



## EFFET IMMEDIAT DES ETIREMENTS PROLONGES SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE EN SPRINT

---

**Dr Bengoua Ali**  
Dept EPS Mostaganem  
**Dr Mokkedes M Idriss**  
Dept EPS Mostaganem

---

### Résumé

Le sujet traite de l'avancée rapide des sciences expérimentales pour la validation des méthodes d'entraînements à l'effet immédiat des étirements prolongés sur la performance sportive.

Les résultats de l'étude montrent la nécessité de combiner à l'entraînement les étirements passifs aux étirements dynamiques pour augmenter les performances sportives.

### ملخص

هذا الموضوع يدرس التقدم السريع للعلوم التجريبية لتأكيد طرق التدريب و التأثير المباشر للتقلصات الطويلة على النتيجة الرياضية.

نتائج هذه الدراسة توضح أهمية انتهاج طرق مختلفة في التدريب تقلصات

## ***EFFET IMMEDIAT DES ETIREMENTS PROLONGES SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE EN SPRINT***

### **Méthodes :**

**Participants :** Les sujets étaient sélectionnés parmi les membres de l'équipe de « football » de la wilaya de Sidi-Bel-Abbes : 17 hommes de la catégorie junior. Ils faisaient de la compétition au football, et pratiquaient leurs spécialité depuis environs 7 ans.

**But de la recherche :** Le but de notre recherche est de connaître et d'évaluer les effets des étirements prolongés sur les performances sportives en sprint des footballeurs de la catégorie junior (U20), plus précisément sur les sprints courts de 30 et 40 m.

### **Objectif et taches :**

Notre objectif vise à connaître les effets immédiats des étirements prolongés tous juste avant l'épreuve de sprint. Puisque les effets des étirements d'après COMETTI Gilles sont encore présents une heure après la fin de l'étirement. « Stretching et échauffement pour une performance sportive: Les étirements ne permettent pas un échauffement musculaire correct .Les étirements passifs influencent négativement le niveau de prestations sur des successions d'actions de force rapide ,**l'étirement prolongé d'un groupe musculaire diminué l'activation et la force contractile du groupe étiré, cette perte de force est encore présente une heure après la fin de l'étirement**, les étirements avant l'exercice ne réduisent pas le risque de blessures. »

On a choisi des footballeurs comme échantillon vu le haut niveau dans lequel ils progressent , ainsi que la bonne préparation physique des joueurs durant leur plan de carrière.

Il s'agit dans un premier temps d'effectuer des sprints de 30 m sans étirement préalable on relevant les résultats du pré- test.

Après une semaine, on a refait le même test (sprint de 30 m) mais cette fois ci, en introduisant des étirements passifs prolongés dans l'échauffement avant l'épreuve.

Après une autre semaine, on a effectué le deuxième pré-test de 40m sprint sans étirement préalable on relevant les résultats. La quatrième et dernière semaine était consacrée pour la réalisation du test de 40m avec introduction d'un protocole d'étirement passif prolongé pendant l'échauffement.

Chaque sujet s'est étiré selon 4 différents protocoles, pour ensuite faire 3 courses de 30 m et 40m. Toutes les courses étaient effectuées sur un terrain de football pour éliminer tous facteurs parasites. Les courses étaient organisées avec des blocs de départ standards et les individus étaient chronométrés par un chronomètre électronique à la ligne d'arrivée.

**Hypothèses :** Dans la situation expérimentale que nous avons choisie, nous retenons les hypothèses suivantes :

- Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint n'auront pas d'effets sur la performance.
- Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint auront des effets (positifs ou négatifs) sur la performance.

**Procédures :** Les quatre protocoles d'étirement étaient comme suit : 1- aucun étirement, 2- étirement sur les deux jambes, 3- aucun étirement, et 4- étirement sur les deux jambes. Une course était effectuée par semaine, à chaque mardi, avec seulement un des protocoles d'étirement.

Les étirements étaient composés d'un étirement d'ischio-jambier, suivi d'un étirement des gastrocnémiens et soléaires, d'un des quadriceps et finalement d'un des fléchisseurs de la hanche. Chaque étirement était d'une durée de 30 secondes, avec 10 à 20 secondes de repos entre eux. Une fois les 4 étirements complétés, les sujets prirent un repos de 20 à 30 secondes puis recommencèrent les étirements pour un total de 4 fois. La course commençait 5 à 10 minutes après la fin des étirements. 3 sprints avec 1 minute de repos entre chaque furent testés.

