



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire

54, rue de la Baugerie - 44230 SAINT- SEBASTIEN SUR LOIRE

Les effets des étirements lors de la pratique sportive.
Synthèse de littérature et approche pratique grâce
à une enquête par questionnaire auprès des acteurs de
ces étirements.

Maxime BAHUAUD

Année scolaire : 2013-2014

Travail Ecrit de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Monsieur Fabrice CERCLERON pour sa disponibilité, son accompagnement et ses conseils.

Madame Sylvie VOYER-MOISAN pour m'avoir aidé, par la rapidité de ses réponses, dans ma recherche d'articles.

Toutes les personnes ayant répondu à mes questionnaires ainsi que celles qui ont participé à la relecture de ce travail.

Résumé

Aujourd'hui les étirements à travers le sport font l'objet de nombreuses études validées que l'on retrouve dans la littérature. L'objectif de ce mémoire est de déterminer s'il existe des différences entre les préconisations et la pratique des sportifs sur le terrain. Pour cela, une synthèse de littérature ainsi que deux enquêtes par questionnaire (l'une s'adressant aux sportifs et l'autre aux éducateurs) sont menées.

Grâce à ces travaux, des différences significatives ont pu être mises en évidence quant à la réalisation de ces étirements. Cette pratique est parfois utilisée, dans des conditions qui pourraient mettre en jeu l'intégrité physique du sportif. Il semble donc important que les bénéfices, et surtout les limites des étirements autour de la pratique sportive, soient connus de tous les sportifs et éducateurs.

Mots-clés / Key words

- Étirement / Stretching
- Sport / Sport
- Synthèse de littérature / Synthesis of literature
- Enquête par questionnaire / Questionnaire survey

Sommaire

I-	Introduction	1
II-	Présentation des étirements	2
1)	Définitions	2
2)	Physiologie musculaire des étirements	3
a)	Anatomie du muscle strié squelettique	3
b)	Propriétés du muscle strié squelettique	4
c)	Biomécanique des étirements	5
3)	Les différents types d'étirement	7
a)	Techniques passives	7
b)	Techniques actives	8
c)	Techniques PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) ou activo-passives	9
III-	L'impact des étirements sur la pratique sportive	9
1)	Les effets des étirements	9
a)	Les effets intrinsèques au muscle, indirectement liés à la performance sportive	10
b)	Les effets extrinsèques au muscle, directement liés à la performance sportive	14
2)	Relation entre les effets des étirements et la mise en pratique lors des différents temps de la pratique sportive	18
a)	Lors de l'échauffement	18
b)	Au cours de la pratique sportive	19
c)	Après la pratique sportive	19
d)	En dehors de la pratique sportive	20
3)	Conditions de réalisation des étirements	20
a)	Durée des étirements et nombre de répétitions	20
b)	A chaud ou à froid ?	21
c)	La respiration	21
IV-	Discussion	21
1)	Présentation de l'enquête	21
2)	Résultats	22
3)	Interprétation	28
V-	Conclusion	30

Références bibliographiques

Annexes 1 à 4

I- Introduction

Sportif depuis toujours, les étirements ont une place importante dans ma pratique sportive. Depuis mon entrée en formation de masso-kinésithérapie, je m'interroge à savoir si les différents conseils et techniques d'étirement sont prouvés ou sont simplement des idées reçues.

Les mêmes questions sur les étirements reviennent de façon récurrente chez les sportifs au cours de leur pratique : « pourquoi s'étirer ? », « à quels moments s'étirer ? », « quels étirements utiliser ? ». Il est important de distinguer les effets des étirements à différents niveaux : lors de l'échauffement, au cours de la pratique sportive, pendant la récupération et enfin, en dehors de cette pratique sportive.

Ainsi, les interrogations face à la pratique des étirements sont nombreuses, à savoir, quels types d'étirements utiliser et à quels moments de la pratique sportive ? S'il existe des types d'étirements délétères à proscrire lors de l'échauffement, au cours de la pratique et au moment de la récupération ? Au final, toutes ces interrogations convergent vers une question principale : quels sont les effets des différents types d'étirements au cours de la pratique sportive ?

De ce fait, des débats pour ou contre les étirements sont courants chez les sportifs et les éducateurs. Mais parfois les questions essentielles ne sont pas traitées à savoir : Pourquoi ? Comment ? Quand ? Pour qui ?

Le kinésithérapeute s'intéresse à l'harmonie de la posture et du mouvement du corps humain notamment à travers le sport. Les sportifs utilisent généralement les étirements dans le but d'harmoniser leur posture et leur gestuelle ainsi que d'améliorer leurs capacités sportives. La réalisation de séances d'étirements en milieu sportif fait partie des compétences du kinésithérapeute. C'est alors que le « décret de compétence n°2000-577 du 27 Juin 2000, relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute » s'applique :

«Art. 7 – Pour la mise en œuvre des traitements mentionnés à l'article 5, le masseur-kinésithérapeute est habilité à utiliser les techniques et à réaliser les actes suivants :

[...]

d) Étirements musculo-tendineux ;

[...]

«Art. 11 – En milieu sportif, le masseur-kinésithérapeute est habilité à participer à l'établissement des bilans d'aptitude aux activités physiques et sportives et au suivi de l'entraînement et des compétitions.»

Insérer une séance d'étirements pendant une activité physique doit avoir pour objectif de parfaire l'ensemble de la pratique du sportif. Il est nécessaire de connaître les bénéfices et les limites que peuvent entraîner chaque type d'étirement afin qu'il ne soit pas délétère pour le sportif.

En conséquence, la pratique réelle des sportifs sur le terrain et la position des éducateurs (préparateur physique, professeur d'éducation physique et sportive (EPS), enseignant aux STAPS, kinésithérapeute, etc) face aux étirements devraient être la représentation de la littérature scientifique. Mon hypothèse face à cette représentation est que la population sportive n'applique pas toujours les vérités démontrées par des études. S'il existe des différences, la pratique utilisée par les sportifs présente-t-elle des risques pour le muscle étiré et/ou pour l'activité physique ? En effet, si des étirements sont amenés à diminuer l'intégrité physique à certains moments de la pratique sportive, ils doivent être connus des sportifs et des éducateurs de manière à les bannir.

A travers ces questionnements, il en découle la problématique suivante: les préconisations des études sur les étirements dans la pratique sportive validées par la littérature scientifique, sont-elles appliquées par les sportifs et les éducateurs afin que les bénéfices et les limites d'une séance d'étirements soient respectés ?

Cette étude se divise en trois grandes parties :

Dans un premier temps, les étirements sont évoqués dans leur généralité en citant quelques définitions, en présentant les différents types d'étirements et en faisant un rappel sur leur physiologie.

Dans un second temps, les différents effets des étirements sont présentés grâce à une synthèse de la littérature. Ensuite, une transposition de ces effets en fonction du moment de la pratique sportive est réalisée.

Enfin, les résultats des questionnaires permettant de connaître la pratique réelle des étirements par les sportifs et la façon dont elle est mise en place par les éducateurs, sont présentés et analysés au cours d'une discussion.

II- Présentation des étirements

1) Définitions

- Extrait de l'ouvrage Larousse médical (1) : « Exercice d'assouplissement des muscles et des tendons. Mise en tension du tissu, l'étirement en améliore la souplesse par augmentation des amplitudes naturelles. L'étirement doit être progressif, la tension étant maintenue quelques secondes puis relâchée lentement. Il participe à la prévention des accidents musculaires et tendineux : au cours de l'échauffement, il prépare les muscles qui vont être sollicités par le sport pratiqué et permet d'éviter l'élongation (déchirure musculaire bénigne) ; après l'effort, il évite leur enraidissement. Un muscle froid ne doit pas être étiré. »

- Par Ph. MAQUAIRE (2) : « Les étirements sont des exercices spécifiques destinés à améliorer la mobilité par un allongement progressif du muscle au maximum de son amplitude. Les étirements améliorent l'amplitude articulaire dans les limites de la capacité à l'allongement du muscle. Les étirements agissent sur les systèmes musculaires et tendineux. Ils permettent de prévenir et diminuer les accidents musculaires. »

- Tableau récapitulatif des étirements (3) : « Action d'allongement maximal du complexe myotendineux par une mise en tension due à une force extérieure au sujet. »

- Extrait de « sport santé et prépa physique » (4) : « Un étirement myotendineux vise à éloigner le plus possible les insertions d'un muscle entre elles. »

- Extrait de l'ouvrage « le stretching, pratique et technique » de T.WAYMEL (5) : « Le stretching vient du verbe anglais «to stretch» qui signifie «étirer». Le but des étirements est l'acquisition de la qualité de souplesse permettant de réaliser un geste ou une suite de gestes avec un maximum d'amplitude et d'harmonie.»

Ces définitions présentent des points communs quant à l'allongement musculaire et l'augmentation des amplitudes. D'autres points sur les effets des étirements sont évoqués seulement dans quelques définitions. Par exemple, préparer des muscles à l'échauffement, éviter les blessures musculaires, lutter contre l'enraidissement lors de la récupération.

Chaque ouvrage présente une définition inédite. Ceci peut s'expliquer par les différentes modalités d'exécution (type d'étirement, moment choisi pour s'étirer) couplées aux diverses croyances publiques.

2) Physiologie musculaire des étirements

Avant de s'intéresser aux effets des étirements, voici un rappel anatomique de l'organisation du muscle strié squelettique et de la physiologie de l'étirement musculaire. (6) (7) (8) (9)

a) Anatomie du muscle strié squelettique

Un muscle se compose d'éléments musculaires ainsi que d'une forte proportion de tissu conjonctif.

- Les éléments musculaires :

Le muscle strié squelettique est un ensemble de faisceaux (figure 1). Chaque faisceau regroupe les cellules allongées du muscle : les fibres musculaires. Une fibre contient plusieurs noyaux ainsi que des myofibrilles : support de la contraction musculaire (modélisées comme « composantes contractiles » ou « C.C. » dans le modèle de Hill). Ces myofibrilles sont constituées de myofilaments d'actine et de myosine notamment, donnant l'aspect strié au muscle.

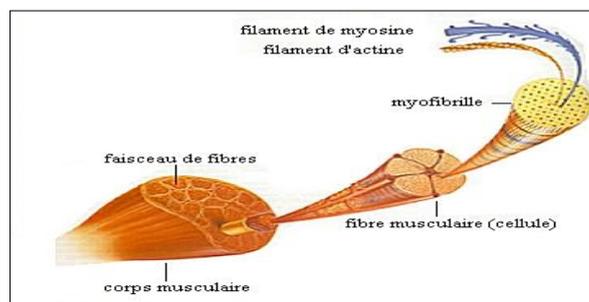


Figure 1 : Constitution du muscle strié squelettique

- Le tissu conjonctif est composé de 3 éléments :

➤ les enveloppes conjonctives externes appelées les aponévroses et les fascias qui tapissent l'ensemble du muscle,

➤ les enveloppes conjonctives internes entourant les éléments musculaires contractiles ainsi que les fibres musculaires et les faisceaux de fibres. Elles sont disposées ainsi :

- l'épimysium recouvrant l'ensemble du réseau de faisceaux,
- le périmysium recouvrant chaque faisceau de fibres musculaires,
- l'endomysium recouvrant chaque fibre musculaire.

Ces enveloppes sont disposées parallèlement aux fibres musculaires et sont donc modélisées comme « composantes élastiques en parallèle » ou « C.E.P. » dans le modèle de Hill (figure 2). (10)

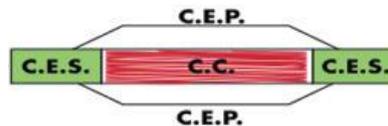


Figure 2 : Le modèle de Hill

➤ Les tendons et les stries Z qui sont disposés longitudinalement par rapport aux composantes contractiles. Ils sont modélisés comme « composantes élastiques en série » ou « C.E.S. » dans le modèle de Hill (figure 2).

Le tendon est l'attache du muscle sur l'élément osseux et les stries Z sont présentes sur chaque extrémité du sarcomère. Il permet l'attache des myofilaments d'actine et de la titine.

- Le réseau vasculo-nerveux

Un nerf va se diviser en plusieurs branches et traverser les différents tissus de manière à ce que chaque fibre musculaire soit en contact avec une terminaison nerveuse. Ce contact, appelé également plaque motrice, va permettre la diffusion de l'activité électrique. Le but étant d'obtenir une activité musculaire répondant aux ordres émis par le système nerveux central.

La vascularisation est réalisée par l'intermédiaire des artères et des veines qui vont participer au bon fonctionnement des muscles. Les artères apportent les nutriments et l'oxygène nécessaires. Les veines constituant la circulation de retour permettent d'évacuer les déchets liés à l'activité musculaire : le dioxyde de carbone et l'acide lactique notamment.

b) Propriétés du muscle strié squelettique

Les propriétés du muscle lui permettant de remplir ses fonctions sont :

➤ Excitabilité : capacité du muscle à réagir à une stimulation par la production d'une réponse électrique.

➤ Contractilité : capacité du muscle à contracter ses fibres de manière à assurer une contraction isométrique (sans mouvement), une contraction concentrique (mouvement avec rapprochement des insertions musculaires), une contraction excentrique (mouvement avec éloignement des insertions musculaires).

➤ Elasticité : capacité du muscle à s'étirer puis à reprendre sa longueur initiale suite à l'arrêt de l'étirement.

➤ Plasticité : capacité du muscle à s'étirer et à conserver la modification de sa longueur suite à l'arrêt de l'étirement.

➤ Tonicité : capacité du muscle à garder un état de contraction permanent (tonus musculaire).

c) Biomécanique des étirements (10) (11) (12) (7) (13) (6) (9)

• Les structures concernées par l'étirement

- **Le sarcomère** composant les myofibrilles est l'unité basique de la contraction musculaire. Il est constitué d'éléments élastiques : la titine et les myofilaments d'actine et de myosine.

➤ La titine a pour rôle de ramener le sarcomère dans sa position initiale suite à son allongement et de coordonner l'alignement des myofibrilles dans le muscle. Elle est sensible à l'étirement dû au segment élastique situé dans la bande I et remplit son rôle de retour à l'allongement initial grâce au segment inextensible situé dans la bande A (figure 3).

➤ Les myofilaments d'actine et de myosine sont juxtaposés à l'intérieur du sarcomère et forment ainsi des ponts actine-myosine (figure 3). Lors de la contraction musculaire, ils glissent pour s'encaster l'un dans l'autre. Lors de l'étirement, ils ont tendance à se détacher.

