

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT LORRAIN EN MASSO-KINESITHERAPIE  
NANCY**



Mémoire présenté par **Cédric BASTELICA**  
étudiant 3<sup>ème</sup> année de masso- kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute  
2009-2010

## RESUME

L'épaule du nageur de haut niveau est soumise à des contraintes mécaniques répétées très importantes.

Cette sur-utilisation de l'épaule entraîne dans 70% des cas une instabilité antéropostérieure, dans 83% des cas une modification du bourrelet glénoïdien et à 67% des cas des structures ligamentaires.

Après plus de 20 ans de pratique de la natation, les étirements répétés de l'épaule sur les bords de bassin sont toujours systématiques.

Cette étude tente d'observer les modes de pratique des étirements, de déterminer leurs actions sur la laxité de l'épaule et leur répercussion sur la force de la coiffe.

L'objectif central est de dénoncer la ritualisation des étirements en natation et déterminer ses liens avec la tendinopathie

MOTS CLES : Epaule, tendinopathie, nageur, étirements ; laxité ; forces des rotateurs

# SOMMAIRE

	Page
<b>REMERCIEMENTS</b>	
<b>RESUME</b>	
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CARACTERISTIQUES ANATOMO-CINESIOLOGIQUE DE L'EPAULE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Anatomie de l'épaule.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. <i>Les facteurs de stabilité passive de la gléno-humérale.....</i>	<i>3</i>
2.1.2. <i>Les facteurs de stabilité active.....</i>	<i>4</i>
<b>2.2. Biomécanique de l'épaule.....</b>	<b>4</b>
2.2.1. <i>Les couples d'actions musculaires.....</i>	<i>4</i>
2.2.2. <i>Le couplage mécanique automatique.....</i>	<i>5</i>
2.2.3. <i>Muscles et mouvements de l'épaule.....</i>	<i>5</i>
<b>2.3. La laxité /Instabilité.....</b>	<b>5</b>
2.3.1. <i>Laxité.....</i>	<i>5</i>
2.3.1.1. <i>Définition.....</i>	<i>5</i>
2.3.1.2. <i>Origine de la laxité de l'épaule.....</i>	<i>6</i>
2.3.2. <i>Instabilité.....</i>	<i>7</i>
<b>2.4. Les spécificités de l'épaule des nageurs.....</b>	<b>7</b>
2.4.1. <i>Spécificité du milieu.....</i>	<i>7</i>
2.4.2. <i>L'appui.....</i>	<i>8</i>
2.4.3. <i>L'amplitude.....</i>	<i>8</i>
2.4.4. <i>La fréquence.....</i>	<i>9</i>
2.4.5. <i>La force.....</i>	<i>9</i>
<b>2.5. La tendinopathie.....</b>	<b>10</b>
2.5.1. <i>Définition.....</i>	<i>10</i>
2.5.2. <i>Physiopathologie.....</i>	<i>11</i>
<b>2.6. Les effets des étirements .....</b>	<b>11</b>
2.6.1. <i>Effets des étirements dans la phase d'échauffement.....</i>	<i>12</i>
2.6.2. <i>Effets des étirements sur la performance.....</i>	<i>13</i>
2.6.3. <i>Effets des étirements sur la récupération musculaire.....</i>	<i>14</i>
2.6.4. <i>Effets prouvés avec les étirements.....</i>	<i>14</i>
<b>3. MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Population.....</b>	<b>15</b>
3.1.1. <i>Caractéristiques de la population de nageurs.....</i>	<i>15</i>
3.1.2. <i>Caractéristiques de la population témoin.....</i>	<i>15</i>
3.1.3. <i>Critères d'exclusion.....</i>	<i>15</i>
<b>3.2. Matériel.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Protocole.....</b>	<b>16</b>
3.3.1. <i>Mesure des amplitudes.....</i>	<i>16</i>

3.3.1.1. Objectif.....	16
3.3.1.2. Echauffement.....	17
3.3.1.3. Positions de mesure.....	17
3.3.1.4. Norme.....	17
3.3.2. Mesure des ratios.....	17
3.3.2.1. Positions de mesure.....	17
3.3.2.2. Echauffement et réalisation des mesures.....	18
3.3.3. Questionnaire.....	18
<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Description des populations.....</b>	<b>19</b>
4.1.1. Particularité de la population témoin.....	19
4.1.2. Particularité de la population nageur.....	19
4.1.3. Particularité des nageurs présentant un épisode douloureux.....	20
<b>4.2. Comparaison de l'utilisation des étirements des 2 populations.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Comparaison des forces.....</b>	<b>21</b>
4.3.1. Epaule droite.....	22
4.3.2. Epaule gauche.....	22
<b>4.4. Comparaison des amplitudes.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5. Comparaison des nageurs sains et nageurs avec des épisodes de tendinopathie....</b>	<b>24</b>
4.5.1. Description des nageurs avec épisodes de tendinopathie de l'épaule.....	24
4.5.2. Comparaison des forces.....	24
4.5.3. Comparaison des amplitudes.....	25
<b>5. DISCUSSION.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1. Les limites.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2. Discussion des résultats.....</b>	<b>26</b>
<b>6.CONCLUSION.....</b>	<b>30</b>

**BIBLIOGRAPHIE**  
**ANNEXES**

## 1. INTRODUCTION

La pratique de la natation sportive a pour spécificité: le milieu aquatique, le volume d'entraînement et les techniques de nage. Elle soumet l'épaule à des charges mécaniques répétitives très importantes, tout en exigeant une amplitude gestuelle maximale. Pour satisfaire cette dernière exigence, l'athlète fait appel aux différentes formes d'étirements dans le cadre des entraînements et des compétitions (annexe I).

