

LES ETIREMENTS

Une approche de l'amélioration de la Mobilité, la souplesse par les étirements.

Ph. MAQUAIRE

Master 2 recherche STAPS

Laboratoire Recherche Littoral en Activités Corporelles & Sportives, (RELACS), ULCO.

1 Introduction.

La problématique soulevée repose sur les limites et bénéfices de la pratique du stretching dans le cadre des activités physiques. Cette approche des étirements à des fins d'augmentation de la mobilité est envisagée dans l'interrelation entre activité physique et santé. Soit le stretching est envisagé comme pratique physique à part entière. Soit, le stretching est intégré partiellement dans les échauffements ou dans les phases de récupération, en fin de séance. Il est dans ce cas considéré comme un outil didactique et pédagogique à visée d'amélioration de la performance ou prophylactique. La méthode est décrite par certains auteurs dans la littérature quant à sa relation directe avec l'efficacité des résultats (versus performance ou préventif au regard des blessures). Nous plaçons nos propos dans un entre-deux éducatif, dans lequel le stretching vise une meilleure connaissance du corps, une amélioration du schéma corporel et par là même ayant une action indirecte sur l'efficacité dans les habiletés motrices, et une approche sportive qualitative au bénéfice de l'intégrité physique.

2 Les étirements : Généralités, définition et investigations

2.1 Définitions

- **La mobilité, selon Jürgen WEINECK**
 - « La mobilité est la capacité et la propriété qu'a le sportif d'exécuter, par lui-même ou avec l'aide de forces extérieures, des mouvements de grande amplitude faisant jouer une ou plusieurs articulations »¹. On donne comme synonyme : la flexibilité, la souplesse. La mobilité articulaire concerne le fonctionnement des articulations, et la capacité d'étirement concerne le système musculo-tendineux ainsi que les cartilages articulaires. Jürgen Weineck cite Frey (1977) et considère que la mobilité articulaire et la capacité d'étirement sont des sous-catégories de la mobilité.
- **La souplesse, selon Mathieu Fourré**
 - La souplesse est une qualité rencontrée sous le nom de *mobilité* ou *flexibilité*, qui « s'exprime par la capacité de réaliser un mouvement requérant une amplitude élevée d'une ou plusieurs articulations »². Elle est la résultante de la longueur des muscles, de la résistance à l'étirement du système musculo-tendineux, et de la force disponible pour mobiliser l'articulation.
- **Les assouplissements**
 - Les assouplissements sont des exercices de mobilisation destinés à améliorer la mobilité articulaire. On peut distinguer des exercices de développement actif et passif de la souplesse (V.N. Platonov, 1984). Les exercices orientés vers le développement de la souplesse sont des mouvements de flexion, d'extension, de rotation de circumductions.
- **Les étirements**
 - 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

¹ Jürgen WEINECK, Manuel d'entraînement, 4^{ème} édition, Editions VIGOT, Novembre 2003.

² Mathieu Fourré, Le karaté, préparation physique & performance, collection entraînement, INSEP Publications, 2003.

systèmes musculaires et tendineux. Ils permettent de « *prévenir et diminuer les accidents musculaires* »³.

Ce court recueil de définition illustre les propos du conférencier à savoir que face : « *à la diversité des productions de certains auteurs, en France, les préparateurs physiques sont de moins en moins enclin à pratiquer le stretching* ». Dès lors, nous proposons de répondre à la question : **Pourquoi la mobilité articulaire est-elle augmentée pendant et suite à l'étirement?** Cette question permettant de répondre à deux volets : **Quelles méthodes utiliser? Quand doit t'on réaliser des étirements?**

A ces fins, il est proposé dans un premier temps un rappel théorique sur les aspects mécaniques et nerveux constaté lorsque le système musculo-tendineux est soumis à l'étirement.

Il faut retenir que c'est la TOTALITE de cette structure musculo-tendineuse qui subit l'allongement. Soit les parties tendineuses, conjonctives, contractiles, aponévrotiques, etc.

3 Aspects théoriques

D'emblée, la mobilité active prévaut sur les autres méthodes, mais le **CRAC (N.GUISSARD) (contraction – relâché – étirement avec contraction de l'agoniste)**, est considéré comme méthode d'étirement active présentant des intérêts incontournables.

Avant de présenter les diverses méthodes d'étirement et leurs répercussions sur le système musculo-tendineux, un rappel des ASPECTS THEORIQUES et proposé en début de communication.

3.1 Structure et fonctions des muscles squelettiques

Les muscles squelettiques composés de plusieurs sortes de tissus ont pour fonction principale, en se contractant, de transformer de l'énergie chimique en énergie mécanique. L'élément de base du tissu musculaire est la fibre musculaire qui est une cellule cylindrique, allongée.

