

## 1er cours Ressources Physiques semestre 2

### Les étirements

Nous avons vu au 1er semestre que la souplesse est une qualité physique importante, l'efficacité dans les gestes sportifs reposant sur un compromis à trouver entre raideur active et compliance (il faut les deux). Il faut à la fois développer au niveau des muscles des qualités de contractibilité efficace, d'élasticité (explosivité / pliométrie) et maintenir l'amplitude, exploiter la longueur des muscles (sarcomères en série), pouvoir faire des mouvements amples.

Concrètement, dans le cadre sportif, la souplesse est entretenue ou développée à des moments plus ou moins long :

- à l'échauffement : avec des étirements plutôt actifs, des mouvements de mobilisation articulaire, des circumductions ou pivots articulaires
- en cours ou à la fin d'une séance où les étirements peuvent être davantage passif et durer plus longtemps
- au cours de séances particulières, séance de stretching ou de développement spécifique de la souplesse (exemple : en gym sportive, en danse...)

La souplesse recouvre donc des pratiques diverses : il faut éclaircir ces différentes techniques, définir ces termes et être clair sur les modalités et les effets recherchés...

#### Première partie : Définitions

Intérêt : être clair sur les termes dans ce domaine de la souplesse

Compliance (terme biomécanique) ou extensibilité d'un muscle : c'est l'inverse de la raideur.

Mobilité : capacité à réaliser un mouvement sur la plus grande amplitude articulaire possible et mobilisable

Souplesse : appelée aussi flexibilité, c'est la disponibilité musculo-articulaire mesurable par l'amplitude des mouvements, des ouvertures et/ou des fermetures segmentaires (AUBERT)

On peut distinguer :

Souplesse passive : amplitude du mouvement ou liberté angulaire maximale, « mobilité » selon Weineck = se situe au niveau articulaire

Souplesse active : au niveau myo-tendineux = gestion du compromis élasticité-tonicité (compromis compliance / raideur)

Éirement : désigne la mise en tension d'une chaîne musculaire autour d'une articulation ou traction sur des chaînes élastiques responsables de l'allongement du muscle (stretching en anglais)

Deuxième définition Étirements : « Ils entretiennent et améliorent la souplesse par action d'allongement et de traction » Neiger/Gosselin

Troisième définition : c'est un moyen (des techniques) de restituer les longueurs, d'entretenir ou d'améliorer la souplesse.

Ces définitions sont intéressantes car montrent :

- qu'étirer suppose une action, une traction minimum : nous verrons que la notion de tension est centrale
- que deux structures différentes sont impliquées : les muscles et les articulations
- il y a plusieurs techniques d'étirement selon les objectifs / effets recherchés

Dans notre cadre : la pratique sportive, nous nous intéresserons essentiellement aux étirements myo-tendineux, donc la souplesse active et ne développerons pas la souplesse articulaire, passive même si nous devons prendre en compte les articulations dans le choix des postures d'étirement.

L'objectif est d'être capable d'être précis et efficace, de faire des étirements analytiques, visant précisément un groupe musculaire, voir un muscle.

Remarque : attention à la différence entre étirement et stretching ; pour nous en Français, le terme stretching correspond à un sens particulier, une technique particulière d'étirements (le stretching devient une activité propre qui est proposée dans des associations...)

Définition stretching : « Gymnastique douce basée sur des étirements des fibres musculaires. », dictionnaire Le Robert.

Conclusion 1<sup>ère</sup> partie :

- importance de la souplesse : si on ne fait rien, tendance « naturelle » à la raideur
- il est important d'en faire régulièrement pour au moins entretenir et si possible gagner en allongement : ce sera le résultat d'un processus d'adaptation des structures concernées
- La notion d'étirement est un terme générique, vaste qui demande précision :
  - connaître sur quoi on peut agir : structures, éléments du corps...
  - faire la différence entre étirements globaux et analytiques avec objectif = être précis sur les muscles ciblés et les effets (pour ne pas faire d'erreurs, voir inverse de l'objectif recherché...)