Actuellement les entraîneurs et les préparateurs physiques sont de plus en plus sensibilisés aux effets des étirements sur la performance, même s'il reste de grandes disparités selon le niveau du club et la formation des intervenants. Il existe toujours un grand décalage entre l'évolution des connaissances scientifiques sur les effets des étirements et le changement des pratiques de terrain (2).

Ainsi, nous pouvons encore observer une utilisation systématique et abusive des étirements passifs sur les bords des bassins, même à haut niveau. Cette utilisation, devenant une forme de rite, sans justification, serait-elle nocive pour l'épaule ?

Certaines publications (33, 34, 35, 37) supposent que l'utilisation abusive d'étirements chez le nageur entraîne une laxité multi directionnelle de l'épaule. Ce lien entre la laxité de l'épaule et la tendinite n'est pas clairement défini, mais reste un facteur supposé de prédisposition chez les nageurs de haut niveau (31, 32).

Ce lien apparent est obtenu à partir d'observations cliniques. En conséquence, nous pouvons nous interroger sur les outils kinésithérapiques pouvant rendre concret ce lien. Dans les outils élémentaires, la goniométrie semble être prépondérante pour quantifier la laxité des structures actives et passives.

Les études biomécaniques démontrent que l'essentiel de la stabilité de l'épaule est assurée par les structures actives (4, 5, 16). Un déséquilibre des muscles de la coiffe est décrit comme une des principales étiologies des tendinopathies. Sachant que les étirements ont une interaction directe sur le muscle, nous nous devons de déterminer leurs effets sur la force de ces muscles de la coiffe, principales structures stabilisatrices de l'épaule.

La tendinopathie de l'épaule est une pathologie multifactorielle : contrainte mécanique, alimentation, microtraumatisme ... (8, 9, 22, 30). Il est très difficile de déterminer son origine. Pour étudier un éventuel lien entre l'utilisation des étirements et la tendinopathie, il est important de prendre en compte certains facteurs comme la charge de travail et, d'étudier dans la littérature l'interaction entre les différents facteurs.

Le premier temps de ce mémoire va être de déterminer s'il existe une réelle différence de laxité active et passive de l'épaule entre des nageurs de haut niveau et une population témoin. Dans un deuxième temps, selon la présence ou non d'une souplesse subnormale, nous tenterons de voir si elle peut être mise en relation avec l'utilisation abusive des étirements. Enfin dans un dernier temps, nous tenterons de déterminer si l'utilisation abusive des étirements est un facteur favorisant la tendinopathie, en engendrant une laxité supérieure et un déséquilibre du ratio des forces des rotateurs chez les sujets pathologiques.

## **2. CARACTERISTIQUES ANATOMO-CINESIOLOGIQUE DE L'EPAULE**

### **2.1. Anatomie (4, 5, 12, 14, 16) (Annexe II)**

L'**Epaule** est un complexe articulaire composé de 5 articulations mettant en lien les différents éléments osseux : le sternum, la clavicule, la scapula et la tête humérale.

Les articulations sont sterno-costo-claviculaire, acromio-claviculaire, scapulo-thoracique, gléno-humérale et bourse sous acromiale.

La **Cavité glénoïde** a une forme ovale. Elle regarde latéralement en avant et légèrement en haut. Peu excavée, elle porte en son centre le tubercule glénoïdal. L'ensemble est recouvert de cartilage (12).

La glène est entourée du bourrelet glénoïdal qui augmente la surface articulaire et sa profondeur.

La **tête humérale** est 1/3 de sphère de 30mm de rayon, elle regarde en haut et en arrière.

L'ensemble présente une congruence articulaire imparfaite source d'une grande mobilité, mais également d'instabilité.

#### *2.1.1. Les facteurs de stabilité passive de la gléno-humérale*

La **capsule** articulaire constituée par une membrane fibreuse, résistante s'insérant sur le pourtour des articulaires, est tapissée à sa face profonde par une membrane synoviale.

Le **ligament coraco-huméral**, épais et résistant, renforce la face supérieure de la capsule articulaire et constitue un frein à la flexion/extension.

Le **ligament gléno-huméral** se compose de 3 faisceaux : le faisceau supérieur, moyen et inférieur qui sont des freins à l'extension, à l'abduction et aux rotations.

#### *2.2.2. Les facteurs de stabilité active (3, 12, 16)*

Les muscles périarticulaires de l'épaule, à direction transversale, sont de véritables ligaments actifs assurant la coaptation des surfaces et le centrage de la tête humérale au cours des mouvements de l'épaule. L'ensemble de ces petits muscles forme la coiffe des rotateurs qui vont des tubérosités de la tête humérale à la scapula.