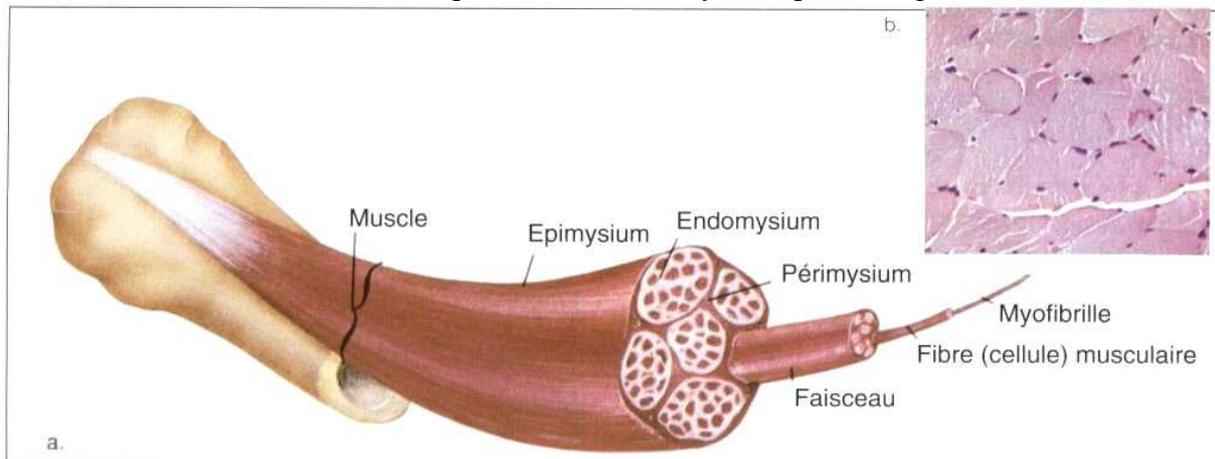


Figure 1. Structure du muscle strié squelettique

La cellule (ou indifféremment *fibre*) est composée de différents éléments :

- **Un sarcolemme**, membrane cellulaire qui entoure la fibre. *C'est un élément possédant des propriétés élastiques*
- **Un sarcoplasme** qui se trouve au dessous du sarcolemme. C'est le cytoplasme de la cellule qui contient des myofibrilles. Ces dernières contiennent des protéines contractiles appelées ainsi pour leur capacité à se contracter.
- **Les myofibrilles (ou sarcostyles)** sont des successions de sarcomères reliés les uns aux autres. Dans une cellule, de nombreuses myofibrilles se retrouvent empaquetées en parallèle. Au sein du muscle, les paquets de fibres sont intégrés dans du tissu conjonctif. La myofibrille ne possède pas d'innervation propre et ne peut donc être activée isolément.

³ Dr G. Pasquer & coll, échauffement du sportif, éditions Amphora, juin 2004.

- **Le sarcomère**, entité mécanique élémentaire du muscle ou « moteur élémentaire ». IL contient des protéines contractiles telle que *les filaments dits primaires de myosine*, et des éléments contractiles élastiques (filaments d'actine). Les filaments de myosine sont associés à un filament fin, *la titine*. Localisés sur *le filament dit secondaire d'actine*, on identifie deux autres types de protéines qui régulent le processus de la contraction musculaire : la troponine et la tropomyosine. Les filaments d'actine sont fixés sur la ligne Z, « *ou peut-être même participent à sa formation* »¹.

Ces fibres musculaires possèdent des propriétés :

- **La contractilité**, elles ont la capacité de se raccourcir,
- **L'extensibilité**, elles peuvent se laisser étirer,
- **L'élasticité**, elles ont la capacité à revenir à leur état initial après les phases précédentes (contraction ou étirement)
- **L'excitabilité**, elles peuvent réagir à des stimulations nerveuses

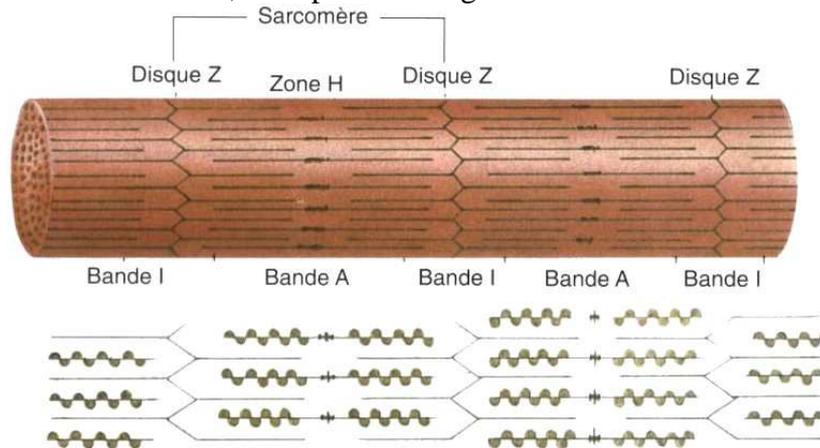


Figure 2. L'unité fonctionnelle d'une myofibrille est le sarcomère

3.2 La mécanique musculaire : la contractilité et l'extensibilité

Précisons qu'une approche de la recherche de gain de mobilité peut se calquer sur l'approche que l'on peut avoir de la recherche de Force. Ceci, sur les aspects méthodologiques et leurs justifications.