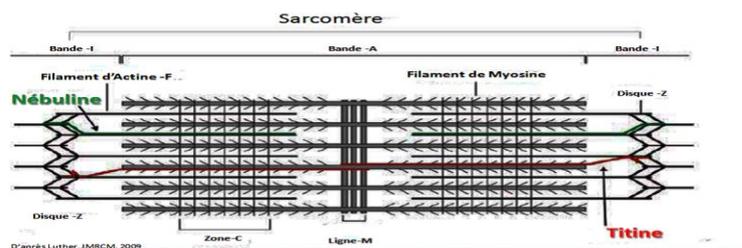


Figure 3 Les grandes protéines constituant le sarcomère

Cette unité contractile est très extensible. L'allongement représente entre 20 et 50 % de la longueur du muscle au repos.

3 secteurs de déformation musculaire en fonction de l'allongement sont décrits (13) :

- la phase élastique pendant laquelle la déformation subie par le muscle s'annule suite au relâchement (propriété élastique),
- la phase plastique pendant laquelle la déformation subie par le muscle persiste en partie suite au relâchement de la tension (propriété plastique),
- la phase de rupture pendant laquelle l'importance des lésions est fonction de la tension.

En fonction des différents objectifs et du type d'étirement, l'allongement se fera généralement dans la phase élastique ou dans la phase plastique. Plus rarement dans la phase de rupture ; dans ce cas l'objectif est de créer des microtraumatismes permettant une reconstruction musculaire (phénomène utilisé par les sportifs dans la phase de préparation physique de début de saison et par les bodybuilders) (14).

- **Le tissu conjonctif** subit l'étirement à travers :

➤ les tendons composés de 70 % de fibres de collagène qui leur procurent une résistance importante à la traction et donc une faible capacité d'allongement. Les fibres tendineuses sont ondulées et orientées selon l'axe longitudinal du muscle.

L'étude de la réponse mécanique du tendon par rapport à l'étirement qui lui est imposé, permet de mettre en évidence une courbe de la tension effectuée sur le tendon en fonction de la déformation relative (figure 4).

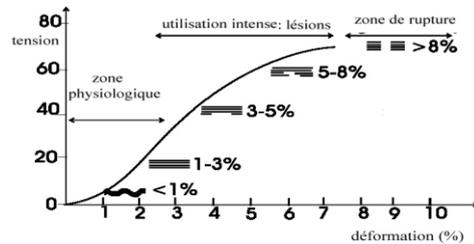


Figure 4 Tension effectuée sur le tendon en fonction de la déformation

Cette courbe se décompose en 4 phases distinctes:

- la phase initiale : 1 à 2 % de déformation, le tendon a encore un aspect ondulé
- la phase linéaire : environ 3% de déformation, les fibres du tendon deviennent linéaires. Cela correspond aux différentes sollicitations sportives (sauts, courses..).

Ces 2 premières phases font partie de la zone appelée « zone physiologique ».

- la phase de rupture partielle : entre 3 et 8% de déformation. Cette phase correspond à des microtraumatismes subits par les fibres du tendon qui se reconstruisent si les sollicitations cessent. Ce cycle de microtraumatismes-reconstruction permet au tendon de se renforcer.
- la phase de rupture totale du tendon : au-delà de 8% de déformation.

➤ La liaison tendon-muscle appelée également jonction myo-tendineuse, est une zone qui permet de transmettre les tensions du muscle au tendon. Cette transmission se fait selon 2 voies :

- une transmission directe par la jonction tendon-muscle classique placée en série. Les fibres musculaires sont en contact avec les fibres de collagène par une surface comprenant de nombreux replis. Ceci augmente la surface et permet de dissiper les tensions considérables.
- une transmission indirecte par les composantes élastiques parallèles au muscle. Cette transmission joue un rôle important lorsque certaines fibres musculaires sont inactives et également lors des étirements passifs.

La jonction myo-tendineuse est extrêmement sollicitée lors du travail musculaire excentrique (le tendon est étiré alors que le muscle se raccourcit) et lors des étirements actifs (le muscle s'allonge alors que les myofilaments d'actine et de myosine cherchent à s'encastrent).

➤ Les fibres constituant les enveloppes conjonctives ou « composantes élastiques en parallèle » sont plus lâches que pour le tendon, elles sont donc plus déformables. Ces fibres sont organisées en un réseau maillé et l'étirement modifie la forme géométrique des mailles expliquant leur allongement. (13)

- **Le sarcoplasme** est un liquide visqueux très riche en eau dans lequel baignent les myofibrilles à l'intérieur des fibres musculaires. Il procure une propriété viscoélastique aux composantes contractiles, c'est-à-dire une élasticité imparfaite comparable à un amortisseur. En effet, lorsqu'une structure élastique est déformée, au relâchement elle retrouve directement sa longueur initiale. Lorsqu'une structure est viscoélastique comme le muscle, le retour à sa longueur initiale est temporo-dépendante. Ce temps est relativement court et dépend du nombre de répétitions, du temps de maintien et du type d'étirements. Il peut varier de 10 secondes à 30 minutes (7) (Attention ceci est différent de la déformation plastique où la structure reste déformée après le relâchement). (4) (13) (15)

En conclusion, l'étirement sollicite dans un premier temps, les structures internes au muscle (l'unité contractile formée par les ponts d'actine/myosine ainsi que la portion élastique de la titine). Dans un second temps, le tissu conjonctif s'allonge, grâce aux enveloppes élastiques en parallèle ainsi que par le tendon qui présente une faible proportion d'allongement (environ 3%).

L'expérience de MAGID et LAW en 1985 (6) démontre que la présence ou l'absence de tissu conjonctif modifie très peu la tension passive du muscle. Ce sont donc principalement les structures internes du muscle qui sont sollicitées lors d'un étirement.

- ***Les mécanismes nerveux lors de l'étirement***

Les mécanismes nerveux sont rendus possibles grâce aux récepteurs sensoriels :

- le fuseau neuromusculaire situé dans le muscle,
- l'organe tendineux de Golgi (ou fuseau neurotendineux), situé dans le tendon.

Il existe 3 réflexes primordiaux réagissant à l'étirement musculaire (9) :

- Le réflexe myotatique ou réflexe d'étirement

Le rôle de ce réflexe est de contrôler les changements brusques ou involontaires de la longueur du muscle. Le fuseau neuromusculaire situé dans le muscle capte les variations de sa longueur ce qui provoque le réflexe myotatique.

Ce réflexe se met en action dans 2 situations : lors d'un étirement effectué à vitesse rapide (c'est la composante phasique de ce réflexe), et lors d'un étirement effectué avec une faible intensité (c'est la composante tonique de ce réflexe).

- L'innervation réciproque

La contraction volontaire d'un muscle antagoniste va induire, par un schéma réflexe, l'inhibition et donc le relâchement du muscle agoniste étiré.

- Le réflexe myotatique inverse ou réflexe tendineux

Le rôle de ce réflexe est de contrôler la tension musculaire. Lors de l'étirement musculaire, les organes tendineux de Golgi, situés dans le tendon, réagissent à la contraction du muscle étiré par l'intermédiaire de la tension transmise au tendon. Ces récepteurs envoient alors un message inhibiteur au muscle dans le but d'obtenir son relâchement.

Ce réflexe se met en action dans 2 situations : lors d'une forte tension sur un temps court et lors d'une faible tension sur un temps long. (16)

3) Les différents types d'étirement

a) Techniques passives (figure 6) (17)

- Etirement passif

C'est la mise en tension lente d'un muscle dans sa course externe et sans à-coups, jusqu'à une limite maximale afin de parvenir à un allongement musculaire (figure 5). Cet étirement peut être réalisé de façon autonome en s'aidant de la pesanteur ou par l'intermédiaire d'une force extérieure.

Le risque de cette technique est une activation du réflexe myotatique qui entraînerait une contraction musculaire d'où l'intérêt d'être progressif et de rester infra douloureux au cours de cet étirement.

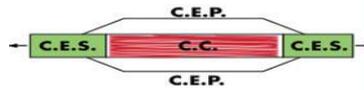


Figure 5 Conséquence de l'étirement passif sur le modèle de Hill

- Posture

Ce qui différencie les postures des étirements passifs sont l'amplitude d'allongement et la durée de maintien de l'étirement. Ces deux paramètres sont plus conséquents pour les étirements posturaux.

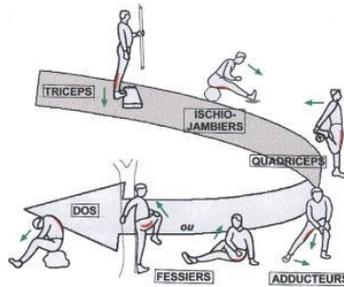


Figure 6 Techniques d'étirement passif axé sur le membre inférieur

b) Techniques actives

- Etirements actifs (figure 8) (18) (19) (10) (20)

C'est la réalisation d'un étirement musculaire dans la phase élastique, auquel on ajoute une contraction isométrique en course externe du muscle mis en tension. Il y a ainsi une double traction sur le tendon et la zone myotendineuse, l'une dans le sens de l'allongement par l'étirement et l'autre dans le sens du raccourcissement par la contraction de l'unité contractile (figure 7).

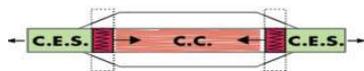


Figure 7 Conséquence de l'étirement actif sur le modèle de Hill

- Etirements activo dynamiques (10) (18) (21) (22)

La réalisation est la même que pour les étirements actifs en y ajoutant une phase dynamique suite à l'étirement afin de replacer le muscle dans sa fonction. Cette phase dynamique consiste à réaliser 2 à 3 mouvements concentriques à vitesse rapide.

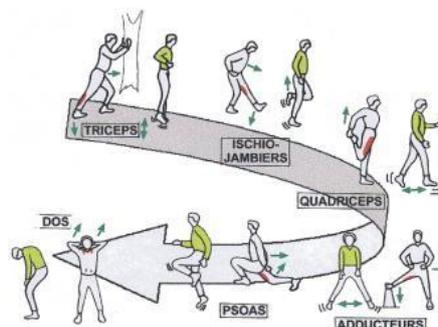


Figure 8 Techniques d'étirement actif et activo dynamique axé sur le membre inférieur

- Étirements balistiques (19)

Un groupe musculaire se contracte en produisant un mouvement par « à-coups » ou en « temps de ressorts » qui va étirer la chaîne musculaire antagoniste.

Cet étirement a pour inconvénient d'avoir tendance à engendrer une contraction réflexe de défense du muscle étiré (réflexe myotatique), susceptible d'entraîner des blessures suivant l'intensité, la vitesse et l'amplitude. Il convient donc de contrôler ces étirements.

c) Techniques PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) ou activo-passives

- Éirement « Contracter – Relâcher – Étirer » (15) (13) (23) (20)

Cet étirement est une combinaison de l'étirement actif et de l'étirement passif. Il consiste à amener le muscle dans son étirement maximal, puis d'y associer une contraction statique contre résistance de courte durée (durée qui varie selon les auteurs : de 10 à 15 secondes (13), de 6 à 8 secondes (23), 6 secondes (15)). La suite de la manœuvre consiste à relâcher le muscle tout en maintenant l'amplitude d'étirement, pour enfin étirer passivement et gagner en amplitude. Cet étirement permet d'inhiber le réflexe myotatique et ainsi les contractions parasites grâce à la période réfractaire qui suit la contraction du muscle.

- L'étirement par l'inhibition réciproque (autrement nommé CRAC : Contract Relax Antagonist Contract)

La contraction d'un muscle induit le relâchement de son antagoniste par le principe de l'inhibition réciproque décrit par Sherrington. Le principe de cet étirement est d'allonger passivement le muscle à étirer jusqu'à la sensation de tiraillement, puis de contracter le muscle antagoniste. Cette contraction doit être maintenue 15 à 20 secondes afin de majorer l'étirement de l'agoniste et de favoriser son relâchement avant de revenir doucement en course moyenne, puis de relâcher la contraction musculaire.

Cet étirement peut être utilisé lorsque les techniques classiques passives ou activo-passives entraînent des douleurs (13).

III- L'impact des étirements sur la pratique sportive

1) Les effets des étirements

Les différents effets des étirements sont classés en deux catégories :

- la première regroupe les effets qui modifient la physiologie musculaire suite à un étirement, que ce soit au niveau de sa reconstruction moléculaire, de sa vascularisation, ou encore de ses transmissions nerveuses,
- la seconde catégorie regroupe les conséquences qu'engendrent les étirements sur la performance sportive.

a) Les effets intrinsèques au muscle, indirectement liés à la performance sportive

- **Étirement et température musculaire**

L'ensemble des articles étudiés démontrent l'inefficacité des étirements pour élever la température musculaire. Néanmoins, les études réalisées ne prouvent pas qu'il y ait un abaissement de cette température. (24) (25) (21) (8) (26) (14)

MASTEROVOI démontre qu'une alternance de contractions concentriques constitue le meilleur moyen d'élever la température musculaire. (25)

Une autre étude soumet que la réalisation des étirements actifs lors de l'échauffement entretiendrait la température musculaire utile à l'activité. (27)

L'élévation de la température musculaire est essentielle avant une activité physique. L'échauffement est suffisant pour obtenir cette élévation alors que les étirements n'auraient aucune influence sur ce paramètre.

- **Étirement et microtraumatismes**

WIEMANN et KLEE démontrent que les étirements passifs imposent autant de tensions aux muscles qu'un travail excentrique (25) (21). Il est prouvé que le travail excentrique est le travail musculaire qui provoque le plus de microtraumatismes au muscle. L'étirement passif imposerait donc d'importantes lésions musculaires dépendant de l'amplitude utilisée. En effet, une étude montre que plus l'amplitude de l'étirement est grande et plus il entraîne de dommages musculaires (28). De plus, les étirements pratiqués après l'effort ont tendance à aggraver les microtraumatismes engendrés par l'activité physique (21) (29).

Ces microtraumatismes induits par l'étirement seraient dus au réflexe myotatique. Des auteurs affirment qu'en réduisant l'intervention de ce réflexe d'étirement, le risque de lésions musculaires est réduit. (2)

Comme décrit ci-dessus, ce réflexe intervient pour deux situations. Afin d'éviter l'intervention de ce réflexe, il serait préférable de privilégier un étirement avec une tension moyenne, c'est-à-dire aller jusqu'à la sensation de tiraillement sur un temps relativement court.

En conclusion, les étirements participent à l'apparition de microtraumatismes musculaires. Réaliser des séances d'étirements autour de la pratique sportive peut causer des douleurs musculaires prématurées pendant l'effort ou encore une récupération plus longue liée à la réparation musculaire. Cette réparation permet de régénérer les fibres musculaires et d'améliorer ainsi les capacités physiques. Ceci peut être bénéfique au muscle lors de la préparation de début de saison sportive. (14)

- **Étirement et le phénomène de « creeping »**

Le phénomène de creeping défini par WYDRA en 1997 est qu'au cours d'un étirement long et prolongé le tendon s'allonge. Ceci entraîne une réorganisation des fibrilles de collagène qui vont s'aligner (à 2% de déformation) alors qu'elles sont normalement orientées en oblique.