## Deuxième partie : La physiologie de la souplesse

Introduction : dans une approche biomécanique, on pourrait assimiler le muscle à un élastique.

Les sciences physiques (lois de Newton), nous disent qu'une traction / force externe va provoquer en retour une force / tension interne. On peut en déduire dès lors deux remarques intéressantes :

- il faut une force d'une intensité minimum pour espérer obtenir des effets à l'intérieur de la structure étirée (tension interne)
- il faut une durée minimum pour que les forces agissent

Mais les structures anatomiques concernées sont plurielles et diverses, ne se comportent pas toutes de la même façon, à la même vitesse : elles ont un comportement dynamique et visco-élastique...

Il faut donc aller plus loin, être plus précis, connaître les structures, leur localisation et action (anatomie fonctionnelle) et leur comportement sur le plan physiologique...

Intérêt de cette partie : connaître des structures concernées par la souplesse, les effets des étirements

La souplesse dépend de :

- facteurs internes : individuels,
- anatomiques/génétique
- état psycho
- T° int
- facteurs externes : ambiance (stress)
- moment de la journée

Les structures concernées :

- les muscles et leurs attaches : les tendons
- les articulations
- l'aspect neuro-musculaire, les facteurs nerveux, la commande motrice

Remarque : nous ne traiterons pas les articulations dans notre cadre (voir partie 1)

Rappel semestre 1 : les muscles, fibres musculaires sont :

1. Contractiles (capacité de se raccourcir)
2. Extensibles (capacité d'allongement)
3. Élastiques (capacité à revenir à leur état initial après un étirement ou une contraction)
4. Excitables (capacité à réagir à des stimulations nerveuses)

1- Le système tendon-muscle :

Les étirements seront donc liées aux propriétés du système tendon muscle :

Globalement, celui ci se comporte comme un élastique sur le plan biomécanique : il se laisse allonger en proportion de la traction exercée.

En réaction à la traction se crée une **tension interne active** : c'est en modulant cette dernière, son intensité que se joue la qualité d'un étirement en fonction de son objectif.

Mais un muscle n'est pas un simple élastique : sur le plan physiologique, chaque structure se comporte différemment :

- les tendons sont quasi inextensibles
- les enveloppes un peu plus
- les muscles beaucoup plus

Et les zones entre deux structures : jonction téno-périostée et myo-tendineuse sont fragiles...

Le comportement visco-élastique du système tendon-muscle a été modélisé par Hill : c'est le modèle de Hill qui fait encore référence pour comprendre comment le système réagit

Modèle de Hill : met en évidence trois composants, trois comportements différents à la tension

- la composante contractile (CC) : c'est ce qui correspond aux ponts actine / myosine au sein des sarcomères du muscle
- la composante élastique en série (CES) : correspond aux tendons, aux stries Z et sarcoplasme
- la composante élastique en parallèle (CEP) : correspond aux enveloppes et tissus conjonctifs

Remarque : la CEP n'intervient pas dans les conditions normales du geste sportif

Donc, les structures concernées :

a- Les tendons :

Caractéristique à l'allongement :

- Faible réserve d'allongement global

Cette faible capacité d'extensibilité est due à sa constitution (70% de collagène) et à l'orientation des fibres de collagène.

- Estimée à 3% (voir courbe)

Le tendon se comporte à l'allongement en passant par différentes zones :

- la zone ondulée : 1<sup>er</sup> niveau d'allongement, les molécules restant disposées en « cordage ondulée » de 0 à 1,5 % d'allongement

- la zone linéaire : 2<sup>ème</sup> niveau d'allongement avec les fibres qui s'allonge en une « corde tendue » de 1,5 à 3 % d'allongement
- au-delà de 3 % , c'est la zone de rupture partielle potentielle
- au-delà de 8 % , risque de rupture totale...