Les sarcomères transmettent la force qu'ils ont développée au travers des structures élastiques et intramusculaires, aux tendons et au squelette. Font partie des éléments élastiques :

- Les ponts transversaux de myosine,
- Les filaments d'actine
- Les insertions tendineuses,

Ces éléments agissent **simultanément** comme des éléments élastiques en parallèle et comme des éléments élastiques en série. Lorsque les filaments d'actine sont tirés vers le centre et entre les filaments de myosine au moment de **la contraction**, les éléments élastiques sont tendus.

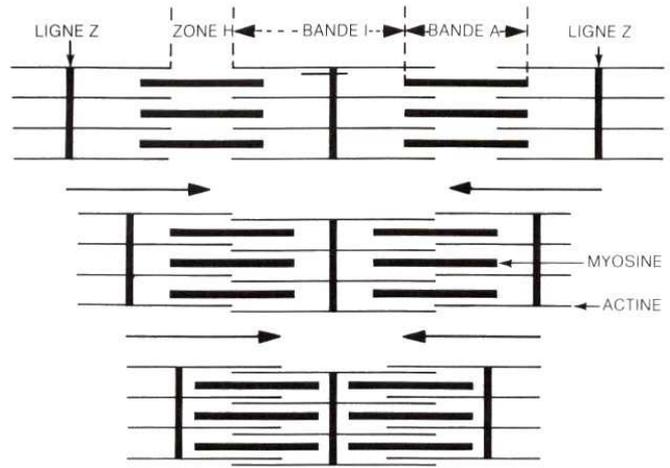
Lors de **la contraction musculaire**, si la résistance externe dépasse la force du muscle, un **ÉTIREMENT** de celui-ci se produit (contraction excentrique). « *C'est pourquoi on peut considérer que le terme de contraction musculaire est souvent interprété de façon erronée en ne faisant référence qu'à la contraction concentrique...* »ⁱⁱ.

Une habileté sportive est souvent le résultat d'une combinaison de plusieurs types de contraction. On ne peut donc réduire une technique sportive à un type de contraction.

Lorsqu'un muscle se contracte, son antagoniste s'allonge. Cette phase s'associe à un étirement et peut être frénatrice. Les éléments élastiques s'allongent et se mettent en tension (cf.fig.6). ON parle alors de contraction anisométrique excentrique.

A l'état de repos, les filaments épais de myosine situés au centre du sarcomère se chevauchent avec les filaments fins d'actine que sur une petite distance. Ces filaments d'actine partent des lignes Z et s'orientent vers le centre.

Figure 3. Disposition des filaments d'actine et de myosine au repos et au cours de la contraction



Glissement des filaments fins et épais au cours de la contraction

L'**extensibilité** est constatée lorsque le muscle est en position « allongée ». Le muscle possède des caractéristiques : contractilité, élasticité, extensibilité, excitabilité (§.1.1.1). Ce sont les enveloppes de collagène qui possèdent leur caractéristique élastique propre. Le muscle, en lui-même n'a pas cette caractéristique élastique. Il est extensible, mais ne prend pas systématiquement sa longueur initiale. L'extensibilité est obtenue lorsque le muscle est étiré. Ces étirements font donc appel à un travail excentrique qui peut être freinateur, ou non freiné.

Protégée par ce dispositif conjonctif, la fibre musculaire présente des limites d'extensibilités. Selon VIEL & ESNAULTⁱⁱⁱ, le muscle peut se laisser étirer entre 130% et 150% de sa longueur de repos. Les ischios jambiers, freinateurs dans le cadre d'un travail en contraction excentrique atteignent des valeurs inférieures (120 à 130%) de la longueur de repos. C'est la structure même du muscle, (chargée en fibres de collagène) qui lui confère ce rôle freinateur et non son activité contractile. On parle alors de raideur utile. Ces auteurs s'interrogent sur l'utilité d'étirer ces muscles que l'entraînement rend raide. Il serait judicieux pour des muscles possédant une raideur utile au geste sportif de « *rechercher le maximum d'extensibilité dans l'instant, par un exercice bref, qui étirera l'ensemble de la structure conjonctive sans chercher à obtenir une amplitude déraisonnable* ».