Grâce à cette définition, on comprend le gain d'allongement mais par cette réorganisation, le tendon emmagasine moins d'énergie. Ce phénomène est réversible mais avec une latence importante. (25) (21) (29)

- **Étirement et ses effets sur la vascularisation**

Une vascularisation musculaire suffisante est importante lors de l'échauffement. Cela permet d'élever la température afin de préparer le muscle à l'activité physique et de la maintenir tout au long de la pratique sportive. Cette vascularisation correcte est également essentielle lors de la récupération de manière à éliminer les déchets dus à l'effort.

La question est donc de connaître l'impact que peuvent avoir les étirements sur cette vascularisation.

ALTER, à travers son ouvrage « science of flexibility », montre que l'étirement provoque une compression des vaisseaux sanguins et donc une interruption de l'irrigation sanguine. (24) (25) (8)

FREIWALD, MASTEROVOI et SCHOBBER, par leurs études en arrivent à la même conclusion (21) (29). SCHOBBER précise que l'étirement activo dynamique n'aurait pas le même impact et que les contractions corrélées avec l'étirement pourraient même avoir un effet positif sur cette vascularisation.

PHILIPS complète ces observations en prouvant que la diminution de la régénération sanguine est maintenue pendant environ 1 heure après un étirement passif. (12)

L'étirement bloquerait donc l'apport de sang aux muscles par compression des vaisseaux sanguins. Après avoir démontré l'importance de la vascularisation autour de la pratique sportive, s'étirer, surtout de façon passive, semble être délétère par rapport aux besoins nécessaires.

- **Effet des étirements sur la raideur et le relâchement musculaire**

Le relâchement musculaire dépend de 2 niveaux de fonctionnement (6) :

- Un aspect purement musculaire : la position de recouvrement des filaments d'actine et de myosine provoque ce relâchement. Il existe une tension passive persistante au niveau de ces ponts qui peut être diminuée par des contractions préalables à l'étirement. En effet, suite à ces contractions, se met en place une période réfractaire pendant laquelle on étire le muscle, et la contraction involontaire n'intervient pas.

- L'aspect neuromusculaire : le réflexe myotatique a tendance à augmenter l'enraidissement, alors que le réflexe myotatique inverse et l'inhibition réciproque tendent à diminuer la raideur et à favoriser le relâchement.

Les différents articles étudiés sont majoritairement en adéquation pour affirmer que l'étirement quel qu'il soit, diminue la raideur et est favorable au relâchement sur le court terme. (25) (6) (29) (10) (19) (30) (31)

En revanche, les techniques à utiliser pour faciliter au mieux ce relâchement musculaire sont différentes suivant les articles. Certains articles favorisent plutôt un étirement de faible amplitude (25) (19), d'autres conseillent de ne pas privilégier des étirements de type PNF car le réflexe myotatique d'étirement est très sollicité dans cette technique et va à l'encontre du relâchement musculaire souhaité. (8)

Pour une séance d'étirements passifs de 5 répétitions, une nette diminution de la raideur est constatée mais ces paramètres disparaissent au bout d'1 heure. Pour un protocole

de 3 semaines à raison de 3 séances d'étirements par semaine, aucune modification de la raideur ni de la viscoélasticité n'apparaît mais l'amplitude articulaire augmente significativement. (6)

Autant à court terme la raideur serait diminuée, mais à long terme les études se contredisent (8). Ainsi, certains auteurs constatent une diminution de la viscoélasticité suite aux étirements (6), alors que d'autres affirment qu'aucune modification n'est observée (29).

En revanche, une idée fait l'unanimité ; l'absence d'étirement autour de la pratique sportive favorise l'enraidissement ce qui va entraîner des compensations indésirables et donc un déséquilibre corporel (10).

- **Activation ou désactivation du système nerveux suite à un étirement ?**

D'après GUISSARD, l'étirement long et prolongé tend à diminuer l'activation des motoneurones ce qui favorise le relâchement musculaire (26) (25) (8). Ce relâchement est maximal pendant les 5 à 10 premières secondes suivant l'étirement puis diminue.

L'auteur démontre également que plus l'amplitude de l'étirement est importante et plus l'excitabilité des motoneurones est réduite (6). Cette excitabilité se retrouve presque à son état initial lorsque l'on arrête l'étirement. Par ailleurs, les étirements activo-passifs du type « contracter-relâcher » sont les plus efficaces pour diminuer l'activation des motoneurones.

Il est donc prouvé que l'étirement réduit les réponses nerveuses afférentes aux muscles mais à condition que cet étirement soit passif, prolongé et répété. La durée des étirements, lors d'une pratique sportive, est nettement inférieure à celle des études réalisées. Il semblerait donc que le sportif, en les pratiquant, ne nuise pas à ses capacités neurologiques. Néanmoins, une vigilance, quant aux qualités proprioceptives, doit être de vigueur pour une pratique sportive éventuelle qui ferait suite à un étirement. (21) (8) (11) (26) (16)

A long terme, une étude menée par GUISSARD et DUCHATEAU a prouvé une diminution de différents réflexes sur un protocole de 5 séances d'étirements par semaine pendant 6 semaines. A l'arrêt du protocole, les valeurs témoins sont retrouvées au bout d'un mois. (8)

En conclusion, les étirements longs désactivent le système nerveux ce qui est incompatible avec une activité physique immédiate.

- **Etirement et tonus musculaire**

Les différentes études constatent toutes une baisse du tonus musculaire suite à un étirement (2), cette baisse étant plus marquée pour un étirement passif. (27)

Elle s'expliquerait par une désensibilisation du fuseau neuromusculaire ainsi qu'une inhibition d'origine supra spinale. En effet, une étude montre que la baisse du tonus est aussi constatée sur le membre controlatéral non étiré (8). Cette diminution du tonus musculaire due à l'étirement est néanmoins rapidement réversible. (19)

Quand on sait que l'échauffement a pour but de préparer le corps à l'effort, induire une baisse du tonus musculaire va à l'encontre de cet objectif. Par contre quand l'objectif est un retour au calme suite à un effort physique, le fait de diminuer ce tonus musculaire semblerait justifié.

- **Étirement et stabilité articulaire**

Selon certains auteurs, les étirements provoquent une amélioration de la mobilité articulaire en optimisant les glissements des plans musculaires et aponévrotiques (11). En revanche, si l'étirement est passif et excessif, il deviendrait néfaste pour cette stabilité articulaire. (20)

Dans la littérature, peu d'articles évoquent les effets des étirements sur l'articulation, il est donc difficile de tirer des conclusions quant à ce paramètre.

- **Étirement et amplitude du mouvement**

Les articles sont unanimes, l'étirement entraîne une augmentation de la ROM (Range of Motion) qui est la mesure de base traduite par « l'amplitude du mouvement ». (25) (6) (20)

Anatomiquement, ce gain d'amplitude est dû à une augmentation de la longueur musculaire et plus précisément à une augmentation du nombre des sarcomères en série (3). Ceci est expliqué par le principe de Goldspink : le nombre de sarcomères en série se modifie (augmente ou diminue) pour permettre au muscle de développer sa force maximale dans la position où il est le plus sollicité. L'étirement augmente la longueur des sarcomères et a tendance à augmenter leur nombre en série. Ils ne vont donc plus être dans leur condition optimale et vont développer moins de force. (6)

Physiologiquement certains auteurs expliquent ce gain d'amplitude par le relâchement musculaire (cf. page 12), par une diminution de la viscoélasticité ainsi que par une meilleure tolérance à l'étirement après quelques répétitions autrement appelée « stretch-tolérance » (voir ci-après).

Les auteurs apportent des précisions quant aux effets sur cette amplitude de mouvement sur le court et le long terme.

Sur le court terme, TOFT, GUISSARD ou encore HERMAN ont démontré, que le gain d'amplitude est rapidement réversible et même totalement annulé 1 heure 30 après une séance d'étirements lorsque le sujet ne s'étire pas régulièrement. (8) (29) (11) (19) (32)

A long terme, les propriétés viscoélastiques sont inchangées. Le gain d'amplitude se justifie essentiellement à travers la « stretch-tolérance » et l'adaptation anatomique du muscle. Des séances régulières d'étirements entraînent un gain d'amplitude durable dans le temps à condition de suivre un protocole régulier (11) (33) (14). Les auteurs préconisent 3 séances par semaine car, selon les études, des séances supplémentaires ne présentent aucun intérêt. Le bénéfice s'obtient après 4 à 6 cycles. (6) (8) (34) (26) (35) (36) (37) (38) (17)

ENOKA, YUKTASIR et KAYA, affirment également que toutes les différentes techniques d'étirements sont efficaces pour obtenir un gain d'amplitude. Les techniques activo passives de type PNF semblent les plus adaptées, alors que les techniques passives restent plus efficaces que les techniques actives. (6) (7) (4) (26) (19) (39)

Pour tout sport, une amplitude de mouvement importante est bénéfique. Pour des sports comme la gymnastique et la danse, toutes les séances d'étirements se justifient. En effet, le gain obtenu à court terme lors de l'échauffement permet de réaliser des positions extrêmes avec un moindre risque. En ce qui concerne les sports nécessitant davantage un travail en puissance ou en force, le gain d'amplitude est plutôt recherché à long terme, c'est-à-dire grâce à des séances d'étirements régulières en dehors de la pratique sportive.

b) Les effets extrinsèques au muscle, directement liés à la performance sportive

- **Étirement et capacités physiques**

Les études visent à déterminer si l'étirement musculaire modifie les capacités physiques à court et long terme et ainsi avoir un impact positif ou négatif sur la performance sportive. 5 niveaux de l'activité physique sont évalués : la vitesse, la force pure, l'endurance de force, la qualité de saut et l'équilibre.

➤ Vitesse

Des études quantitatives ont été menées afin d'évaluer l'impact d'un étirement sur la vitesse du sportif. WIEMANN et KLEE mettent en place un protocole d'étirements de 15 minutes sur les membres inférieurs et constatent une diminution de 0,14 seconde de la performance par rapport au groupe témoin (25) (29). Ce constat est confirmé par d'autres travaux notant également cette baisse de performance en vitesse suite à un étirement (8) (12) (14).

En revanche, certains auteurs ne relèvent aucune influence des étirements pré-effort sur la vitesse et émettent l'hypothèse que le facteur modifiant est l'étirement utilisé. En effet, le type d'étirement peut plus ou moins influencer ce paramètre. HOLT distingue les étirements passifs des actifs, les premiers ayant tendance à diminuer davantage les performances. Le temps de maintien est également un facteur qui change suivant les expériences. Dans l'expérience de WIEMANN et KLEE le temps est long (15 minutes) alors que les auteurs n'observant aucune différence, ont utilisé 2 à 3 répétitions d'étirements sur un temps court (38).

Enfin, d'autres auteurs notent une augmentation des performances en sprint grâce aux étirements après suivi d'un protocole sur le long terme. (8)

Il en ressort donc de ces études que les étirements tendent à diminuer les capacités de vitesse à court terme. S'ils ne les diminuent pas, en aucun cas ils ne les augmentent. En revanche, à long terme, des séances d'étirements régulières en dehors de la pratique sportive amélioreraient ces performances.

➤ Force

Cette notion de la performance physique a fait l'objet de nombreuses études. La grande majorité de ces études démontre une diminution de cette force suite à un étirement qu'il soit passif, actif ou activo-passif (25) (29) (40) (12) (41) (42) (14). Des études quantifiées ont été menées, notamment par FOWLES, qui note une diminution de l'activation musculaire (EMG) encore présente 15 minutes suite à un protocole d'étirements prolongé. Une valeur de la force contractile inférieure de 9% à sa valeur normale 60 minutes après l'étirement, est également constatée (25) (19). La valeur normale serait retrouvée après 120 minutes. (40)

Certains auteurs se sont penchés sur la cause de cette diminution. Selon AVELA et HERDA, les causes seraient nerveuses par inhibition du système nerveux central et mécaniques par des altérations de longueur du sarcomère (principe de Goldspink) (6).

Néanmoins, certains auteurs sont moins catégoriques quant à l'influence négative des étirements actifs sur la force contractile contrairement aux étirements passifs. Aussi, certains auteurs ne constatent aucune influence sur le fait que les étirements soient passifs ou actifs. (8)

On peut alors se demander quel protocole d'étirements a été utilisé pour réaliser ces études ? En effet, pour l'étude quantifiée de FOWLES, il est montré que les sportifs ont réalisé des étirements passifs et prolongés. Les résultats seraient donc atténués pour un type d'étirements différent et surtout un temps de maintien plus court (43) (38) (44).

A long terme, les études réalisées par HERMANN, KOKKONEN, DINTIMANN ou encore WORREL, indiquent une augmentation des performances concernant la force suite à des protocoles d'étirements allant de 4 à 6 semaines (12) (19). MAGNUSSON, par son expérience qui dure 3 semaines, ne note aucune évolution, qu'elle soit positive ou négative (33).

En conclusion, on observe, à court terme, que les étirements passifs prolongés sont néfastes à la production de force contractile ultérieure. Les étirements plus courts sont encore discutés mais n'apportent pas de bénéfice à une activité physique qui suivrait. En revanche, concernant la production de force sur le long terme, des séances d'étirement régulières augmenteraient les performances. Si elles ne les augmentent pas, elles n'auraient pas d'influence négative.

➤ Endurance de force

Tout comme pour la force contractile et la vitesse, les résultats des études sont différents qu'elles soient à court ou long terme.

A court terme, FRANCO et KOKKONEN ont démontré qu'un excès d'étirements induit une baisse significative de l'endurance de force c'est-à-dire, la répétition de l'effort que l'on retrouve notamment dans les sports tels que le canoë-kayak ou l'aviron. (25) (8)

A long terme, HERMAN notamment, a démontré une augmentation de l'endurance de force après quelques semaines grâce à un protocole réalisé en dehors de la pratique sportive. Une autre étude a permis de constater une amélioration des capacités de restitution de l'énergie, et donc d'améliorer les performances dans des exercices de puissance et ce, sur la durée. (12) (33)

La conclusion de ces études tend donc à souligner que les étirements à court terme diminuent les capacités d'endurance de force pour une activité sportive à suivre. Alors qu'à long terme, les capacités semblent être améliorées grâce à des séances d'étirements régulières.

➤ Qualité de saut

A la suite des étirements, la diminution de performance en détente est validée par la majorité des études. Certains auteurs quantifient cette diminution. Ainsi, HENNING et PODZIELNY notent une réduction de 4% du saut par rapport à un groupe témoin s'étant échauffé sans étirement. Une autre étude quantifie cette réduction à 7,5% (45). Ces différences seraient dues à des protocoles d'étirement variant d'une étude à l'autre (44).

Ces études ont été réalisées selon des étirements passifs et prolongés. Pour des étirements proches de la réalité lors d'une pratique sportive, c'est-à-dire plus courts, les résultats sont moins significatifs selon certaines études (8) (11). Mc NEAL et SAND ont réalisé une expérience auprès de gymnastes ayant un protocole proche de leur pratique habituelle (3 étirements passifs de 15 secondes, placés juste avant l'activité physique), et constatent une baisse significative de la qualité du saut (12).