Remarque : la zone linéaire correspond à la sollicitation du type pratique sportive alors que la zone ondulée à celle des actions courantes, peu intenses (marche). Cela veut donc dire que dans certaines pratiques sportives, la sollicitation est proche de « micro ruptures » lors d'actions très intense type impulsion / réception de saut...d'où l'intérêt d'être bien échauffé (les tendons sont visco-élastiques) et d'entretenir la souplesse des tendons.

#### b- les fibres musculaires, l'unité contractile des muscles :

A l'inverse des tendons, les myofilaments (ponts actine / myosine) sont très extensibles

Extensibilité estimée entre 20% à 50% de la longueur de repos (voir courbe)

Commentaires de la courbe : de la même façon, le muscle en s'allongeant passe par différentes phases

- phase élastique : phase de faible tension qui comme son nom l'indique (définition du terme élastique) se caractérise par le fait que le muscle reviendra à sa longueur initiale aussitôt l'arrêt de la tension. La phase élastique correspond à la phase de restitution, de simple entretien de la souplesse (étirements de faibles tensions)
- phase plastique : correspond à une traction / tension plus importante provoquant un remaniement moléculaire, donc une modification des structures (définition de plastique) ; le muscle gagne en allongement grâce à une tension importante (objectif de développement, d'amélioration de la souplesse)
- au-delà de cette phase, on rentre dans la phase de rupture partielle...

Le passage d'une phase à l'autre est du domaine du ressenti, c'est la difficulté des étirements : d'où la nécessité d'être à l'écoute de son corps, d'avoir des repères sensitifs sur le plan du degré de tension provoqué...

#### c- les enveloppes conjonctives : ou gaines aponévrotiques

Nous constatons que le muscle est entouré de gaines aponévrotiques de deux types :

- les enveloppes conjonctives externes : aponévroses ou fascias,
- les enveloppes conjonctives internes : épimysium, pérимysium, endomysium, sarcolemme.

En poursuivant plus petit dans la structure, nous distinguons le sarcomère composé de myofilaments épais et fins, filaments de titine, disque Z.

- Plusieurs enveloppes sont donc concernées : celles entourant les muscles, les fibres musculaires et celles à l'intérieur même de ces structures.

- Ces enveloppes sont organisation en mailles des fibres de collagène avec une extensibilité moyenne (plus que le tendon et moins que le tissu contractile)

d- les facteurs nerveux :

- Intervention de l'innervation : motrice et sensitive. Autrement dit, deux aspects à prendre en compte : la commande motrice mais aussi les réflexes activés

Trois types de réflexe sont concernés :

- le réflexe myotatique (RM): lorsqu'il est excité par une tension, allongé, le muscle réagit par contraction (c'est un réflexe de protection pour ne pas se déchirer)

C'est un processus neurologique réflexe qui débute au niveau du muscle. Le rôle du réflexe myotatique est de contrôler les changements « brusque » ou « involontaire » de la longueur du muscle. Ce réflexe d'étirement est possible grâce aux fuseaux neuromusculaires situés dans le muscle.

Le travail d'étirements et d'assouplissements veillera à ne pas activer ce réflexe en procédant par des mobilisations musculaires progressives effectuées à vitesse lente.

- le réflexe d'inhibition réciproque (RIR): Il s'agit d'un processus nerveux qui provoque un relâchement réflexe du muscle antagoniste lorsque le muscle agoniste est contracté.

L'utilisation de ce réflexe dans le cadre du travail de la souplesse consiste à provoquer l'étirement d'un muscle par la contraction lente et progressive de son antagoniste.

- Le réflexe myotatique inverse (ou réflexe tendineux)

Il s'agit d'un réflexe qui est activé quand l'étirement s'amplifie et se prolonge et qui produit une diminution de la résistance à l'allongement du muscle. Les organes tendineux de Golgi présents dans les tendons enregistrent les variations de tension et ont un effet inhibiteur provoquant le relâchement musculaire.

L'utilisation pratique de ce réflexe dans le cadre du travail de la souplesse consiste à réaliser une mise en tension préalable prolongée du muscle pour favoriser son relâchement puis de l'étirer. (contracté / relâché)

Ces trois réflexes seront à prendre en compte dans les modalités et techniques d'étirements.

