

Entraînement de la souplesse et exercices d'étirements au cours de saison sportive

Hadjidj Mouloud * & Ousmail Makhoul**

*Institut d'éducation physique et sportive, Université d'Alger -3

** Institut d'éducation physique et sportive, Université de Chlef

Résumé :

Il faut remarqué même s'il existe des étude scientifiques depuis cette époque , ce sont le dix dernières années qui ont vu se développer les critiques sur la conception , la gestion et même les technique d'exécution du stretching d'un point de vus expérimental, les entraînement utilisent des termes différents pour décrire des séance équivalents, flexibilité amplitude articulaire , stretching , d'assouplissement , étirement , en fait les connaissances sur le stretching sont par fois fondamentalement influencées par la culture sportive , les étirements avaient pour objectif de développer l'amplitude articulaire l'élasticité musculaire , ils se sont vue attribuer d'autres intérêts comme la récupération , la prévention des lésions musculaires et un moyen d'échauffement d'avant match , les étirements représentant pour moi un apport indispensable a mon hygiène sportive , les staffs technique et les staffs médicaux sur la rôle des étirements , on constat qu'il existe beaucoup et on comprend mieux pour quoi du joueur de football .

Mots-clés : Etirement musculaire ; amplitude articulaire ; élasticité musculaire; assouplissement ; stretching ; saison sportive.

Abstract:

It should be noted that even if there are scientific studies since that time, it is the last ten years that have seen the development of criticisms on the design, management and even execution techniques of stretching from an experimental point of view , training uses different terms to describe equivalent sessions, range flexibility flexibility, stretching, relaxation, stretching, in fact the knowledge about stretching are sometimes fundamentally influenced by sports culture, stretching was intended to develop range of motion muscle elasticity, they have been attributed other interests such as recovery, prevention of muscle damage and a means of warm-up pre-match, stretching for me an indispensable contribution to my sports hygiene, technical staffs and medical staffs on the role of stretching , we see that there is a lot and we understand better why the football player.

Key-words: Muscle stretching ; Range of motion ; Muscle elasticity; Relaxation ; Stretching ; sports season.

Introduction.

Il s'affirme dans la littérature scientifique que les étirements musculaires, appelés stretching font désormais partie intégrante de toute activité physique et sportive, l'apparition progressive et le développement du stretching au cours des années 1980 l'entraînement et la préparation physique du sportif ont semblé apporter une évolution fondamentale dans la pratique. Une réalité devenue certaine avec la prise en compte pour les pratiquants de l'exploration de leur souplesse musculaire et de leur mobilité articulaire (Cometti, 2003). A ce titre, le stretching a souvent fait l'objet de recommandations médicales de la part des

médecins et physiothérapeutes, et il est de plus en plus conseillé aux pratiquants par les entraîneurs et les préparateurs physiques.

Ainsi sur le plan pratique, les étirements sont généralement utilisés avant, pendant et après l'entraînement dans le cadre de l'amélioration de la performance, de la récupération et de prévention des blessures. Ils permettent aussi de préparer les systèmes cardio-vasculaire, ostéo-articulaire et musculo-tendineux, ainsi que l'appareil musculo-squelettique avant toute pratique sportive, de prévenir les pathologies myo-tendineuses, et d'améliorer la récupération de sujet.

Qu'est-ce que la souplesse ?

C'est une qualité physique comme les autres. A ce titre, elle répond aux mêmes caractéristiques de spécificité, d'entraînabilité, de dés entraînement, de programmation de la charge, etc. C'est la propriété intrinsèque des tissus qui détermine le degré de mouvement que l'on peut atteindre sans blessure au niveau d'un ou plusieurs articulations.

Cette amplitude est influencée par plusieurs facteurs que nous décrivons un peu plus loin.

Deux points sont importants à évoquer en préambule :

Il faut bien comprendre que cette qualité peut s'exprimer de façon statique (posture) ou dynamique (mouvement). Et que L'on n'a pas forcément de lien direct entre ces deux expressions. Par exemple, une gymnaste pourra faire facilement un grand écart au sol (posture) et avoir des difficultés à réaliser la même chose pendant un saut lors de sa prestation au sol que l'on appelle grand-jeté (mouvement).

Tous les athlètes n'ont pas les mêmes besoins en regard de leur spécificité anatomique, physiologique ou de leur spécialité sportive.

Un gymnaste aura des besoins très spécifiques s'en lien avec le code de pointage international (règlement officiel des compétitions) alors qu'un cycliste n'a que faire d'avoir les mêmes amplitudes de mouvement.

Aussi, il convient de faire un état des réels besoins avant de s'engager dans tout programme s'intéressant à cette qualité.

1. Cadre théorique.

1.1. Caractéristique du stretching.

L'objectif principal que l'entraîneur vise lorsqu'il veut développer la souplesse à travers le stretching chez un sportif est l'augmentation de l'aisance gestuelle ou de l'amplitude des ses mouvements durant leur exécution.

Il existe deux types de souplesse :

Une souplesse générale qui mobilise les systèmes musculaires et articulaires pour faire en sorte d'apporter une certaine aisance gestuelle, sans pour autant atteindre les niveaux extrêmes en termes d'amplitude ;

Une souplesse spécifique à la discipline concernée (touchant les principaux groupes musculaires).

