.

### 4.3. Force et limite de l'étude

#### 4.3.1. Biais de sélection

Le choix des participants a été fait en fonction des contraintes opérationnelles du régiment. Nous avons choisi les deux compagnies qui étaient présentes au régiment lors de la réalisation de notre étude. Le choix des compagnies a donc été réalisé de manière arbitraire. De même, toutes les personnes des compagnies de combats désignées, présentes au bataillon, devaient participer au questionnaire. Les participants n'ont donc pas été choisis. L'ensemble des participants étaient volontaires pour la réalisation de l'étude. Aucune personne n'a refusé de remplir le questionnaire ni d'avoir ses pieds analysés par les podologues. Nous ne pensons donc pas qu'il y a un biais de sélection majeur dans notre étude.

#### 4.3.2. Biais d'interprétation des résultats

Les résultats ont été analysés par le responsable de l'étude. Nous avons choisi de comparer les personnes n'ayant jamais eu d'ampoule, celles ayant eu une ampoule contre celles en ayant eu plus d'une. Nous aurions pu comparer les personnes n'ayant jamais eu d'ampoules contre les autres. Les résultats auraient pu être différents. Cependant, nous avons considéré que le fait d'avoir eu une seule ampoule était une gêne mineure sans conséquence opérationnelle.

De même, l'analyse de la localisation des ampoules a été décidée en fonction de notre expérience personnelle sur les ampoules. Les zones correspondaient dans la majorité des cas aux zones dessinées par les participants. Quand le participant localisait son ampoule entre deux zones que nous avons prédéfinies, nous avons décidé de compter les deux localisations. Il est possible que certaines zones aient été surestimées. Cependant ces cas de figures n'étaient pas fréquents.

D'autre part, il est possible qu'il y ait eu des erreurs lors de la saisie des questionnaires sur le logiciel Microsoft Excel. Pour éviter ces erreurs, les données saisies ont été vérifiées à deux reprises.

Nous avons choisi d'utiliser un test d'indépendance du Chi deux pour analyser nos résultats. Un autre test aurait pu donner des résultats différents. Cependant, il nous semble que ce test était le plus adapté pour notre étude.

#### 4.3.3. Biais de mémorisation

Nous avons utilisé une étude rétrospective. Les patients devaient se remémorer s'ils avaient eu des ampoules, la fréquence durant la dernière saison estivale et hivernale et la localisation de leurs ampoules. Il peut donc y avoir un biais de mémorisation important, que nous ne pouvons pas estimer. Pour éviter ce biais, les questions portaient sur la dernière saison.

#### 4.3.4. Constitution du questionnaire

Le questionnaire a été réalisé par l'association des médecins du 13<sup>ème</sup> Bataillon de Chasseurs Alpins, l'interne des Hôpitaux des armées des Robert et les podologues. Chacun proposaient les questions qui lui semblaient les plus pertinentes en fonction de son expérience clinique et personnelle. Le questionnaire initial comportait un total de 7 questions. Au final, nous avons convenu d'un total de 42 questions, sachant que les participants ne répondraient pas à toutes les questions du questionnaire. Les questions portant sur les caractéristiques des participants (poids, taille, IMC, couleur de peau, etc ...) n'ont pas été posées car elles ne faisaient pas parties de l'objectif de notre étude. De plus, ces données ont déjà été étudiées par d'autres études. L'objectif était que le questionnaire comporte des questions simples sans ambiguïté, et qu'il soit rempli rapidement.

Après interrogation sur le questionnaire, toutes les questions ont été comprises. Certaines personnes n'ont cependant pas répondu à toutes les questions, sans raison objective.

### 4.4. Validité interne et externe

#### 4.4.1. Validité interne

La perte de 49 participants entre la réalisation du questionnaire et l'analyse des pieds par les podologues a diminuée la puissance et peut affecter la validité interne de notre étude. Cependant, il n'y a, à priori, pas de lien entre la non réalisation de l'étude dans sa totalité et la présence d'ampoule.