D'avant en arrière, nous avons : le **subscapulaire**, la **longue portion du biceps**, le **supra épineux**, l'**infra épineux**, le **petit rond**.

Les tendons de la coiffe des rotateurs constituent une nappe tendineuse commune qui va s'insérer sur les tubercules huméraux. Ils échangent des fibres entre eux permettant la transmission des tensions aux tendons adjacents lors de la contraction musculaire.

L'ensemble de la coiffe des rotateurs entoure l'articulation dans les trois quarts de sa circonférence et assure une stabilisation de l'articulation gléno-humérale en renforçant l'étanchéité capsulaire. Les tendons terminaux de la coiffe agissent dans un espace limité entre la tête humérale (très mobile) et une voûte acromio-coracoïdienne (très stable) qui donne une insertion au deltoïde.

## **2.2. Biomécanique de l'épaule (4, 5)**

### *2.2.1. Les couples d'actions musculaires*

La réalisation des mouvements de l'épaule est sous la dépendance de muscles répartis en couple de rotation et en muscles de stabilisation.

Au niveau de la **ceinture scapulaire**, les muscles qui s'insèrent sur l'omoplate et la clavicule, assurent de par leur direction des mouvements d'élévation, d'abaissement, d'antépulsion, de rétropulsion. Lorsqu'ils se contractent en couple, ces mêmes muscles entraînent une stabilisation de l'omoplate ou une bascule (fondamentale lors de l'abduction).

Au niveau de l'**omoplate**, la rotation interne-externe fait appel aux couples de muscles agonistes et antagonistes. Le mouvement de rotation externe entraîne un déplacement de la glène en haut, en dehors et en avant. Il est majeur dans le mouvement d'abduction et s'associe à la rotation de l'omoplate par rapport à un axe transversal.



**Mobilisation et stabilisation de l'articulation scapulo-humérale :** les mouvements de l'humérus par rapport à l'omoplate se répartissent en flexion, extension, rotation interne, rotation externe, abduction et adduction. Les couples musculaires de rotation agonistes et antagonistes interviennent à la fois comme éléments de mobilisation et de stabilisation.

### *2.2.2. Le couplage mécanique automatique*

Les éléments articulaires scapulo-huméraux et scapulo-thoraciques sont étroitement couplés par une continuité musculaire qui transmet les contraintes mécaniques.

### *2.2.3. Muscles et mouvements de l'épaule (Annexe II)*

## **2.3. Laxité /Instabilité (9, 13)**

### *2.3.1. Laxité*

#### *2.3.1.1. Définition*

Le terme se rapporte à la mobilité physiologique qui permet un secteur de mobilité normale, il est asymptomatique. Une épaule est considérée comme laxe quand l'amplitude de rotation externe coude au corps est supérieure à 80° et qu'un signe du sillon (Sulcus test) peut être mis en évidence.

#### *2.3.1.2. Origine de la laxité de l'épaule*

La laxité peut entrer dans le cadre d'une **laxité ligamentaire générale**, typiquement caractérisée par cinq signes de Beighton : hyper-flexibilité du poignet, hyper-extensibilité de métacarpo-phalangien (MCP) du majeur, hyper-extension du coude, des genoux, toucher le

sol avec ses paumes sans fléchir ses genoux. Elle relève d'un contexte génétique chez la plupart de ces patients. La forme extrême est représentée par le syndrome d'Ehlers-Danlos.

Des études (11) ont démontré une **différence selon le sexe**. Les femmes sont plus laxes que les hommes à âge égal. Cependant, cette différence de laxité ne se vérifie pas au niveau de l'épaule.

Certains auteurs ont incriminé des **anomalies biochimiques** à l'origine des différences de laxité entre les individus. A ce jour (11) aucune différence dans le type de collagène ou dans leur quantité n'a été retrouvée au niveau de l'épaule, seule une diminution significative de l'entrecroisement des jonctions des fibres collagènes a été constatée. L'anomalie se situerait au niveau de la capsule à travers une augmentation significative du taux de formation du collagène des patients laxes (11).

Plus de la moitié des patients qui présentent une laxité de l'épaule n'ont aucun signe de laxité globale. Elle serait donc le résultat d'une **adaptation fonctionnelle** aux contraintes mécaniques. Cette adaptation a été (11) démontrée à travers des études comparatives de laxité de gléno-humérale (11, 25) entre des nageurs d'élite et des nageurs de loisirs au sein d'une population de base-baller. Leurs résultats restent à nuancer et pourraient simplement indiquer qu'un sujet avec une laxité supérieure est plus à même d'être performant. Le fait que cette laxité est presque toujours bilatérale est en faveur de cette dernière hypothèse.

### 2.3.2. *Instabilité* (8, 9,38)

**L'instabilité** est définie comme une mobilité anormale et symptomatique de l'articulation qui entraîne douleur, sensation d'insécurité, pseudo-blocages, subluxation ou luxation.

Le concept de l'instabilité de l'épaule se caractérise par une perte ou la faillite des facteurs de contrôle de la position de la tête humérale qu'ils soient ostéo-fibreux, capsulo-ligamentaires, musculaires ou neuromusculaires.