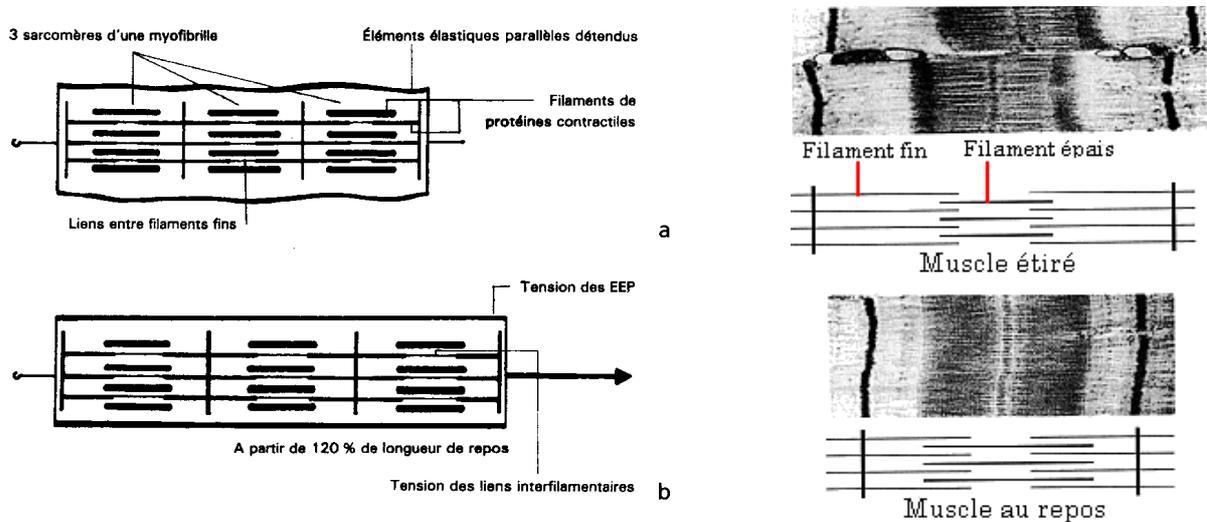


Figure 4. Mise en tension de la structure conjonctive du muscle.

Mise en évidence du glissement des filaments composant le sarcomère par la microscopie électronique à fort grossissement.

On peut observer les modifications de la structure conjonctive du muscle en comparant la figure 3(p6), illustrant la contraction musculaire et la mise en tension (Fig.6, ci-dessus). Les EEP limitent le glissement des filaments d'actine et de myosine.

- a. Le muscle est au repos, les EEP ne sont pas en tension,
- b. Le muscle est étiré, on constate qu'avec un allongement de 20% , les EEP sont sous tension et sont un facteur limitant de l'allongement. Les filaments se tendent, s'opposent à leur désimbrication, et résistent à l'étirement.

Au-delà de ces structures, précisons que « la myosine est maintenue au centre de la myofibrille par des micro filaments appelés titine et connectine. Ces micro filaments sont soumis à l'allongement et ont un rôle dans la tension passive développée lorsque le muscle est mis en étirement. Ils sont responsables d'une résistance ». C'est surtout le tissu conjonctif qui est étiré. Les éléments responsables de la tension passive ne sont sollicités que dans le cas d'**allongement maximaux et durant des périodes longues**. Cela relativise les craintes de certains arguments littéraires opposés à la pratique du stretching.

Les renseignements sensitifs liés à la contraction ou à l'allongement du muscle sont transmis au système musculo-tendineux. Les sensations sont recueillies par :

- Les muscles, lors de toute modification de longueur enregistrée au niveau des fuseaux neuromusculaires,
- Les tendons, qui enregistrent l'intensité de la traction au niveau des Organes tendineux de Golgi,
- Les capsules et ligaments.

3.3 Les autres éléments de l'appareil locomoteur

3.3.1 Les tendons

Le tendon a des propriétés viscoélastiques : « sous l'effet d'une contrainte, il subit une déformation instantanée qui augmente progressivement (comportement élastique) suivie d'une déformation qui augmente progressivement (comportement visqueux) »^{iv}. **Plus la traction est longue, plus l'allongement du tendon est potentiellement important.** Le tendon est soumis principalement à des forces de traction, ses fibres de collagène étant disposées dans le prolongement des fibres conjonctives musculaires.

Fonction : Les fibres musculaires se rejoignent à leurs extrémités pour former des fibres tendineuses ou **tendons**. Du fait de l'organisation longitudinale de ses fibres dans son axe, le tendon résiste aux forces qui s'exercent selon l'axe de ces fibres. Il possède peu de capacité de cicatrisation du fait de sa faible vascularisation. C'est une caractéristique à prendre en compte dans *le traitement des blessures du tendon*. Le tendon a pour fonction de lier et stabiliser les articulations. Le tendon ne produit pas de mouvement, mais participe passivement au mouvement. La jonction musculaire s'établit avec les fibres par les lignes Z. Du côté tendineux (partie reliée à l'os), ce sont des fibres de nature fibrillaire qui le relie au squelette. La fonction du tendon est de transmettre au squelette les forces générées par les différentes contractions musculaires.

