

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSOKINESITHERAPIE DE NANCY**

**INFLUENCE DU GLACAGE  
DES TENDONS CALCANEENS  
SUR LA PERFORMANCE DU SPRINT**

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Cyril SIMEON**  
étudiant en 3<sup>e</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'Etat  
de masseur-kinésithérapeute  
1999-2000

## SOMMAIRE

### RESUME

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1. 1. Objectif	1
1. 2. La cryothérapie	1
1. 3. Le triceps sural	2
1. 3. 1. Anatomie	2
1. 3. 2. Cinésiologie	3
<b>2. MATERIEL ET METHODE</b>	<b>4</b>
2. 1. Population	4
2. 2. Matériel	4
2. 3. Protocole	5
2. 3. 1. Aspects généraux	5
2. 3. 2. Déroulement du test	6
2. 3. 2. 1. Première mesure	6
2. 3. 2. 2. Deuxième mesure	7
2. 4. Intérêt	7
2. 4. 1. Etudes existantes	7
2. 4. 2. Idée de notre étude	8
<b>3. RESULTAT</b>	<b>9</b>
3. 1. Présentation des résultats	9
3. 2. Démarche statistique	9
3. 2. 1. Moyenne des temps avant glaçage	9
3. 2. 2. Moyenne des temps après glaçage	9
3. 2. 3. Comparaison 2 à 2 par un test T de student apparié	10
3. 3. Interprétation des résultats	10
3. 3. 1. Moyennes de T1 et de T2	10
3. 3. 2. Signification statistique	11
<b>4. RAPPEL DES EFFETS CONNUS DU FROID</b>	<b>11</b>
4. 1. Sur la température des tissus	11
4. 1. 1. Température cutanée	11
4. 1. 2. Température sous cutanée	12
4. 1. 3. Température musculaire	12

4. 1. 4. Température articulaire	13
4. 2. Sur le système sanguin et le système lymphatique	13
4. 3. Sur la conduction nerveuse	13
4. 4. Sur la contraction musculaire	14
4. 5. Sur le collagène	14
4. 6. Sur le métabolisme	14
<b>5. DISCUSSION</b>	<b>15</b>
5. 1. Critique	15
5. 1. 1. Justification du protocole	15
5. 1. 2. Problèmes rencontrés. Paramètres non mesurés	17
5. 2. Bases d'un nouveau protocole	18
<b>6. CONCLUSION</b>	<b>19</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXE</b>	

## RESUME

Notre étude a pour but d'objectiver une éventuelle variation du temps de course lors d'un sprint après application de froid localisée aux tendons calcanéens.

Au terme de cette étude nous observons une différence objective entre les performances avant et après application de froid qui laisse penser que le refroidissement préalable des tendons aurait comme conséquence l'augmentation du temps de course.

Dans l'objectif de corroborer ces résultats nous avons réexaminé le protocole afin de déterminer les améliorations qui pourraient lui être apportées pour obtenir des données encore plus pointues.

Cette étude souligne ainsi les modifications qu'il nous semble judicieux d'apporter, les facteurs d'erreurs qui ont pu être évités et ceux qu'il reste à éliminer, en vue de son approfondissement.

**Mots clés :** cryothérapie, sport, triceps sural

## 1. INTRODUCTION

### 1. 1. Objectif

Le but de cette étude est d'objectiver une éventuelle variation de la performance lors du sprint après glaçage des tendons calcanéens afin de déterminer si le glaçage tendineux pré-effort modifie le temps de course du sprint, en l'augmentant ou le diminuant, ou s'il ne l'influence pas.

Nous partons de l'hypothèse selon laquelle aucune variation n'est apportée au temps de course par le glaçage préalable des tendons calcanéens.

Un groupe de 31 personnes est chronométré lors de deux sprints. Le premier est réalisé sans glaçage alors que le second est précédé d'un refroidissement des tendons calcanéens. Le groupe est ensuite comparé à lui-même sur les deux temps obtenus.

### 1. 2. La cryothérapie

Appartenant aux techniques de physiothérapie, la cryothérapie est connue depuis longtemps, puisqu'elle était décrite par Hippocrate (460-370 av. JC) et que les médecins grecs y avaient déjà recours. Son usage s'est perpétué au fil des époques, dans toutes les civilisations et elle est employée de nos jours dans de nombreuses indications, que ce soit sur les terrains de sport ou dans les salles de rééducation, en première intention ou plus tardivement, pour devancer les conséquences d'un traumatisme ou soulager une douleur, du fait des nombreux effets qu'elle engendre sur l'organisme.

Cependant, son utilisation ne rencontre aucun consensus, malgré le nombre d'études publiées, celles-ci associant presque toujours un autre procédé en parallèle (compression, déclive, ...) et utilisant différentes formes de glaçage (eau glacée, glace, cold pack, ...).