Nous avons limité le nombre de test en sous groupe afin d'éviter une inflation du risque alpha et d'avoir des résultats significatifs dus au hasard.

Nous avons déjà évoqué les biais potentiels pouvant affecter les résultats de notre étude et les moyens de contrôle de ces biais.

#### 4.4.2. Comparaison et extrapolation des résultats

Dans notre étude, plus de 60% des participants ont eu des ampoules durant la dernière saison estivale et/ou hivernale. Cette valeur est cohérente avec les données de la littérature. Choi et al retrouvaient une incidence de 95% d'ampoule sur une marche de 21 jours. Cependant, les marches étaient soutenues et les participants n'étaient pas habitués à réaliser des marches aussi longues (8). Brennan et al retrouvaient une prévalence de 33% d'ampoules sur 12 mois d'opération en Irak. Les militaires en opération ont souvent moins de marche à réaliser que les chasseurs alpins lors de leurs exercices. De plus, certains militaires avaient des postes plus sédentaires en Irak, ce qui explique que les auteurs ont retrouvé une prévalence d'ampoules plus faible (3).

Par ailleurs, nous n'avons pas retrouvé d'étude qui recherche une association entre le type de chaussures utilisées et l'apparition d'ampoules. Nos données ne retrouvent pas

d'association entre la marque de chaussures utilisées et l'apparition d'ampoules. Cependant, nous avons étudié deux marques de chaussures similaires pour le même type d'activité. Les chaussures de ski de randonnée ont les mêmes caractéristiques de même que les chaussures d'alpinisme.

La localisation des ampoules le plus fréquemment rencontrée dans notre étude était au niveau du tendon d'Achille. Choi et al retrouvaient une localisation plus fréquente au niveau du 5<sup>ème</sup> orteil. Ces différences peuvent s'expliquer par différentes raisons. La première est que l'exercice était différent. Les étudiants réalisant la marche dans leurs études, réalisaient environs 28km par jour dont 50 à 100m de dénivelé (8). Les chasseurs alpins, lors de leurs randonnées en montagne, font des distances moindres, mais ont beaucoup plus de dénivelé à réaliser. D'autre part, les chaussures étudiées des chasseurs alpins sont des chaussures montantes. Elles remontent jusqu'à mi jambe, pour les chaussures de ski de randonnée et au dessus du tendon d'Achille, pour les chaussures d'alpinisme. Les contraintes se font donc essentiellement au niveau du tendon d'Achille. Les ampoules au niveau du 5<sup>ème</sup> orteil sont probablement dues au fait d'avoir des chaussures trop petites. Les étudiants Coréens avaient donc sans doute des chaussures trop petites pour leurs pieds. Les auteurs ne précisent pas le type de chaussures utilisées par les participants, mais ce sont sans doute des chaussures basses, ou moins montantes que les chaussures militaires.

Dans notre étude, nous avons trouvé que les personnes avec des pieds physiologiques et des pieds plats valgus avaient moins d'ampoule que les autres. La littérature décrit le fait d'avoir les pieds plats comme un facteur de risque d'ampoules, ce qui ne correspond pas à nos résultats. Le faible effectif de participants ayant les pieds plats dans notre étude peut expliquer cette différence.

Si la puissance de l'étude était plus grande, nous aurions peut-être pu montrer une différence significative pour le critère de jugement principal. Une étude sur un plus gros échantillon serait nécessaire pour vérifier qu'il n'y ai pas d'association entre les marques de chaussures utilisées et la fréquence d'apparition d'ampoules.

Notre étude est valable pour tous les chasseurs alpins. L'échantillon sélectionné est représentatif de la population générale des chasseurs alpins. En revanche, nous ne pouvons pas extrapoler nos résultats pour l'ensemble des militaires de l'armée française. En effet, nombreux sont les régiments utilisant encore les rangers. De plus, les autres armes n'utilisent pas les chaussures d'alpinisme, ni les chaussures de ski militaire.