**Le traitement statistique :**

Nous pouvons comparer les moyennes observées dans chaque épreuve (course de 30m et de 40m ) avant et après stretching à l'aide du test T de STUDENT-FISHER. , puisque toutes les précautions sont prise avant cette application.

- 1) les échantillons étant petits, le test de F de SNEDECOR apparait inutile
- 2) il convient de préciser quelle hypothèse relative aux moyennes est soumise au test t :

-Est-ce l'hypothèse simple  $d = 0$  pas de différence entre les deux échantillons

-Ou est-ce l'hypothèse composite  $d > 0$  il existe une différence significative

- 3) lorsque l'on veut effectuer un test de comparaison comme dans la présente analyse, il est préférable d'utiliser les valeurs de base – ici, les

valeurs observées pour les courses, exprimées en seconde – plutôt que des données transformées par un barème.

Les différentes phases de l'expérience nous permettent d'opérer les comparaisons suivantes :

**a) comparaison des résultats de la phase 1** (phase1a et phase 1b)

**b) comparaison des résultats de la phase 2** (phase2a et phase 2b)

**c) autres vérifications :**

Contrôle de la variable étirement passif prolongé et de la variable performance en sprint entre test 1 et test 2 par la méthode de BRAVAIS-PEARSON ; ces corrélations ont pour objectif de vérifier si les tests permettent de vérifier par ailleurs l'efficacité de la performance sportive.

**RESULTATS :**

Les résultats les plus marquants ont été remarqués entre le protocole de non étirement et les protocoles d'étirements pour les 30m et 40m. En effet, il y avait une différence significative entre les deux conditions d'étirement lors des courses de 30 mètres et de 40 mètres.

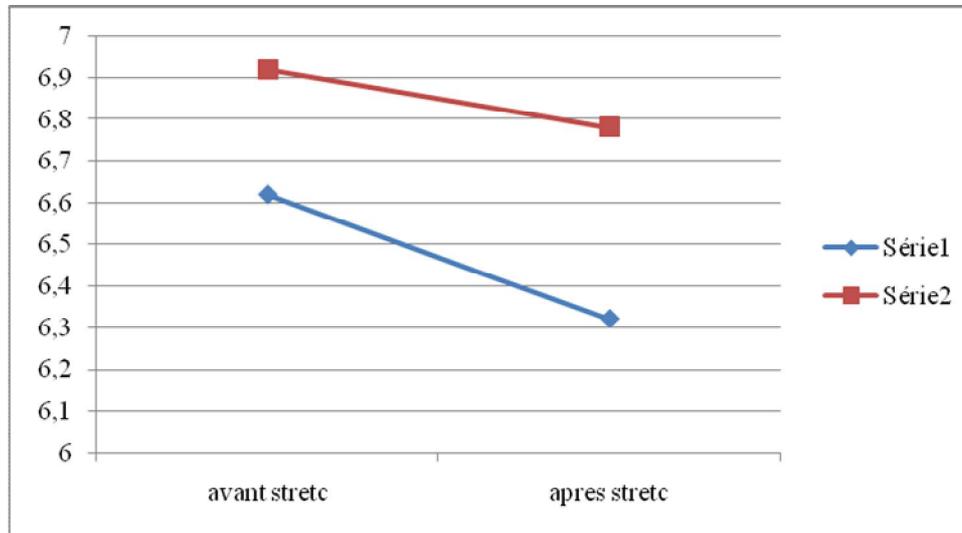
Les résultats recueillis à la fin du plan expérimental (30m après :  $4.74 \pm 0,17$  sec. , 40m après:  $5.89 \pm 0,17$  sec.) font ressortir que les athlètes ont subi les effets négatifs de la variable « étirement passif prolongé » et se sont montrés plus négatifs (compliance). En effet la comparaison de ses résultats avec ceux du début du plan expérimental (30m avant  $4.52 \pm 0,16$  sec ,40m avant  $5.78 \pm 0.19$ ) permette de dégager une différence significative. Ceci dénote que les étirements passifs prolongés ont tendance à détériorer les résultats lorsqu'ils sont placés en phase d'échauffement.

	Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatérale)
	Moyenne	Ecart- type	Erreur standard moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence				
				Inférieure	Supérieure			
a)avant30m b) apres30m	-,21529	,18436	,04471	-,31008	-,12050	-4,815	16	,000

**Tableau n° 1 : Comparaison des résultats obtenues au niveau de la phase 1a et la phase 1b par le groupe expérimentale à l'aide du test de STUDENT**

	Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatérale)
	Moyenne	Ecart- type	Erreur standard moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence				
				Inférieure	Supérieure			
a)avant40m b) apres40m	-,11647	,12216	,02963	-,17928	-,05366	-3,931	16	,001

**Tableau n° 2 : Comparaison des résultats obtenues au niveau de la phase 2a et la phase 2b par le groupe expérimentale à l'aide du test de STUDENT.**



**Figure n° 1 : Diminution de la moyenne de la vitesse de course sur 30m de 6,62 m/s à 6,32 m/s et sur 40m de 6,92 m/s à 6,78 m/s suite à l'effet du stretching préexercice.**

. Ces résultats s'expliquent par un mécanisme mécanique et neural. Le système musculaire et tendineux deviennent moins rigides suite à un étirement passif prolongé et nuisent aux propriétés contractiles et élastiques du muscle. En effet, une rigidité accrue du système contribuerait à un plus grand allongement de la composante élastique (tendons, ligaments, os) et à une meilleure vitesse de raccourcissement de la composante contractile (muscle) à l'effort.

De plus, il est possible que la performance soit détériorée par une capacité moindre d'emmagasiner l'énergie élastique par le système musculo-tendineux suite à un pré étirement. En effet, la quantité d'énergie élastique pouvant être emmagasinée dans le système musculo-tendineux dépend de la rigidité de ce dernier et du degré d'extension produit par une force imposée. Une rigidité optimale du système musculo-tendineux, maximiserait la quantité d'énergie élastique emmagasinée et réutilisable.

Enfin, le pré étirement passif du muscle nuit à la réponse neuro-musculaire proprioceptive, notamment dans l'appareil de Golgi. Ce

dernier inhibe le réflexe d'étirement dans le muscle étiré, synergique et collatéral lorsqu'une tension externe est générée.

En entraînement sportif de haut niveau, concrètement, cela signifie qu'un étirement passif prolongé peut avoir des impacts négatifs lors d'une épreuve nécessitant une grande puissance et force musculaires, particulièrement en sprint chez les footballeurs! Par exemple, dans tel cas, l'entraîneur pourrait éviter une période de pré étirement passif des muscles du genou et de la hanche afin de maximiser la vitesse lors des sprints. Cela pourrait sans doute contredire la perception générale qu'un étirement passif avant un exercice vigoureux est une pratique prudente.

Il faut cependant souligner que les participants ont fait l'épreuve dix minutes après le dernier étirement. Il n'est pas certain que les effets seront similaires après 30 min. De plus, le sprint de 30m et 40m était grandement plus court que les sprints de compétitions standards: 100 m et 200 m. Ces faits relatés nous indiquent qu'il manque possiblement des données pour confirmer les applications pratiques.

#### **Discussion**

A la recherche des effets aigus des étirements prolongés sur les performances en sprint, l'étudiant chercheur a étudié le comportement des joueurs de football de la division 2 de Sidi-Bel-Abbès catégorie junior pendant les courses de vitesse après les avoir soumis à des situations d'échauffement différentes sous l'effet des étirements passifs prolongés . Cependant, les résultats en laboratoire ne peuvent pas toujours directement prédire les effets sur les performances sportives en milieux pratiques. , l'étudiant chercheur a donc voulu déterminer si les impacts négatifs ou positifs des étirements pré-entraînement étaient applicables aux sports impliquant de l'impulsion. J'ai mis en jeu principalement deux variables :

- le stretching passif prolongé
- la performance en sprint

C'est en comparant les temps réalisés de chaque joueur après la course de 30 mètres entre la phase (a) et (b), ainsi que pour la course de 40 mètres ,c'est-à-dire en appréciant la différence de distance, principalement cel de 30 mètres, que nous arrivons à déterminer si les impacts négatifs ou positifs des étirements pré exercices étaient applicables aux sports impliquant de l'impulsion, de la force vitesse et de la force explosive.

**\*Vérification de l'hypothèse 1 :**

- Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint n'auront pas d'effets sur la performance :

Les résultats recueillis à la fin du plan expérimental (30m après :  $4.74 \pm 0,17$  sec. , 40m après:  $5.89 \pm 0,17$  sec.) font ressortir que les athlètes ont réalisé des performances moins bonnes que celles du début du plan expérimental (30m avant  $4.52 \pm 0,16$  sec ,40m avant  $5.78 \pm 0.19$ ) .