Enfin, quelques auteurs distinguent, dans leurs études, les étirements passifs des étirements actifs. Ces derniers seraient moins néfastes (25) (29) (46) (47) ou n'auraient aucune influence sur la performance. (8)

En conclusion, à court terme, les études constatent une diminution de la qualité du saut suite à des étirements prolongés. Concernant les étirements proches de la réalité du terrain, toutes les études ne constatent pas cette diminution mais n'observent pas pour autant d'amélioration.

➤ **Equilibre**

ROCHE, PREL et HUGONNARD ont réalisé une étude sur les performances d'équilibre statique bipodale grâce à 2 protocoles d'échauffement. L'un avec 20 minutes de course et l'autre comprenant 10 minutes de course et 10 minutes d'étirements activo-dynamiques. Ils justifient ce type d'étirement de manière à veiller à certains principes tels que le respect de la vascularisation, le maintien d'une contraction isométrique maximale et utile, et la préparation du muscle à l'effort sans entraver ses réserves. Les résultats indiquent une meilleure performance d'équilibration suite à l'échauffement avec étirement. (48)

BEHM a, lui aussi, réalisé une étude selon un protocole d'étirements passifs. Il constate une baisse de la qualité d'équilibration par désensibilisation des fuseaux neuromusculaires. (8)

Cette nuance est-elle due au type d'étirement qui varie entre les deux études ? Le temps de maintien de l'étirement et le nombre de répétitions inconnu dans l'étude de BEHM influenceraient-ils les performances d'équilibration ?

Malgré ces interrogations, ces études démontrent que les étirements passifs diminuent une nouvelle fois la qualité de la performance.

Conclusion des effets des étirements sur la performance sportive

Il semble nécessaire de différencier les effets sur le court et long terme.

En effet, sur le court terme, les étirements seraient néfastes pour l'activité physique qui suivrait. Ce constat est renforcé par l'analyse de 23 articles par SHRIER. Parmi ces 23 articles, 22 témoignent d'une incidence négative ou nulle des étirements sur la performance sportive à court terme et ce, avec différents étirements (passifs, actifs et activo-passifs).

Alors qu'à long terme, cela semble inversé, les étirements amélioreraient les capacités physiques. SHRIER a étudié 9 articles dans lesquels 7 montrent une augmentation des performances et 2 ne relèvent aucun changement. Ces gains à long terme paraissent encore très discutés par les professionnels et mériteraient peut-être, des travaux complémentaires.

- Etirement et prévention des blessures

De nombreuses études portent sur l'effet des étirements quant à la prévention des blessures au cours de la pratique sportive que ce soit à court et long terme.

A court terme, POPE propose 2 études avec des protocoles différents insérés lors des échauffements. Il ne distingue aucun effet des étirements sur la prévention des blessures (25) (49) tout comme VAN MECHELEN et LALLY (20) (25).

SHRIER, HERBERT et GABRIEL proposent, quant à cet effet, des revues de littérature et en arrivent à la même conclusion c'est-à-dire, des séances d'étirements avant une

pratique sportive, dans le but de réduire le risque de blessures, sont inefficaces. (25) (49) (50) (51)

Des études récentes précisent que ces étirements peuvent même créer un risque de blessure en fonction du type d'étirement choisi. En effet, un étirement passif dans de grandes amplitudes pourrait créer des microlésions qui fragiliseraient le muscle pour l'activité physique. (21) (8) (29) (4) (12) (52) (19) (14)

Lorsque l'objectif de prévention des blessures est à plus long terme et que les séances d'étirements sont placées en dehors de la pratique sportive, la littérature (selon l'étude de PASQUER notamment) démontre une diminution du risque de blessure. (21) (2) (53)

Néanmoins, afin d'éviter les blessures musculaires, il est préconisé d'augmenter la force musculaire et la souplesse. Cela permet au muscle d'absorber de l'énergie en plus grande quantité avant de créer une lésion musculaire. (34)

En conclusion, s'étirer juste avant la pratique sportive afin de diminuer le risque de blessure est inefficace, voire dangereux pour le muscle, si le seuil de la phase plastique est dépassé. En revanche, réaliser un programme d'étirements sur le long terme, tend à diminuer ce risque.

- **Etirement et l'effet antalgique : notion de « stretch-tolérance »**

MAGNUSSON, SHRIER, SMITH et al., constatent que plus le sportif s'étire, plus son mouvement est amplifié. Ce constat s'explique par une diminution de la raideur et un relâchement musculaire mais également par une tolérance à l'étirement et la notion de DRMD (Début Retardé de la Douleur Musculaire) (20) (25) (4) (19). Cette tolérance est induite par un endormissement des récepteurs à la douleur appelés les nocicepteurs. TAYLOR, HENRICSON et SHRIER prouvent que les étirements activo-passifs de type PNF sont particulièrement efficaces pour endormir ces récepteurs et ainsi shunter l'arrivée du message douloureux (25) (6) (32).

Liés à cet endormissement, les étirements engendrent un gain d'amplitude et une sensation de bien-être appréciée du sportif. Il convient de mettre en parallèle ces effets positifs avec le risque que cet effet analgésique peut masquer une lésion tissulaire et ainsi, par l'étirement, l'amplifier voire créer de nouvelles microlésions (25) (21) (29).

Il semblerait donc qu'une mise en garde est nécessaire quant à cet effet antalgique, car, bien perçu du sportif, ce dernier le stimule à aller plus loin dans l'étirement alors qu'il peut déjà être en phase de rupture partielle musculaire.

- **Etirement et la coordination agoniste/antagoniste**

Les étirements permettent de réguler les tensions au sein des couples agonistes/antagonistes (11). Le fait d'étirer à l'excès un muscle agoniste par rapport à son antagoniste aurait un effet décoordonateur du couple musculaire. Cela s'est vérifié, par exemple, lors de la co-contraction quadriceps/ischios-jambiers (25) (21).

Ainsi, lorsque l'on réalise un étirement sur un couple agoniste/antagoniste, l'idéal serait d'exécuter le même étirement sur les deux groupes musculaires de façon à ne pas créer de déséquilibres de la coordination de ce couple.

- **Étirement et prévention des courbatures**

La majorité des études (notamment celle de HERBERT et GABRIEL de 2002) démontrent l'inefficacité des étirements sur la prévention des courbatures à court terme, qu'ils soient situés avant, pendant ou encore après la performance sportive (25) (29) (12) (26) (52) (14). S'étirer directement après une séance intensive ou une compétition ayant entraîné des lésions, peut aggraver ce degré de détérioration musculaire et ainsi entretenir un risque de courbatures plus importantes. En revanche, une étude démontre que de s'étirer 2 à 3 jours après une compétition ou une séance intensive peut permettre de faciliter la cicatrisation musculaire. (19)

Les muscles les plus raides tendent vers davantage de courbatures après une activité physique. A long terme, les séances d'étirement réduiraient cette raideur musculaire et donc, influenceraient positivement le risque d'être courbaturé. (12)

En conclusion, insérer une séance d'étirements juste avant ou juste après une activité physique ne modifie pas l'importance des courbatures apparaissant suite à cet effort. Par contre, à long terme, pratiquer des séances d'étirements régulières en dehors de la pratique sportive permet de diminuer la raideur musculaire et donc, le risque d'être courbaturé suite à une pratique sportive.

2) Relation entre les effets des étirements et la mise en pratique lors des différents temps de la pratique sportive

Cette synthèse de la littérature permet d'établir des préconisations sur le type d'étirement à choisir en fonction du moment de la pratique sportive. A savoir, qu'une technique d'étirement doit s'adapter à un objectif bien défini, et doit respecter les protocoles de réalisation.

a) Lors de l'échauffement (25) (21) (8) (52) (19) (54)

La majorité des articles ne semblent pas préconiser d'étirements avant une pratique sportive d'autant plus si ces étirements sont passifs :

- les étirements passifs diminueraient les performances de vitesse, de force, d'endurance de force, de saut et d'équilibre à court terme,
- ils engendrent une baisse du tonus musculaire par désactivation du système nerveux,
- si les couples musculaires agonistes/antagonistes ne sont pas étirés de façon équivalente, il se crée un déséquilibre de ce couple, néfaste pour l'activité physique qui peut suivre,
- les études démontrent qu'ils n'ont aucun impact sur l'apparition de blessures dans l'activité qui suit. Certains auteurs justifient même qu'ils peuvent créer des déséquilibres ou augmenter des microlésions musculaires provoquant ces blessures,
- les étirements passifs provoquent un effet antalgique car ils shuntent l'arrivée du message douloureux vers les récepteurs. Il existe donc un risque pour le sportif, de s'étirer dans l'excès sans créer de douleur, ce qui provoquerait des microlésions musculaires nocives pour la pratique sportive ultérieure.

Si le sportif ressent le besoin de s'étirer avant la pratique sportive ou s'il en a l'habitude depuis longtemps, les techniques actives (étirements actifs, activo-dynamiques, balistiques) sont nettement moins nocives sans pour autant être bénéfiques quant à l'activité

physique qui va suivre (hormis peut être selon certains articles de placer l'articulation dans une position optimale à condition que ces étirements actifs soient sous maximaux, courts et non répétés). (11)

Il convient d'être vigilant quant à la pratique des étirements balistiques, moyennant un bon contrôle du sujet afin de ne pas aller trop loin dans l'étirement et ainsi ne pas créer des lésions musculaires.

Les sports sollicitant des amplitudes articulaires extrêmes comme la gymnastique, la danse, échappent à ces règles. S'étirer au cours de l'échauffement dans un but de gain d'amplitude peut sensibiliser l'articulation à ces positions qu'elle va utiliser pendant l'effort. (25)

Les étirements ne sont pas nécessaires avant la pratique sportive voire même, dans certaines conditions, ils peuvent être délétères. En revanche, l'échauffement musculaire est indispensable à la préparation du corps avant toute activité physique.

b) Au cours de la pratique sportive

Les effets des étirements sont très peu étudiés pendant la pratique sportive. Sachant que l'effort musculaire n'est pas terminé, les étirements ne seront pas bénéfiques. Les techniques passives pourraient même être délétères à ce moment pour les mêmes raisons que lors de l'échauffement évoquées ci-dessus.

Si le besoin de s'étirer apparaît pendant l'activité, les articles conseillent le même type d'étirement que pendant l'échauffement, c'est-à-dire des étirements actifs sous maximaux, courts et non répétés dans le but de replacer le muscle dans une longueur proche de l'initial pour la poursuite de l'activité. (8)

Les crampes forment un cas particulier. Une crampe est une contraction intense et involontaire du muscle qui survient subitement, le plus souvent pendant l'effort, et s'accompagne d'une douleur importante. Elle est spontanément résolutive en quelques minutes mais peut être soulagée par un étirement passif de manière à redonner au muscle sa longueur initiale.

c) Après la pratique sportive (25) (21) (8)

L'amélioration de la vitesse de récupération est recherchée après la pratique sportive. Elle est liée à 3 effets principaux :

- la prévention des courbatures,
- la vascularisation favorisant l'élimination des déchets,
- une diminution de la raideur musculaire liée au relâchement du muscle.

A partir de la synthèse de littérature réalisée et des études menées, on constate que les étirements ont un effet néfaste sur la vascularisation. En effet, l'allongement musculaire comprime les vaisseaux sanguins et ainsi retarde l'apport de sang indispensable aux échanges participants à l'élimination des déchets suite à l'effort.

Les études démontrent l'inefficacité des étirements, quels qu'ils soient, sur la prévention des courbatures à court terme.

En revanche, il est constaté que les étirements (surtout s'ils sont passifs) permettent un relâchement musculaire et ainsi une diminution de la raideur. Ceci, à condition que ces

étirements soient courts, sous maximaux (ne pas aller au-delà de la sensation de tiraillement) et réalisés à vitesse lente pour ne pas déclencher le réflexe myotatique qui va à l'inverse de ce relâchement.

D'autre part, l'activité physique peut entraîner des microtraumatismes musculaires. Il est démontré que l'étirement peut entretenir, voire aggraver, ces microtraumatismes. Un étirement maximal et prolongé après une activité sportive intensive semble donc à proscrire.

En conclusion, s'étirer immédiatement après une activité physique intensive (entraînement en puissance et en force, compétition etc...) est déconseillé. Suite à une pratique plus légère, des étirements passifs courts, sous maximaux et non répétés, peuvent être réalisés. Des étirements placés après une activité physique ont un seul objectif, celui d'obtenir un relâchement musculaire et ainsi redonner au muscle sa longueur de repos. (21)

d) En dehors de la pratique sportive

Les étirements en dehors de la pratique sportive vont permettre un gain d'amplitude de mouvement à long terme. Ceci sera un avantage pour le sportif au cours de son activité.

Tous les étirements vont permettre ce gain. Mais selon les études menées, les étirements passifs, les postures ainsi que les étirements activo passifs de type « contracter relâcher », vont majorer ce bénéfice d'amplitude de mouvement.

L'idéal serait d'intégrer à un programme d'entraînement, des séances consacrées à ce type d'étirement. Il est prouvé qu'une séance n'apporte rien, c'est la régularité de ces séances qui est bénéfique. Dès lors que l'on cesse de réaliser ces séances, les gains régressent puis reviennent à la normale.

A long terme, ces étirements pratiqués en dehors de l'activité physique auraient également un effet positif sur les performances sportives, sur la prévention des blessures et pour les personnes présentant des raideurs musculaires, ils auraient tendance à diminuer le risque de courbatures après une activité physique.

3) Conditions de réalisation des étirements

a) Durée des étirements et nombre de répétitions

Les étirements pendant l'échauffement ne sont pas conseillés par la littérature. Malgré cela, des étirements actifs sont possibles à condition qu'ils soient courts et peu répétés. Ils se résument en une alternance d'une phase d'étirement couplé à une contraction allant de 5 à 8 secondes avec une phase de contractions dynamiques et de relâchement de la même durée. (21) (19)

En ce qui concerne les étirements passifs, la majorité des articles justifie davantage des étirements sous-maximaux allant de 15 à 30 secondes et répétés de 1 à 2 fois lorsqu'ils suivent une activité physique. Des études menées ont prouvé qu'un étirement allant au-delà de 30 secondes n'est pas plus efficace. La dose totale d'étirement n'est pas proportionnelle au gain articulaire. (7) (8) (4) (11)

Les étirements passifs, conseillés en dehors de la pratique comme séance à part entière, se réalisent sous forme de postures tenues 2 à 3 minutes en suivant un programme régulier de 2 à 3 séances hebdomadaires, par des étirements passifs d'environ 30 secondes

répétés 2 à 3 fois, ou encore par des étirements de type PNF qui seront également répétés 2 à 3 fois. Il convient également de les tenir 36 heures après une compétition et 12 heures avant minimum (9). Selon les auteurs, ces délais diminuent autour d'une séance d'entraînement, et peuvent être effectués au minimum de 1 à 6 heures avant et de 6 à 24 heures après. (29)

b) A chaud ou à froid ?