1.1.1. La mobilité articulaire.

La mobilité ou la souplesse articulaire est la capacité que possède le sportif d'exécuter, par lui-même ou avec l'aide de forces extérieures, des mouvements de grande amplitude au niveau des articulations (Weineck, 1997).

Les étirements sont un moyen permettant de devenir plus souple et d'optimiser ses performances. Dans la pratique, le travail en statique exige que la position d'extension soit tenue un certain temps et apporte en conséquence un gain de souplesse et d'amplitude articulaire lorsqu'on exécute un geste technique ou des exercices de musculation. A ce titre, il est souvent affirmé qu'une amplitude maximale articulaire, est synonyme particulièrement en musculation d'un maximum de développement musculaire et de performance d'entraînement. Il existe tout de même des facteurs limitant. La mobilité articulaire est limitée par les os dans leur configuration, la capsule articulaire, les ligaments et le nombre d'axes de mouvement au niveau de l'articulation. Cette mobilité articulaire, qui est une réalité anatomique, ne peut être que faiblement améliorée. Ainsi :

Le stretching permet d'améliorer l'amplitude des mouvements, très souvent nécessaire à la réalisation de gestes sportifs ;

Pour réaliser un geste, il faut penser à renforcer musculairement les muscles antagonistes qui commandent le mouvement et à réduire la tension des muscles agonistes ; il est donc important d'allonger les agonistes.

Rappelons aussi qu'un allongement de 20% de la longueur du muscle au repos permet d'obtenir une valeur maximale de la force musculaire (Whirhed, 1985).

1.1.2. L'extensibilité musculaire.

Elle est limitée par la résistance des structures conjonctives (enveloppe des myofibrilles, aponévrose, fascia) et tendineuses (tendon) ainsi que par la résistance au degré d'étirement, dépendant de deux structures neurophysiologiques très importantes : les fuseaux neuromusculaires, sensibles à l'intensité, la fréquence et le degré d'étirement et les fuseaux neuro-tendineux, l'appareil de Golgi (Marieb, 1993).

L'étirement du muscle provoque l'étirement du fuseau neuromusculaire qui envoie alors des influx sensoriels la qui arrivent directement à la corne antérieure de la moelle épinière pour activer les motoneurons qui provoquent la contraction du muscle étiré : c'est le réflexe myotatique qui évite au muscle de se déchirer (Weineck, 1997).

Le stretching est aussi considéré comme une méthode de détente physique. En effet, il semble permettre un retour au calme après une dure séance d'entraînement et une meilleure élimination des toxines par une bonne circulation.

Au départ, le stretching est aussi considéré comme une thérapie préventive qui permet d'éviter les lésions au niveau des tendons et des articulations, il améliore aussi la congestion et la récupération entre les séries car les muscles sont mieux irrigués en sang riche en nutriments et en oxygène.

L'étirement dans l'échauffement semble faire du bien au sportif. En effet, les entraîneurs ont longtemps considéré que l'introduction des exercices d'étirement dans l'échauffement est primordiale, en particulier pour augmenter la température musculaire et prévenir les blessures (Philippe, 2006). Cependant, bien que cette conception de l'étirement semble aujourd'hui contredite et critiquée par plusieurs études, le rôle traditionnel des étirements dans l'entraînement sportif de haut niveau a été vivement critiqué au cours de la dernière décennie.

1.1.3. Les différentes techniques d'étirement.

Il est trop commun d'utiliser le stretching de manière très générale. Pourtant, les effets engendrés dépendent des outils et méthodes utilisés. Il semble donc utile de préciser les différentes techniques de stretching. En général, plusieurs techniques peuvent être utilisées pour étirer le muscle ou les groupes musculaires, dans des étirements globaux ou spécifiques. Ces techniques sont encore plus précises quand il s'agit du stretching spécifique, tant il est vrai que dans ces types d'étirement, les amplitudes articulaires recherchées sont beaucoup plus élevées. Celles que nous présentons dans leur pratique sont le plus souvent utilisées en statique et en dynamique. (Kjaer, 1995).

1.1.4. Les étirements statique et dynamique.

La littérature scientifique parle souvent du stretching sous deux formes : « l'étirement statique » et « l'étirement dynamique » qui sont fondamentalement différents. Une différence liée à la présence ou non d'un mouvement d'élan pour amener le segment dans la position produisant effectivement l'étirement du muscle.

Les étirements dynamiques correspondraient à des étirements qui sollicitent une plus grande amplitude segmentaire et une tension conséquente plus importante appliquée au groupe musculaire concerné. C'est une forme d'étirement qui impose des « à coupe » sur le muscle, ce qui n'est pas souvent conseillé dans la pratique des activités physique et sportive.

Les étirements statiques sont ceux le plus souvent utilisés. Ils peuvent être actifs ou passifs de l'étirement vient de la présence ou non d'une contraction musculaire pendant l'exécution de l'exercice de l'étirement. Par exemple, si nous faisons intervenir les extenseurs du genou (quadriceps) pour maintenir la position permettant d'étirer les fléchisseurs de genou (ischio-jambiers), nous avons alors affaire à un exercice de souplesse active puisque l'étirement est associé à une contraction du groupe musculaire antagoniste. En revanche, si une tierce personne maintient notre jambe pour étirer ce même fléchisseur, c'est un exercice qui est réalisé de façon passive par le sujet.