## 5. CONCLUSION

Pour conclure, nous avons retrouvé une prévalence des ampoules importantes chez les militaires de l'ordre de 80%. Les pieds physiologiques et les pieds plats valgus ont moins d'ampoules que les autres types de pieds durant la période estivale. Par contre, les types de pieds et la fréquence d'apparition des ampoules sont indépendants pendant les sorties à ski de randonnée. Il n'y a pas de corrélation entre la marque de chaussures de ski de randonnée utilisée, ainsi que la marque de chaussures d'alpinisme pour la fréquence d'apparition des ampoules. La localisation la plus fréquente des ampoules, été comme hiver, est au niveau du tendon d'Achille, chez les chasseurs alpins en compagnie de combat.

Etant donnée qu'il n'y a pas de différence en terme de fréquence d'apparition d'ampoules entre les différentes marques de chaussures, les deux marques de chaussures de randonnée été comme hiver peuvent continuer à être distribuées sans différence.

Une étude prospective de plus grande puissance serait nécessaire pour démontrer que les pieds physiologiques ainsi que les pieds plats valgus sont un des facteurs protecteurs de l'apparition d'ampoule.

## 6. ANNEXES

## QUESTIONNAIRE

**Objectifs :** Essayer d'établir une corrélation entre le type de pied, la chaussure utilisée et l'apparition d'ampoules. L'objectif final est de pouvoir conseiller les jeunes recrues et les patients sur le type de chaussures militaires à choisir en fonction de leur type de pied.

1. **Nom :**

2. **Age :**

3. **Sexe :**

4. **Compagnie et section :**

5. **Nombre d'années de service :**

6. **Catégorie militaire:**

Militaire du rang  Sous-officier  Officier

7. **Avez vous eu des ampoules depuis que vous êtes dans l'armée ?**

OUI  NON

*Si non, allez directement à la question 40*

8. **Si oui, avant votre engagement, considérez-vous que vous aviez «un pied à ampoule»?**

OUI  NON

9. **En avez-vous plus souvent depuis votre engagement?**

OUI  NON

10. **D'après vous, à quel moment avez-vous eu le plus d'ampoules?**

- pendant les FGI-FSI .
- à chaque fois que vous percevez de nouvelles chaussures
- pendant la FAMI hiver
- pendant la FAMI été
- autre: \_\_\_\_\_

11. **Vous est-il arrivé de devoir arrêter un stage ou une formation à cause de vos ampoules?**

OUI  NON

**Concernant la période hivernale :**

12. **Quand vous pratiquez le ski de randonnée, avez vous déjà eu des ampoules?**

OUI  NON

12 bis. **Si oui, à quel moment (plusieurs réponses possibles)?**

- à chaque sortie
- en début de saison
- au début, à la perception des chaussures de ski militaires
- au-delà d'un certain dénivelé
- > si oui, à partir de quel dénivelé ? \_\_\_\_\_
- autre: \_\_\_\_\_