Il existe des incertitudes à ce sujet dans la littérature. En effet, selon certains auteurs, la capacité d'étirement est proportionnelle à l'augmentation de la température musculaire (2) (55). Il semblerait donc nécessaire d'échauffer le muscle avant de l'étirer. Selon d'autres auteurs, les déformations seraient plus durables si l'étirement est réalisé sur des tissus froids (19).

En revanche, les articles évoquant ce sujet sont unanimes sur le fait qu'étirer un muscle à froid avant une activité sportive est interdit. Après l'activité, l'étirement se fait logiquement sur un muscle chaud.

Ce débat est donc réservé à la pratique des étirements en dehors de l'activité sportive.

c) La respiration

La respiration joue un rôle important dans la pratique des étirements, par le fait qu'elle facilite le relâchement musculaire et évite ainsi des contractions parasites. Lors de l'expiration, l'allongement musculaire est facilité. (18) (13)

IV- Discussion

Cette synthèse de la littérature permet de constater qu'un grand nombre d'études a été réalisé sur les effets des étirements dans la pratique sportive. Quelques éléments clés ont ainsi été préconisés dans le but d'améliorer cette pratique. En parallèle à ce travail, une enquête par questionnaire a été mise en place de manière à comparer les résultats scientifiques à la pratique des sportifs sur le terrain d'une part, et des éducateurs d'autre part.

1) Présentation de l'enquête

Cette enquête a été menée à l'aide de deux questionnaires distincts. Le premier s'adresse aux sportifs (Annexe1). Il se compose d'une rubrique « informations personnelles » pour laquelle il est demandé le sport pratiqué, le club et le nombre d'année(s) de pratique. Sont également posées, 4 questions ouvertes du type « question à choix multiple ». Des critères d'inclusion et d'exclusion ont été établis afin de cibler une population de sportifs précise et relativement expérimentée.

Les critères d'inclusion sont :

- être affilié à un club,
- pratiquer son sport en compétition,
- pratiquer son sport depuis au moins 3 ans afin que le sportif ait un minimum de recul sur sa pratique des étirements.

Les critères d'exclusion sont :

- pratiquer son sport sans faire de compétition,
- pratiquer son sport depuis moins de 3 ans.

Une population de 155 sportifs à ainsi été recensée comprenant 16 sports différents. Celle-ci est répartie de la façon suivante : football (30 sportifs), basketball (26), rugby (20), handball (16), hockey sur glace (16), athlétisme (12), tennis (10), ski (9), natation (5), gymnastique (2), kayak (2), danse (2), judo (2), équitation (1), escalade (1), surf (1).

Parmi ces sportifs, 62 sont des sportifs de haut niveau. Comparer leur pratique d'étirements à celle d'un sportif amateur peut s'avérer intéressante.

Le second questionnaire s'adresse aux éducateurs de ces étirements (Annexe 2). Ce questionnaire se compose d'une première rubrique dans laquelle il est demandé la profession (ou, si ce n'est pas considéré comme la profession, le rôle effectué dans l'éducation des étirements). Une deuxième rubrique est consacrée à 4 questions ouvertes du type « questions à choix multiple ». Tout comme le premier questionnaire, des critères d'inclusion et d'exclusion ont été établis afin que la population ciblée soit en relation quotidienne avec des sportifs et les éduque à la pratique des étirements.

Les critères d'inclusion sont :

- être au contact de sportifs et les éduquer aux étirements dans le rôle d'entraîneur, de préparateur physique, de professeur d'EPS ou de kinésithérapeutes,
- concernant les entraîneurs, préparateurs physiques et kinésithérapeutes, ils doivent être affiliés à un club.

Les critères d'exclusion sont :

- ne pas côtoyer de sportifs,
- donner une éducation par un autre moyen qu'à travers un club ou un établissement.

Une population de 87 éducateurs a ainsi été recensée avec 4 fonctions différentes qui sont : 40 éducateurs sportifs, 25 enseignants d'EPS, 19 préparateurs physiques et 3 kinésithérapeutes.

Parmi eux, 18 travaillent dans le milieu sportif de haut niveau. Comparer leurs connaissances et leurs méthodes d'utilisation des étirements avec celles des autres professionnels peut éventuellement présenter des disparités.

La diffusion de ces questionnaires s'est réalisée selon 4 moyens :

- en allant directement à la rencontre des sportifs et des éducateurs sur le terrain,
- dans le cadre de mon stage au centre de rééducation de Hauteville-Lompnes qui accueille une population importante de sportifs de haut niveau,
- l'envoi par e-mail aux préparateurs physiques de clubs sportifs,
- en me déplaçant dans 3 établissements scolaires.

2) Résultats

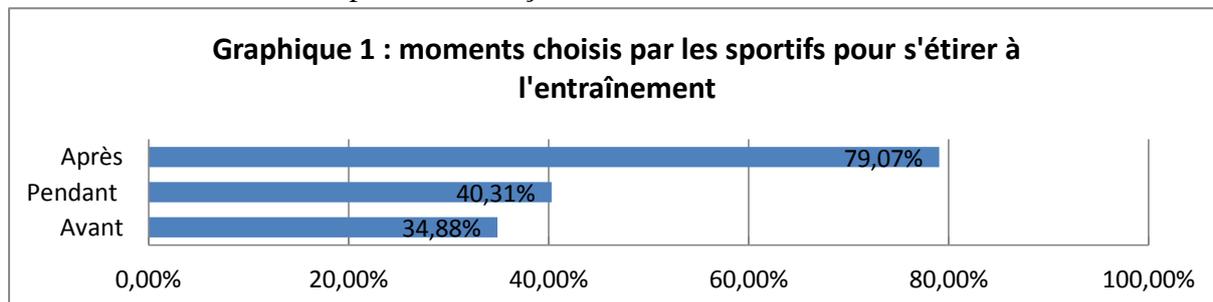
➤ Résultats du questionnaire concernant les sportifs

A la première question « Pratiquez-vous les étirements musculaires ? », 147 sportifs (95% de la population interrogée) pratiquent les étirements lors de leur activité sportive et donc 8 (5%) ne les pratiquent pas. Parmi ces 8 sportifs, 4 ne s'étirent pas car ils n'en ressentent pas le besoin, et 3 se justifient par le fait qu'ils n'ont jamais de courbatures.

Pour analyser la deuxième question qui est « A quel(s) moment(s) vous étirez-vous ? », on va comparer 3 moments de la pratique sportive : lors d'un entraînement, lors d'une compétition et en dehors de l'activité physique.

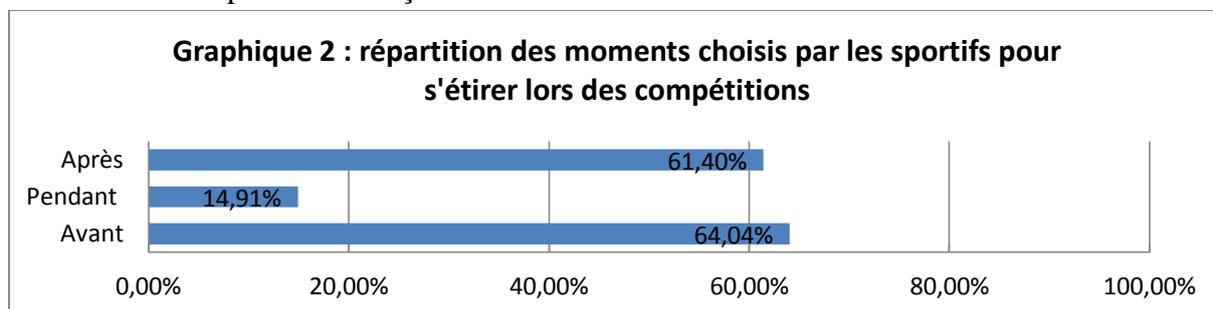
- Lors des entraînements

Sur les 147 sportifs qui s'étirent, 129 s'étirent lors de leurs entraînements. Les différents moments sont répartis de la façon suivante :



- Lors des compétitions

Sur les 147 sportifs qui s'étirent, 114 le font lors de leur compétition. Les moments choisis sont répartis de la façon suivante :

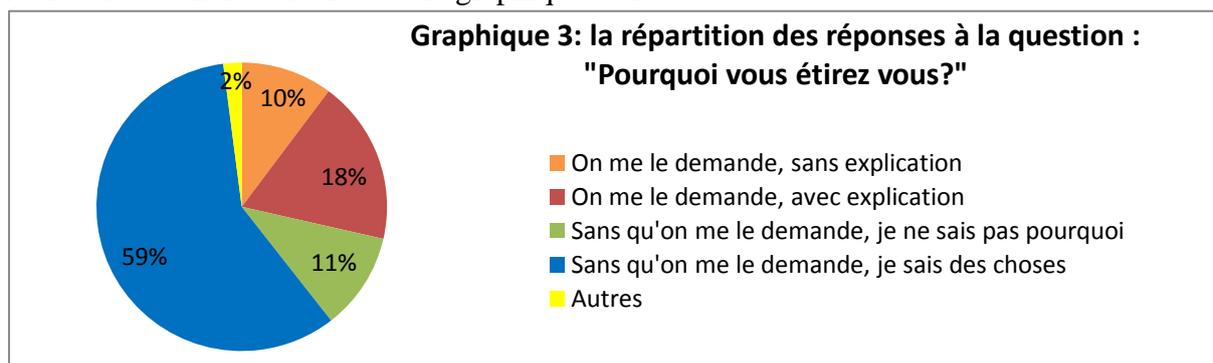


A travers ces résultats on remarque une différence significative entre la proportion des sportifs qui s'étirent avant la compétition (64%) et avant les entraînements (35%).

- En dehors de la pratique sportive.

L'étude a démontré que sur les 147 sportifs, 65% ne s'étirent pas en dehors des entraînements et 67% ne s'étirent pas en dehors de la compétition.

A la troisième question adressée aux sportifs qui est « Pourquoi vous étirez vous ? », les résultats sont retranscrits sur le graphique 3 ci-dessous :



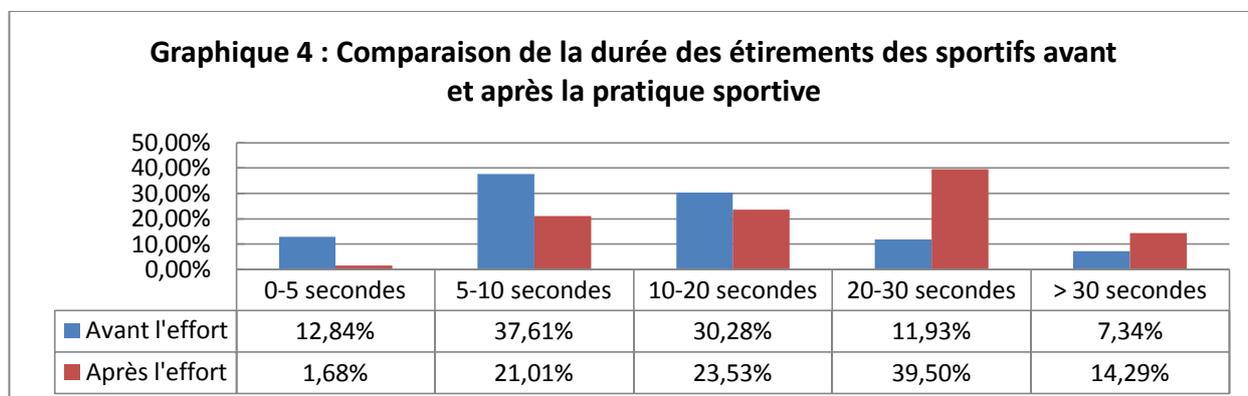
Presque 2/3 des sportifs s'étirent seuls. On peut donc penser qu'ils ont acquis des connaissances grâce à leur expérience personnelle de sportif ou en dehors.

Parmi ce panel de 147 sportifs, 64 d'entre eux ont précisé leurs connaissances, les étirements permettent :

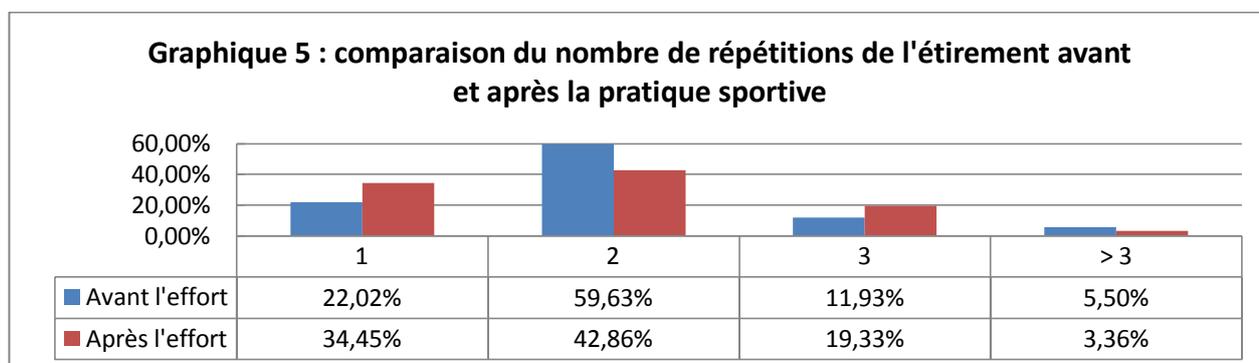
- d'améliorer la souplesse (66%),
- de prévenir les blessures (61%),
- d'améliorer la récupération (56%),
- de prévenir des courbatures (55%),
- de préparer les muscles à l'effort, avoir de meilleures sensations athlétiques et physiques (44%),
- d'obtenir une décontraction musculaire (23%).

Ces résultats sont en discordance avec les conclusions de la synthèse de littérature quant à l'effet des étirements sur la prévention des blessures et des courbatures, sur la récupération et sur l'amélioration des capacités physiques.

La question 4 permet de mettre en évidence les conditions de réalisation des étirements avant et après la pratique sportive. Les résultats sont présentés sur les graphiques 4, 5 et 6.

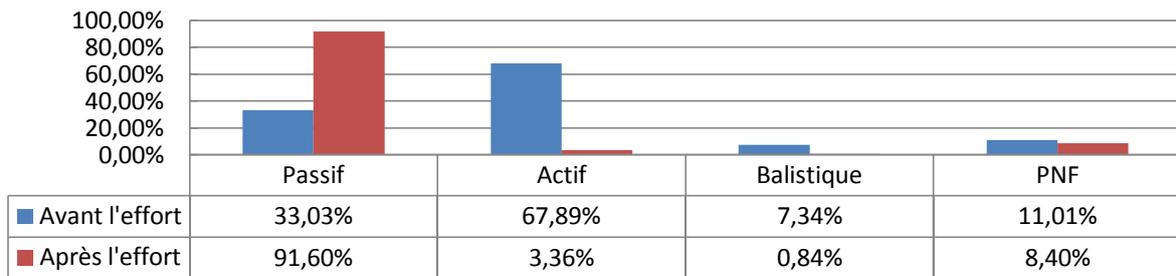


Les sportifs réalisent des étirements relativement courts avant la pratique (entre 5 et 20 secondes). La durée des étirements après la pratique sportive est plus longue (entre 20 et 30 secondes).