1.2. Principes à respecter dans Les techniques de souplesse.

Dans le souci de cerner au mieux le stretching et d'apporter à son cette valeur scientifique, des constatations et des observations ont été faites par des chercheurs sur les réalités anatomiques, neurophysiologiques et mécaniques. Il s'avère donc possible de donner quelques règles et principes techniques pour utiliser et sportives. Il faut tout de même reconnaître que, fondamentalement, toutes ces technique relèvent du bon sens mécanique, avec une attention particulière sur les données physiologique qui doivent les accompagner. il faut aussi prendre en compte le fait que le stretching est différent des assouplissements, tant il est vrai que les structures visées et les objectifs ne sont pas les mêmes. Nous orienterons notre synthèse selon trois grandes articulations :

- Règles pour les étirements
- Règles pour les assouplissements

Données récentes relatives à la place des étirements dans la pratique sportive (Christophe, 2001).

1.2.1. Règles pour les étirements.

Selon la spécialité sportive, le muscle peut être considéré comme plus ou moins raide. Cette caractéristique musculaire correspond à la force de résistance générée par un muscle qui s'oppose à son allongement. Il est affirmé dans la littérature scientifique que la raideur du muscle est plus marquée avant et après l'activité physique (Hagbarth & al., 1985). Toute fois, certaines études scientifiques ont montré que la raideur musculaire peut être atténuée avec une pratique régulière des étirements passifs ou actifs de grande amplitude ou intensité, ce qui n'est pas le cas par les contractions isométriques. L'action de composante élastique du muscle contribue elle aussi à la raideur passive musculaire. Cette assertion confirme le fait que les étirements ne doivent pas être privilégiés pendant l'échauffement ou juste avant le début d'une compétition.

1.2.2. L'allongement du muscle.

L'allongement du muscle provoque une diminution réflexe de l'activité des nerfs moteurs et donc un relâchement musculaire. Tant que nous étirons et que nous maintenons l'allongement du muscle, l'excitabilité des motoneurons est diminuée et le muscle s'allonge plus facilement. Dès que l'articulation est replacée dans sa position initiale, l'effet d'inhibition disparaît et les motoneurons retrouvent quasiment leur niveau d'excitabilité initial.

D'autre part, l'intensité de l'inhibition est proportionnelle à l'intensité de l'étirement du muscle, et donc de l'angle articulaire atteint pendant le mouvement (Guissard & al., 2001). Cela est dû au fait que, en fonction de l'intensité de modulation de la réponse musculaire peuvent être sollicités. Il est conseillé d'aller jusque à l'amplitude articulaire correspondant au seuil de douleur tolérable par la personne. Cette amplitude permet de solliciter tous les mécanismes d'inhibition présents au sein du système nerveux central.

1.2.3. Pratique des étirements statiques plutôt que dynamiques.

Il semble préférable, en phase de récupération, d'utiliser des étirements, ils seraient plus efficaces que les allongements dynamiques et répétés (mouvements de ressort comme par exemple des battements de jambe successifs) pour diminuer la raideur musculaire et augmenter l'extensibilité du muscle. En faisant un étirement statique, c'est-à-dire avec le maintien d'une articulation à l'angle où apparaît le seuil de douleur tolérable pendant 90 seconds, le relâchement musculaire que nous obtenons est de 18 % -20 % de la valeur maximale du départ. En reproduisant cet étirement à l'identique (même intensité et même angle), le phénomène se reproduit mais nous observons un nouveau gain de relâchement qui se traduit par une diminution du raider (moins d'énergie absorbée lors de l'adaptation au stress imposé) et de la viscoélasticité. Ces effets atteignent des valeurs maximales au bout du dixième étirement et disparaissent en une heure (Taylor & al., 1990). la répétition d'un cycle de dix étirement passifs statiques d'une même amplitude, alternés avec de courtes pauses, entraîne des changements significatifs au niveau de la longueur musculaire (jusqu'à dépasser 3,5%) et de la force musculaire (autour de 80% de la force initiale de résistance passive à l'étirement). De tels phénomènes peuvent s'observer chez l'homme avec une vitesse d'étirements similaire. À la différence près que l'énergie ne diminuerait qu'au premier étirement et que la raideur était plus élevée au dixième étirement (Magnusson & al., 1998).

Ces résultats montrent qu'il est possible d'obtenir un allongement du muscle avec un étirement réitéré dans des conditions identiques répétition (même degré d'allongement ou angle articulaire), sans avoir à dépasser le seuil de douleur tolérable. Cela est intéressant, notamment pour les personnes ayant quelques difficultés à supporter la douleur durant les étirements. En revanche, la vitesse d'allongement s'avère être un facteur important puisqu'elle entraîne à partir d'un certain nombre de répétitions des effets opposés ceux recherchés.