**13. Au cours de la dernière saison hivernale, à quelle fréquence avez-vous eu des ampoules?**

- 1 fois
- 2 à 5 fois
- 5 à 10 fois
- plus de 10 fois

**14. Avez-vous l'impression que les ampoules apparaissent plutôt en montée ou bien en descente?**

- montée
- descente
- les deux
- je ne sais pas

**15. Avez-vous déjà eu des ampoules avec les chaussures de ski de randonnée militaires?**

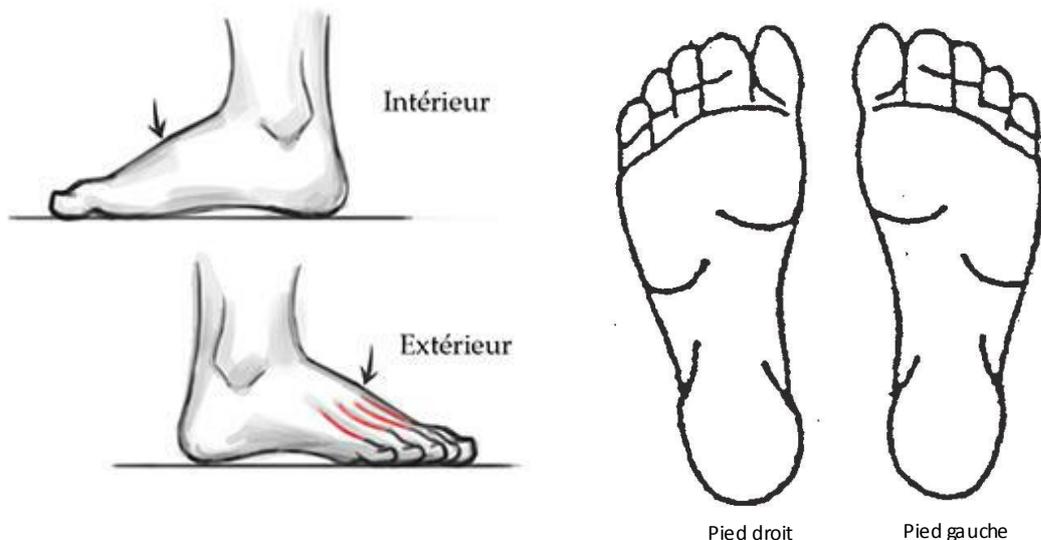
OUI  NON

**15 bis. Si oui, quelle était la marque des chaussures concernées?**

- Scarpa
- Garmont
- autre : \_\_\_\_\_

**16. Où se situent vos ampoules?**

*Préciser sur le schéma et marquer pied droit, gauche ou les deux*



**17. Avez-vous dû changer de paire de chaussures de ski militaires à cause de vos ampoules?**

OUI  NON

**18. Quelle marque de chaussures de ski de randonnée militaires utilisez-vous actuellement?**

- Scarpa
- Garmont
- autre : \_\_\_\_\_

**19. Avez-vous déjà dû changer les chaussons à l'intérieur de vos chaussures de ski militaires?**

OUI  NON

**20. Avez-vous déjà eu des ampoules avec les chaussures de ski de randonnée civiles?**

OUI  NON

**20 bis. Si oui, quelle marque de chaussures de ski de randonnée civiles vous a occasionné des ampoules? \_\_\_\_\_**

**21. Avez vous plus d'ampoules avec vos chaussures de ski de randonnée militaires ou civiles?**

MILITAIRES  CIVILES

**22. Avez-vous dû changer de paire de chaussures de ski de randonnée civiles à cause de vos ampoules?**

OUI  NON

**23. Utilisez-vous des protections pour éviter l'apparition des ampoules?**

OUI  NON

**23 bis. Si oui, à quelle fréquence?**

- tout le temps
- quand vous utilisez vos chaussures militaires
- autre: \_\_\_\_\_

**24. Quel type de protection utilisez-vous (plusieurs réponses possibles)?**

- bandes auto-adhésives de type Elastoplaste
- pansements de type compeed
- plaque siliconée à l'épithélium 27 ou équivalent
- chaussettes particulières (merci de préciser le type ou la marque)
- \_\_\_\_\_
- crème, merci de préciser le type: \_\_\_\_\_
- autre: \_\_\_\_\_

**25. Utilisez-vous des semelles orthopédiques dans vos chaussures de ski de randonnée?**

OUI  NON

**25 bis. Si oui, pourquoi?**

- pour éviter les ampoules
- parce que vous avez les pieds plats
- parce que vous avez les pieds creux
- parce que vous avez un syndrome rotulien
- parce vous avez mal au dos
- autre raison: \_\_\_\_\_

**Concernant la période estivale:**

**26. Avez-vous déjà eu des ampoules en période estivale?**

OUI  NON

**26 bis. Si oui, à quel moment (plusieurs réponses possibles)?**

- à chaque sortie
- au début de la saison
- à la perception des chaussures militaires
- au-delà d'un certain dénivelé; si oui, à partir de quel dénivelé \_\_\_\_\_
- autre: \_\_\_\_\_