### 1. 3. Le triceps sural

#### 1. 3. 1. Anatomie

KAMINA (28) et KAPANDJI (29) décrivent le triceps sural comme le muscle superficiel du groupe musculaire postérieur de la jambe. Il est composé de trois chefs qui se fixent en distal sur la tubérosité du calcaneus, séparés de celle-ci par une bourse séreuse, par un tendon commun aux trois, le tendon calcanéen (ou d'Achille).

Le muscle soléaire, seul chef mono-articulaire, s'insère par des fibres tendineuses sur la face postérieure et le quart supérieur du corps de la fibula, sur le tibia, sur la ligne homonyme, et le tiers moyen du bord médial, et sur l'arcade tendineuse du muscle soléaire, qui s'étend de l'une à l'autre des deux insertions précédentes.

Le muscle gastrocnémien comprend les deux autres chefs : le gastrocnémien latéral et le gastrocnémien médial (les jumeaux), bi-articulaires, pontant l'articulation fémoro-tibiale par leur insertion proximale fémorale. Le gastrocnémien latéral s'insère par des fibres musculaires sur le tubercule supra-condyloire latéral du fémur et la capsule articulaire avoisinante (coque condylienne). Le gastrocnémien médial s'insère à l'identique sur le tubercule supra-condyloire médial et la capsule articulaire voisine.

Les trois chefs se terminent par un système aponévrotique qui donne naissance au tendon calcanéen.

Le triceps sural est innervé par le nerf tibial, de racine S1 et S2.

### 1. 3. 2. Cinésiologie

Le triceps sural est un fléchisseur plantaire de l'articulation tibio-tarsienne, avec une composante varisante de l'articulation sous-astragaliennne.

Selon KAMINA (28) il est responsable de la propulsion lors de la marche, et il stabilise la jambe sur le pied en station debout, par l'action du soléaire.

Toujours à la marche, il a un rôle de contrôle en freinant le glissement antérieur du tibia par rapport au fémur lors de la phase d'appui. Par contraction des gastrocnémiens il participe au verrouillage dynamique du genou suivant les principes du paradoxe de LOMBARD.

D'après KAPANDJI (29), c'est dans cette position d'extension de genou que les gastrocnémiens, étirés passivement, donnent le maximum de leur puissance, tout en induisant le transfert sur la cheville d'une partie de la puissance du quadriceps, cette synergie permettant la marche, la course ou le saut. Le triceps sural développe le maximum de sa puissance quand, de la position genou en extension et cheville en flexion dorsale, il passe en flexion plantaire. C'est ce mouvement que l'on retrouve lors des phases de propulsion lors d'une course.

## 2. MATERIEL ET METHODE

### 2. 1. Population

Notre population se compose de 31 individus, hommes et femmes confondus (au nombre respectif de 12 et 19) dont l'âge varie de 12 à 24 ans avec une moyenne à 17 ans (l'écart type étant de 3,21).

Ces personnes sont toutes volontaires et pratiquent régulièrement l'athlétisme en club, avec comme spécialité le sprint ou le demi-fond.

Elles effectuent deux sprints chronométrés dont les temps sont comptabilisés et comparés, pour fournir la base de cette étude.

### 2. 2. Matériel

Cette étude nécessite l'usage d'un questionnaire qui permet :

- L'identification des sujets lors des deux tests
- La comparaison de leur performance
- L'élimination, s'il s'en présente, des sujets dont les temps ne peuvent être pris en compte du fait d'un des critères qui se marginaliserait par rapport à ceux du groupe d'étude.

Sur le sujet lui-même il est précisé :

- Le numéro d'identification du sujet
- Le lieu où le sujet à été choisi pour cette étude



- La date de naissance du sujet
- Le sexe du sujet
- Le nombre d'heures hebdomadaire de pratique.

Il est ensuite reporté les temps obtenus lors des deux courses.

Nous procédons aux mesures à l'aide d'un chronomètre digital à quartz dont la précision est de l'ordre du centième de seconde.

Le glaçage des tendons, quant à lui, est obtenu par l'intermédiaire de glaçons.

## 2. 3. Protocole

### 2. 3. 1. Aspects généraux

Chaque sujet court deux sprints à la suite l'un de l'autre, le second étant séparé du premier par une période de glaçage des tendons calcanéens.

Les mesures sont prises un jour d'entraînement, après la partie échauffement de celui-ci et avant le travail de la technique, ce qui implique que le sujet est vêtu d'une façon conforme à celle de sa pratique sportive.

L'épreuve consiste en un sprint d'une distance de soixante mètres couru sur une piste d'athlétisme extérieure. Les lignes de départ et d'arrivée sont marquées au sol afin que celle-ci soit effectivement distante de soixante mètres et ceci pour chaque sujet.

Le départ se fait debout, arrêté. La mesure chronométrique est assurée lors des deux tests par l'entraîneur des sujets. Elle commence dès la première poussée que le sujet imprime pour s'élaner et se termine quand le pied de celui-ci franchit la ligne représentant l'arrivée.

Avant le test il est demandé aux sujets de courir le plus rapidement possible lors des deux courses qui lui seront demandées.