1.2.4. Ne jamais dépasser les seuils de douleurs musculaires.

La douleur est un signal physiologique très important qu'il ne faut pas prendre à la légère. Son utilisation dans la pratique nécessite d'instaurer un climat de confiance entre l'intervenant et le sportif afin qu'elle puisse guider le travail des étirements, en signalant le moment où cette douleur n'est plus tolérable. Lorsqu'on atteint cette position extrême pour une personne et pour un groupe musculaire donné, il ne faut jamais dépasser le seuil de douleur tolérable. En effet, la stimulation des terminaisons sensibles libres, notamment sensibles à la douleur, entraîne l'activation du réflexe myotatique et provoque une augmentation de la tension musculaire, voire une contraction musculaire de défense. Le résultat est une augmentation de la raideur du muscle allant à l'encontre de l'effet recherché. Si l'on augmente l'amplitude de l'étirement malgré ce signal, des lésions peuvent survenir au niveau des myofibrilles.

1.2.5. Faire une pause entre deux étirements passifs statiques.

Faire une pause entre deux étirements passifs statiques, au maximum de 2-3 secondes. Une fois l'effet de relâchement musculaire obtenu par le maintien d'un étirement passif statique, combien de temps faut-il laisser entre deux étirements pour maximiser ou optimiser l'effet global des répétitions au cours de la séance ? Une réponse semble apportée par le travail réalisé notamment par Hufschmidt et Mauritz. Ces auteurs ont montré que plus le temps entre deux étirements est élevé, plus la phase d'étirement-relâchement passif augmente, et plus la raideur musculaire s'accroît. Cet effet a été vérifié dans différentes conditions expérimentales allant des fibres musculaires aux groupes musculaires (Hufschmidt & Mauritz, 1985). Nous pouvons donc conseiller de ne pas dépasser 2-3 secondes de pause entre deux étirements au cours d'un cycle d'étirements statiques. Cela permet d'optimiser la durée de la séance et l'effet souhaité.

1.2.6. Maintenir la contraction volontaire maximale une à deux secondes.

Contrairement à ce qui est apporté dans beaucoup d'ouvrages consacrés au stretching, le temps de maintien de la contraction volontaire maximale a le même effet sur la durée d'inhibition des motoneurons quelle que soit sa durée, au moins des temps de maintien de 1 à 30 s (Kilgore & Mobley, 1991), il est donc inutile de « traumatiser » le muscle avec une tension maximale (souvent douloureuse trop longue puisqu'elle n'apporte rien de plus au niveau de la mise en jeu des réflexes visés un maintien de la CVM pendant une ou deux secondes seulement suffira.

1.2.7. Maintenir l'étirement tout au plus 10s.

Il est également conseillé de tenir la position d'étirement tout au plus 10s (même si les effets durent un peu plus longtemps) quelle que soit la technique d'étirement utilisée. Au delà, l'efficacité de l'inhibition des motoneurons

diminue et la raideur passive augmente légèrement par une élévation du tonus musculaire. Ce délai est bien sur à mettre en regard des résultats qui montrent que la raideur diminue rapidement dès les premières secondes pour ensuite se stabiliser lors d'un étirement statique passif (Magnusson & al., 2000) , Puisque ce type d'étirements ne sollicite pas les réflexes, il est possible de le maintenir plus longtemps (45 s maximum) à condition de ne pas dépasser le seuil tolérable de douleur .

3. Intérêts, limites et règles pratiques de l'étirement.

Le stretching est sans aucun doute lié positivement ou négativement aux qualités physiques et de performance du sportif. Il se doit donc d'être entretenu ou même amélioré de façon spécifique en fonction de la discipline sportive pratiquée. L'objectif principal dans cette orientation de l'entraînement vise à améliorer chez le sportif une amplitude et une mobilité articulaire qui rendraient plus efficace l'exécution des gestes et des mouvements du sportif. A ce titre, plusieurs techniques sont utilisées, certaines beaucoup plus que d'A ce titre, plusieurs techniques sont utilisées, certaines beaucoup plus que d'autre en fonction de l'adhésion des entraîneurs à leur mise en pratique, et des objectifs d'entraînement. Il semble donc intéressant d'expliquer les fondements anatomiques et physiologiques sous-jacents à l'application des techniques visant à améliorer la souplesse. Dans cette optique. Il sera sans doute possible de cerner objectivement les effets du stretching sur l'organisme du sportif, et d'en tirer en conséquence les grandes orientations ou principes qui permettraient à l'entraîneur d'atteindre efficacement des objectifs d'entraînement. A travers cette étude, il semble dès lors possible de présenter les intérêts, les limites et les règles pratiques de l'étirement (Magnusson & al., 2000).

3.1. Intérêt de l'étirement dans la pratique des activités physiques et sportives.

L'intégration des étirements dans les activités physiques et sportives est fonction du type de pratique, selon que nous nous situons dans un sport de maintien ou de compétition. Les objectifs peuvent donc être divers.

Traditionnel pour les personnes sédentaires, le stretching a pour objectif de maintenir une souplesse et une mobilité qui soit en relation avec la vie ou l'activité que nous pratiquons au quotidien. A ce titre, il est affirmé dans la littérature que le manque de souplesse articulaire entraîne inévitablement une augmentation de la dépense énergétique musculaire. Une bonne souplesse générale est donc un élément important de la condition physique du sujet, et contribue à son bien-être au quotidien.