Composition : les tendons sont très peu vascularisés. Ils sont composés principalement de fibres de collagène, d'eau et d'élastine (protéine élastique). Ces fibres de collagène sont très résistantes à la déformation.

Jonction ostéo-musculaire : Chaque tendon est entouré d'une gaine de protection des fibres tendineuses qui facilitent leur glissement. Du côté musculaire, elle se prolonge jusqu'au péricymium. Du côté osseux, elle se prolonge jusqu'au périoste (jonction ostéo-tendineuse). On passe à ce niveau d'une formation de collagène à une formation plus minéralisée, qui modifie les propriétés mécaniques par augmentation de la **raideur**.

3.3.2 Propriocepteurs sensibles à l'allongement

L'organe tendineux de GOLGI : A la jonction tendon- muscle se trouve les *organes tendineux de golgi* (O.T.G). C'est un organe proprioceptif informant le système nerveux central sur l'état de tension du muscle et renseigne l'individu inconsciemment sur les perceptions kinesthésiques*. Ces organes sont constitués de faisceaux de fibres collagènes qui relient les terminaisons tendineuses de quelques fibres musculaires appartenant à différentes unités motrices. Ils sont innervés et permettent la transmission d'informations à la moelle épinière.

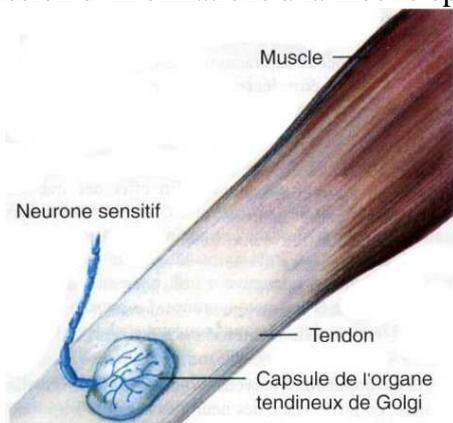
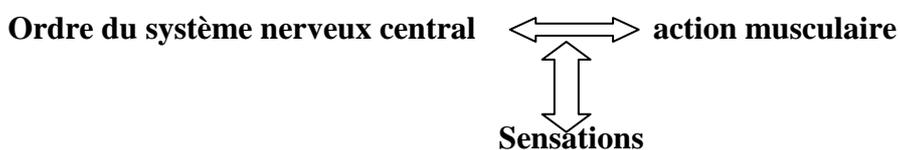


Figure 5. L'organe tendineux de Golgi

Les O.T.G sont sensibles à la tension musculaire. Si cette tension augmente trop brusquement (en intensité et/ou en rapidité), les O.T.G inhibent cette tension par l'envoi d'un signal de contraction du muscle agoniste. Cette interaction permet le réglage de la tension mécanique à l'intérieur d'un muscle squelettique. C'est le **réflexe myotatique inverse** qui permet, en produisant le relâchement musculaire, de protéger les muscles, les tendons, les lames tendineuses, les jonctions myotendineuses de trop fortes tensions qui pourraient affecter leur intégrité.

3.3.3 Action des fuseaux neuromusculaires

Les fuseaux neuromusculaires (FNM) sont sensibles à la variation de longueur du muscle, que ce soit dans le cadre d'un raccourcissement (contraction concentrique) ou un allongement (étirement ou contraction excentrique). Les FNM répondent à l'étirement, et retiennent le muscle lors du raccourcissement pour qu'il se conforme à une nouvelle position, le muscle ajuste ainsi automatiquement sa longueur en toutes situations.



| | | | | |
|--------|---------------------|--|--|--|
| Muscle | Fuseau neuro moteur | Sensibilité à la longueur Etirement - allongement | Localisé dans la fibre musculaire | Ajustement de la tension à la longueur |
| Tendon | Organe de Golgi | Sensibilité à la tension Etirement passif Tension de la contraction | Localisé dans la jonction myo-tendineuse | Facilitation de la contraction |

L'ordre moteur provoque une tension dans le muscle, appréciée par les FNM au sein du muscle, régulée par les OTG au niveau de la jonction myo-tendineuse.

Deux circuits de contrôle qui surveillent les variations de longueur de la partie contractile des muscles et son influence sur les tendons nous intéressent. Ces circuits régulateurs de la souplesse font intervenir différents éléments du système neuromusculaire : les FNM et les O.T.G

Deux paramètres musculaires sont régulés par le système nerveux : la **longueur** du muscle et la **force** musculaire. Ces régulations se font *en boucle* à partir d'informations issues de capteurs situés dans les muscles et les tendons, et tendent à lui faire retrouver l'*état initial*.

