

# INTÉRÊT ET LIMITES DES ÉTIREMENTS LORS DE LA PRÉPARATION PHYSIQUE DANS LES ACTIVITÉS GYMNiques

## Résumé :

Les étirements font partie intégrante de l'entraînement gymnique. L'intérêt que leur porte les entraîneurs est lié à leurs effets supposés ou avérés sur les muscles (notamment au niveau de leur raideur) et des bienfaits qu'ils pourraient apporter au niveau de la prévention des blessures. Pour autant, il semble que la plupart des recherches sur les effets des étirements sont pour le moins controversées par rapport aux idées qui prévalent dans le milieu sportif et gymnique en particulier. Qu'en est-il exactement ? quels sont les réels bienfaits des étirements ? ont-ils ce rôle préventif qu'on leur attribue volontiers sans même l'avoir vérifié ? Cet article va tenter de répondre à ces questions et d'apporter de nouveaux éclairages quant à l'utilisation et la place des étirements dans l'entraînement. La lecture préalable des articles du même auteur parus dans les *Gym'Technic* n° 35, 39 et 40 aideront à une meilleure compréhension des mécanismes expliqués ci-après.

## Introduction

Les effets physiologiques des étirements sur les muscles et les tendons (ou système musculo-tendineux) peuvent se résumer à deux choses : (\*) diminution de l'activation des motoneurons (baisse du tonus musculaire mais aussi de la possibilité d'activer les muscles) et (\*\*) diminution de la raideur du complexe anatomique musculo-tendineux (plus grande facilité à allonger le muscle et les tendons et donc moins grande résistance passive à l'allongement). Ceci est clairement démontré par l'analyse des effets des techniques d'étirements. On peut donc en conclure que **le principal objectif des étirements est de relâcher et décontracter les muscles.**

Compte-tenu de ces effets, l'utilisation des étirements en fin de séance est tout à fait justifiée car ils participent alors à la récupération post-exercice en diminuant les fortes tensions résiduelles liées à une séance d'entraînement difficile.

Mais qu'en est-il de leur utilisation en début de séance ou dans certaines conditions comme à l'issue d'un entraînement dans lequel on a abordé une nouvelle technique gestuelle ou réalisé une séance de renforcement musculaire comportant un fort pourcentage de travail excentrique (pliométrie, statodynamique, etc.).

Bref, quelles sont les conséquences de leur utilisation au niveau de la performance sportive et de la prévention des blessures ?

## Raideur du système musculo-tendineux et performance

En 1994, Wilson et coll. ont émis l'hypothèse qu'une augmentation de la raideur du système musculo-tendineux permettrait, d'accélérer la vitesse de la transmission des forces aux pièces osseuses et donc la vitesse de mobilisation des segments corporels durant les mouvements. Cela est tout à fait logique. Prenons un exemple. Un seau rempli de sable est posé sur le sol. On accroche à son anse une barre (grande raideur) munie d'un

crochet pour le soulever. Dès que la force de traction vers le haut est appliquée sur le seau, il décolle immédiatement de terre. Au contraire, si on soulève le même seau avec un élastique (faible raideur), la force appliquée ne provoque son élévation qu'au moment où l'élastique est entièrement allongé, c'est-à-dire lorsqu'il a atteint son seuil d'élasticité (maximum de raideur sans pour autant se rompre). Dans ce cas, il y a un certain délai entre le moment d'application de la force et son effet, délai qui n'existe pas dans le premier cas de figure.

Par analogie, on peut dire qu'une différence de raideur musculaire peut influencer la rapidité avec laquelle la force générée sera appliquée aux pièces osseuses et donc la vitesse avec laquelle elles seront mobilisées (Figure 1).

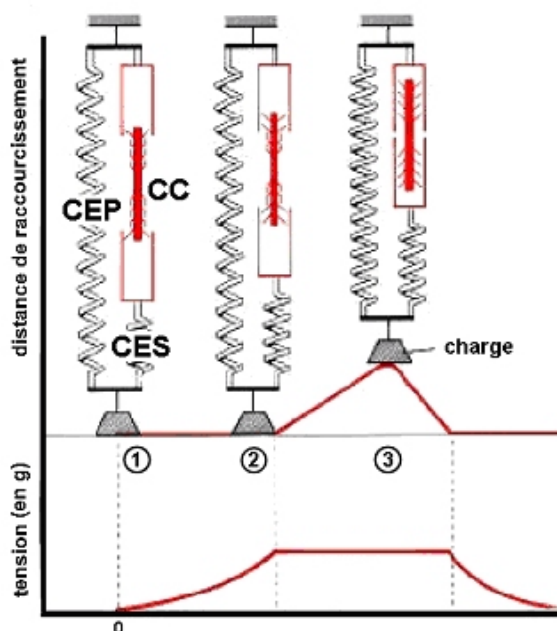


Figure 1 : Application d'une force à une charge à l'aide du système musculo-tendineux. (1) le système est au repos. De (1) à (2), le système est progressivement mis en tension par la composante contractile (CC) entraînant l'allongement de la partie élastique située en série (CES). Une fois atteint son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

Ainsi, une augmentation de raideur (ou diminution de la compliance, ce qui revient au même) permettrait d'améliorer la performance dans les exercices qui impliquent force, vitesse et/ou puissance, c'est-à-dire une très grande majorité de ceux que l'on trouve dans les activités gymniques.