De performance pour les sportifs, il est vrai que l'amélioration de la souplesse statique, dynamique et même spécifique (en fonction des objectifs d'entraînement et de la discipline pratiquée) permet de réaliser avec efficacité les gestes techniques et les mouvements (Lakie & Robson, 1988)

A partir de ces différents objectifs et orientations donnés aux étirements, il est possible de définir et de préciser les facteurs qui les crédibilisent vis-à-vis des pratiquants et ceux qui limitent leur usage dans la pratique des activités physiques et sportive.

3.2. Les facteurs et limites influençant le stretching.

Les multiples interrogations sur le bien-fondé 115900 du stretching dans la pratique des activités physiques et sportives depuis une dizaine d'années ont poussé les hommes de science et les techniciens à passer les différentes techniques du stretching au crible de l'expérimentation tant de terrain que de laboratoire, et d'analyser objectivement les résultats afin de mettre en évidence les réels effets tant positifs que négatifs des étirements, ainsi que d'en tirer les conclusions pratiques que nous devons en tirer, les facteurs limitant du stretching dans la pratique des activités physiques et sportives sont de plusieurs ordres : les facteurs anatomiques et mécaniques, les facteurs neurophysiologiques, les autres facteurs d'influence.

Les limites anatomiques et mécaniques tiennent : au type d'articulation , au tissu conjonctif, aux éléments de contention articulaires et à la trame de soutien et d'attache des muscles (Christophe , 2001) .

- **type d'articulation** : La première limite du stretching est le type d'articulation que l'on souhaite mobiliser. Nous savons que la configuration de l'individu est déterminée génétiquement. Une grande part de la variabilité interindividuelle est donc due à ce facteur (par exemple le taux de recouvrement de la tête fémorale par la cavité cotyloïde dans laquelle elle s'insère au niveau du bassin, l'angle entre la tête et le corps fémoral, etc...) . par ces analyses, nous pouvons affirmer que le type d'articulation influence fondamentalement la pratique du stretching. En effet, selon le type d'articulation et son degré de liberté, l'amplitude maximale du mouvement varie. Il existe donc une limite anatomique à la flexibilité. La part génétique est ainsi importante pour expliquer les différences interindividuelles (Cometti, 2004).

- **Tissu conjonctif** : Le tissu conjonctif est le deuxième facteur limitant du stretching. C'est le principal constituant des éléments de contention de l'articulation (capsule et ligaments), des différentes enveloppes (fascias) donnant sa forme au muscle et des attaches qui lui permettent de se fixer aux os (tendons). Il est essentiellement constitué de fibres de collagène très résistantes à la déformation (dans notre cas l'allongement).

Le tissu conjonctif se trouve en grande quantité dans les capsules articulaires et les muscle. Ce sont donc eux qui vont présenter la plus grande résistance à l'allongement du muscle, par ailleurs, la nature des autres constituants entrant dans leur composition (notamment la présence de tissus nerveux dans le muscle) explique le fait qu'il faille utiliser deux types de techniques pour les mobiliser.

Les ligaments et tendons sont de nature très similaire au niveau de leur constitution en collagène. En effet, une fois déshydraté, 70% à 80% du poids sec sont du collagène de type I. Pourtant, ils diffèrent quand à leur résistance relative car l'architecture de leur collagène est directement liée aux contraintes mécaniques qu'ils subissent.

Dans les tendons qui sont essentiellement soumis à des forces de traction, les fibres de collagène sont disposées en parallèle, dans la continuité des structures conjonctives présentes dans le muscle.

Dans les ligaments qui subissent des forces pouvant être multidirectionnelles, les fibres sont positionnées dans plusieurs directions : en parallèle, en oblique ou en spirale.

Les données de Johns et Wright (1984) apportent un complément d'information concernant la résistance relative à l'allongement des différentes composantes anatomiques que nous venons d'énumérer par rapport à la résistance totale de l'articulation mobilisée.

Composante anatomique	% de résistance
Capsule articulaire	47%
Muscle	41%
Tendon	10%
Peau	2%

Tableau 1

Décapitait des résistances à l'hongement des différents comparants anatomique par rapport à la résidence articulaire totale, (Philippe, 2006)

De la composante élastique, et donc la vitesse de mobilisation des pièces osseuses durant les mouvements.

Application d'une force à une charge à l'aide du système musculo-tendineux : (1) le système est au repos. Le système est progressivement mis en tension par la composante contractile (CC) entraînant l'allongement de la partie élastique située en série (CES). Une fois atteint son seuil d'allongement maximal (2), la CC qui continue à agir sur la CES peut alors soulever la charge (3) pendant son propre raccourcissement.

Par conséquent, nous pouvons en déduire que toute modification de la raideur du système musculo-squelettique aura des répercussions sur les performances impliquant l'utilisation de la force ou de la puissance musculaire.

La question qu'on se pose est de savoir quels sont les effets du stretching sur les efforts de force et de puissance dans l'activité sportive.