Dès que l'état du muscle varie en longueur, des corrections sont mises en œuvre afin qu'il retrouve sa valeur initiale. S'ajoute à ces variations, des influences intermusculaires et corticales. A la place d'un modèle figé, proposé au départ par les physiologistes, on note désormais que le Système Nerveux Central régule ces paramètres selon les types d'action. Ces circuits sont résumés dans la figure 8 et décrits dans les paragraphes qui suivent.

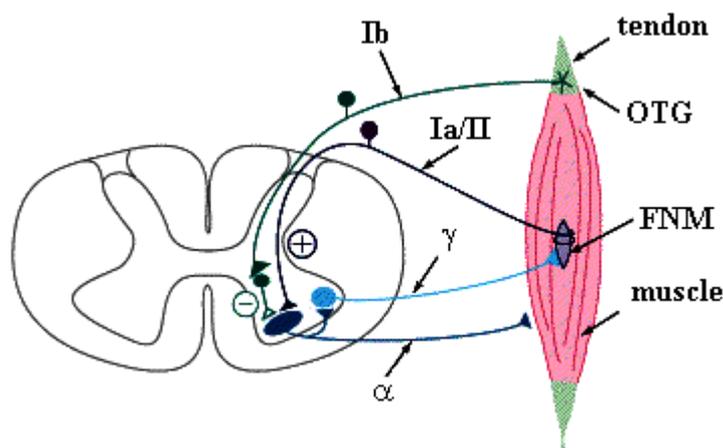
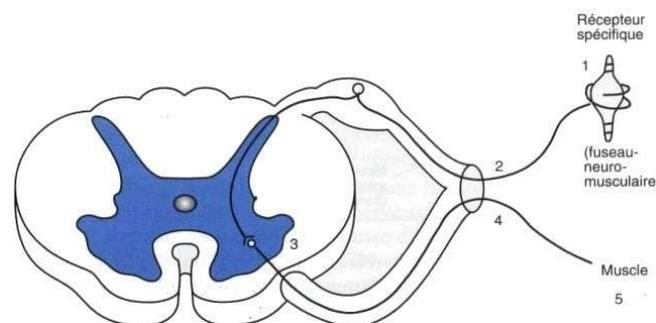


Figure 8 : Circuits réflexes médullaires du système musculo-tendineux

3.3.4 Les réflexes

Les réflexes, sont l'expression la plus simple de l'activité nerveuse. Ils représentent la réponse automatique et prévisible de l'organisme à une excitation externe donnée. Pour fonctionner, l'arc réflexe (figure ci-dessous) doit disposer d'un récepteur spécifique (1), d'un neurone sensitif (2) qui va conduire l'information du récepteur jusqu'à la substance grise de la moelle épinière, d'un centre d'intégration (3) (cela peut être une synapse), d'un neurone moteur (4) pour conduire la réponse du centre nerveux vers la partie du corps qui doit réagir, d'un effecteur (5) (muscle ou glande).



L'étirement passif ou actif d'un muscle provoque une contraction réflexe de celui-ci qui a pour objectif de rendre au muscle sa longueur initiale. C'est le **réflexe myotatique** qui trouve son origine dans les fibres musculaires sensibles, autour desquelles s'enroule le neurone sensitif (2) transporteur des informations vers la moelle épinière. Cette fibre, appelée **fuseau neuromusculaire** (figure 3), est

positionnée **en parallèle** avec les fibres musculaires striées, responsables de la contraction musculaire. Ils permettent d'obtenir deux types d'informations concernant la **longueur du muscle** :

- Sur son **amplitude de variation**,
- Sur sa vitesse de variation.

Sur le plan physiologique, cette boucle myotatique permet d'ajuster la longueur des muscles agonistes et antagonistes. Elle contribue à la **conservation des angles articulaires**. Le **réflexe myotatique**, (*Arc réflexe simple* « Keidel, 1973 », ou *réflexe d'étirement*) met en jeu les fuseaux neuromusculaires et provoque la contraction d'un muscle lorsque ce dernier est étiré subitement. Le réflexe d'étirement est un arc réflexe *monosynaptique* (une seule synapse reliant deux neurones) et *ipsilatéral* (la stimulation et la réponse s'effectuent du même côté). Ce réflexe est constitué par la contraction d'un muscle lorsque ce dernier est étiré subitement.

Cette double innervation agoniste / antagoniste permet de diminuer la tension lorsque celle-ci est trop importante sur un muscle. On observe alors une décontraction réflexe du muscle agoniste. Ces ajustements de longueur protègent les os et les tissus conjonctifs de tensions excessives qu'ils ne pourraient supporter, contre un étirement abusif de ses structures qui pourrait entraîner des lésions

3.4 Mobilité active et mobilité passive

On entend par **mobilité active**, l'amplitude maximale d'une articulation pouvant être obtenue par la contraction des muscles agonistes et l'étirement des antagonistes.

On appelle **mobilité passive** l'amplitude segmentaire maximale que le sportif peut obtenir par l'effet de forces externes, grâce à la capacité d'étirement ou de relâchement des muscles antagonistes.