### 2. 3. 2. Déroulement du test

#### 2. 3. 2. 1. Première mesure

Avant de commencer les mesures nous expliquons aux sujets le but de leur présence et nous leur donnons les consignes nécessaires au respect du protocole.

Ensuite nous leur distribuons le questionnaire et leur laissons le temps nécessaire pour le remplir en restant disponible pour répondre aux diverses questions qui pourraient se poser.

Les questionnaires remplis les sujets s'échauffent. L'échauffement est celui pratiqué habituellement en préambule de leur entraînement. Il s'est composé d'une course à vitesse moyenne d'une durée d'environ 15 minutes suivie d'une séance d'étirements, localisés préférentiellement aux membres inférieurs, d'une durée maximale de 10 minutes.

L'échauffement terminé, nous procédons au sprint. Chaque sujet se présente à tour de rôle suivant son numéro d'identification et se place sur la ligne de départ. La course terminée, le temps obtenu est communiqué au sujet et noté sur le questionnaire.

### 2. 3. 2. 2. Deuxième mesure

Une fois le temps noté, nous remettons aux sujets deux glaçons. Nous leur demandons de l'appliquer de manière bilatérale sur toute la longueur du tendon calcanéen par friction, de la jonction myo-tendineuse à l'insertion distale de celui-ci. Pour cela, les sujets sont assis et ont retiré leurs chaussures ainsi que leurs chaussettes.

La durée de ce glaçage est de 4 minutes. Pendant toute cette durée nous vérifions que le glaçage est effectué dans le respect des consignes données et nous veillons à ce que le temps de 4 minutes soit respecté pour chacun des sujets.

Au terme de ce délai, les sujets se rechaussent et retournent sur la ligne de départ pour courir le deuxième sprint. Le temps de latence entre les deux courses, comprenant le glaçage, le chaussage et le déchaussage, et le temps mis pour rejoindre la piste, est d'environ 10 minutes. De la même façon nous leur communiquons leur résultat et le reportons sur le questionnaire.

## 2. 4. Intérêt

### 2. 4. 1. Etudes existantes

Dans la littérature il est possible de retrouver un grand nombre d'études portant sur les différentes actions du froid sur l'organisme, certaines étant plus centrées sur les modifications relatives à la physiologie musculaire et notamment aux mécanismes de la force et l'influence de la cryothérapie sur celle-ci.

En effet, selon DUPUY (21) le froid aurait comme action au niveau musculaire d'engendrer une contraction plus puissante, ainsi qu'une apparition retardée de la fatigue. Il cite aussi ROOD qui obtient les mêmes résultats sur un muscle ayant subi un brossage suivi d'une application de froid (il note par ailleurs que cet effet est maximal entre la 27<sup>e</sup> et la 45<sup>e</sup> minute suivant le glaçage).

Dans une autre étude, CHATAL (10) obtient par glaçage des tendons calcanéens une augmentation de la valeur de la détente verticale. Cette étude pourrait être corroborée par le fait que certains des basketteurs professionnels américains utiliseraient ce procédé avant de pénétrer sur le terrain.

Cependant, en parallèle, il existe d'autres études tendant à prouver une action contraire du froid. Ainsi, nous retrouvons décrite une action myorelaxante durable (20). Et HAINES, cité par ALSAC (3), selon lequel la contraction musculaire serait rendue plus difficile par l'application de froid du fait de son action sur la propriété viscoélastique du muscle.

#### 2. 4. 2. Idée de notre étude

En nous basant sur l'amélioration de la détente obtenue lors de sauts précédés de glaçage des tendons calcanéens (10) nous voulons essayer un test similaire dans une activité différente du triceps sural, qui est ici la propulsion lors de la course. En effet nous retrouvons souvent dans la pratique sportive des disciplines dans lesquelles course et saut sont étroitement liés : saut en hauteur, saut en longueur, triple saut, course de haies,...

Si les mêmes effets sont retrouvés, il sera alors intéressant de tenter de l'intégrer sur le terrain pour juger en pratique des résultats.

### 3. RESULTATS

#### 3. 1. Présentation des résultats

Tableau bilan et résultats (Annexe I)

#### 3. 2. Démarche statistique

Pour l'établissement de nos résultats nous avons eu recours à la démarche statistique suivante :

- Calcul de la moyenne des 31 temps de course avant glaçage (T1)
- Calcul de la moyenne des 31 temps de course après glaçage (T2)
- Comparaison des deux moyennes obtenues par un test T de student apparié

##### 3. 2. 1. Moyenne des temps avant glaçage

Lors du premier sprint les sujets ont réalisé des temps compris entre 7,03 et 10,40 secondes. Nous obtenons une moyenne des temps T1 de 8,75 secondes avec un écart type de 0,95.

##### 3. 2. 2. Moyenne des temps après glaçage

Les temps de la deuxième course s'échelonnent de 7,07 à 11,50 secondes. La moyenne des temps T2 est de 8,94 secondes avec un écart type dont la valeur est de 1,07.