Ces idées trouvent leur corollaire dans les résultats d'expériences menées récemment. En effet, il existe déjà des différences mécaniques et anatomiques entre homme et femme :

- 1) au niveau du comportement viscoélastique du tendon lorsqu'il est soumis à un allongement passif (Kubo et coll., 2003) et ;
- 2) au niveau de la raideur musculaire chez les sujets sédentaires (McHugh et coll., 1999) ;
- 3) au niveau de la grosseur des muscles (plus le muscle est volumineux plus il contient de tissu conjonctif susceptible d'augmenter la raideur passive musculaire) où l'angle que forment les fibres nerveuses avec les lames conjonctives à l'intérieur du muscle (Ichinose et coll., 1998 ; Kanehisa et coll., 1994).

Ces différences pourraient être à l'origine des variations de performance du système musculo-tendineux par les différences de raideur qu'elles impliquent. Par exemple, le tendon de la femme sédentaire est moins raide que celui de son homologue masculin ; il ne permet donc pas des transmissions de forces aux pièces osseuses aussi rapides, d'où les différences de puissance musculaire que l'on peut noter sur le terrain dans certains types d'exercices, notamment pliométriques. Mais, il existe également des résultats qui permettent d'illustrer cette hypothèse en montrant comment l'entraînement peut lui aussi modifier la raideur du système musculo-tendineux et améliorer les performances (e.g., Newton et coll., 1999).

Par conséquent, on peut en conclure que **toute modification de la raideur du système musculo-squelettique aura des répercussions sur les performances impliquant l'utilisation de la force, de la vitesse ou de la puissance musculaire...** autant dire un très grand nombre d'entre elles !

Une question se pose alors : étant donné les effets des étirements qui ont été mis en évidence dans de nombreuses publications, est-ce que leur utilisation lors de l'échauffement ou avant une compétition est justifiée ?

## Petits rappels de physiologie musculaire

### □ Muscle actif

Lorsque le muscle est stimulé, la force « active » qu'il génère est fonction de sa longueur initiale.

Au repos, les sarcomères (unités anatomiques de base composées de protéines contractiles et élastiques que l'on peut assimiler à de petits cylindres disposés en série dans la fibre musculaire) sont à une **longueur optimale**. Elle correspond au maximum de chevauchement que l'on puisse obtenir entre les filaments contractiles d'actine et de myosine dont l'interaction est à l'origine de la production de la force « active ». Le nombre de ponts d'union qui peuvent alors se former entre ces deux molécules est

maximal ; la force « active » est elle aussi maximale (Figure 2A).

À une **longueur plus petite**, la force « active » va diminuer du fait de l'accentuation du chevauchement des filaments d'actine qui laisse de moins en moins de possibilité aux filaments de myosine d'entrer en contact avec eux et donc de générer une tension. On qualifie cette partie de la courbe de « partie ascendante ».

Il en va de même lorsque le sarcomère est placé à une **longueur supérieure** à la longueur optimale : la tension « active » générée va progressivement diminuer car le nombre de sarcomère devient de moins en moins important du fait de l'allongement du sarcomère (qui se traduit par l'éloignement des lignes Z) et de la diminution du nombre de ponts pouvant être créés. Et cela, jusqu'au moment où la longueur du sarcomère est telle qu'aucun pont ne peut être formé et donc aucune tension active ne peut être générée. Cette partie de la courbe est qualifiée de « descendante ».