**27. Au cours de la dernière saison estivale, à quelle fréquence avez-vous eu des ampoules?**

- 1 fois
- 2 à 5 fois
- 5 à 10 fois
- plus de 10 fois

**28. Avez-vous l'impression que les ampoules arrivent en montée ou en descente?**

- montée
- descente
- les deux
- je ne sais pas

**29. Avez-vous déjà eu des ampoules avec les chaussures de montagne militaires?**

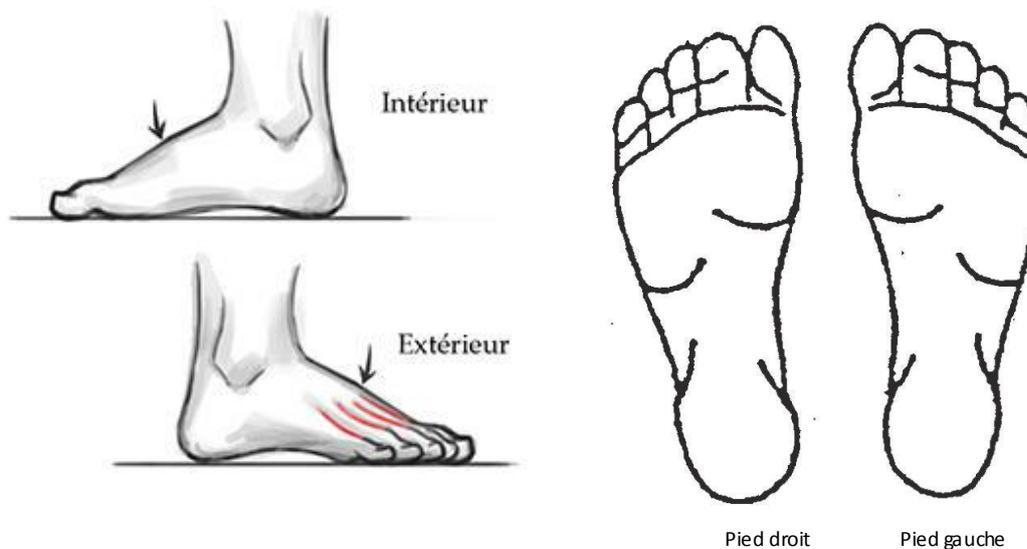
OUI  NON

**29 bis. Si oui, avec quelle marque de chaussures de montagne militaires avez vous des ampoules?**

- Asolo
- Garmont
- autre : \_\_\_\_\_

**30. Où sont situées vos ampoules?**

*préciser sur le schéma et marquer pied droit, gauche ou les deux*



**31. Avez-vous du changer de paire de chaussures de montagne militaires à cause de vos ampoules?**

OUI  NON

**32. Quelle marque de chaussures de montagne militaires utilisez-vous actuellement?**

- Asolo
- Garmont
- autre : \_\_\_\_\_

**33. Avez-vous déjà eu des ampoules avec les chaussures de montagne civiles?**

OUI  NON

**33 bis. Si oui, avec quelle marque de chaussures de montagne civiles avez vous des ampoules?**

\_\_\_\_\_

**34. Avez vous plus d'ampoules avec vos chaussures de montagne militaires ou civiles?**

MILITAIRES  CIVILES

**35. Avez-vous du changer de paire de chaussures de montagne civiles à cause de vos ampoules?**

OUI  NON

**36. Utilisez-vous des protections pour éviter l'apparition des ampoules?**

OUI  NON

**36 bis. Si oui, à quelle fréquence?**

- tout le temps
- quand vous utilisez vos chaussures militaires
- autre: \_\_\_\_\_

**37. Quel type de protection utilisez-vous?**

- bandes auto-adhésives de type Elasto
- pansements de type compeed
- plaque siliconée à l'épithélium 27 ou équivalent
- chaussettes particulières (merci de préciser le type ou la marque)
- crème, merci de préciser le type: \_\_\_\_\_
- autre: \_\_\_\_\_

**38. Utilisez vous des semelles orthopédiques dans vos chaussures de montagne?**

OUI  NON

**38 bis. Si oui, pourquoi?**

- pour éviter les ampoules
- parce que vous avez des pieds plats
- parce que vous avez les pieds creux
- parce que vous avez un syndrome rotulien
- parce vous avez mal au dos
- autre raison: \_\_\_\_\_