L'**étiologie** peut être atraumatique (laxité constitutionnelle), macrotraumatique (mécanisme de luxation : associé ou non à une atteinte du labrum) et microtraumatique.

## **2.4. Les spécificités de l'épaule des nageurs**

### *2.4.1. Spécificité du milieu (10, 40)*

La particularité des contraintes biomécaniques chez le nageur repose sur les spécificités techniques de chaque nage fixées par la réglementation internationale et surtout par les contraintes propres au milieu aquatique.

Dans l'eau, le nageur est soumis à un couple de redressement entre la poussée d'Archimède et la gravité, qui l'oblige à maintenir en permanence un équilibre horizontal par l'utilisation des jambes et des bras.

Tout déplacement va engendrer un ensemble de résistances à l'avancement :

- \_ Résistances passives : les propriétés physiques de l'eau engendrent une résistance frontale, superficielle et tourbillonnaire proportionnelle à la vitesse de déplacement.
- \_ Résistances de vagues : tout corps se déplaçant dans un liquide crée une zone de turbulence provoquant des vagues.
- \_ Résistances de formes : tout mouvement vertical, latéral excessif ou modification de formes augmentent les surfaces antérieures, amplifiant les résistances frontales. Ces mouvements augmentent également les surfaces postérieures et créent un phénomène d'aspirations

tourbillonnaires. Le nageur doit s'organiser pour limiter ces résistances et améliorer sa vitesse de nage.

#### *2.4.2. L'appui (10)*

Lors de la nage, les membres supérieurs sont le principal moteur du déplacement surtout chez les nageurs fond et demi-fond.

Pendant la phase de propulsion, les mains se déplacent surtout verticalement et latéralement et finissent dans un repère fixe, près du point d'entrée de la main. C'est le corps qui se déplace et non la main (annexe III).

La trajectoire du mouvement sous l'eau a une forme sinusoïdale dont l'objectif est de chercher le maximum d'appui dans les couches profondes de l'eau.

Les autres facteurs d'efficacité propulsive seront : la quantité de surface propulsive, le profil de ses surfaces, la longueur du trajet, la profondeur, la vitesse et le rythme de déplacement des appuis, ainsi que la coordination spatiale des différentes phases de nages.

#### *2.4.3. L'amplitude (10)*

L'amplitude est un facteur déterminant. Elle s'évalue par la distance parcourue à partir du point le plus avancé au plus reculé, lors d'une phase d'appui. Le déplacement du corps dans l'eau sera proportionnel à l'amplitude des appuis.

#### *2.4.4. La fréquence (10)*

La fréquence est un des leviers de la performance. Elle correspond au nombre de mouvements de bras ou de cycles de bras par unité de temps. Aux jeux olympiques de 1996 et championnat

du monde de 1998, la fréquence moyenne sur 100m Nage Libre était de 0,54 à 0,57 cycle par seconde pour les femmes, de 0,54 à 0,60 sec pour les hommes. Lors d'un 1500m, elle était entre 0,70 à 0,77sec.

Au sein, d'un même cycle bras, il existe des variations rythmes propres aux différentes phases : glisse/ propulsion (traction et poussée)/ retour aérien.

#### 2.4.5. *La force* (10, 18)

La pression de la main dans l'eau est maximale (125 newtons), sur la première moitié de l'appui (annexe III).

Des évaluations électromyographiques (annexe III) ont démontré une activité électrique maximale du deltoïde antérieur et médial, lors des phases de poussées et de sorties. Le deltoïde postérieur maintient une activité constante durant toutes les phases.

Une étude isocinétique sur la force des muscles rotateurs (18) des nageurs de compétition de sexe masculin démontre une supériorité des muscles rotateurs latéraux (à vitesse lente) de l'épaule dominante avec pour conséquence un déséquilibre du ratio RL/RM par rapport au côté non dominant. Ces résultats ne se retrouvent pas chez les nageuses. Une des hypothèses explicatives avancées serait l'utilisation prédominante d'un côté lors de la phase respiratoire. Cependant elle reste à nuancer du fait de l'utilisation de toutes les nages lors des entraînements.

Des études plus récentes sur une population de nageurs ont réaffirmé cette différence de ratio dans 55% des cas. 36% étaient porteurs d'un conflit sous acromial. D'autres recherches comparatives à une population témoin retrouve une supériorité de force des rotateurs latéraux. La différence de ratio n'apparaît alors que chez des sujets pathologiques.

Nous constatons que l'épaule du nageur est soumise à des contraintes biomécaniques très importantes : des gestes répétitifs, une action motrice centrée sur l'épaule et des amplitudes maximales.

## **2.5. La tendinopathie (7, 17, 19, 27, 31)**

### *2.5.1. Définition*

C'est une pathologie très fréquente chez les sportifs, qui touche le tendon, élément intermédiaire entre le muscle et l'os. Le tendon assure la transmission des forces, stabilise les articulations et supporte des contraintes dans certains types de travail musculaire (excentrique).