Vus les résultats obtenus à l'issue de l'analyse précédente notre hypothèse 1 doit être rejetée, à savoir que Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint n'auront pas d'effets sur la performance.

L'étudiant chercheur a mis cette première hypothèse (1) on ce référant a une ancienne étude qui est celle de De Vries (1963).

C'était La première étude à avoir tenté de répondre à cette question. Il a étudié l'effet des étirements préexercices sur le temps de course d'une épreuve de vitesse sur 100 m. Les résultats recueillies sur quatre sujets ont montré que les étirements n'avaient pas un impact négatif sur le temps au 100 m, exercice dans lequel la puissance musculaire joue un très grand rôle. Pourtant une autre étude publiée l'année suivante rapporta que les performances de vitesse étaient améliorées lorsqu'une séance d'étirements était incluse dans le programme d'entraînement (Dintiman, 1964) ; des résultats confirmés beaucoup plus tard par d'autres études impliquant la force (Worrel et coll., 1994 ; Kokkonen et Lauritzen, 1995).

Depuis cette étude pilote, de nombreux chercheurs se sont penchés sur la pertinence de faire des étirements préexercices, en mesurant 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.

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. Cette série était répétée 3 fois de suite par le sujet seul, puis 3 fois de suite avec l'assistance des expérimentateurs. Les étirements étaient maintenus durant 15 s (3 fois) avec des pauses de 15 s entre chaque. Une phase de récupération de 10 min était alors imposée avant de refaire un test de souplesse puis de réaliser un test de force (1RM) au niveau des muscles du genou. Ils notèrent une amélioration de la souplesse de 16% alors que la 1RM diminua de 7,3% en flexion et de 8,1% en extension.

**\*Vérification de l'hypothèse 2 :**

- Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint auront des effets (positifs ou négatifs) sur la performance.

Les résultats recueillis à la fin du plan expérimental (30m après :  $4.74 \pm 0,17$  sec. , 40m après:  $5.89 \pm 0,17$  sec.) font ressortir que les athlètes ont subi les effets négatifs de la variable « étirement prolongé » et se sont montrés plus négatifs (compliants). En effet la comparaison de ses résultats avec ceux du début du plan expérimental (30m avant  $4.52 \pm 0,16$  sec ,40m avant  $5.78 \pm 0.19$ ) permet de dégager une différence significative. Ceci dénote que les étirements passifs prolongés ont tendance à détériorer les résultats lorsqu'ils sont placés en phase d'échauffement.

Ces résultats constituent donc une réponse à notre hypothèse 2, à savoir que Les étirements prolongés avant l'épreuve de sprint auront des effets négatifs sur la performance.

L'étudiant chercheur rejoint à cet effet les résultats de Fowles et coll. (2000) qui sont arrivés à la même conclusion. Dans leur étude, ils ont demandé à des sujets de réaliser, pendant 30 min, des étirements passifs très longs (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 %.

L'activation des unités motrices et la force contractile diminuent pendant les 15 minutes qui suivent cette session. Par contre, l'effet sur la force musculaire persista une heure après la session. Ces données indiquent que l'étirement prolongé d'un muscle diminue la force volontaire jusqu'à 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.

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 vu que les délais de récupération sont différents pour chacun d'eux. Ainsi, la tension passive du complexe musculo-tendineux diminue suite à une séance d'étirements ; cela correspond au fait qu'il faut moins de force externe pour provoquer l'allongement d'un muscle relâché lorsqu'on veut atteindre un angle donné. Les mêmes phénomènes ont été également observés au niveau de la force maximale concentrique mesurée après une séance d'étirements de type balistiques (Nelson et Kokkonen, 2001c). 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 (de niveau national) une série de 3 étirements statiques classiquement utilisés sur le terrain, durant 2 x 30 s (soit un total de 3' d'étirements), le tout avant de réaliser trois sauts en contre-bas à partir d'une caisse, suivi d'une impulsion (également appelé "drop-jump"). Ce type de saut rend compte de la façon dont le cycle étirement-détente est utilisé lors d'un exercice sollicitant la puissance musculaire. 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, soit 2,2 cm de différence !) selon que l'on plaçait cette série d'étirements ou non avant ce test de puissance. Le temps passé en l'air était diminué de 9,6 % (McNeal et Sand, 2003). Ces résultats rejoignent ceux déjà cités de Kokkonen et coll. (1998), mais aussi ceux de Cornwell et coll. (2002) concernant la force maximale, mais montre un effet plus important (entre 4,3 et 4,4 % pour le saut en 1/2 squat et le saut avec un contre-mouvement).