L'étirement est répété 2 fois environ par le sportif, qu'il soit réalisé avant ou après l'activité physique.

Graphique 6 : Comparaison du type d'étirement du sportif avant et après la pratique sportive

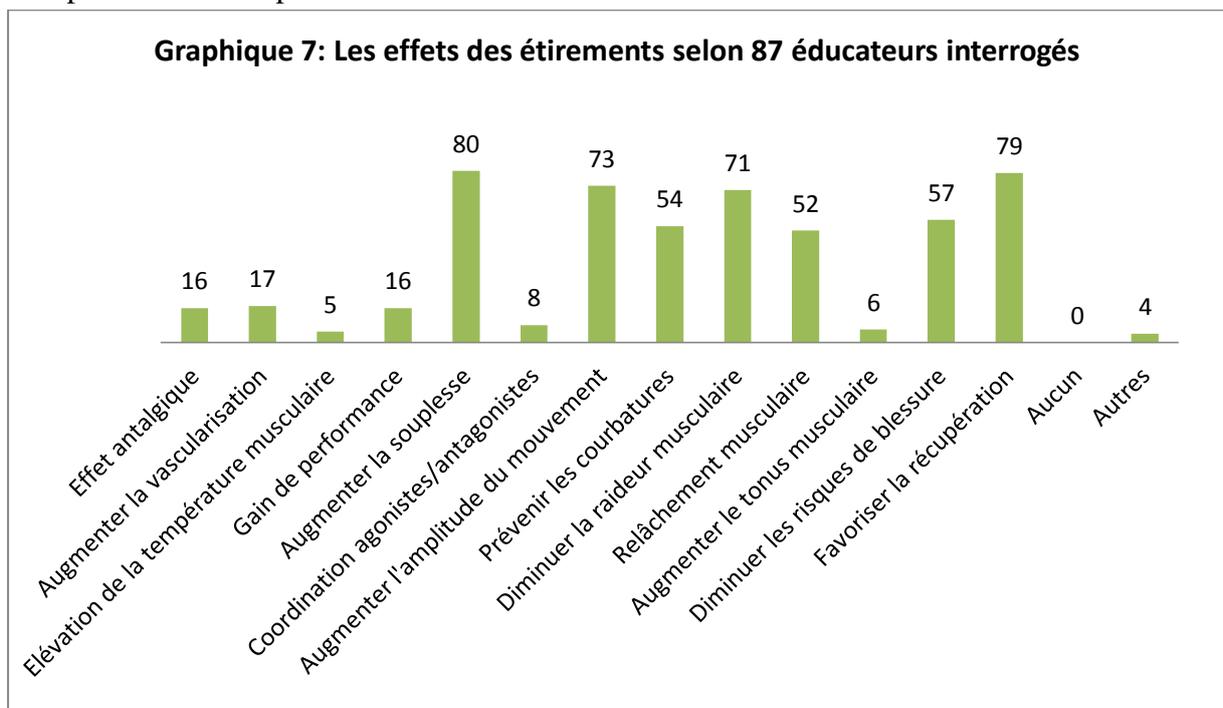


Avant l'activité physique, les sportifs utilisent, pour 2/3 d'entre eux, des étirements actifs et pour 1/3, des étirements passifs. Après l'activité, la grande majorité d'entre eux utilise des étirements passifs.

Concernant la comparaison des résultats entre les sportifs de haut niveau et les sportifs amateurs, aucune différence significative n'est constatée hors mis le fait que les sportifs de haut niveau s'étirent davantage en dehors de la pratique sportive. Dans certains sports comme le ski, le kayak et l'athlétisme, les sportifs font des séances consacrées uniquement aux étirements dans le but d'améliorer l'amplitude du mouvement.

➤ Résultats du questionnaire concernant les éducateurs

La première question porte sur les effets des étirements, le graphique 7 retranscrit les réponses données par 87 éducateurs.

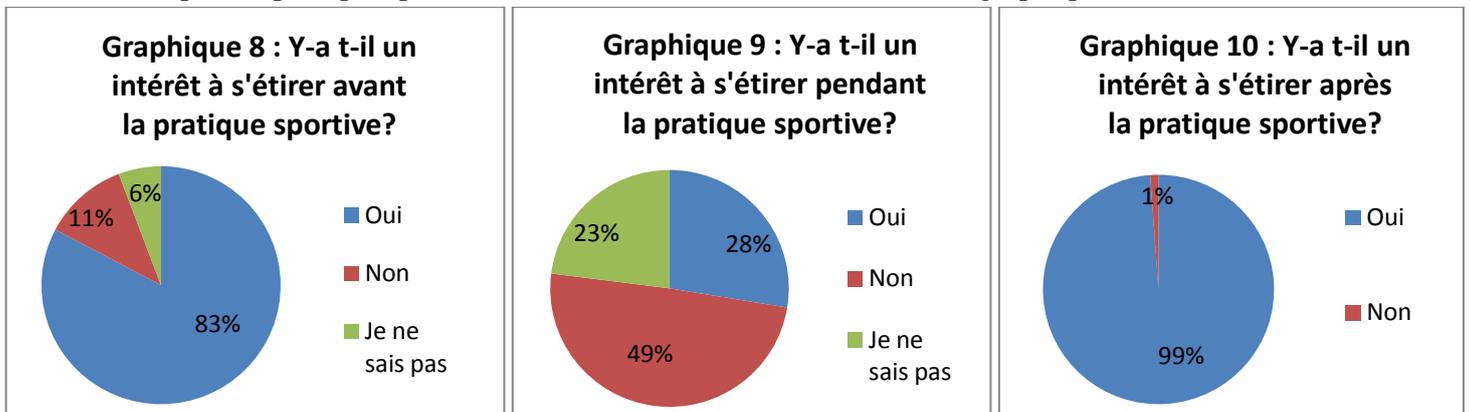


Ces résultats mettent en avant des discordances entre la synthèse de littérature et les réponses des éducateurs. Les plus significatives sont sur la prévention des courbatures et des blessures, alors que les études à travers la littérature ne relèvent pas d'action des étirements sur ces paramètres à court terme. Les éducateurs leur consacrent donc, à priori, un rôle important. On peut nuancer cette observation par le fait que le questionnaire ne demande pas

si l'on considère les effets à long ou court terme. L'effet antalgique est également mis en avant dans la littérature alors que les éducateurs semblent ne pas le considérer. Quant à l'amélioration de la récupération, la littérature semble très prudente à utiliser des étirements suite à une activité physique alors que, la majorité des éducateurs les utilisent pour cet effet.

On peut relever également des points communs entre les 2 études en ce qui concerne la température musculaire, le gain de souplesse et d'amplitude du mouvement, la diminution de la raideur et le relâchement musculaire, le tonus musculaire et la coordination agoniste/antagoniste.

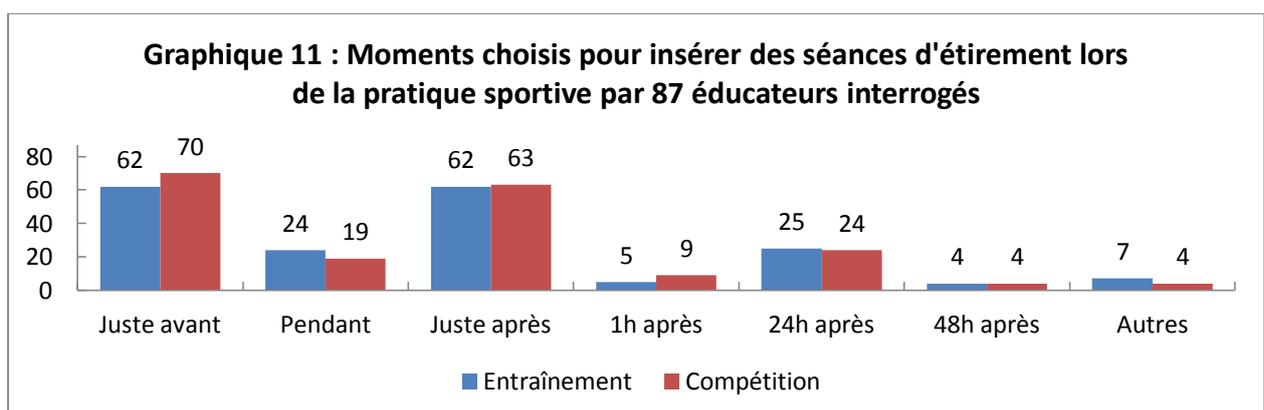
La deuxième question évoque les intérêts selon les éducateurs à s'étirer avant, pendant et après la pratique sportive. Les résultats sont rassemblés sur les graphiques 8, 9 et 10.



Plusieurs réponses sont données pour justifier la pratique des étirements avant l'activité physique. La plus récurrente est la mise en condition du muscle avant l'effort. D'autres réponses reviennent fréquemment telles que préparer les muscles aux grandes amplitudes, diminuer le risque de blessures et enfin diminuer la raideur musculaire.

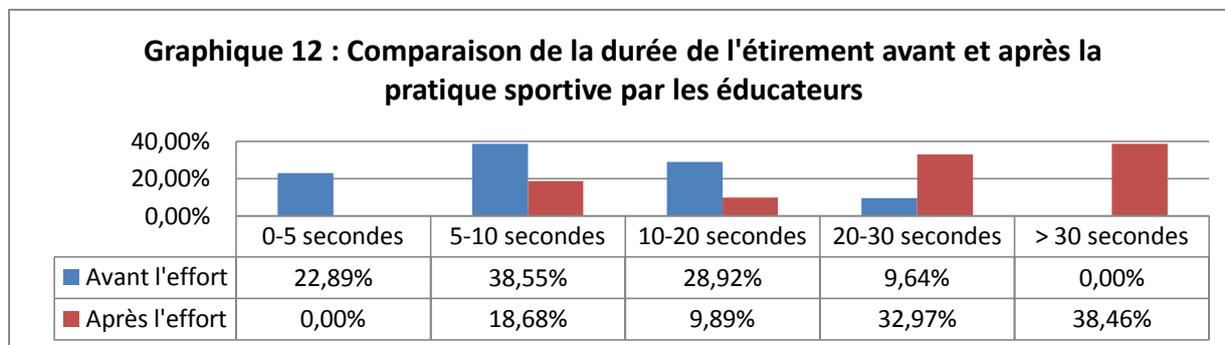
Concernant les étirements après la pratique sportive, une large majorité des éducateurs les justifient par le fait que les étirements permettraient une meilleure récupération. D'autres réponses telles que le relâchement musculaire, la prévention des courbatures, l'augmentation de la souplesse, l'augmentation de la vascularisation et des échanges et redonner aux muscles leur longueur initiale sont données à plusieurs reprises.

Pour compléter cette deuxième question, la troisième s'intéresse au(x) moment(s) choisi(s) par les éducateurs pour insérer une séance d'étirements lors d'un entraînement d'une part, et lors d'une compétition d'autre part. Les résultats sont retranscrits sur le graphique 11 ci-dessous.

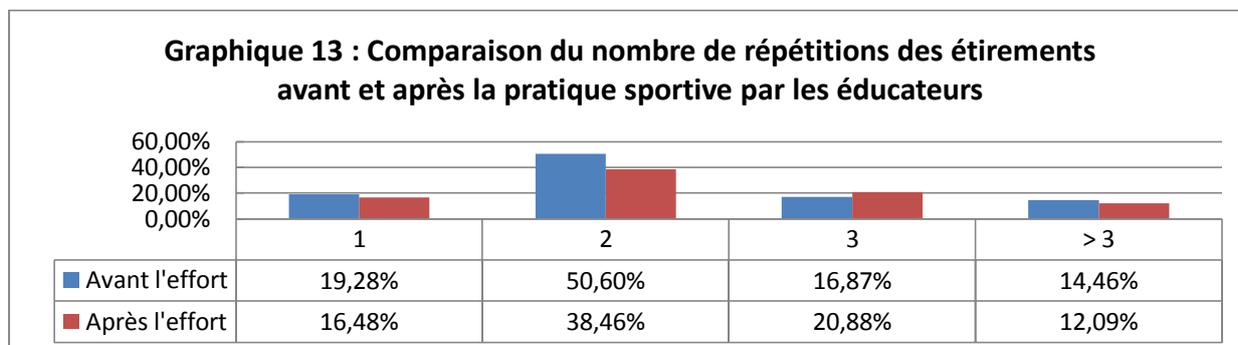


Là encore, une grande majorité d'éducateurs préconisent des séances d'étirement lors de l'échauffement. C'est en discordance avec les études menées et présentées à travers la littérature. On peut également remarquer, un pic d'utilisation des étirements 24 heures après la pratique sportive, ce qui correspondrait aux préconisations de la littérature qui recommande de s'étirer en dehors de cette pratique sportive.

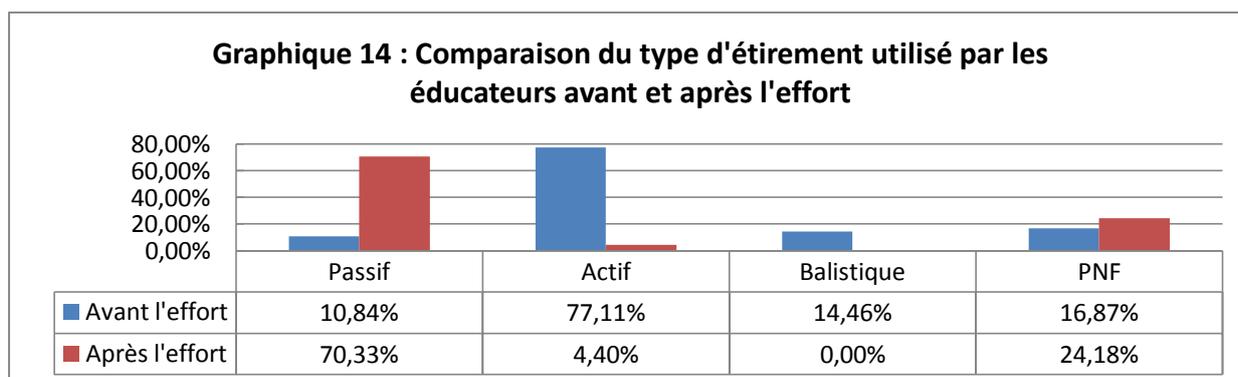
La question 4 est identique à celle des sportifs, et permet de mettre en avant les conditions de réalisation des étirements avant et après la pratique sportive. 3 critères sont étudiés : le durée des étirements (graphique 12), le nombre de répétitions des étirements (graphique 13) et le type d'étirement (graphique 14).