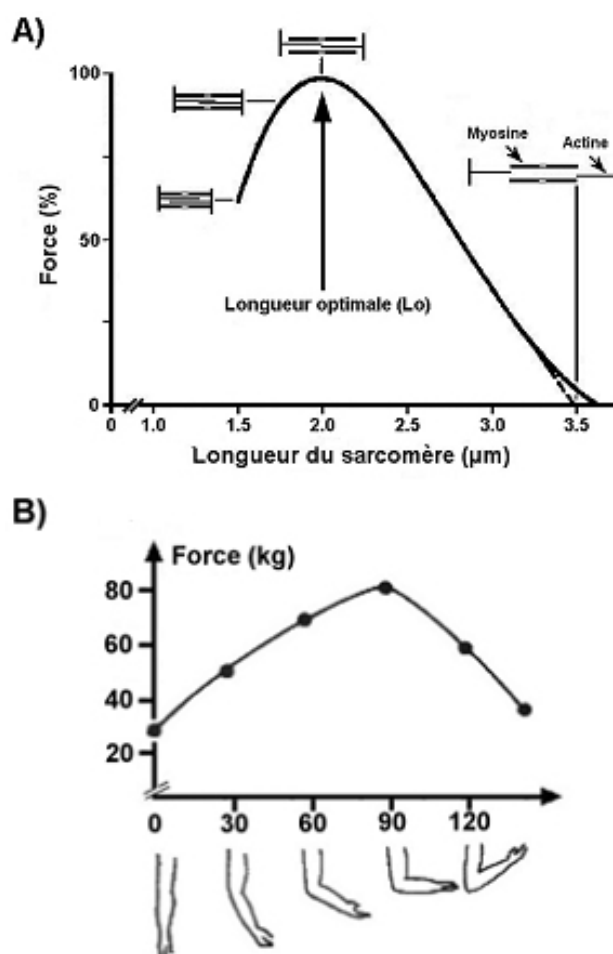


Figure 2 : Tension active en fonction de la longueur du muscle au moment où il est stimulé (A) ou en fonction de l'angle articulaire (B). On note dans les deux cas la présence d'un maximum de force correspondant à l'optimum de chevauchement entre les filaments contractiles d'actine et de myosine. C'est à cette longueur que peuvent se former le maximum de ponts entre l'actine et la myosine.

Cette théorie permet de rendre compte de la variation de force maximale isométrique en fonction de l'angle articulaire (Figure 2B) et de justifier qu'il existe pour chaque muscle un angle optimal auquel il est capable de générer une tension active maximale.

### □ *Muscle passif*

Lorsque le muscle n'est pas stimulé, la force « passive » qu'il génère est fonction de sa longueur d'allongement qui sera toujours supérieure à la longueur de repos. À mesure de l'on tire sur le muscle passif, les structures élastiques, et notamment la connectine qui attache les filaments de myosine aux stries Z (Cf. Gym'Technic n°35), sont progressivement mises en tension jusqu'à ce qu'elles ne puissent plus s'allonger du fait qu'elles ont atteint leur maximum d'élasticité (Figure 3).

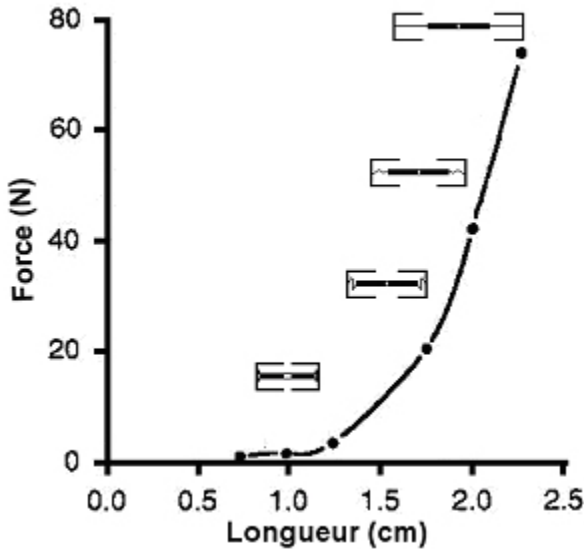


Figure 3 : À mesure que l'on tire sur un muscle passif, les filaments élastiques (surtout ceux attachant la myosine aux stries Z) sont de plus en plus sollicités et génèrent de plus en plus une tension qui s'oppose à l'allongement du muscle.

En résumé, la force totale que peut générer un muscle est donc fonction à la fois de la composante contractile et de la composante élastique (Figure 4). En fonction de sa longueur et de son état (stimulé ou non), l'une et/ou l'autre des deux composantes sera mobilisée entraînant une production de force plus ou moins importante.

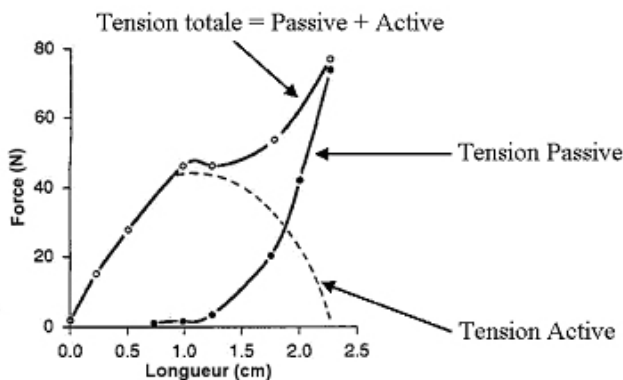


Figure 4 : La Force de tension que peut générer un muscle lorsqu'il est stimulé est fonction de sa longueur initiale. Lorsque celle-ci est inférieure à la longueur de repos, seule les protéines contractiles sont sollicitées. Au-delà de cette même longueur, les protéines contractiles sont mobilisées conjointement aux protéines élastiques qui prennent progressivement le relais à mesure que la longueur d'allongement s'éloigne de la longueur de repos.

## Effets des étirements sur le système musculo-tendineux

### □ *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 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 au 100 m.

Depuis cette étude pilote, de nombreux chercheurs (un peu tardivement malheureusement !) se sont penchés sur la pertinence de faire 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, isocinétique, dynamique), mais aussi les variations de la performance elle-même. Citons quelques uns des résultats rapportés ces 5 dernières années.