La mobilité passive est toujours plus grande que la mobilité active.

Soulignons que « la mise en jeu de circuits nerveux inhibiteurs provoque une diminution du tonus musculaire, point fortement décrit. Elle précise que dans le cadre des activités du laboratoire de l'ULB, il a été démontré que cette diminution de tonicité **se limite à la période d'étirement**. Une fois l'étirement (non maximal, sur des durées brèves) terminé, le muscle retrouve son état de tonicité initial. ».

3.4.1 Méthode d'entraînement de la mobilité active

Les étirements actifs consistent en des exercices dynamiques, gymniques. On distingue :

- *Les étirements dynamiques actifs* ou balistiques, qui consistent à répéter des mouvements d'étirement souples et élastiques de type lancers de jambe.
- *Les étirements statiques actifs* par contraction des antagonistes. La position finale est maintenue. Ce type d'étirement a un effet limité car les muscles antagonistes qui se contractent, ne produisent pas une force suffisante pour modifier la longueur du muscle étiré qui constituerait le stimulus d'étirement.

L'avantage de ces étirements actifs résulte des contractions actives des antagonistes. Il y a donc un effet de renforcement. Cette méthode joue un rôle prépondérant dans les sports où la souplesse dynamique est un facteur limitatif. Toutefois, du point de vue des risques des lésions, cette méthode présente aussi des désavantages

3.4.2 Méthode d'entraînement de la mobilité passive

Les étirements passifs : L'application de forces extérieures joue un rôle principal dans les exercices d'étirements passifs. Ils s'effectuent généralement *avec l'aide d'un partenaire* sans que les antagonistes soient renforcés.

Il est souligné par le conférencier que : « lors d'étirements passifs lents, 3 structures sont donc sensibles à l'étirement : **structure conjonctive, structure musculaire, les implications nerveuses** ».

3.4.3 Entraînement de la mobilité par le stretching

Les étirements statiques (stretching) : la méthode consiste à étirer progressivement un muscle et à maintenir la posture de 10 à 60 secondes. Sur le plan physiologique, on cherche à réduire au maximum l'intervention du réflexe d'étirement, ce qui **réduit autant que possible le risque de lésions**. Le stretching permet par ailleurs de mettre à profit les réflexes d'étirements inversés des fuseaux tendineux qui se trouvent à la jonction myotendineuse. Cinq méthodes de stretching se sont imposées selon : SOLVEBORN 1983, WIEMANN 1991, WYDRE en 1993 :

1. allongement passif (maintien des positions extrêmes)
2. contraction – relâchement avec utilisation du mécanisme d'auto inhibition (contraction isométrique – relâchement – étirement)- nb : PNF ou CRE
3. contraction – relâchement avec utilisation du mécanisme d'inhibition réciproque (contraction isométrique des agonistes – relâchement des antagonistes)
4. extension des agonistes avec contraction simultanée des antagonistes
5. combinaison (WYDRA, 1993) Méthode 2 + 4

Entraînement de la mobilité par les étirements activo-dynamiques

Pour C. Geoffroy⁴, **les étirements activo-dynamiques** combinent l'allongement d'un muscle en deçà de sa longueur maximale avec une contraction isométrique, enchaîné avec un relâchement puis un travail dynamique.

1. étirement incomplet
2. contraction isométrique
3. relâchement
4. exercice dynamique sur le muscle à étiré

Notons que dans un geste sportif nécessitant une *souplesse dynamique*, le muscle étiré n'est jamais relâché. Au-delà, son allongement a un rôle **freinateur et stabilisateur** du mouvement.

Intérêts d'un développement optimal de la mobilité.

Les divers avantages d'un développement OPTIMAL (et non maximal !) de la mobilité sont les suivants :

- amélioration quantitative et qualitative optimale de l'exécution du mouvement,
- amélioration optimale des principales formes de sollicitations des facteurs de la condition physique (force, vitesse, endurance)
- prophylaxie des lésions, (une souplesse optimale permet une plus grande élasticité, une plus grande capacité d'étirement et de relâchement des muscles, tendons, ligaments qui participent au mouvement, **elle contribue donc notablement à augmenter la tolérance de charge et améliore la prophylaxie des lésions**)
 - **Mobilité & tonus musculaire** : la capacité d'étirement ou d'allongement musculaire dépend d'une part de la résistance à l'étirement et de la capacité de relâchement du muscle
 - **Mobilité & capacité d'étirement** : la résistance à l'étirement ne provient pas des éléments contractiles des fibres musculaires, mais des éléments de tissu conjonctif (les fuseaux, les enveloppes musculaires).
- **Mobilité en fonction de l'échauffement** : La mobilité est améliorée dans des conditions favorisant l'augmentation de température du corps. La capacité d'étirement des structures élastiques (CE) est améliorée proportionnellement à l'augmentation de la température.