De nombreux travaux ont aussi montré que les étirements passifs induisent une diminution aiguë de la capacité de production de force (Shrier, 2004) lors de contractions isométriques (Fowles *et al.*, 2000; Kokkonen *et al.*, 1998; Nelson et Kokkonen, 2001; Weir *et al.*, 2005) et dynamiques (Cornwell *et al.*, 2002; Cramer *et al.*, 2004, 2005; Evetovich *et al.*, 2003; Marek *et al.*, 2005; Nelson *et al.*, 2001; Nordez et Cornu, 2005).

Deux principales hypothèses ont été formulées pour expliquer la diminution de la production de force après les étirements (Cornwell *et al.*, 2002; Cramer *et al.*, 2004, 2005; Weir *et al.*, 2005). *i*) une diminution des niveaux d'activité électrique musculaire lors de contractions réalisées après étirements (Avela *et al.*, 1999; Cramer *et al.*, 2005; Fowles *et al.*, 2000; Marek *et al.*, 2005).

Par exemple, Cramer *et al.* (2005) ont montré que le pic de couple et les niveaux d'activité électromyographiques de muscles étirés sont diminués lors de contractions réalisées à différentes vitesses. *ii*) Une modification des propriétés mécaniques des muscles, qui se traduirait par une diminution de la raideur des tissus conjonctifs (*e.g.* Cornwell *et al.*, 2002; Cramer *et al.*, 2005; Gajdosik, 2001). Ces tissus contribuent à la transmission de la force produite par les tissus contractiles (*e.g.* Huijing, 1999). Une diminution de leur raideur pourrait réduire l'efficacité de la transmission et donc induire une diminution de la production

de force par l'ensemble musculo-tendineux (e.g. Wilson *et al.*, 1994). Les résultats d'Antoine NORDEZ, « Caractérisation et modélisation du comportement mécanique du complexe musculoarticulaire en conditions passives. Influence de protocoles d'étirements cyclique et statique », p139-142 ont montré que les étirements cycliques induisent une augmentation de la *RMA* en fin d'amplitude de mouvement et une tendance à la diminution au début de cette amplitude. Il ne semble donc pas que les modifications de propriétés mécaniques passives du CMA puissent expliquer la diminution de production de force à la suite d'étirements cycliques. Par ailleurs, ses résultats montrent que la diminution de *RMA* à la suite d'étirements statiques serait principalement expliquée par une augmentation de la longueur des muscles et que la raideur intrinsèque du système n'est pas modifiée. Ces résultats ne permettent donc pas d'affirmer que la qualité de la transmission de la force musculaire est réduite après les étirements statiques. Néanmoins, cette augmentation de la longueur des muscles peut avoir une incidence sur la production de force du système puisque : *i*) La force musculaire totale est la somme d'une force produite par les tissus contractiles et d'une force produite par l'étirement des structures passives placées en parallèle des tissus contractiles (Goubel et Lensele-Corbeil, 2003). Les étirements induisent une diminution de la force produite par les structures parallèles, qui pourrait au moins partiellement expliquer la diminution de production de force maximale lors de contractions réalisées avec un niveau de pré-étirement important des muscles. L'augmentation de la longueur des muscles pourrait induire un décalage vers la droite de la relation couple-angle obtenue en contraction. En effet, dans la littérature, les effets des étirements sur la production de force ont généralement été déterminés à un angle donné, ce qui n'a pas permis de déterminer les possibles implications d'un décalage de la relation couple-angle (Cramer *et al.*, 2005). Ces deux hypothèses n'ont, à notre connaissance, pas été testées dans la littérature. Elles pourraient donc faire l'objet de futures études afin d'apprécier l'incidence de l'augmentation de la longueur des muscles étirés sur les capacités de production de force du système. Ses résultats permettent de mieux appréhender certains mécanismes qui sont mis en jeu lors d'un protocole d'étirements passifs cycliques ou statiques. Néanmoins, les effets de ses deux protocoles d'étirement ont été caractérisés immédiatement à la fin de ceux-ci. Le temps pendant lequel les modifications induites par les étirements s'expriment n'a donc pas été étudié dans ses travaux. Certains auteurs ont