- Dans un article publié en 1998, Kokkonen et coll. ont demandé à leurs sujets, après avoir fait un test de souplesse, de suivre une série de 5 étirements statiques passifs des muscles de la hanche, de la cuisse et du mollet. Les étirements étaient maintenus durant 15 s avec des pauses de 15 s entre chaque. Cette série était répétée 3 fois de suite par le sujet seul (étirement statique actif), puis 3 fois de suite avec l'assistance des expérimentateurs (étirement statique passif). Une phase de récupération de 10 min était alors imposée avant de refaire un test de souplesse puis de réaliser un test de force maximale (ou 1RM, charge maximale que l'on ne peut soulever qu'une seule et unique fois) au niveau des muscles du genou. Ils notèrent une amélioration de la souplesse de 16 % (ce qui était l'effet attendu). Mais, plus surprenant, la 1RM diminua de 7,3 % en flexion et de 8,1 % en extension.
- Fowles et coll. (2000) sont arrivés à la même conclusion. Dans leur étude, ils ont demandé à des sujets de réaliser, pendant 30 min, des étirements statiques passifs (135 s), jusqu'au seuil maximal de douleur tolérable par le sujet, entrecoupés de pause (19 s). La contraction volontaire maximale a diminué de plus de 25 % (Figure 5). L'activation des unités motrices et la force contractile diminuèrent pendant les 15 minutes qui suivirent cette session. Pire, la diminution de force musculaire persista une heure après la session. Ces données indiquent que l'étirement prolongé a un effet néfaste sur la force volontaire qui peut durer plus d'UNE HEURE après l'étirement, confirmant les observations de Moller et coll. (1985) qui ont eux aussi noté une augmentation de compliance du complexe musculo-tendineux pendant une durée de 90 minutes après une séance d'étirements.

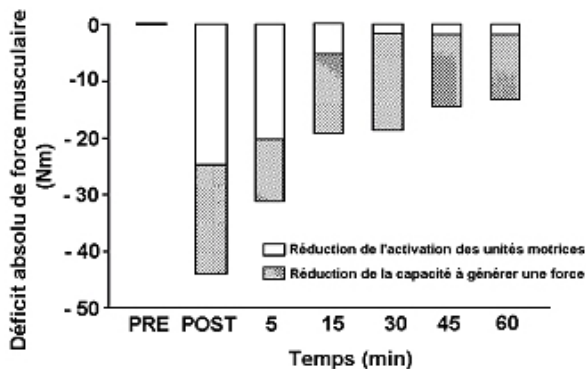


Figure 5 : Estimation des contributions de la diminution d'activation des unités motrices et de la capacité à générer une force au niveau des déficits de contraction maximale volontaire (CMV) après un étirement passif (cumul de 30 min jusqu'à un seuil de douleur tolérable). La CMV diminue de façon significative par rapport à la valeur initiale (PRE). Les valeurs post-étirements restent significativement inférieures aux valeurs initiales pendant AU MOINS une heure (D'après Fowles et coll., 2001).

Il semble néanmoins nécessaire de faire une distinction entre les effets qui s'opèrent sur les facteurs nerveux et ceux qui touchent les facteurs mécaniques dans la mesure où les délais de récupération sont différents pour chacun d'eux.

Ainsi, la tension passive du complexe musculotendineux diminue suite à une série d'étirements ; cela signifie qu'il faudra moins de force externe pour provoquer l'allongement d'un muscle relâché et atteindre un angle articulaire donné, ou encore que la résistance maximale à l'étirement apparaîtra à un angle plus important. Cet effet semble d'autant plus prononcé que l'étirement dure longtemps.

Les mêmes phénomènes ont été également observés au niveau de la force maximale concentrique mesurée après une séance d'étirements de type balistique (Nelson et Kokkonen, 2001). **Par conséquent, quelle que soit la technique utilisée, les effets négatifs sur la performance sont présents.**

- McNeal et Sand (2001) ont fait faire à des gymnastes féminines (niveau national) deux séries de 3 étirements statiques passifs, chacun d'une durée de 15 s (soit une durée totale d'étirements de 3 min) classiquement utilisés sur le terrain (Figure 6), avant de réaliser trois sauts en contre-bas à partir d'une caisse suivi d'une impulsion (également appelé "drop-jump").



Figure 6 : Série de 3 étirements statiques classiquement utilisés sur le terrain, durant 2 x 30 s (soit un total de 3' d'étirements) utilisés par McNeal et Sand (2001, 2003).

Ce type de saut rend compte de la façon dont le cycle étirement-détente est utilisé lors d'un exercice où la puissance musculaire est impliquée. Les auteurs ont noté une diminution de 8 % de la hauteur du saut

(respectivement 0.268 m vs. 0.246 m sans vs avec étirements préalables) selon que l'on plaçait cette série d'étirements ou non avant ce test de puissance. Avec un temps de maintien de 30 s, le temps passé en l'air est diminué de 9,6 %. Ces résultats rejoignent ceux déjà cités de Kokkonen et coll. (1998), mais aussi ceux de Cornwell et coll. (2002) en ce qui concerne la force maximale.