### 3. 2. 3. Comparaison 2 à 2 par un test T de student apparié

**Tableau I : Tableau des moyennes et écarts types des temps T1 et T2**

	T1	T2
Moyenne	8,75	8,94
Ecart type	0,95	1,07

Le test est significatif si on obtient  $p < 0,05$ . C'est à dire que le degré de signification du test est de 5%. Par les tables nous obtenons  $p < 0,0002$ . Nous pouvons donc dire qu'il existe une différence significative entre T1 et T2.

### 3. 3. Interprétation des résultats

#### 3. 3. 1. Moyennes de T1 et de T2

En observant les moyennes des temps avant et après glaçage, nous observons une différence entre ces dernières, soit 0,19 secondes supplémentaires pour la performance

réalisées après glaçage des tendons. En effet, chez la plupart des sujets le temps de la deuxième course était bien en deçà de celui de la première. (Annexe II et III)

Nous pouvons donc pencher vers l'hypothèse selon laquelle l'application de froid au niveau tendineux préalablement à l'effort serait un facteur de moindre performance.

### 3. 3. 2. Signification statistique

Le test statistique T de student apparié mis en œuvre montre une différence significative entre T1 et T2.

Nous pouvons alors dire que le temps de course après glaçage est statistiquement augmenté, subissant une majoration moyenne de 0,19 secondes, par rapport au temps de course avant glaçage.

## 4. RAPPEL DES EFFETS CONNUS DU FROID

### 4. 1. Sur la température des tissus

#### 4. 1. 1. Température cutanée

Le froid entraîne dès son application une diminution de la température cutanée (19, 23) et atteint presque sa valeur la plus basse à 2 minutes. Cependant, cette baisse est extrêmement variable en fonction du mode d'application :

- Poche de glace : de 6,1°C (39) à 20,3°C (27)
- Bandage glacé : 13°C (7)
- Spray réfrigérant : 21°C (8)
- Massage à la glace : de 19,5°C (44) à 30°C (27)
- Eau glacée : de 7,4°C (31) à 29,5°C (1)

#### 4. 1. 2. Température sous cutanée

La baisse intervient plus tardivement , en suivant une courbe parallèle à celle de la baisse cutanée, le temps et la température minimale obtenue augmentant avec la profondeur des tissus.

#### 4. 1. 3. Température musculaire

Les études divergent beaucoup sur ce point. Ainsi, dans les premières minutes d'application de la glace certains notent une baisse de température (5, 25, 26, 36), d'autres une hausse (4, 11, 12, 13, 14, 15, 16) alors que des troisièmes ne remarquent aucun changement (2, 9, 17, 27).

Il semblerait qu'il n'y ait réellement d'effet que lors d'applications prolongées, dont la durée est au minimum 20 à 25 minutes (23, 39).



#### 4. 1. 4. Température articulaire

Là aussi les études sont contradictoires avec une élévation de la température pour les uns (24) et une baisse pour les autres (9, 18, 30).

#### 4. 2. Sur le système sanguin et le système lymphatique

On observe une vasoconstriction (19, 20, 21, 23, 41). Celle-ci est suivie d'une vasodilatation réflexe, appelée phénomène d'échappement (ou hunting reflex, de Lévis) : il s'agit d'une vasodilatation intervenant entre 9 et 16 minutes de glaçage (10 et 11 minutes (42)) et durant 4 à 6 minutes (21). Elle se manifeste à partir d'une température tissulaire de 15°C et entraîne une augmentation de température de 5°C (20, 21).

Les études tendent à montrer que l'application de glace augmenterait l'œdème (32, 34, 35, 37, 40). Certaines semblent même indiquer qu'elle pourrait l'engendrer (22, 38), bien qu'une mise en déclive combinée atténuerait cet effet (22).

#### 4. 3. Sur la conduction nerveuse

Par application de froid on obtient une diminution de la vitesse de conduction nerveuse (19, 21, 23, 41, 42). Les fibres les plus sensibles sont celles de petit diamètre, et, par ordre

décroissant de sensibilité :  $A\delta$ - $A\beta$ ,  $A\alpha$ - $A\gamma$ , B et C (21, 42). Cette diminution serait la cause des propriétés antalgiques de la glace (6, 33, 43).

Il est noté aussi une anesthésie à partir d'une température cutanée de 15°C.

#### 4. 4. Sur la contraction musculaire

On retrouve suite au glaçage une diminution des contractures ainsi que de la spasticité (19, 20, 23).

#### 4. 5. Sur le collagène

Il est décrit, par action du froid, une augmentation des propriétés élastiques des fibres de collagène parallèlement à une diminution de leur déformation plastique (propriété d'extensibilité) qui entraîne une rigidité accrue (19, 20, 23).

#### 4. 6. Sur le métabolisme

Le froid entraîne une diminution du métabolisme ainsi qu'une diminution de la consommation d'O<sub>2</sub> par les cellules (19, 20, 23). Ceci permet aux tissus de survivre à une période d'ischémie d'où l'intérêt de l'utilisation du froid dans la conservation de membres ou sections de membres amputés, dans les opérations par cardioplégie, ...