Les étirements préconisés par les éducateurs sont relativement courts avant la pratique sportive et sont plus longs après l'activité.



La répétition de l'étirement, que ce soit avant ou après l'activité, est de 2 fois environ et est la même pour les éducateurs que pour les sportifs.



Avant la pratique sportive, les éducateurs utilisent en majorité les techniques actives. Une faible proportion, non négligeable, utilise les techniques balistiques, PNF et passives. Ces 2 dernières sont en désaccord avec les préconisations de la littérature.

Après la pratique sportive, les éducateurs utilisent essentiellement les techniques passives et, pour ¼ d'entre eux, les étirements activo-passifs de type PNF.

3) Interprétation

Grâce à ces recherches, la pratique des étirements préconisée par la synthèse de littérature et celle réalisée sur le terrain par les sportifs et les éducateurs ont pu être coisées.

Le premier tableau (Annexe 3), permet de comparer les effets des étirements. Sur certains effets, on constate des différences significatives entre la synthèse de la littérature, les sportifs et les éducateurs. A noter que, sur les effets des étirements, les éducateurs ont répondu à une question par QCM (question 1 de l'annexe 2). Alors que les sportifs ont répondu à une question ouverte dans laquelle ils avaient le choix de notifier leurs connaissances (question 3 de l'annexe 1) et 64 sportifs y ont répondu.

Les effets des étirements qui sont discutés concernent plutôt l'échauffement :

- L'effet antalgique : les articles relèvent l'effet antalgique des étirements (4) (25) (6). Ces derniers shuntent le message douloureux ce qui permet au muscle d'aller plus loin dans les étirements au risque de l'endommager. A travers l'étude par questionnaire destinée aux éducateurs, cet effet antalgique est retrouvé dans 16 réponses parmi les 87 éducateurs interrogés. Ceci est donc en adéquation avec la synthèse de littérature mais n'est pas significatif au regard du nombre de réponses. A ce sujet, 2 sportifs sur 64 ont relevé une sensation de bien être suite à un étirement.

- L'impact sur les performances sportives : on a pu constater, grâce à plusieurs études, que les étirements lors de l'échauffement, notamment les étirements passifs, avaient tendance à diminuer les capacités physiques du sportif. A long terme, le constat est différent voire même inversé car les étirements amélioreraient les capacités physiques. L'étude par questionnaire montre que sur 64 réponses de sportifs, 28 ressentent une amélioration de leurs capacités, et que 16 éducateurs sur 87 remarquent un gain de performance grâce aux étirements. Cependant, les questionnaires ne nous précisent pas si les acteurs pensent à court ou à long terme, ce qui peut être une limite à ce résultat nuancé.

- La coordination agoniste/antagoniste : la littérature indique qu'un étirement non symétrique pour un couple musculaire, entraîne une décoordination de ce couple. 8 éducateurs sur 87 estiment que les étirements entraînent une décoordination d'un couple musculaire. Cet effet n'est, semble-t-il, pas considéré à sa juste mesure lors de la pratique des étirements.

- La prévention des blessures : selon les études recensées dans la littérature, à court terme, les étirements n'ont aucune influence sur la prévention des blessures voire, ils pourraient même aggraver ce risque si le muscle comporte des microlésions. En revanche, les séances d'étirements effectuées en dehors de la pratique sportive sembleraient diminuer le risque de blessures à long terme. Ces constatations faites par la littérature ne sont pas en

adéquation avec les réponses des sportifs et des éducateurs. En effet, 61% des sportifs et 65% des éducateurs s'étirent ou conseillent les étirements afin de diminuer le risque de blessures. Mais la limite de ces réponses est qu'elles ne nous précisent pas si le but recherché est à court ou long terme.

- La stabilité articulaire : les articles mettant en avant les effets bénéfiques ou néfastes des étirements sur la stabilité articulaire sont peu nombreux et les idées sont encore controversées. Une minorité d'acteurs de ces étirements constatent un assouplissement ainsi qu'une diminution des tensions intra articulaires.

On remarque, par cette revue de littérature, qu'il reste des zones d'ombre pour certains effets des étirements à travers les idées parfois très divergentes des auteurs. Cela viendrait du fait que les études sont réalisées avec des critères différents c'est-à-dire les participants, le sport pratiqué et surtout le type d'étirement. En effet, l'étirement choisi en fonction du moment de la pratique sportive a son importance.

Le deuxième tableau (Annexe 4), compare les conditions de réalisation des étirements préconisées par la littérature, réalisées par les sportifs et enseignées par les éducateurs.

Là encore, on peut noter quelques différences significatives entre la littérature et la pratique sur le terrain et ceci, à différents moments de la pratique sportive :

- Avant la pratique sportive : la littérature déconseille de s'étirer ou alors réaliser des étirements actifs sous maximaux, courts et non répétés pour les sportifs qui en ont l'habitude ou pour ceux qui en ressentent le besoin. Alors que 83 % des éducateurs conseillent un étirement avant l'activité, 65 % des sportifs s'étirent avant les compétitions et 35 % s'étirent avant l'entraînement. De plus, 1/3 des sportifs qui s'étirent avant l'activité utilisent des étirements passifs pouvant être délétères pour la pratique sportive selon la littérature.

- Après la pratique sportive : la majorité des sportifs s'étirent après une activité physique (79 % après l'entraînement, 61 % après une compétition). Les éducateurs conseillent également des étirements pour 99 % d'entre eux. Les études ayant vérifié les effets des étirements après la pratique sportive sont beaucoup plus réservées et concluent qu'insérer une séance d'étirements aussitôt après une activité intensive (lors d'une compétition par exemple) serait délétère. Une séance d'étirements passifs, courts, sous maximaux et non répétés après une pratique plus légère est acceptée seulement si les conditions sont bien respectées afin de ne pas être dangereux pour les muscles.

- En dehors de la pratique sportive : les articles scientifiques constatent, à long terme, un gain majeur d'amplitude de mouvement, des capacités physiques du sportif augmentées et un moindre risque à développer des courbatures et des blessures et ce, grâce à des séances répétées et régulières d'étirement en dehors de l'activité. En parallèle, on constate que 65% des sportifs ne s'étirent pas en dehors de la pratique sportive, et que seulement 40% des éducateurs préconisent ces séances.

V- Conclusion

Historiquement, les étirements ont toujours eu une place indéniable au sein de la pratique sportive, que ce soit aussi bien lors de l'échauffement, que lors de la récupération (56). La société américaine de la médecine du sport recommande jusqu'en 1998 ce qui suit : «Les exercices d'étirements doivent être impliqués dans l'échauffement avant une activité physique et dans la récupération : ils permettent de prévenir les blessures liées à la pratique sportive». (37)

Mais depuis la fin des années 1990, de nombreuses études viennent remettre en cause ces dires. Aujourd'hui, la pratique des étirements reste controversée, mais peut s'appuyer sur des vérités qu'il est important que la population qui les utilise, connaisse.

Deux objectifs étaient attendus par ce travail suite à la problématique énoncée

- Tout d'abord, mettre en avant les différences, si elles existent, entre la pratique et la théorie des étirements. On a pu constater qu'il existe des différences significatives.
- Puis, dans un second temps, savoir si ces différences entraîneraient, dans la pratique des sportifs, des risques pour leur activité physique. Il s'avère qu'effectuer un étirement passif avant une activité physique et après une pratique sportive intensive est néfaste d'autant plus si cet étirement est prolongé et répété. A travers les résultats des questionnaires on peut constater que ces étirements sont parfois utilisés et que ces sportifs peuvent donc, potentiellement, se mettre en danger.

Cette pratique non validée proviendrait de faux pré requis qui se transmettent de génération en génération. On a pu remarquer, par ailleurs, que certains effets des étirements admis par la littérature sont parfois inconnus des pratiquants et des éducateurs.

C'est pourquoi, il semble important d'éduquer les acteurs de ces étirements dès leur jeune âge. Concernant les éducateurs, cela est réalisable à l'école ou lors de formations suivant leur rôle. L'éducation des sportifs, pourrait être réalisée dans les centres de formation ou au niveau des catégories jeunes. Cette éducation spécifique s'adapterait à la profession ainsi qu'au sport pratiqué.

Cette recherche comparative a donc permis de mettre en avant l'importance de se tenir informé de l'évolution des pratiques, soit par la littérature, soit par la formation professionnelle au cours de la vie.

Bibliographie

1. [En ligne] [Citation : 28 Décembre 2013.] <http://www.larousse.fr/archives/medical/page/357>.
2. **Philippe, Maquaire.** La place des étirements dans l'échauffement en EPS. *Staps*. 2007, Vol. 2, 76.
3. **Eric, Martin.** Tableau récapitulatif sur les étirements, le stretching, les levées de tension, les postures et les assouplissements. *Kinésithérapie Scientifique*. Février, 2011, 518.
4. **Pierre, Portero.** Le stretching, des connaissances actuelles à son bon usage. *Sport, Santé et Préparation Physique (SSPP)*. Juin, 2002, 3.
5. **T, Waymel.** *Le stretching, pratique et technique*. Paris : Ellebore, 1999.
6. **Gilles, Cometti.** 2ème partie : les effets physiologiques des étirements. *Les limites du stretching pour la performance sportive*.
7. **Desjardins Ariel, Fortin Emilie, Hébert Simon, Rouzier James.** *Les étirements musculaires : les utilisez-vous adéquatement?* s.l. : Université de Montréal, Mai 2012.
8. **Simon, Barrué-Belou.** Les étirements du sportif: revue de littérature et perspectives de recherche. *Kinésithérapie Scientifique*. Juin, 2010, 511.
9. **Christophe Popineau, Carlos Paulo Fernandes.** Physiologie des étirements. *Présentation de concepts de physiothérapie selon trois disciplines: les étirements, la musculation et l'endurance. Applications médicales et sportives*. [Thèse de médecine]. Article téléchargeable sur le site : www.medecinedusport.fr.
10. **Christophe, Geoffroy.** Les étirements (1ère partie). *Kiné Actualité*. Jeudi 15 Mai, 2008, 1110.
11. **Nathalie, Guissard.** L'étirement musculaire : mise au point. *Revue de l'éducation physique*. Septembre, 2007, Vol. 47, spécial "centenaire".
12. **Pascal, Prévost.** Etirements et performance sportive : une mise à jour. *Kinésithérapie Scientifique*. Juillet , 2004, 446.
13. **Christophe, Geoffroy.** *Guide pratique des étirements*. Cumières : C.Geoffroy, 2008. 978-2-9513971-5-1.
14. **J-L Ziltener, L.Allet, D.Monnin.** Le stretching, un mythe... et des constats. *Journal de Traumatologie du Sport*. 2005, Vol. 22, 2, pp. 112 - 115.
15. **Annie, Gouriet.** Les étirements. *Kiné Actualité*. Jeudi 15 Février, 2007, 1056.
16. **Avela Janne, Finni Taija, Liikavainio Tuomas, Niemela Elina, Komi Paavo V.** Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1h of repeated fast passive stretches. *Journal of Applied Physiology*. Février, 2004, Vol. 96.
17. **Geoffroy, Christophe.** Les étirements source de bien-être! *Fiche conseil n°18 tirée du site: www.kineformetsante.com*.
18. **Christophe, Geoffroy.** Les étirements: les techniques actives (2ème partie). *Kiné Actualité*. Jeudi 22 Mai, 2008, 1111.

19. *Les étirements: fiche de synthèse*. **Nicolas, Coulmy**. Chamonix : Coordination Rônes Alpes, journée du 14 Octobre.
20. **Ludovic, Binder**. Le principe des étirements. Lyon : ISTR et IFMKDV, Novembre 2011.
21. **Arnaud, Douville de Franssu**. Etirements: encore et toujours! *Kinesport*. [En ligne] [Citation : 12 Décembre 2013.] http://www.kinesport.info/Etirements-encore-et-toujours-_a2066.html.
22. **Geoffroy, Christophe**. Dans les petits clubs les sportifs sont livrés à eux-mêmes. *Kiné Actualité*. Mars, 2000.
23. Les étirements - les techniques. *Volodalen*. [En ligne] [Citation : 1 Décembre 2013.] <http://www.volodalen.com/25etirements/etirements1.htm>.
24. **Alter, Michael J**. *Science of flexibility (unit 4 pages 143-211)*. s.l. : Human kinetics, 2004. third edition.
25. **Gilles, Cometti**. 1ère partie: intérêt des étirements avant et après la performance. *Les limites du stretching pour la performance sportive*.
26. **Franck, Lagniaux**. La pratique des étirements chez le sénior: intérêts, limites. *Kinésithérapie Scientifique*. Juin, 2006, 467.
27. **Rey Sophie, Vaillant Jacques, Hugonnard Alex**. Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (1ère partie). *Kinésithérapie Scientifique*. Octobre, 2002, 426.
28. **Butterfield Timothy A., Herzog Walter**. Effect of altering starting length and activation timing of muscle on fiber strain and muscle damage. *Journal of applied physiology*. January, 2006.
29. **G., Gremion**. Les exercices d'étirement dans la pratique sportive ont-ils encore leur raison d'être? Une revue de la littérature. *Revue Médicale Suisse*. 3028.
30. **Nicolas, Coulmy**. *Les étirements: intérêts et limites dans le cadre de la pratique du ski de compétition et de loisir*. s.l. : Département sportif et scientifique de la FFS, Mai 2008.
31. **NN. Mahieu, P.McNair, M. De Muynck, V.Stevens, I.Blanckaert, N.Smits, E.Witvrouw**. Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. March, 2007, 39.
32. **JP.Halbertsma, AL.Van Bolhuis, LN.Göeken**. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. July, 1996, 77.
33. **Bême, Sébastien**. *Préparation physique recueil 2011-2012*. Mars 2013. p. Chapitre 2 : les mécanismes d'adaptation ; IV) les étirements ; partie 04 : Effets des étirements sur le long terme et la récupération.
34. **Pierre Frémont, Claude Côté, M.D, Ph.D**. Les blessures musculaires : prévention, traitement et réadaptation. *Le clinicien*. Octobre, 2001.
35. **Kevin P.Speer, John Lohnes, William E.Garrett**. Radiographic imaging of muscle strain injury. *The american journal of sports medicine*. January, 1993, 21, pp. 89-96.