□ **Les effets néfastes des étirements sont fonction de l'angle articulaire**

Il semblerait qu'il y ait une spécificité de ces effets selon l'angle testé pendant la phase post-étirement. Ainsi, Nelson et coll. (2001) ont trouvé, en reprenant les protocoles de Kokkonen et Nelson (1998) cités plus haut, que la diminution de force isométrique était plus prononcée pour les angles articulaires supérieurs à 160° au niveau de l'articulation du genou. Cette diminution dans les angles extrêmes pourrait affecter grandement la performance de la force maximale que le sujet est capable de développer lors d'un geste sportif spécifique.

Les auteurs expliquent ce phénomène par le fait que la série d'étirements pratiquée avant le test de force maximale placerait les sarcomères à une longueur moins favorable au développement d'une force intense, de façon d'autant plus précoce dans le mouvement puisqu'ils sont plus rapidement "allongés" à l'issue des étirements (Figure 7).

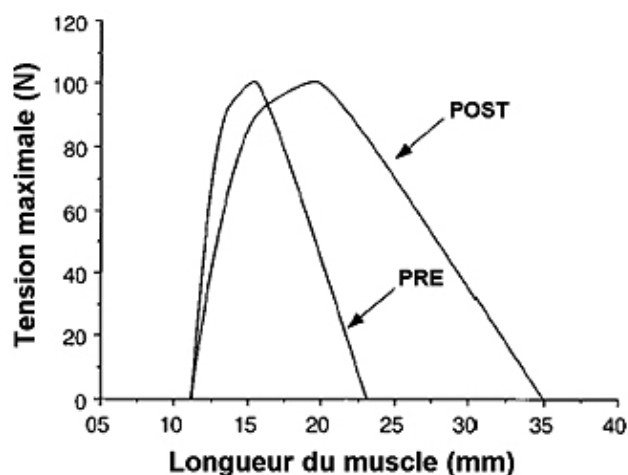


Figure 7 : Modification de la relation F-L active suite à une séquence d'étirements. La courbe se décale vers la droite, correspondant à une longueur optimale au repos plus importante qu'avant la séquence d'étirements, ce qui pourrait signifier que les sarcomères sont plus longs également au repos et mettent donc plus de temps à transmettre la force active aux pièces osseuses.

□ **Les effets néfastes des étirements sont fonction de la vitesse de mouvement**

Nelson et coll. (2001) ont fait réaliser une session de 15 min composée d'un étirement statique actif et de trois étirements statiques passifs, et quantifié la diminution de force, cette dernière étant mesurée à vitesse constante. Ils ont noté des différences significatives uniquement pour les mouvements impliquant les vitesses les plus faibles, c'est-à-dire ceux impliquant un plus grand niveau de production de force (puisque correspondant aux longueurs de sarcomères où se forment un plus grand nombre de ponts d'actine-myosine) respectivement - 7,2 %, - 4,5 %, , NS,



NS, NS pour les vitesses angulaires de 60, 90, 150, 210 et 270 deg/s. Par contre, ils n'ont noté aucune influence 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. Par contre, si les contractions sont réalisées à vitesse élevée, les effets négatifs des étirements auraient un impact moins important, ou qui n'a pu être mis en évidence avec les protocoles ou méthodes de mesure dont disposent les scientifiques actuellement.

Mis ensemble, les résultats relatifs à la spécificité des effets des étirements mesurés en fonction de l'angle et de la vitesse montrent que, **sous la forme proposée dans les protocoles cités, les étirements réalisés avant une performance affectent la force que le muscle est capable de produire en fonction de l'angle (ou la longueur) à laquelle il se trouve au moment de la contraction.** En augmentant la complaisance (ou diminuant la raideur) pendant une durée plus ou moins longue du muscle, les étirements placeraient le sarcomère à une longueur supérieure à sa longueur optimale de repos (Figure 7), induisant ainsi une diminution de la capacité à générer une force importante correspondant à une réduction du nombre de ponts d'actine-myosine pouvant se former puisque l'intensité de la force est proportionnelle à la quantité de ponts qui peuvent se former au niveau de chacun des sarcomères d'une fibre musculaire.

#### □ *Effets présumés des étirements et prévention des blessures*

L'un des arguments souvent avancés pour expliquer l'utilité de placer des étirements en début, au cours ou à l'issue de l'échauffement et/ou d'une séance, est qu'ils auraient un effet bénéfique sur les risques de blessure.

Pourtant, une analyse objective de la littérature montre que les résultats des études publiés à ce jour n'abondent pas dans ce sens d'un point de vue effet à court terme (Shrier, 1999 ; Shrier, et Gossal, 2000 ; Herbert et Gabriel, 2002).