L'ensemble des lésions microtraumatiques du tendon est regroupé sous la dénomination de tendinopathie. Ce terme tend à se substituer à celui de tendinite (inflammation du tendon) qui est en réalité rare.

La tendinopathie est liée des facteurs mécaniques (l'activité sportive répétée) (31, 33, 34) et des facteurs dégénératifs liés au sujet (diminution des qualités physiologiques du tendon et de sa gaine).

Son apparition est influencée par d'autres facteurs : l'âge, la morphologie (7), la force des rotateurs, l'extensibilité du tendon, la préparation physique générale, l'intensité et la durée d'entraînement (31), le dopage, le matériel, le geste technique, environnement et les facteurs métaboliques (30).

Certaines études nous démontrent que la technique de nage est un facteur déterminant dans 24% des cas de tendinopathie d'épaules (35, 36, 40), ainsi que l'utilisation de plaquettes lors des phases d'entraînement.

Dans la littérature, le déséquilibre de ratio des muscles de la coiffe est décrit chez les nageurs comme un facteur déclenchant (18, 26). Cependant, il est difficile de faire le lien entre la pathologie de la coiffe et le déséquilibre de la balance musculaire. Est-il la source d'apparition de la lésion de l'épaule, ou la conséquence d'une souffrance musculaire et tendineuse ?

### *2.5.2. Physiopathologie (3, 15, 27)*

Pour certains auteurs, le conflit sous acromial, la tendinite de la coiffe ou le syndrome de Neer sont plusieurs appellations pour une même entité toujours discutée et non objectivée. Seules la clinique et l'arthroscopie (aspect irrégulier de la face superficielle, profonde du supra épineux, et du ligament acromio-coracoïdien) objectivent la pathologie.

Le conflit peut être secondaire à certaines formes d'instabilité capsulo-labrale qui entraîne une excentration de la tête humérale lors des mouvements. Chez le nageur, elle est décrite sous la forme d'une hyperlaxité antéropostérieure.

La mauvaise cinématique de la scapulo-humérale et les dysfonctions cervicales sont également présentées dans la littérature comme causes ou conséquences des douleurs de l'épaule. (3, 7)

## **2.6 Les effets des étirements**

Depuis quelques années, un certain nombre d'auteurs (1, 11, 21, 25) remettent en cause la pertinence des étirements dans la pratique sportive.

### *2.6.1 Effets des étirements dans la phase d'échauffement*

Dans le cadre de l'échauffement, certains athlètes utilisent les étirements. Les connaissances scientifiques de ses dix dernières années démontrent l'incohérence de leurs utilisations dans le cadre de la préparation à l'effort et à la performance.

Loin des idées reçues et des pratiques de terrain, les étirements de type passif ou balistique n'ont aucun effet sur l'échauffement du muscle autrement dit sur l'augmentation de sa température. Au contraire, ils entraînent une diminution de la vascularisation, provoquée par la mise en tension isométrique. La température musculaire diminue dans le temps et l'effet de l'échauffement passe alors de 20 à 8 min.

Seule, l'utilisation de la méthode de l'étirement raisonné actif myotendineux (ERAMT) a comme effet d'augmenter la chaleur interne du muscle. Elle permet également d'éveiller les récepteurs kinesthésiques, d'améliorer le glissement entre les structures et de préparer les jonctions myotendineuses, tout en protégeant les ponts d'actine myosine.

Le rôle majeur de prévention des blessures par les étirements est largement remis en cause. Certaines études scientifiques ont mis en évidence une augmentation du nombre de blessures chez les sportifs incluant des étirements dans leur échauffement. Elles incriminent l'action des étirements sur les structures et la vigilance musculaires.

L'étirement a un effet antalgique qui augmente le seuil de tolérance à la douleur par sollicitation des récepteurs nociceptifs. Les récepteurs proprioceptifs (cellules Golgi) voient leur réactivité diminuer. L'ensemble va ainsi affecter la vigilance musculaire.

Dans le cas d'une sur-utilisation des étirements sur un groupe musculaire (ex : Ischio jambier), il peut y avoir une détérioration de la coordination agoniste-antagoniste.

Les étirements de type passif sont aussi sources de microtraumatismes. Ils imposent parfois aux muscles une tension maximale qui peut engendrer une lésion des structures élastiques du sarcomère (la titine) comparable aux effets d'un entraînement de force.



Une utilisation longue et prolongée peut aller jusqu'à une modification structurelle des myofibrilles se concrétisant par un allongement et verticalisation des fibrilles.

### *2.6.2. Effets des étirements sur la performance*

La force «active» que génère un muscle dépend de sa longueur initiale. Les sarcomères sont des unités anatomiques de base, composées de protéines contractiles et élastiques, disposées en série dans la fibre musculaire (annexe II). Au repos, elles sont à une longueur optimale c'est-à-dire au maximum de chevauchement que l'on puisse obtenir entre les filaments contractiles d'actines et de myosine.

Lors d'un étirement, la longueur du muscle augmente et le nombre de ponts d'actine myosine diminue. La force du muscle va alors baisser. L'allongement peut aller jusqu'à l'impossibilité de créer des ponts et engendrer une contraction.