## 5. DISCUSSION

### 5. 1. Critique

A la suite de notre étude et en regard de notre protocole il nous est apparu que quelques points pouvaient être améliorés alors que d'autres présentaient un caractère particulièrement intéressant dans ce type de travail. En partant de ces observations nous avons commencé à établir les bases d'un nouveau protocole.

#### 5. 1. 1. Justification du protocole

Nous revenons dans cette partie sur les différents aspects du protocole afin de justifier nos choix.

L'athlétisme se pratique souvent à l'extérieur et les sujets ont l'habitude de s'entraîner dans ces conditions : c'est pourquoi nous avons jugé bon de réaliser les mesures sur une piste extérieure. Nous avons choisi de faire courir les deux sprints le même jour afin de bénéficier des mêmes conditions climatiques pour les deux mesures d'un même sujet

Pour permettre une comparaison de ces deux courses sans influence de la fatigue des sujets, nous avons décidé de faire les mesures au début de l'entraînement, après l'échauffement pour réduire les risques de blessures musculaires. De plus, la distance retenue (60 mètres) peut se courir deux fois de suite sans effets de fatigue (on observe même le plus

souvent, lors des entraînements, un meilleur temps lors de la seconde course). D'autre part cette distance présente comme avantage par rapport à un 100 mètres (la plus courte distance officielle de sprint) d'éviter aux sujets de subir la perte de vitesse qui intervient dès le début des vingt derniers mètres de celui-ci. En pratique, il est cependant apparu que cette distance est encore trop importante, uniquement par le fait qu'elle nous limite à deux courses, nous interdisant ainsi toute objectivation dans le temps.

Le fait que le groupe soit constitué de sprinter et de demi-fondeur ne fausse en rien les résultats, chaque sujet étant comparé à lui-même. Il faut savoir aussi que les demi-fondeurs pratiquent régulièrement le sprint lors de leurs séances d'entraînement (lors du travail segmenté).

La prise de mesure chronométrique a été abandonnée aux entraîneurs car ils disposent de l'expérience nécessaire à ce genre de pratique, qui leur confère une relativement bonne fiabilité.

Le choix de glaçons pour le refroidissement présente plusieurs avantages. Ceux-ci procurent en effet une température constante tout au long de l'application et ils sont d'usage commun : simples d'utilisation et facile à se procurer.

Nous avons choisi un temps de glaçage de 4 minutes car, d'après la courbe de variation de température (21) et considérant que le corps du tendon calcanéen a une situation immédiatement sous cutanée et que sa profondeur maximale est de l'ordre du demi-centimètre, cette durée l'amène presque à sa température la plus basse (la baisse continue

après mais à une vitesse nettement moindre). Ce temps permet aussi d'éviter un refroidissement musculaire trop important du sujet.

La surveillance des modalités de glaçage nous a permis de respecter les données du protocole et donc d'éviter de perturber nos résultats par un temps qui n'aurait pas été respecté ou une localisation de glaçage qui n'aurait pas été celle demandée.

#### 5. 1. 2. Problèmes rencontrés. Paramètres non mesurés.

En vue de l'approfondissement de cette étude nous abordons ici les points qu'il est possible d'améliorer.

Le premier point concerne les conditions climatiques. Cette étude a été réalisée en hiver et en extérieur à une température comprise entre 10 et 17°C et il ne nous a pas été possible de mesurer une éventuelle variation de celle-ci entre les courses de deux sujets ou les deux courses d'un même sujet. Nous retrouvons ce problème en ce qui concerne le vent : en effet celui-ci est capable d'engendrer des variations suivant qu'il souffle face au coureur ou dans son dos, augmentant le temps de la course dans le premier cas et améliorant la performance dans le deuxième. Or il ne nous a pas été possible de mesurer la direction du vent par rapport à la piste, ni la force de celui-ci, que ce soit pendant la première course ou lors de la deuxième.

Le deuxième point sur lequel il nous paraît intéressant de se pencher est l'emplacement du glaçage. Malgré le temps réduit d'application du froid les sujets ont en majorité (18 sur 31) dénoncé une sensation de perte du sens kinesthésique de la course qui a été objectivée par une suite de problème lors du départ chez certain des sujets : retards de réactions, difficultés d'obtenir une prise d'appui efficace, pour une dizaine d'entre eux, ainsi que la sensation pour d'autres (au nombre de 6) de ne pas avoir eu d'échauffement. Il pourrait donc être utile de recommencer l'étude en évitant de placer le temps de glaçage juste avant la course chronométrée.

## 5. 2. Bases d'un nouveau protocole

En tenant compte de toutes les données mises à jour ci-dessus nous avons ébauché une nouvelle proposition de protocole en vue de la poursuite de cette étude.