Dans une étude publiée en 1998, Pope et coll. ont avancé l'hypothèse que les étirements réalisés avant l'exercice n'auraient en réalité que peu d'incidence sur les risques d'apparition des blessures au cours de la pratique sportive. Cette hypothèse a été confirmée par une étude réalisée par la même équipe deux ans plus tard (Pope et coll., 2000). La Figure 8 résume ces résultats (regroupant 2631 jeunes recrues de l'armée âgées entre 17 et 35 ans) et montre qu'il n'y a effectivement pas de différences entre les deux groupes (contrôle vs expérimental) au niveau de la probabilité d'être blessé que l'on fasse ou non des étirements avant une séance d'entraînement. Dans les deux cas, plus on avance dans l'entraînement et plus les chances d'avoir une blessure augmentent que l'on s'étire ou non dans la phase initiale d'un programme d'entraînement.

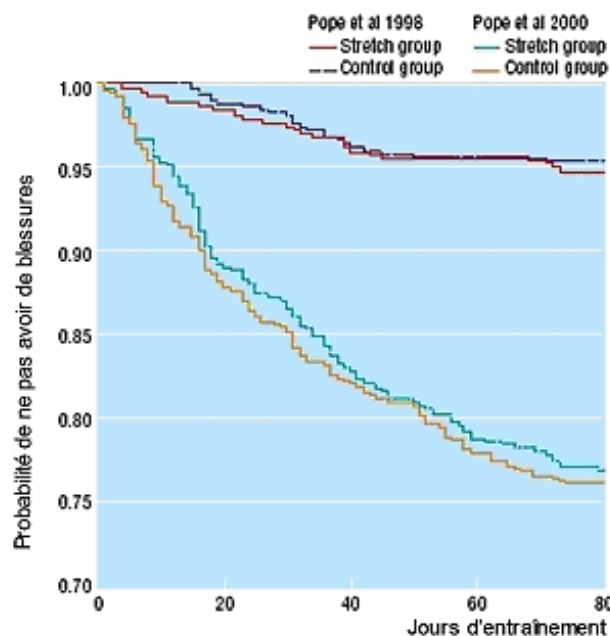


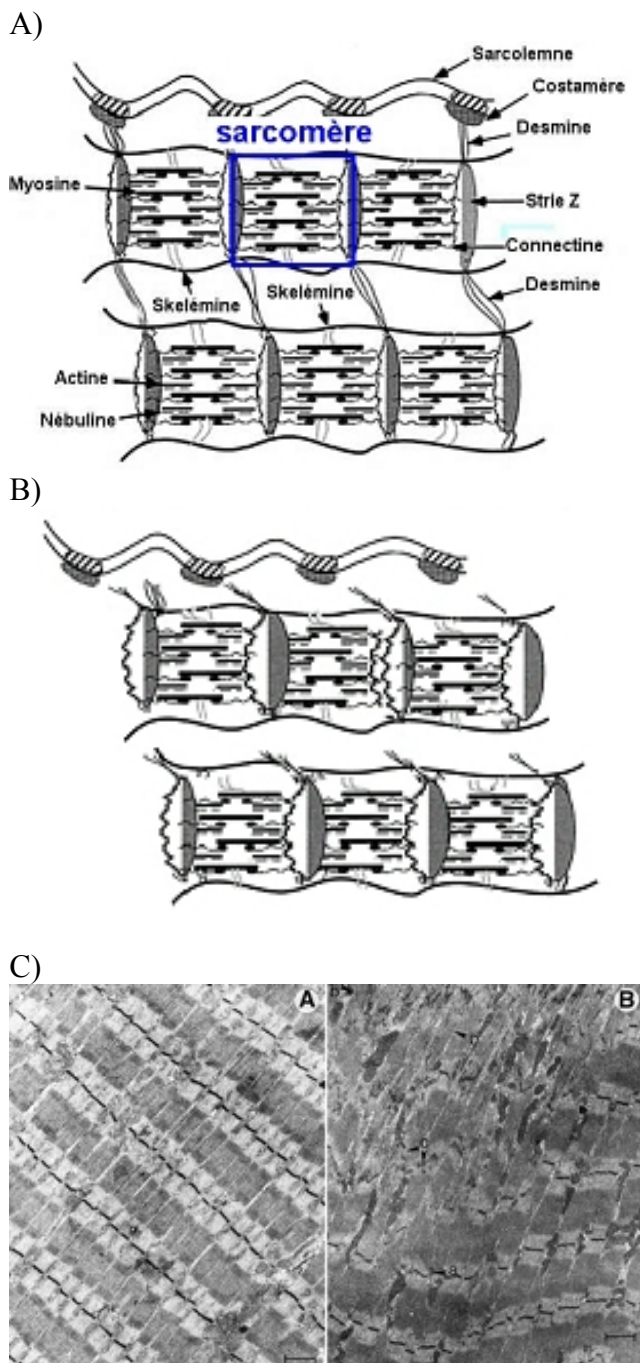
Figure 8 : Effets des étirements pré-exercices sur les risques d'apparition de blessures en fonction du nombre de jours d'entraînement. Il n'y a pas de différences entre le groupe qui pratique les étirements avant la séance d'entraînement et ceux qui n'en font pas (D'après les études de Pope et coll., 1998 et 2000).