La force totale d'un muscle est aussi dépendante de ses composantes élastiques. Lors d'un exercice pliométrique, la force passive générée est liée à l'augmentation préalable de la longueur du muscle. Au fur et à mesure de l'étirement passif des structures élastiques, notamment la connectine (attache des filaments de myosine aux striés Z), est mise en tension jusqu'à atteindre leur seuil maximal d'élasticité.

La revue de la littérature démontre une diminution des capacités musculaires quelque soit le type d'étirement, le type de force (explosive, dynamique ou en endurance) et les groupes musculaires mesurés. L'ERAMT semble être la technique la moins délétère.

Les étirements diminuent l'activation des motoneurones, se traduisant directement sur le tonus de base.

Enfin des études démontrent que l'augmentation de la raideur musculo tendineuse, tant combattue, est en lien directe avec la performance. Elle augmente la transmission des forces

aux pièces osseuses et agit sur la vitesse de mobilité segmentaire. Cette constatation va totalement à l'encontre de l'utilisation des étirements dans le cadre de la préparation à la performance (25).

#### *2.6.3. Effets des étirements sur la récupération musculaire*

Présentés comme principe de base et indispensables à la récupération, les étirements après l'effort sont remis actuellement en cause par la littérature (1, 20). Celle-ci démontre que les étirements statiques compriment les capillaires et diminuent la vascularisation du muscle, ce qui va à l'encontre du drainage des éléments de dégradation de l'ATP. Seuls les étirements intermittents dynamiques permettraient l'amélioration « du pompage » sanguin.

Qu'ils soient placés avant, pendant, ou après la séance sportive, les étirements n'ont aucun effet antalgique sur les courbatures. Au contraire, il y a dans certains cas une augmentation des phénomènes douloureux et une majoration des microtraumatismes dus aux efforts intenses.

#### *2.6.4. Effets prouvés des étirements*

Les effets prouvés des étirements sont la réduction des raideurs musculaires, la diminution de la sensibilité des récepteurs nociceptifs (1, 11, 25).

### **3. MATERIEL ET METHODE**

#### **3.1. Population**

##### *3.1.1. Caractéristiques de la population de nageurs*

L'étude porte sur 30 nageurs de niveau national (N1A, N1B, Interrégional), âgés de 18 à 30 ans comprenant autant de femmes que d'hommes et ayant au moins 4 entraînements/semaines.

### *3.1.2. Caractéristiques de la population témoin*

L'étude fait également appel à un groupe témoin des étudiants de l'IFMK de Nancy, avec le même nombre de sujets, répondant au même critère âge et de répartition homme/femme.

### *3.1.3. Critères d'exclusion*

L'hyperlaxité et les antécédents de luxation d'épaules seront des critères d'exclusion.

Le sujet est déclaré comme hyperlaxe, s'il est positif aux 3 premiers points décrits par l'échelle de Beighton (voir annexe) : dorsiflexion passive du 3<sup>ème</sup> doigt  $>90^\circ$ / apposition passive du pouce sur l'avant-bras après flexion palmaire maximale du poignet/ hyperextension passive du coude  $>10^\circ$

## **3.2. Matériel**

Nous utilisons un Rippstein et un goniomètre à branche pour mesurer les amplitudes passives et actives.

Un dynamomètre électronique de la marque Kinetec. Le Kinedyne permet de déterminer de la force statique de groupe de muscles : ici, les rotateurs de l'épaule et indirectement leur ratio.

Un questionnaire sur les modalités de pratique du sport et sur les douleurs d'épaules est donné à chaque participant. Les questions sont adaptées aux deux populations.

### 3.3. Protocole

L'ensemble des mesures sur les nageurs se fait en début de séance, lors de l'entraînement du soir entre le mardi et le jeudi.

Cette organisation nous permet d'avoir une même condition physiologique (éveil et fatigabilité musculaire) par rapport à la journée et de limiter l'incidence des compétitions sur les tests, et inversement sur les performances des athlètes.

Toutes les mesures sont **bilatérales**.

#### *3.3.1. Mesure des amplitudes*

##### *3.3.1.1. Objectif*

Elle nous permet de quantifier la laxité des structures actives et passives de l'articulation gléno-humérale à travers des mesures goniométriques actives et passives.

##### *3.3.1.2. Echauffement*

Pour éviter toute blessure, nous demandons au sujet à titre d'échauffement de réaliser une contraction statique de 6 secondes dans les différentes amplitudes (flexion/ extension/ rotation interne et externe/ abduction/ abduction et adduction horizontale).

##### *3.3.1.3. Positions de mesure*

L'attitude de mesure diffère de la position anatomique de référence. Nous utilisons les positions recommandées par HAS (Annexe IV).

Nous mesurons l'ensemble des amplitudes de l'épaule : flexion ; extension ; rotation latérale ; rotation médiale ; abduction ; abduction et adduction horizontales

#### *3.3.1.4. Norme*

Nous nous faisons référence aux valeurs d'amplitudes proposées par HAS (Annexe IV). Elles représentent la norme usuelle de mobilité active, mesurée sur une population d'adultes jeunes. Mais, la très large fourchette des amplitudes communiquées incite à la prudence avant déterminer une différence de «laxité». Il est nécessaire, pour cela, de comparer les mesures faites sur les nageurs à une population témoin. Cette comparaison sera bilatérale, des amplitudes actives et passives centrée sur la gléno-humérale.