Nous avons décidé de réduire la distance de course à 30 mètres. Ce changement présente comme avantages d'une part de permettre de trouver des pistes en salle (ce qui permet d'éliminer les conditions climatiques), et d'autre part de bénéficier de nouvelles possibilités quant aux modalités d'application du froid. En effet, cette distance peut être courue plusieurs fois sans effet de fatigue, ce qui autorise à procéder par séries de course.

Nous pourrions donc envisager, après l'échauffement de rigueur, une série de trois sprints chronométrés dont nous noterons le résultat, suivie d'un glaçage en procédant avec les mêmes modalités que lors de cette étude : application de glace pendant 4 minutes par friction,

de la jonction myo-tendineuse à l'insertion distale du tendon calcanéen. Le glaçage terminé le sujet courra de nouveau une série de trois sprints, les deux premiers devant normalement lui permettre de retrouver le sens kinesthésique de la course, tandis que la rapidité de celles-ci ne devrait pas autoriser à un retour à la normale de la température des tendons calcanéens.

Nous pourrions donc comparer les temps des sprints avant et après glaçage, ainsi que les temps des trois sprints après glaçage entre eux, pour permettre une objectivation de l'effet dans le temps.

## 6. CONCLUSION

A l'issue de cette étude il semblerait que la cryothérapie localisée des tendons calcanéens aurait pour effet une augmentation du temps de course, c'est à dire une diminution de la vitesse des sujets. Il nous est cependant impossible de nous avancer sur les bases physiologiques d'une telle action sur la structure tendineuse.

Les résultats de cette étude nous ont néanmoins intrigués et nous jugeons qu'il s'avèrerait intéressant de les confirmer par l'approfondissement de celle-ci.

Un consensus entre les entraîneurs et les athlètes, duquel sont ressorties les améliorations à apporter, nous a permis d'établir un nouveau protocole dans ce but.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ABRAMSON, CHU, TUCK, LEE, RICHARDSON - Effect of tissue temperatures and blood flow on motor nerve conduction velocity. *Journal of the American Medical Association* 198 (1966 a), 156-162.
2. ABRAMSON, TUCK, LEE, RICHARDSON, CHU - Vascular basis for pain due to cold. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 47 (1966 b), 300-305.
3. ALSAC J-K. - Les effets de l'action périphérique du froid sur le réflexogramme achilléen chez l'homme. - *These Med.* - Amiens 1974.
4. BARCROFT, EDHOLM - The effect of temperature on blood flow and deep temperature in the human forearm. *Journal of physiology* 102 (1943), 5-20.
5. BASSET, LAKE - Use of cold applications in the management of spasticity. *Physical Therapy Review* 38 (1958), 333-334.
6. BENSON, COPP - The effects of therapeutic forms of heat and ice on the pain threshold of the normal shoulder. *Rheumatology and Rehabilitation* 13 (1974), 101-104.
7. BOES - Reduction of spasticity by cold. *Journal of the American Physical Therapy Association* 41 (1962), 1, 29-32.
8. BORKEN, BIERMAN - Temperature changes produced by spraying with ethyl chloride. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 36 (1955), 288-290.
9. BOTTE - Experimentele benadering van enkele technieken toegepast in de cryotherapie op de temperatuur van verschillende weefsels. *Werken van de B.W.V. K.8* (1982), 52-58.
10. CHATAL C. - Objectivation de trois techniques sur la valeur explosive des extenseurs du membre inférieur. - *Mémoire M.C.M.K.* - Bois-Larris 1983.
11. CLARKE, LIND - Venous collection in forearm and hand measured by the strain-gauge and volume plethysmograph. *Clinical Science* 16 (1957), 103.
12. CLARKE, HELLON - Hyperaemia following sustained and rhythmic exercise in the human forearm at various temperatures. *Journal of Physiology* 145 (1959), 447-458.
13. CLARKE, HELLON, LIND - Hyperaemia following sustained contractions at different temperatures. *Journal of Physiology* 137 (1957 a), 45.
14. CLARKE, HELLON, LIND - Cold vasodilatation in the human forearm. *Journal of Physiology* 137 (1957 b), 84.
15. CLARKE, HELLON, LIND - The influence of muscle temperature on sustained contractions to fatigue. *Journal of Physiology* 136 (1957 c), 41.