Une revue systématique des effets de la pratique des étirements (Herbert et Gabriel, 2002) est arrivée à la même conclusion en se fondant sur les résultats de recherches publiées entre 1966 et 2000. Pour être sélectionnés, ces articles devaient répondre à des critères de sélection drastiques. Les auteurs n'ont ainsi retenu que ceux qui respectaient le cahier des charges établi au départ (répartition aléatoire des sujets dans un groupe témoin et un groupe expérimental afin de pouvoir réellement comparer l'effet de l'utilisation ou non des étirements, par exemple). La conclusion à laquelle ils sont arrivés est que les étirements avant l'exercice ne semble pas constituer une pratique efficace pour réduire le risque de blessures. Dans l'attente de résultats plus fiables, le principe de précaution pourrait s'appliquer à cette situation. Cela est certainement lié au fait qu'aucune étude n'a duré assez longtemps ou n'a utilisé d'étirements suffisamment longs pour mettre évidence ce phénomène (Cheung et coll. 2003 ; Connelly et coll., 2003).

#### □ *Effets des étirements sur les courbatures*

Les courbatures correspondent à une douleur qui apparaît au bout de 24 à 48 heures suite à un exercice inhabituel, notamment pendant les périodes de reprise après une période d'arrêt (convalescence, vacances), d'apprentissage de nouvelles techniques ou d'augmentation de la charge d'entraînement. Dans les trois cas, on explique leur présence par une dominante de travail excentrique qui a provoqué des micro-lésions au sein des muscles sollicités (Figure 9A, Figure 9B). Le résultat est, au niveau microscopique, la déstructuration d'une grande partie des sarcomères des fibres musculaires étirées de façon importante alors qu'elles étaient contractées (Figure 9C). Il s'en suit un processus de réparation pouvant durer de 5 à 7 jours.

Il a été suggéré que les étirements pouvaient empêcher l'apparition des courbatures ou en diminuer la douleur. Deux travaux intéressants montrent l'interrelation des mécanismes mis en jeu dans le travail excentrique et les étirements.



**Figure 9 : Effet de l'exercice excentrique sur le muscle. Il y a rupture (B) du réseau de desmine (A) lors d'un travail excentrique passif (étirement) ou actif (pliométrie) (en bas) comme lors des contractions excentriques engendrées par la course à l'issue d'un entraînement excentrique chez le rat (C). On voit très nettement que les sarcomères sont distendus tant au niveau des stries Z que de la partie centrale contenant principalement la myosine.**

D'une part, les deux types d'allongements (passifs pour les étirements et actifs pour la contraction excentrique) peuvent induire des courbatures chez des sujets qui ne sont pas habitués à ce genre d'exercices. Contrairement à ce qui est souvent dit, les étirements statiques entraînent des

courbatures plus importantes que les étirements balistiques car ils provoquent des degrés d'allongement beaucoup plus importants. Cela va à l'opposé de ce que l'on admet généralement dans le milieu sportif concernant les étirements balistiques (Smith et coll., 1993).

D'autre part, il a été démontré que les douleurs, ainsi que la baisse de force, liées aux courbatures étaient plus prononcées lorsque la séance d'entraînement était précédée et/ou suivie d'une session d'étirements (Lund et coll., 1998).

Mis ensemble, ces résultats démontrent que **les étirements et les courbatures altèrent les mêmes structures au sein de la fibre musculaire**. La diminution éphémère de la douleur liée à la courbature que pourrait éprouver les sportifs lors des étirements (la douleur disparaît généralement au bout de 1 à 2 min d'étirement) va dans le sens de l'hypothèse d'une réduction de l'œdème intramusculaire concomitant à l'apparition des courbatures (Abrahams, 1977).

Les exercices excentriques et les étirements passifs agissant sur les mêmes structures (tissu conjonctif du muscle), il semble fort probable qu'ils affectent les tissus de la même manière (action sur le squelette cellulaire de la fibre musculaire notamment).

De fait, les étirements réalisés après une séance d'entraînement, dont on sait qu'elle provoquera des courbatures, pourraient aggraver le degré de détérioration subséquente au travail excentrique.

Les études menées sur les effets immédiats des étirements avant et/ou après les exercices à dominante excentrique n'ont pu démontrer que les étirements avaient un effet préventif sur les courbatures.

L'effet immédiat et à court terme semble donc aller dans le sens d'une **contre-indication à la pratique des étirements sur des muscles courbatus**.

Par conséquent, il paraît souhaitable de ne pas étirer un muscle suite à une séance dont on sait qu'elle entraînera des courbatures (reprise de saison, séance d'une intensité supérieure à d'habitude, apprentissage d'une nouvelle technique, renforcement musculaire de type pliométrique ou statodynamique).

#### □ Effets à long terme sur la performance

Face à ce tableau très 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.