#### *3.3.2. Mesure des ratios*

##### *3.3.2.1. Positions de mesure*

Le sujet est assis sur un tabouret : un point écart entre l'assise et les creux poplités, dos droit et pieds affleurant le sol.

Le coude est posé sur une table et rehaussé par des coussins en position R2 : Abduction d'épaule à 90° dans le plan de la scapula et flexion de coude à 90°.

Le dynamomètre est placé dans le dos du sujet afin de mesurer la force maximale statique des rotateurs médiaux et face au sujet pour les rotateurs latéraux. Il est attaché à une barre pour permettre le réglage de sa hauteur. Il est fixé perpendiculairement à l'avant-bras (poignet/dynamomètre forment un angle de 90°).

##### *3.3.2.1. Echauffement et réalisation des mesures*

Sur le même point d'attache, nous fixons également un « élastie bande ». Il nous permet de demander au sujet de réaliser 10 fois le mouvement de rotation, pour préparer le muscle à l'effort et visualiser le mouvement à réaliser.

La mesure est faite sur 2 essais, avec encouragement du MK. Lors de la mesure, l'examineur met respectivement une main sur le thorax pour les rotateurs médiaux et dans le dos pour les rotateurs latéraux. Elle permet de contrôler toutes compensations par flexion ou extension du tronc. La force des rotateurs est obtenue par la moyenne des deux essais.

### 3.3.3. *Questionnaire*

Nous soumettons à la population nageur un questionnaire destiné à collecter un ensemble de données : latéralité du sujet, âge, sexe, spécialité, la charge de travail (nombre d'entraînements par semaine, kilométrage moyen par entraînement, nombre de séances de musculation dans la semaine), la pratique des étirements (types d'étirements, quand, Combien de fois lors d'une compétition), la douleur d'épaule (présence oui/non, au cours de la saison dernière, quand, au repos, la nuit).

Le questionnaire destiné au groupe témoin porte sur : latéralité, âge, pratique(s) sportive(s), loisirs, nombre de fois par semaine, pratiques des étirements (actifs ou passifs, quand), douleurs d'épaule (présence oui/non, au cours de l'année, quand, au repos, la nuit)

## 4. RESULTATS (Annexe V)

L'analyse statistique a été réalisée avec le concours du service d'épidémiologie clinique, CEC-INSERN du CHU NANCY.

### 4.1. Description des populations

Tableau 1 : caractéristiques générales des 3 populations :

Caractéristiques	Population témoin	Population nageur	Population pathologique
Nombre	33	30	9
Nb de garçons	18	18	5
Nb de filles	15	12	4
Age moyen	21,3	22	21
Droitier	93,9 %	86,3 %	66,6 %
Gaucher	6,1 %	13,7 %	33,4 %

#### 4.1.1. Particularité de la population témoin

Seuls 21% des personnes ne pratiquent aucune activité sportive, les 79% autres pratiquent une activité ne sollicitant pas le membre supérieur, ou dont le niveau de pratique (inférieur à 3) n'influe pas sur les résultats. Aucune personne n'est porteuse d'une douleur d'épaule.

#### 4.1.2. Particularité de la population Nageur

Notre population pratique en moyenne depuis 12 ans la compétition.

Aucun des nageurs n'était porteur d'une douleur lors de la réalisation des tests.

Sur l'ensemble de la population des nageurs, 9 soit 32,14% ont eu des douleurs d'épaule aux cours de la saison précédente.

Tableau 2 : charge de travail :

Nombre	Population nageur	Population pathologique
Année de compétition	12,16	12
KM moyen/semaine	25,9	30,1
Nb d'entraînement	5	5
Nb de séance de muscu	0,90	1,5

L'ensemble des nageurs nage en moyenne de 25,9 km/ semaine pour une moyenne de 5 entraînements. Il pratique en moyenne 0,90 séance de musculation/ semaine.

#### 4.1.3. Particularité des nageurs présentant un épisode douloureux

Sur les 9 nageurs porteurs de douleurs d'épaule aux cours de la saison précédente, 55,56% ont eu une douleur persistante pendant 15 jours et 44,4% pendant 1 mois. Malgré la douleur, 88,9% d'entre eux n'ont pas arrêté la pratique de la natation. Cette douleur était présente au repos pour 44,4% d'entre eux, mais en aucun cas présente la nuit.

Leur charge de travail est en moyenne 4,2km de plus/ semaine que la moyenne des autres nageurs pour le même nombre moyen d'entraînements : 5. Il pratique en moyenne 1,5 séance de musculation par semaine.