16. CLARKE, HELLON, LIND - Vascular réactions of the human forearm to cold. *Clinical Science* 17 (1958 a), 165-179
17. CLARKE, HELLON, LIND - The duration of sustained contractions of the human forearm at different muscle temperatures. *Journal of Physiology* 143 (1958 b), 454-473.
18. COBBOLD, LEWIS - Blood flow to the knee joint of the dog : effect of heating, cooling and adrenaline. *Journal of Physiology* 132 (1956), 379-383.
19. COMMANDRE F. A., FISCH F. - Douleur, cryothérapie et sport. - *Med. Sport* 1997, 71/1, 5-11.
20. DENIS A., RAYBAUD A., FORNARIS E. - Pratique du glaçage en traumatologie du sport. - *Med. Sport* 1990, 64/4, 204-207.
21. DUPUY A. - La cryothérapie locale. Ses applications dans la kinésithérapies des rhumatismes arthrosiques et ab articulaires. - *Ann. Kinn.* 1979, 6/1-2, 17-32.
22. FARRY, PRENTICE, HUNTER, WAKELIN - Ice treatment of injured ligaments : an experimental model. *New Zealand Medical Journal* 91 (1980), 12-14.
23. FISCH F. - Cryothérapie et traumatologie sportive. - *Lettre Rhumatol.* 1987, 85, 28-30.
24. HORVATH, HOLLANDER - The influence of physical therapy procedures on the intra-articular temperature of normal and arthritic subjects. *American Journal of Medical Science* 218 (1949), 543.
25. JOHNSON, LEIDER - Influence of cold bath on maximum handgrip strength. *Perceptual Motor Skills* 44 (1977), 323-326.
26. JOHNSON, MOORE, MOORE, OLIVER - Effect of cold submersion on intramuscular temperature of the gastrocnemius muscle. *Physical Therapy* 59 (1979), 10, 1238-1242.
27. JORDAN, KLEINSCHMIDT, DREXEL - Zum heutigen Stand der Kryotherapie. *Münchener medizinische Wochenschrift* 119 (1977), 11, 355-358.
28. KAMINA P., RIDEAU Y. - Myologie des membres - Bilan musculaire. 2<sup>e</sup> Edition, MALOINE 1995, 156-157.
29. KAPANDJI I. A. - Physiologie articulaire - Membre inférieur - Fascicule 3. 4<sup>e</sup> Edition, MALOINE 1977, 186-188.
30. KERN, FESSL, TRNAVSKY, HERTZ - Das Verhalten der Gelenktemperatur unter Eisapplikation - Grundlage für die praktische Anwendung. *Wiener klinische Wochenschrift* 96 (1984), 22, 832-837.
31. KNIGHT, LONDEREE - Comparison of blood flow in the ankle of uninjured subjects during therapeutic applications of heat, cold and exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12 (1980), 1, 76-80.

32. KNIGHT – Cryotherapy : Theory, Technique and Physiology. Chattanooga (1985), 15-31, 73-155.
33. KRAUS - The use of surface anesthesia in the treatment of painful motion. Journal of the American Medical Association 116 (1941), 2582-2583.
34. LEDUC, LIEVENS, ISENBAERT, WOUTERS - The effect of physical factors on the vasomotricity of blood and lymph vessels. In : LEDUC, LIEVENS - Lympho-kinetics. Basel 1979.
35. LIEVENS, LEDUC - Cryotherapie and sports. International Journal of Sports Medicine 5 (Suppl.) (1984), 37-39.
36. LOWDON, MOORE - Determinants and nature of intramuscular temperature changes during cold therapy. American Journal of Physical Medicine 54 (1975), 5, 223-233.
37. MAREK, JEZDINSKY, OCHONSKY - Effects of local cold and heat therapy on traumatic edema of the rat hind paw. III. The effect of heat radiation on the course of traumatic edema. In : SCHMIDT - Zeitschrift für Rheumatologie 38 (1979), 11/12, 391-404.
38. MATSEN, QUESTAD, MATSEN - The effect of local cooling on postfracture swelling : A controlled study. Clin. Orthop. 109 (1975), 201-206.
39. MECOMBER, HERMAN - Effect of local hypothermia on reflex on voluntary activity. Journal of the American Physical Therapy Association 51 (1971), 271-281.
40. MEEUSEN, LIEVENS - The use of cryotherapy in sports injuries. Sports Med. (1986), 3, 398-414.
41. SALINAS-SANCHEZ I., RECHE-PEREZ F. - Cryothérapie locale par vapeur d'azote liquide et pathologie du sport. - Actualités en Rééducation Fonctionnelle et Réadaptation. 15<sup>e</sup> Série/Sous la dir. de L. SIMON. PARIS : MASSON, 1990 (434-436).
42. SCOTTO D'ANIELO J., COMMANDRE F. - La cryothérapie. - Med. Sport. 1982, 56/S, 411-412.
43. TRAVELL - Ethyl chloryde spray for painful muscle spasm. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 32 (1952), 291-298.
44. WAYLONIS - The physiologic effects of ice massage. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 48 (1967), 37-42.