36. **JG. Noble, G.Henderson, AF. Cramp, DM. Walsh, AS. Lowe.** The effect of interferential therapy upon cutaneous blood flow in humans. *Clinical Physiology*. Janvier, 2000, 20, pp. 2-7.
37. **Medicine, American college of Sports.** The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1998, 30, pp. 75-91.
38. **H Kallerud, N Gleeson.** Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Med*. August, 2013, 43.
39. **AM. Kinser, MW. Ramsey, HS. O'Bryant, CA. Ayres, WA. Sands, MH. Stone.** Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine & Science in Sports Exercise*. January, 2008, 40.
40. **K.Power, D.Behm, F.Cahill, M.Carroll, W.Young.** An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. Mars, 2004.
41. **Emika Kato, Stéphanie Vieil.** Acute effect of muscle stretching on the steadiness of sustained submaximal contractions of the plantar flexor muscles. *Journal of Applied Physiology*. Décembre, 2010.
42. **Sarah M.Marek, Joel T.Cramer, A. Louise Fincher, Laurie L.Massey, Suzanne M.Dangelmaier, Sushmita Purkayastha, Kristi A.Fitz, Julie Y.Culbertson.** Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*. April - June, 2005, 40 (2), pp. 94 - 103.
43. **EC Rubini, AL Costa, PS Gomes.** The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. 2007, 37.
44. **WB. Young, DG. Behm.** Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. March, 2003, 43.
45. **Knudson.** Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *Journal of strength & Conditioning Research* . February, 2001.
46. **Sophie Rey, Jacques Vaillant, Alex Hugonnard.** Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (2ème partie). *Kinésithérapie Scientifique*. Septembre, 2002, 425.
47. **AJ Pearce, DJ Kidgell, J Zois, JS Carlson.** Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology*. January, 2009, 105, pp. 75 - 83.
48. **Yann Roche, Gilles Prel, Alex Hugonnard.** Comparaison des effets de deux types d'échauffement sur les performances d'équilibre statique bipodal dans le plan sagittal: échauffement cardio-pulmonaire versus échauffement cardio-pulmonaire avec étirements actifs et exercices intégrés. *Kinésithérapie Scientifique*. Février, 2003, 430.
49. **Prévost, Pascal.** Intérêt et limites des étirements lors de la préparation physique dans les activités gymniques. Paris XII : UFR STAPS.

50. **Rob D.Herbert, Michael Gabriel.** Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *British Medical Journal*. August, 2002, 325.
51. **Stephan B. Thacker, Julie Gilchrist, Donna F.Stroup, C. Dexter Kimsey.** The impact of stretching on sports injury risk. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. 2004, Vol. 36, 3, pp. 371 - 378.
52. **Gazzano, François.** Impact des étirements sur les blessures et la performance sportive. Juin 2012.
53. **FG Shellock, WE Prentice.** Warming-up and stretching for improved physical performance of sports-related injuries. *Sports Med*. July - August, 1985, 2.
54. **G.Pasquet, Ph.Potier, I.Hascoat, Th. Rousset, Ph.Robert.** *Echauffement du sportif*. s.l. : Amphora, 2004. p. 135.
55. **J Nakano, C Yamabayashi, A.Scott, WD Reid.** The effect of heat applied with stretch to increase range of motion: a systematic review. *Physical Therapy in Sport*. August, 2012, 13.
56. **Michèle, Esnault.** Place de l'entraînement à base d'étirements actifs myotendineux et aponévrotiques "stretching". Rééducation des sportifs. *Annales kinésithérapiques*. 1988, Vol. 15, 1-2, pp. 17 - 39.

Annexe 1

Questionnaire sur les étirements dans la pratique sportive

Bonjour, actuellement en dernière année de formation en masso-kinésithérapie, je réalise une étude sur les étirements dans le cadre de mon mémoire de fin d'étude.

L'objectif de ce questionnaire anonyme est de faire un état des lieux sur les étirements dans le milieu sportif. La finalité sera de comparer la pratique de ces étirements avec les études scientifiques inscrites dans la littérature.

Soumis au secret médical, toutes les informations recueillies resteront confidentielles.

Maxime BAHUAUD,
Étudiant en 3^{ème} année à l'IFM3R

Informations personnelles

Sport pratiqué :.....
Club :.....
Nombre d'année(s) de pratique :.....

Question n°1 : Pratiquez-vous les étirements musculaires ?

- Oui
- Non

Si oui continuez le questionnaire

Si non pourquoi ?

.....
.....

Question n°2 : A quel (s) moment (s) vous étirez vous ?

- Lors d'un entraînement :
 - Oui
 - Non

Si oui :

 - Avant l'entraînement
 - Pendant l'entraînement
 - Après l'entraînement
 -
- Lors d'une compétition (match, course etc...) :
 - Oui
 - Non

Si oui :

 - Avant la compétition
 - A la mi-temps, tiers-temps ou entre différents épreuves de la compétition
 - Après la compétition
- En dehors des entraînements :
 - Oui
 - Non

Si oui :

 - Quelques heures après l'entraînement (<24h)
 - 24H après l'entraînement
 - 48H après l'entraînement
 - Autres,
précisez :.....
.....

- En dehors des compétitions (matches, courses etc...) :
 - o Oui
 - o Non
- Si oui :**
 - o Quelques heures après la compétition (< 24h)
 - o 24H après la compétition
 - o 48H après la compétition
 - o Autres,
précisez :
 -

Question n°3 : Pourquoi vous étirez vous ? (une seule réponse souhaitée)

- o Je m'étire car on me le demande sans que l'on me donne d'explications
- o Je m'étire car on me le demande et on me justifie les effets de ces étirements (précisez ci-dessous les conseils que l'on vous donne)
- o Je m'étire sans qu'on ne me le demande et sans savoir pourquoi je le fais (par habitude)
- o Je m'étire sans qu'on ne me le demande mais je connais des choses sur les étirements et leurs effets et je les mets en application (précisez ci-dessous vos connaissances)
- o Je ne m'étire jamais (si il y a une raison, précisez la ci-dessous)
- o Autres : précisez

Précisions :

.....

.....

Question n°4 : Choisir parmi la liste ci-dessous, les éléments qui concernent vos séances d'étirements en termes de durée, de répétitions et du type d'étirement (vous avez également la possibilité de noter des réponses qui ne sont pas dans la liste)

Entre 0 et 5 secondes – entre 5 et 10 secondes – entre 10 et 20 secondes – entre 20 et 30 secondes – supérieur à 30 secondes / 1 répétition – 2 répétition – 3 répétitions – plus de 3 répétitions / étirement passif – étirement actif – étirement balistique – étirement de type PNF (contracter-relâcher) – pas d'étirements.

- **Avant la performance sportive, au cours de l'échauffement :**
 Temps :
- Répétitions :
- Type d'étirement :

- **Après la performance sportive :**
 Temps :
- Répétitions :
- Type d'étirement :

Merci de votre participation !

Vous avez la possibilité de me retourner ce questionnaire à : maxime.bahuaud@ifm3r.eu

Annexe 2

Questionnaire sur les étirements dans la pratique sportive

Bonjour, actuellement en dernière année de formation en masso-kinésithérapie, je réalise une étude sur les étirements dans le cadre de mon mémoire de fin d'étude.

L'objectif de ce questionnaire anonyme est de savoir comment la pratique des étirements est mise en place dans le cadre sportif. La finalité sera de comparer les études scientifiques inscrites dans la littérature avec les connaissances de professionnels.

Ainsi je vous propose de répondre à ce questionnaire en utilisant vos connaissances acquises au cours de votre expérience.

Soumis au secret médical, toutes les informations recueillies resteront confidentielles.

Maxime BAHUAUD,
Étudiant en 3^{ème} année à l'IFM3R

Votre profession (ou rôle dans l'éducation des étirements) :

Question n°1 : Selon vous, quels vont être les effets d'un étirement sur le muscle ? (plusieurs réponses possibles)

- Effet antalgique
- Augmenter la vascularisation du muscle
- Elévation de la température musculaire
- Gain de force, endurance, et vitesse de contractilité du muscle
- Augmenter la souplesse
- Effet coordinateur des muscles agoniste/antagoniste
- Augmentation de l'amplitude du mouvement
- Prévention des courbatures
- Diminution de la raideur musculaire
- Relâchement musculaire
- Augmentation du tonus musculaire
- Diminution du risque de blessure
- Favoriser la récupération
- Aucuns
- Autres, précisez :

.....
.....
.....

Question n°2 : Selon vous, y a-t-il des intérêts à s'étirer lors de la pratique d'un sport ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui :

- Intérêt(s) avant la pratique de l'activité sportive : Oui / Non / Je ne sais pas
Si oui, quels sont-ils :
- Intérêt(s) pendant la pratique de l'activité sportive : Oui / Non / Je ne sais pas
Si oui, quels sont-ils :

- Intérêt(s) après la pratique de l'activité sportive : Oui / Non / Je ne sais pas
Si oui, quels sont-ils :.....
.....

Question n°3 : A quel(s) moment(s) insérer une séance d'étirements ?

- Pour un entraînement :
 - o Juste avant le début de l'entraînement (échauffement)
 - o Au cours de l'entraînement, entre les différents exercices
 - o Juste après l'entraînement
 - o 1H après l'entraînement
 - o 24H après l'entraînement
 - o 48H après l'entraînement
 - o Autres, précisez :.....
.....

- Pour une compétition (match, course etc...)
 - o Avant le début de la compétition, au cours de l'échauffement
 - o Au cours de la compétition (mi-temps, entre les courses etc...)
 - o Juste après la compétition
 - o 1H après la compétition
 - o 24H après la compétition
 - o 48H après la compétition
 - o Autres, précisez :.....
.....

Question n°4 : Choisir parmi la liste, ci-dessous, les conseils que vous donneriez au cours d'une séance d'étirement en termes de durée, de répétitions et du type d'étirement (vous avez également la possibilité de noter des réponses qui ne sont pas dans la liste)

Entre 0 et 5 secondes – entre 5 et 10 secondes – entre 10 et 20 secondes – entre 20 et 30 secondes – supérieur à 30 secondes / 1 répétition – 2 répétition – 3 répétitions – plus de 3 répétitions / étirement passif – étirement actif – étirement balistique – étirement de type PNF (contracter-relâcher) – pas d'étirements.

- **Avant la performance sportive, au cours de l'échauffement :**
Temps :
Répétition :.....
Type d'étirement :.....

- **Après la performance sportive :**
Temps :.....
Répétition :.....
Type d'étirement :.....

Merci de votre participation !

Vous avez la possibilité de me retourner ce questionnaire à : maxime.bahuaud@ifm3r.eu

Annexe 3

Tableau de comparaison mettant en avant les différences des effets des étirements entre la synthèse de littérature, les réponses des éducateurs et celles des sportifs.

Effets	Synthèse de littérature	Résultats de l'étude par les sportifs	Résultats de l'étude par les éducateurs
Effet antalgique / stretch tolérance	Shunte le message douloureux	Sensation de bien être (2sportifs / 64)	Effet antalgique (16 éducateurs / 87)
Modification de la température musculaire	Aucune influence	Echauffement musculaire (4 sportifs/64)	Augmentation température (5 éducateurs / 87)
Microtraumatismes	Peut les induire ou les aggraver	Non évoqué	5 éducateurs évoquent les microtraumatismes
Creeping, Protocole de Goldspink	Le tendon emmagasine moins d'énergie	Non évoqué	Non évoqué
Activation / Désactivation du système nerveux	Diminution de l'activation des motoneurones et des réflexes	Non évoqué	Non évoqué
Impact sur les capacités physiques	Court terme : Diminution Long terme : + ou - augmentation	Amélioration capacités (28 sportifs/ 64)	Gain de performance (16 éducateurs / 87)
Coordination agoniste / antagoniste	Décoordination si étirements non identiques	Augmentation coordination :1sportif/64	Décoordination (8 éducateurs / 87)
Stabilité articulaire	controversé	Assouplir l'articulation (4 sportifs / 64)	Diminution des tensions articulaires (2 éducateurs)
Amplitude du mouvement	Augmentation quelque soit l'étirement	Augmentation de la souplesse (42 sportifs/64)	Augmenter la souplesse (80 éducateurs /87) et l'amplitude du mouvement (73 / 87)
Prévention des blessures	A court terme : Aucune influence voir aggravation A long terme : diminution uniquement favorable pour diminuer la raideur, pas pour les courbatures ni pour la vascularisation	Prévention des blessures (39 sportifs / 64)	Diminution du risque de blessures (57 / 87)
Récupération		Amélioration de la récup 36 sportifs / 64)	Amélioration récup (79 éducateurs / 87)
Prévention des courbatures	A court terme : aucune influence A long terme : diminution de l'intensité	Prévention des courbatures (35 sportifs / 64)	Prévention des courbatures (54 / 87)
Raideur musculaire / Tonus / Relâchement	diminution de la raideur par relâchement induit diminution du tonus	Décontraction musculaire (15 sportifs / 64)	Diminution raideur (71 éducateurs /87) Relâchement musculaire (52 éducateurs /87) Augmentation du tonus (6 éducateurs /87)
Vascularisation musculaire	Interruption de la vascularisation	Non évoqué	Augmentation de la vascularisation (17/87)

 Les effets présentant des différences entre la synthèse de littérature et ce qui est réalisé sur le terrain par les sportifs et/ou les éducateurs

Annexe 4

Tableau de comparaison mettant en avant les différences de réalisation des étirements préconisée par la synthèse de littérature, celle réalisée par les sportifs et celle conseillée par les éducateurs.

Conditions de réalisation		Synthèse de littérature	Résultats de l'étude par les sportifs	Résultats de l'étude par les éducateurs
Type d'étirement	Avant	Pas d'étirements ou étirements actifs sous maximaux (activo-dynamiques et balistiques)	35 % s'étirent avant un entraînement, 65 % s'étirent avant une compétition. 1/3 : étirements passifs 2/3 : étirements actifs	83 % des éducateurs conseillent un étirement avant une pratique sportive. Etirements actifs et balistiques
	Après	Pas d'étirements directement après une activité intensive. Etirements passifs sous maximaux après une séance sportive légère.	79 % s'étirent après un entraînement, 61 % s'étirent après une compétition. Etirements passifs	99 % des éducateurs conseillent un étirement après une pratique sportive. Etirements passifs et PNF
Durée d'étirement	En dehors	Etirements passifs, étirements de type PNFet postures	Environ 65% des sportifs ne s'étirent pas en dehors de la pratique sportive	Environ 40% des éducateurs préconisent des étirements en dehors de la pratique
	Avant	Etirements courts : Cycles de 5 à 8 secondes d'étirement couplé à une contraction, contractions dynamiques et relâchement	5 à 20 secondes	5 à 20 secondes
	Après	Etirements courts	20 à 30 secondes	20 secondes et supérieur à 30 secondes
Nombre de répétition d'un étirement	En dehors	Etirements tenus (principe des postures)	-	-
	Avant	Etirements non répétés, soit 1 ou 2 répétitions	Environ 2 répétitions avant	Environ 2 répétitions
	Après	Etirements non répétés, soit 1 ou 2 répétitions	Environ 2 répétitions après	Autour de 2 et 3 répétitions
En dehors	Les articles parlent davantage de temps posturaux que du nombre de répétitions.	-	-	