4. Les étirements et exercices de force.

La pratique des étirements au niveau des fléchisseurs plantaires montre que le stretching diminue l'activation EMC et la force contractile du groupe étiré. Cette perte de force est encore présente une heure après l'exercice d'étirement. Même si l'activation musculaire est vite récupérée, la force contractile reste toujours 9 % en dessous de la normale, près de 60 minutes plus tard. (Kokkonen , 2001) a testé l'introduction de deux protocoles de stretching avant les mesures de la force maximale des extenseurs et fléchisseurs du genou. Il s'agissait du stretching passif et du stretching balistique. Dans les deux cas, il a constaté une diminution de la force produite après étirements, comparativement au groupe témoin sans étirements. L'auteur conclut que l'introduction d'exercices de stretching avant les compétitions exigeant une participation d'un important niveau de force est à déconseiller.

4.1. Le stretching peut provoquer la diminution de la force à court terme.

Plusieurs auteurs ont montré la baisse de la performance après des étirements dans des situations sportives différentes, (Kokkonen, 2001 ; Sand, 2003), ont montré que les étirements statiques diminuent la force excentrique de 7 %, mais

selon eux, ni les étirements balistiques, ni les étirements statiques ne jouent sur la force concentrique. Ce dernier constat est tout de même contredit par d'autres études. En effet, des études récentes montrent que les étirements statiques ne baissent pas le niveau de force, et que la réalisation des étirements balistiques pouvait même augmenter le niveau de force (Yamaguchi & Ishii, 2005). Quant à eux, ils ont montré que les étirements statiques permettaient une augmentation de la souplesse de 16 %, alors que la force correspondant à 1 RM diminuait de 7,3 %, en flexion, et de 8,3 % en extension. (Fowles & al., 2000), montrent la même chose avec des étirements passifs très longs (135 s). Ils ont noté que la contraction musculaire volontaire avait diminué de 25 % avec une durée de 1 h. Cette assertion est confirmée par une étude de Moller M, (1985), qui ont eux aussi noté une augmentation de compliance du complexe musculo-tendineux pendant une durée de 90 minutes après une séance d'étirement.

Les mêmes phénomènes ont également été observés au niveau de la force musculaire concentrique mesurée après une séance d'étirement de type balistique. Mais l'effet de l'étirement serait d'autant plus important sur la performance que celle-ci implique des contractions à vitesse faible. En revanche, si celles-ci sont réalisées à des vitesses plus élevées, les effets négatifs des étirements auraient un impact moins important (Nelson, 2001).

4.2. Le stretching participe à l'augmentation de la force à long terme.

L'utilisation de certains types d'étirement pourrait augmenter les indices de force. En effet, (Handel, 1997) observent chez des sujets au cours d'un entraînement incluant des étirements réguliers de type contracté-relâché une amélioration du moment de force maximale de 21,6 %, et une augmentation de la production de la force maximale de 12,6 %. Il faut noter que des étirements couplés à des contractions correspondent à de véritables efforts excentriques. Par ailleurs, il est affirmé que le nombre de sarcomères augmente rapidement après un entraînement excentrique. Le temps de latence étant de 6-7 jours avant de percevoir les effets (Proske & Morgan, 2000)

Si on veut augmenter la force et la flexibilité musculaire après un entraînement en musculation, il est conseillé d'utiliser des étirements mixtes de type statique dynamique. (Coutinho, 2004) confirment le fait que les étirements passifs peuvent avoir des effets hypertrophiques, même sans immobilisation chronique en allongement. Rappelle par ailleurs que garder les étirements dans une séance de musculation permet un gain de force supérieur à une séance sans étirement.

4.3. Étirements et puissance musculaire.

Lors d'exercices de puissance (sauts verticaux), la performance est dégradée dans la période qui suit l'étirement par rapport au groupe qui ne réalise aucun étirement. L'utilisation de la technique PNF (facilitation neuromusculaire proprioceptive) a provoqué la plus importante réduction de performance dans le saut vertical subséquent (Connelly, 2003).

L'étude de Butler & al., (1978) démontre que l'étirement prolongé d'un groupe musculaire diminue l'activation et la force contractile, et réduit la force maximale isométrique du groupe musculaire jusqu'à une heure après l'étirement (-28 % immédiatement après l'étirement ; -9 % une heure après). Cette réduction

de force est également observée lors d'exercices de force maximale concentrique précédés d'étirements (Cavagna, 1968).

5. Les étirements et le sprint.

Des études récentes ont mis en évidence les effets négatifs du stretching sur la performance de sprint. En effet, des athlètes ont été enrôlés dans une étude expérimentale. À l'issue d'une pratique d'étirements de quinze minutes, ils devaient effectuer des sprints de 40 mètres. Leur temps de course a augmenté de 0,14 seconde alors que le groupe contrôle n'a pas modifié son temps de course.

Les effets néfastes des étirements seraient fonction de la vitesse de mouvement. (Cometti, 2004) n'ont noté dans leurs études aucune différence de force pour les vitesses angulaires de 2,62 ; 3,67 ; et 4,71 rads/s ; alors que la force était significativement plus petite pour les vitesses de mouvement exécutées à 1,57 (- 4,5 %) et 1,05 (- 7,2 %) rads/s. En revanche, ils n'ont noté aucune influence des étirements sur le pic de force en fonction de l'angle angulaire.