Par exemple : un étirement brusque va provoquer dans un premier temps une contraction du fait du RM...

e – le sarcoplasme : notion de visco élasticité

Le sarcoplasme est le contenu des muscles = liquides, vaisseaux...

A ce niveau, le muscle se comporte comme une structure visco-élastique (voir semestre 1) : il ya un délai dans la restitution de l'élasticité à cause de l'effet « amortisseur » de ce contenu (voir courbe de l'hystérèse).

Définition viscosité : résistance d'un fluide à sa déformation.

Concrètement, on peut penser à une « pâte à mâcher » : celle-ci est plus ou moins molle et maélable, notamment sous l'effet de la chaleur.

Il en est de même pour les muscles : l'augmentation de la chaleur à l'intérieur d'un muscle diminue la visco-élasticité, c'est-à-dire que le muscle devient plus malléable d'où l'importance de l'échauffement...

#### f- les jonctions entre les structures :

Jonction entre l'os et le tendon (téo-périostée) et entre le muscle et le tendon (myo-tendineuse) : les structures ne réagissant pas de la même façon à l'allongement, les jonctions sont fragiles. Il convient donc d'être prudent et progressif lors des étirements...

#### Conclusions :

Du point de vue du modèle de Hill, la marge d'allongement se situe donc essentiellement au niveau de la CC et de la partie active de la CES, avec pour conséquences :

- l'étirement est lié au niveau de contraction / relâchement musculaire
- certaines techniques jouent sur la contraction de la CC pour obtenir des effets sur la CES (ex : contracté/relâché...)

Autre structure concernée : le contenu des muscles = le sarcoplasme (liquides, vaisseaux...)

A ce niveau, le muscle se comporte comme une structure visco-élastique (voir semestre 1) : il ya un délai dans la restitution de l'élasticité à cause de l'effet « amortisseur » de ce contenu (voir courbe de l'hystérèse)

Enfin, il y a les structures nerveuses qui commandent le degré de contraction / inhibition par voie centrale ou réflexe...

Tout cela devra être pris en compte dans les principes d'exécution des étirements (voir cours 2)

#### Conclusions :

La souplesse est un objectif incontournable : si on ne fait rien, tendance à la raideur (perte de la souplesse « naturelle » des enfants, vieillissement)

Les étirements sont un moyen d'entretenir ou améliorer la souplesse

On peut espérer gagner en allongement si on fait régulièrement par phénomène d'adaptation des structures myo-tendineuses.

Dans le cadre sportif, c'est plus sur ces structures que l'on agit (extensibilité myo-tendineuse) que sur la mobilité articulaire.

### Bibliographie :

- « Les étirements musculaires analytiques manuels ». Editions Maloine, 1998. H. Neiger, P. Gosselin
- « Le guide des étirements du sportif ». Ed. Amphora, collection sport plus, 2005. C. Geoffroy
- « La Préparation physique », partie sur la souplesse, Ed. revue EPS, F. Aubert T. Blancon
- « Manuel d'entraînement », J. Weineck, Ed. Vigot, 1997

### Vidéos à regarder :

La souplesse : les bases neurophysiologiques 1/2

[https://www.youtube.com/watch?v=5hKCZtQFD\\_0&t=109s](https://www.youtube.com/watch?v=5hKCZtQFD_0&t=109s)

La souplesse : les bases neurophysiologiques 2/2

[https://www.youtube.com/watch?v=iPvL\\_ZDcEdY&t=78s](https://www.youtube.com/watch?v=iPvL_ZDcEdY&t=78s)

Le réflexe myotatique :

<https://www.youtube.com/watch?v=Bz7IYgLX6DY>

<https://www.youtube.com/watch?v=WZm37j7DXMI&t=220s>

Le réflexe myotatique inverse :

<https://www.youtube.com/watch?v=8ixdjQncvcc&t=157s>