**Il est donc important d'avoir échauffer les muscles préalablement à leur étirement .
Dans une approche sportive, la pratique du stretching devrait devenir un rituel de fin
d'entraînement, comme l'échauffement l'est au début.**

3.4.3.1 Généralités sur les effets des étirements

(voir tableau)

On constate rapidement et durablement un gain de mobilité articulaire. NGUISSARD ET J.DUCHATEAU ne démontrent aucune modification de force.

Ce gain de mobilité provient de :

- Augmentation du nombre de sarcomères (principe de GODSPINK). Controverse à ce sujet, puisqu'il n'y a pas d'augmentation de la force.
- Meilleur glissement des plans aponévrotiques, augmentation de la COMPLIANCE
- orientation fibres collagène plus longuement maintenue dans des postures étirées et variées
- meilleur relâchement musculaire provoqué par :
une prise conscience du schéma corporel et de l'état du tonus musculaire de plus en plus facilitée

On constate simultanément une baisse de tonus musculaire après 20 séances de stretching sans modifications de force mais :

- excitabilité MN α moins sensible
- sensibilité FNM diminuée et compliance musculo-tendineuse légèrement augmentée.

| |
|--------------------------------|
| En guise de conclusion. |
|--------------------------------|

IL existe nombre de controverses sur l'utilisation et les effets des étirements dans le domaine sportif. La distinction et l'appropriation des différents exercices (assouplissements et étirements), ainsi que la connaissance des méthodes (actives & passives) utilisées et des effets qu'elles provoquent démontrent les bienfaits de pratiquer les étirements dans différentes approches .

« De nombreuses vertus ont été attribuées au stretching et en particulier dans le domaine sportif, les croyances ont été à la base de l'Intégration systématique des étirements dans la préparation physique des sportifs. Il s'agit de reconsidérer non pas les techniques mais les conditions d'application dans lesquelles les exercices peuvent être réalisés ».

| <i>Types d'étirements</i> | <i>Passif lent</i> | <i>Actif</i> | <i>Contracté relâché</i> | <i>CRAC Contracté- relâché + étirement avec contraction de l'antagoniste</i> | <i>Tension active d'Esnault</i> |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Effets recherchés | Augmentation de la mobilité articulaire maximale | Augmentation | Augmentation de la mobilité articulaire & Préparation du muscle à l'effort | Méthode qui donne le plus grand gain d'amplitude articulaire Action sur la souplesse ACTIVE | Action sur le tonus musculaire Préparation du muscle à l'effort |
| Méthode | Etirement lent 20secondes * A répéter au moins 3 fois Associer l'étirement à la phase d'étirement Eviter les compensations | Etirement passif avec contraction du muscle antagoniste Eviter les compensations | Placer l'articulation en position extrême Contracter pendant environ 5 secondes Relâché et étirer immédiatement Répéter 2 à 3 fois | Placer l'articulation en position extrême Contracter pendant environ 5 secondes Relâché et étirer immédiatement en contractant Répéter 2 à 3 fois | Placer le muscle en étirement non maximal dans un mouvement lent et conduit |
| Répercussions Neuro physiologiques | Effet rémanant sur la structure conjonctive Circuits inhibiteurs enclenchés Baisse du tonus musculaire pendant l'étirement | circuits nerveux inhibiteurs enclenchés (EP) + inhibition réciproque Baisse du tonus musculaire plus importante qui dure tant que la contraction de l'antagoniste subsiste | Baisse de l'excitabilité du motoneurone , du tonus musculaire aussitôt après la cessation de la contraction Modification de la compliance Etirer IMMEDIATEMENT après la contraction | circuits nerveux inhibiteurs enclenchés lors du Contracté- Relâché + inhibition réciproque Baisse du tonus + importante - très efficace - difficile à réaliser | Rééquilibrage du tonus Actions sur les différentes insertions. |
| Intérêt - contraintes | Facile à réaliser | Difficulté à maintenir la contraction volontaire | Méthode pratique issue de Kabbath (kinésithérapie) Etirer IMMEDIATEMENT après la contraction | Excellente très efficace - difficile à réaliser | Perception des trajets et des différentes tensions musculaires |

Le stretching et ses méthodes...

ⁱ H. MONOD & R. FLANDROIS, in Physiologie du Sport, page 68, 5^{ème} édition, MASSON, 2003.

ⁱⁱ V.BILLAT, Physiologie & méthodologie de l'entraînement, page 46, collection Sciences et pratiques du sport, Ed. De Boeck Université, 1998

ⁱⁱⁱ Eric VIEL & Michèle ESNAULT, page 35.

^{iv} Ch. CORNU (laboratoire motricité, interaction, performance – UFR STAPS Nantes), in Le tendon : un organe transmetteur proprioceptif, S.S.P.P n°5, page 6, Mars 2003.