montré que les modifications de propriétés mécaniques passives à la suite d'étirements sont annulées après un temps de repos inférieur à 10 minutes (Magnusson *et al.*, 1998). Il est donc possible que les modifications ne soient effectives qu'après une courte période suivant les étirements. Afin de mieux comprendre les effets des étirements passifs ainsi que leurs incidences pratiques, de futures études pourraient s'intéresser à caractériser la cinétique des différentes propriétés mécaniques passives du CMA à la suite d'étirements.

Il me semble donc important, après avoir évalué de façon réaliste les capacités des sujets en matière de vitesse précédée d'étirement, de dire que quelque soit la méthode d'étirement utilisé elle est à déconseiller aux athlètes avant une épreuve exigeant de l'explosivité (vitesse, force, détente) « Par conséquent, quelle que soit la technique utilisée, les effets négatifs sur la performance sont présents ». (Nelson et Kokkonen, 2001c). , sauf les disciplines qui demande une grande amplitude et un grand degré de liberté de mouvement comme la gymnastique, le patinage artistique...etc. qui échappent à cette règle.

Nos résultats coïncident avec l'Etude de Fletcher IM, Anness R.(1) **The Acute Effects of Combined Static and Dynamic Stretch Protocols on Fifty-Meter Sprint Performance in Track-and-Field Athletes.** *J Strength Cond Re.* 2007;21(3):784-787 ; ils ont conclue que : « les étirements passifs, mêmes combinés avec des étirements dynamiques augmentent le temps de la performance au 50m. Cela est du entre autre au fait qu'ils inhibent les muscles agonistes et synergiques. Alors il est complètement déconseillé de prescrire des étirements de types statiques-passifs. »

**Référence :**

Alexandre Dellal, 2008, Ed de Boeck université, « de l'entraînement à la performance en football ».

Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment strategies and performance factors. *Sporte Med.* 2003, 33.2: 145-164

**Cometti Gilles Les limites du stretching pour la performance sportive** : les effets physiologique des étirements », - *Sport Med* n°150 mars 2003

Cometti Gilles. « les limites du stretching pour la performance sportive ».partie 1 : intérêt des étirements avant et après la performance, 2004 .

Connelly DAJ , Sayers SP , McHugh M. Treatment and prevention of delayed-onset muscle soreness. *J. Strength Cond. Res.* 2003, 17 : 197-208

Cornwell A, Nelson AG, Sidaway B, Acute effect of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex, *Eur J Appl. Physiol* (2002) 86: 428-434

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

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

Guissard N, *Méthodes d'étirement musculaire : bases scientifiques et aspects pratiques*, in « la planification de la préparation physique, (2000), éditions UFRSTAPS Dijon.

Guissard N, *Rôle de l'étirement lors de la préparation du muscle à l'effort*, in « la planification de la préparation physique, (2000), éditions UFRSTAPS Dijon.

Herbert RD, Gabriel M. Effect of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *Brit. Med. J.* 2002 , 325 : 468-470

Kubo K, Hiroshi K, Fukunaga T. Gender differences in the viscoelastic properties of tendon strictures. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2003, 88: 520-526

Lieber RL, Friden J. Morphologic and mechanisms bases of delayed-onset muscle soreness. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2002, 10: 67-73

McNeal JR, Sand WA, Acute static stretching reduces lower extremity power in trained children. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2003, 15 : 139-145

MONOD H. & FLANDROIS R., in *Physiologie du Sport*, page 68, 5ème édition, MASSON, 2003

Norbert Grau. Dans *Cf ouvrage de: Le Stretching Global Actif 2002.*

Pascal Prévost Sciensport© - *Techniques d'amélioration de la souplesse*. 2005, p : 7-17. (Pascal Prévost Docteur en physiologie et biomécanique de la performance motrice) .

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

WEINECK Jürgen, *Manuel d'entraînement*, 4ème édition, Editions VIGOT, Novembre 2003.

Wiemann K., Klee A., *Die Bedeutung von Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Höchstleistungen. de Leistungssport*, 4, 2000, 5-9,

Ziltener J.L., Allet L., Monnin D. *Cf .Le stretching, un mythe... et des constats. J Traumat.sport*, vol 22, n°2, 2005.