# ANNEXE

# ANNEXE 1

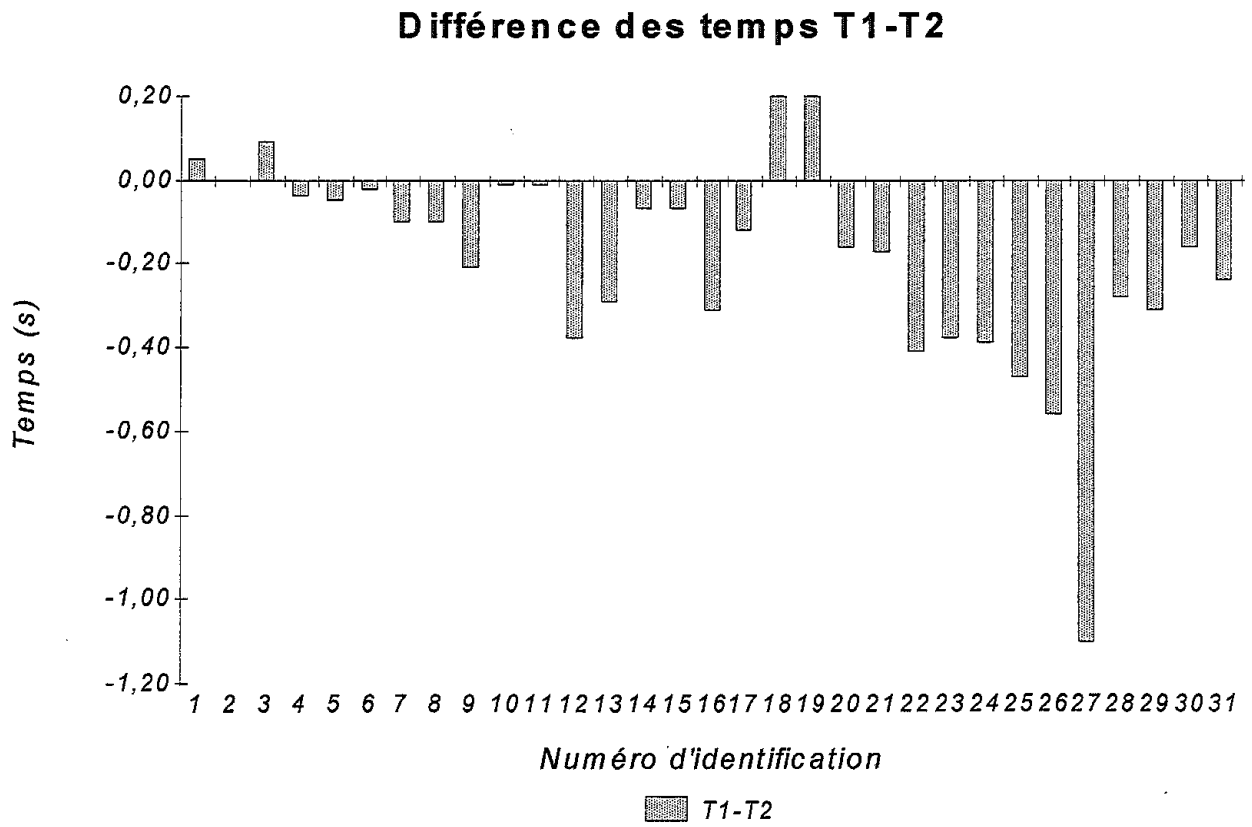
Tableau récapitulatif et résultats

Numident	Datenaiss	Sexe	Nbhs	T1	T2	T1-T2
1	07/07/82	1	8	7,15	7,10	0,05
2	12/05/79	1	2,5	7,50	7,50	0,00
3	25/01/82	2	6	8,24	8,15	0,09
4	17/10/74	1	6	7,03	7,07	-0,04
5	12/10/81	2	4	8,90	8,95	-0,05
6	07/06/82	2	4	8,93	8,95	-0,02
7	07/12/81	2	4	9,30	9,40	-0,10
8	06/08/82	2	7	8,20	8,30	-0,10
9	11/02/81	2	4	8,59	8,80	-0,21
10	09/11/84	1	3	7,75	7,76	-0,01
11	31/07/83	1	4	7,75	7,76	-0,01
12	02/04/87	1	3,5	9,47	9,85	-0,38
13	02/06/86	1	1,5	10,11	10,40	-0,29
14	07/11/82	1	5	8,46	8,53	-0,07
15	03/09/84	1	6	8,46	8,53	-0,07
16	13/12/84	2	2	9,49	9,80	-0,31
17	26/08/82	2	1	9,22	9,34	-0,12
18	29/04/85	2	2	10,10	9,90	0,20
19	22/04/86	2	2	10,10	9,90	0,20
20	08/12/82	2	4,5	8,84	9,00	-0,16
21	15/12/82	2	3	8,85	9,02	-0,17
22	06/06/80	2	6	8,03	8,44	-0,41
23	15/06/85	1	1,5	8,76	9,14	-0,38
24	06/04/86	1	3,5	8,76	9,15	-0,39
25	23/02/80	2	4	8,43	8,90	-0,47
26	02/08/78	2	2	10,34	10,90	-0,56
27	16/03/78	2	2	10,40	11,50	-1,10
28	08/11/77	2	3	10,15	10,43	-0,28
29	10/08/79	1	6	7,44	7,75	-0,31
30	16/01/75	2	7	8,79	8,95	-0,16
31	30/05/80	2	6	7,83	8,07	-0,24

Légende :

Numident : numéro d'identification  
Sexe : 1 : Masculin ; 2 : Féminin  
T1 : temps avant glaçage  
T2 : temps après glaçage

## ANNEXE 2



# ANNEXE 3

## Récapitulatif des résultats