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 (pour une revue : Gleim et McHugh, 1997 et Gajdosik, 2000). Par exemple, à l'issue d'un programme d'entraînement de 8 semaines comportant des étirements unilatéraux (contracter-relâcher), Handel et coll. (1997) ont observé chez leurs sujets une amélioration de la souplesse active et passive (jusqu'à 6,3° d'amplitude maximale de mouvement). Mais, plus important, ils ont également rapporté une amélioration des moment de force maximal (jusqu'à 21,6%) et 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.**

À 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 on sait qu'ils sont les principaux responsables de ce traumatisme musculaire (Lieber et 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 (McHugh et coll., 1999 ; Wessel et coll., 1994).

## **Conclusion**

L'une des vocations de la recherche est de questionner les croyances de longue durée, les mythes et les traditions. À l'heure actuelle, certaines pratiques de terrain n'ont toujours pas été validées par des études scientifiques où l'on compare 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 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 formateurs, soit par les entraîneurs, soit par les sportifs eux-mêmes (résultat d'une mauvaise formation ou information ou de l'absence de remise en cause de nos 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.

L'analyse de publications plus ou moins récentes, traitant des effets des étirements sur la performance et sur la prévention des risques de blessures, n'échappe pas à cette règle. Plusieurs faits intéressants émergent et la plupart vont à l'encontre de ces pratiques de terrain considérées comme « efficaces ».

Les étirements réalisés pendant l'échauffement, avant une séance d'entraînement, ou pire, avant une compétition, induisent des modifications immédiates de la fonction musculo-tendineuse qui peuvent nuire à la performance sportive. Ceux-ci ont apparemment un effet inverse à celui supposé ou désiré. Ceci est valable uniquement pour l'entraînement qui suit et non pour l'entraînement à long terme. En effet, un programme d'étirements durant 3 à 12 semaines améliore la force des extenseurs des genoux tout autant que leur souplesse (Dintiman 1964, Kokkonen et al. 1995, Worrel et al. 1994).

Par contre, il semblerait également qu'ils ne permettent pas de diminuer les risques de blessure surtout dans les phases initiales d'un nouvel apprentissage, d'une augmentation d'intensité d'entraînement ou durant un programme de renforcement musculaire à dominante excentrique. Ils

n'ont donc pas les effets soi-disant "bénéfiques" qu'on leur reconnaît en particulier dans ces phases d'entraînement. Par exemple, dans la phase initiale d'un apprentissage, que l'on fasse ou non des étirements n'empêchera pas l'apparition des courbatures compte tenu des nouvelles contraintes imposées l'organisme au niveau moteur et/ou énergétique qui sont pour le moins inhabituelles. Mais cela ne remet en rien en cause leur efficacité une fois cette période terminée.

Par contre, leurs effets sont tels qu'il est plutôt conseillé de les utiliser comme technique de récupération post-exercice, sauf si le risque d'apparition de courbatures à l'issue de la séance est faible. Dans le cas contraire, on exposerait l'athlète à un ralentissement des processus de régénération musculaire mis en oeuvre dès les premières heures qui suivent la séance à l'origine de ces traumatismes (Philips, 2000). La fonction musculaire ne sera pas alors dans la possibilité de retrouver aussi rapidement que prévu ses capacités maximales.

C'est en ayant conscience de ces différents problèmes que les étirements pourront répondre parfaitement aux attentes des sportifs et de leurs entraîneurs. Cette prise de conscience passe par la compréhension : 1°) des phénomènes de réaction et d'adaptation du muscle à l'entraînement et 2°) des différents types d'effets (immédiats et à long terme) que provoquent les étirements sur le système musculo-tendineux.

Dans les deux cas, nous ne sommes pas encore au bout de nos surprises à en croire les résultats rapportés par certains concernant le recul du seuil de douleur pendant l'entraînement de la souplesse

Il reste, malgré tout, beaucoup de zones d'ombre concernant ces effets, notamment en ce qui concerne la compréhension des mécanismes qui entrent en jeu et qui permettraient d'expliquer pourquoi on observe une baisse de performance en force/puissance/vitesse suite à une session d'étirements. Des études supplémentaires sont donc nécessaires avant de proposer des lignes directrices pour l'entraînement et qui seraient issues d'un consensus général entre les physiologistes sur ce thème (Gleim et McHugh, 1997).

Pour l'heure, force est de constater que nous ne devons surtout pas considérer pour acquis les pratiques transmises par nos entraîneurs ou nos formateurs, ou transmises dans les manuels d'entraînement. L'entraîneur doit être à même de faire une remise en cause quasi permanente de ses connaissances pour s'assurer que son action sur le terrain est réellement bénéfique à plus ou moins long terme pour la performance, et surtout réalisée dans le respect de l'intégrité physique du sportif.

## **Bibliographie**

La liste des articles ayant permis de produire cet article est disponible sur le site de l'auteur ([www.sciensport.net](http://www.sciensport.net), rubrique : Pratique/Souplesse/Bibliographie).