Ainsi, l'effet des étirements serait d'autant plus important sur la performance que celle-ci implique des contractions à vitesse faible. À l'inverse, si les contractions sont réalisées à vitesses élevées, les effets négatifs des étirements auraient un impact moins important, ou du moins non mesurables avec les moyens dont disposent les scientifiques actuellement.

5.1. Augmentation de l'efficacité du geste et/ou de l'amplitude du mouvement.

Cette amélioration s'opère tant au niveau de la technique que de la puissance musculaire. En effet, lorsqu'un muscle est étiré par le travail de son antagoniste, il emmagasine de l'énergie élastique particulièrement dans les composantes élastiques séries. L'énergie est par la suite restituée lors de sa contraction (Churc, 2001). Ce phénomène est connu sous le nom de cycle étirement-détente. Une plus grande amplitude d'étirement permet donc d'obtenir un plus grand stockage d'énergie élastique, et par là même une contraction musculaire plus intense (McHugh, 1999). Ce principe joue à chaque fois que l'on effectue un saut vertical en faisant une flexion du membre inférieur avant de pousser sur le sol.

5.2. Diminution des risques de blessure.

Le stretching est une technique permettant d'éviter les blessures qui pourraient être occasionnées par le geste et le mouvement du sportif. Grâce à une grande mobilité articulaire, les muscles et les tendons seront sollicités en deçà de leur amplitude d'étirement maximale fonctionnelle, et seront moins sujets aux dommages. De même, cette mobilité limite l'apparition des courbatures en faisant en sorte d'avoir des muscles moins « raides », c'est-à-dire susceptibles de supporter de fortes tensions lors du travail excentrique, dont nous savons qu'il est à l'origine de ces courbatures (Magnusson, 1997). Cela implique que les personnes moins raides sont capables de réaliser des exercices d'une plus grande intensité ou d'une plus grande durée durant les jours qui suivent une séance ayant provoqué des courbatures.

Néanmoins, une trop grande laxité de l'articulation peut survenir si l'entraînement de souplesse est mal mené. Il peut alors provoquer l'effet inverse, à savoir un affaiblissement de la stabilité de l'articulation, qui sera sujette alors à des pathologies.

Des études récentes ont montré un effet négatif du stretching effectué avant un exercice sur la performance sportive. Ces effets négatifs influencent la performance dans les épreuves de vitesse (économie de course) dans le domaine de la force et en particulier dans les sauts.

Les étirements diminuent la vitesse, la force et la puissance musculaires.

La première étude à avoir tenté de répondre à cette question est celle de Vries (1963). Il a étudié l'effet des étirements sur le temps de course d'une épreuve de vitesse sur 100 m. Les résultats recueillis sur quatre sujets ont montré que les étirements réalisés avant l'épreuve avaient un impact négatif sur le temps aux 100 m. Depuis cette étude pilote, de nombreux chercheurs se sont penchés sur l'intérêt des étirements avant les exercices physiques. Ils ont pour cela mesuré les niveaux de production de force et/ou de puissance dans différentes conditions (isométrique, iso cinétique, dynamique) mais aussi les variations de la performance elle-même. Les résultats les plus marquants sont issus de publications parues principalement ces cinq dernières années : (Cornwell, 2002) que nous pouvons résumer dans les points suivants.

5.3. Stretching de qualité et de détente.

La performance en détente est diminuée significativement après introduction des exercices de stretching au cours d'un échauffement précédant des exercices de sauts. La détente verticale est diminuée de près de 4 %. En comparant différents protocoles d'échauffement tels qu'échauffement général seul, échauffement et stretching statique, échauffement et étirements avec contractions préalables (PNF) les performances en sous-verticaux ont baissé de manière significative. Il est donc déconseillé d'utiliser ces techniques au cours d'échauffement. Face à ce tableau négatif des effets immédiats des étirements sur le muscle, il serait injuste de ne pas aborder les adaptations à long terme sur la performance, suite à un entraînement incluant des étirements réguliers.

5.4. Effets à long terme sur la performance.

Nous avons vu, dans les expériences citées, qu'il y avait augmentation de l'amplitude articulaire immédiatement après les étirements. Cette augmentation est également présente à plus long terme (Cleim & Mchugh, 1997) et (Guissard, 2000) Par exemple, à l'issue d'un programme d'entraînement de huit semaines comportant des étirements unilatéraux (contracter-relâcher), (Handel , 1997) ont observé chez leurs sujets une amélioration de la souplesse active et passive (jusqu'à 6,3 degrés d'amplitude maximale de mouvement). Plus important, ils ont également rapporté une amélioration des moments de force maximale (jusqu'à 21,6 %) et de production de travail (jusqu'à 12,9%) musculaire essentiellement dans les phases excentriques, celles où la tension est principalement supportée par les structures élastiques du fait que les sarcomères sont étirés au-delà de leur longueur de repos et donc se trouvent sur la courbe descendante. Les étirements auraient donc des effets bénéfiques à long terme sur les capacités de restitution d'énergie élastique, et donc pour les exercices impliquant la puissance musculaire. A plus long terme, les étirements sont importants car il a été démontré que les muscles les plus raides étaient aussi les plus susceptibles d'avoir des courbatures. En entretenant un certain niveau d'élasticité, les étirements auraient un effet bénéfique permettant de limiter l'apparition des courbatures grâce aux modifications du comportement du muscle lors des

exercices excentriques, dont nous savons qu'ils sont les principaux responsables de ce traumatisme musculaire (Lieber & Friden, 2002). En permettant à celui-ci de s'allonger plus facilement (du fait d'une raideur plus faible), ils l'empêchent de subir de trop fortes tensions (grâce à une plus grande compliance) permettant ainsi de moins subir de déformation par suite des tensions qui s'exercent alors au sein du muscle (Wessel, 1994).