**39. Allez-vous parfois chez le pédicure pour des soins de pieds?**

OUI  NON

Si oui, quel type de soins? \_\_\_\_\_

**40. Pour les personnes qui n'ont jamais eu d'ampoule, utilisez-vous un système de protection?**

OUI  NON

**40 bis Si oui, pour quel type d'activité?**

- ski de randonnée
- montagne
- autre: \_\_\_\_\_

**40. Quel type de protection utilisez-vous?**

- bandes auto-adhésives de type Elasto
- pansements de type compeed
- plaque siliconée à l'épithélium 27 ou équivalent
- chaussettes particulières (merci de préciser le type ou la marque)
- \_\_\_\_\_
- crème, merci de préciser le type: \_\_\_\_\_
- autre: \_\_\_\_\_

**41. Utilisez vous des semelles orthopédiques dans vos chaussures ?**

OUI  NON

**41 bis. Si oui, pourquoi?**

- pour éviter les ampoules
- parce que vous avez des pieds plats
- parce que vous avez les pieds creux
- parce que vous avez un syndrome rotulien
- parce vous avez mal au dos
- autre raison: \_\_\_\_\_

**42. Dans quel type de chaussures mettez-vous les semelles orthopédiques?**

- montagne
- ski de randonnée
- chaussures de quartier type Meindl ou Lowa
- autre : \_\_\_\_\_

Merci de votre participation

## 7. BIBLIOGRAPHIE

1. Polliack AA, Scheinberg S. A New Technology for Reducing Shear and Friction Forces on the Skin: Implications for Blister Care in the Wilderness Setting. Wilderness Environ Med. juin 2006;17(2):109-119.
2. Hoeffler DF. Friction blisters and cellulitis in a navy recruit population. Mil Med. mai 1975;140(5):333-337.
3. Brennan FH Jr, Jackson CR, Olsen C, Wilson C. Blisters on the battlefield: the prevalence of and factors associated with foot friction blisters during Operation Iraqi Freedom I. Mil Med. févr 2012;177(2):157-162.
4. Knapik JJ, Barson J, Reynolds K. Risk factors for foot blisters during road marching : Tobacco use, ethnicity, foot type, previous illness, and other factors. Mil Med. 164(2):92-97.
5. Van Tiggelen D, Wickes S, Coorevits P, Dumalin M, Witvrouw E. Sock systems to prevent foot blisters and the impact on overuse injuries of the knee joint. Mil Med. févr 2009;174(2):183-189.

6. Reynolds KL, White JS, Knapik JJ, Witt CE, Amoroso PJ. Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march. *Prev Med.* févr 1999;28(2):167-173.
7. Knapik J, Reynolds K, Staab J, Vogel JA, Jones B. Injuries associated with strenuous road marching. *Mil Med.* févr 1992;157(2):64-67.
8. Choi S, Min Y-G, Lee I-S, Yoon G-H, Kang B-R, Jung Y-S, et al. Injuries Associated with the 580 km University Student Grand Voluntary Road March: Focus on Foot Injuries. *J Korean Med Sci.* 2013;28(12):1814.
9. Park H, Branson D, Petrova A, Peksoz S, Jacobson B, Warren A, et al. Impact of ballistic body armour and load carriage on walking patterns and perceived comfort. *Ergonomics.* juill 2013;56(7):1167-1179.
10. Knapik JJ, Reynolds KL, Duplantis KL, Jones BH. Friction blisters. Pathophysiology, prevention and treatment. *Sports Med Auckl NZ.* sept 1995;20(3):136-147.
11. Herring KM, Richie DH Jr. Friction blisters and sock fiber composition. A double-blind study. *J Am Podiatr Med Assoc.* févr 1990;80(2):63-71.
12. Knapik JJ, Hamlet MP, Thompson KJ, Jones BH. Influence of boot-sock systems on frequency and severity of foot blisters. *Mil Med.* oct 1996;161(10):594-598.