Conclusion :

Les différentes interrogations et critique sur les conceptions et même les habitudes de la pratique du stretching dans les activités physiques et sportives, sont aujourd'hui analysées avec objectivité dans des expériences de terrain et de laboratoire. L'une des vocations de la recherche est de questionner les croyances de longue durée, les mythes et les traditions. Les résultats qui portent sur les effets et les conséquences du stretching ainsi que sur les conditions de l'exécution dans les activités sportives semblent devoir bousculer les habitudes de tous les pratiquants du monde sportif.

A l'heure actuelle, certaines pratiques de terrain n'ont toujours pas été validées par des études scientifiques ou nous comparons de façon objective deux groupes d'individus dont l'un sert de groupe contrôle pour vérifier les effets réels de telle ou telle technique. Les étirements n'échappent pas à cet état de fait. D'aucun les considère comme efficaces en ne s'appuyant que sur des connaissances a priori et sur des idées reçues ou transmises dans ou hors des circuits de formation soit par les entraîneurs, soit par les sportifs eux-mêmes (résultat d'une mauvaise formation, d'une désinformation ou de l'absence de remise en cause de ses propres compétences et connaissances). Ces croyances ne font que freiner la diffusion ou l'utilisation de techniques d'entraînement qui vont à l'opposé de ce qui est actuellement fait sur le terrain et dont l'efficacité a pourtant été démontrée objectivement. Aujourd'hui encore, la spéculation triomphe sur les données.

Les étirements entraînent une diminution du tonus musculaire à court terme, cela dépend aussi de l'amplitude de l'étirement, et provoque une baisse de la raideur musculaire à court terme, mais plus le temps de relâchement entre les étirements est élevé, plus la raideur musculaire augmente, les étirements ont aussi un effet relaxant sur le muscle et l'organisme du sportif grâce aux ondes cérébrales, il faut d'étirer les muscles pendant une durée de huit à dix secondes, avec peu répétition plutôt que de faire de étirements longs, qui occasionnant un garrot musculaire, il fondrait aussi de temps en temps s'étirer à froid, afin de faciliter la mise en tension de certaines structures.

Références bibliographiques.

- Cornwell, A., Nelson, A.G. & Sidaway, B. (2002). Actual effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 86, 428-434.
- Cometti G., (2004). Le limite du stretching pour la performance sportive, parti 1 : dijon .26-28.
- Coutinho, E.L., Gomes, A.R.S., França, C.N. & Salvini, T.F. (2002). A new model for the immobilization of the rat hind limb. *Brazilian J. Med. Biol. Res.*, 35, 1329-1332.
- Fowles, J.R., Sale, D.G. & MacDougall, J.D. (200). Reduced strength after passive stretch of human plantarflexors. *J. Applied Physiol.*, 89, 1179-1188.

- Gleim, G.W. & McHugh, M.P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Med*, 24(5), 289-299.
- Guissard, N., Duchateau, J. & Hainault, K. (2001). Mechanism of decreased motoneuron excitation during process muscle stretching; *Exp Brain Res*, 137, 163-169.
- Hagbarth, K.E., Kaggglund, J.V., Nordin, M. & Wallin, E.U. (1997). Thixotropic behavior of human finger flexor muscles performance in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 76, 400-408.
- Hufschmidt, A. & Mauriz, K.H. (1985). Chronic transformation of muscle in spasticity: A peripheral contribution to increase tone. *Neurol Neurosurg Psychiatr*, 46, 676-685.
- Kilgore, J.B. & Mobley, B.A. (1991). Additional force during stretch of single frog muscle fibres following tetanus. *Exp Physiol*, 76, 579-588.
- Kokkonen, J. & Lauritzen, S. (1985). Isotonic strength and endurance gains through PNF stretching. *Med Sci Sports Exerc*, 17, 22.
- Kokkonen, J., Nelson, A.G. & Arnall, D.A. (2001). Acute stretching inhibits strength endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), Supplement abstract 53.
- Kjaer, M. (1995). Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil*, 77, 383-384.
- Leraux, P. (2006). Planification et entraînement pour atteindre la performance. Paris : Amphora.
- Proske, V., Moregan, D.L. & Gregory, J.E. (1983). Thixotropy in skeletal muscle spindles: A review. *Prog Neurobiol*, 41, 705-721.
- Veinck, J. (1987). Manuel d'entraînement. Paris : Vigot.
- Wessel, J. & Wan, A. (1994). Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine*, New-York, 4(2), 83-87.