#### 4.2. Comparaison de l'utilisation des étirements des 2 populations

Tableau 3 : Pratique des étirements

Etirement	Population témoin	Population nageur	Population pathologique
Dans leur pratique	51,5 %	83,3 %	77 %
Type passif	90,9 %	93,3 %	88 %
Type actif	9,1 %	6,7 %	12 %
Avant la pratique	9,09 %	6,7 %	33 %
Après la pratique	57,58 %	73,3 %	55 %
Avant et après	33,3 %	20 %	22 %

**Témoin** : 51% de la population témoin utilisent les étirements lors de leur pratique. Ils sont à 90,9% de type passif, et pratiqués avant l'activité pour 57,58% des cas, au début et à la fin de l'activité pour 33,3%.

**Nageur** : 83,3% des nageurs déclarent pratiquer des étirements à 93,3% de type passif. Ils les pratiquent pour 73,3% des cas après l'entraînement ou la compétition et 20% aux deux moments (avant et après).



**Pathologique** : 77% des nageurs pratiquent des étirements à 88% de type passif. Ils les pratiquent pour 33% avant l'entraînement ou la compétition. Pour 55% des cas, ils les pratiquent après et 22% aux deux moments.

### 4.3. Comparaison des forces

Tableau 4 : forces et ratios des rotateurs

		Population témoin	Population nageur	Population pathologique
EPAULE DROITE	ROT LAT	6,70	8,36	9,41
	ROT INT	8,04	10,6	11,06
	Ratio	1,234	1,28	0,850
EPAULE GAUCHE	ROT LAT	7,07	8,55	8,9
	ROT INT	7,51	9,47	10,50
	Ratio	1,094	1,09	0,845

#### 4.3.1. Epaule droite

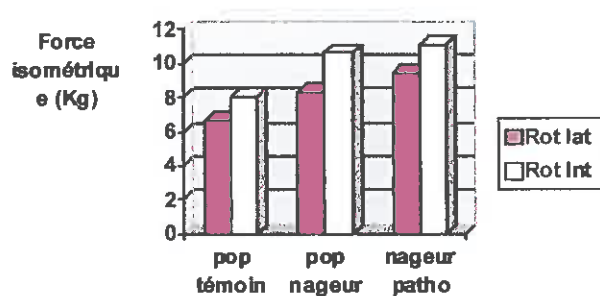


Figure 1. Comparaison de la force des rotateurs de l'épaule droite

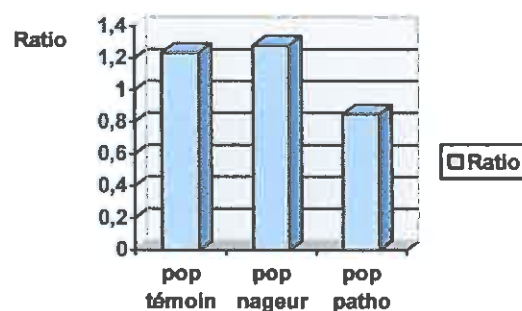


Figure 2. Ratio de l'épaule droite

Nous constatons une différence notable de force des rotateurs entre les deux populations.

Pour l'épaule droite, la force des rotateurs latéraux est en moyenne de 8,36kg chez les nageurs et de 6,70kg dans la population témoin, soit une différence de 24%.

La force des rotateurs médiaux est en moyenne de 10,6kg chez les nageurs et de 8,04kg pour la population témoin, soit une différence de 31%. Cette différence est statistiquement significative à 0,0007.

Le ratio rotateur latéraux/médiaux est en moyenne de 1,28 chez les nageurs et de 1,234 pour la population témoin.

#### 4.3.2. Epaule Gauche

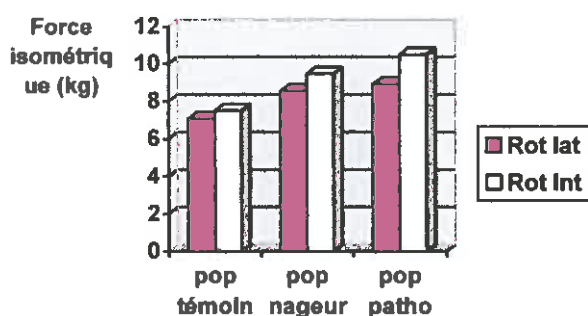


Figure 3. Comparaison de la force des rotateurs de l'épaule gauche

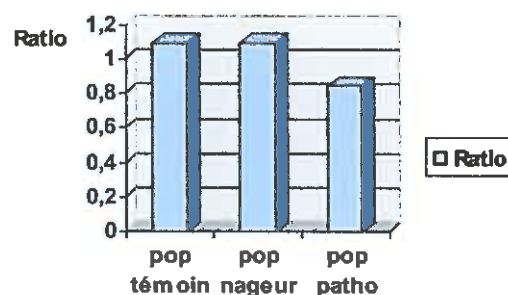


Figure 4. Ratio de l'épaule gauche

Au niveau de l'épaule gauche, la force des rotateurs latéraux est en moyenne de 8,55kg chez les nageurs et de 7,07kg dans la population témoin, soit une différence 20,9%.

La force des rotateurs médiaux est en moyenne de 9,47kg chez les nageurs et de 7,51kg pour la population témoin, soit une différence de 26%.

Le ratio rotateur latéraux/médiaux est en moyenne de 1,09 chez les nageurs et de 1,094 pour la population témoin.

#### 4.4. Comparaison des amplitudes

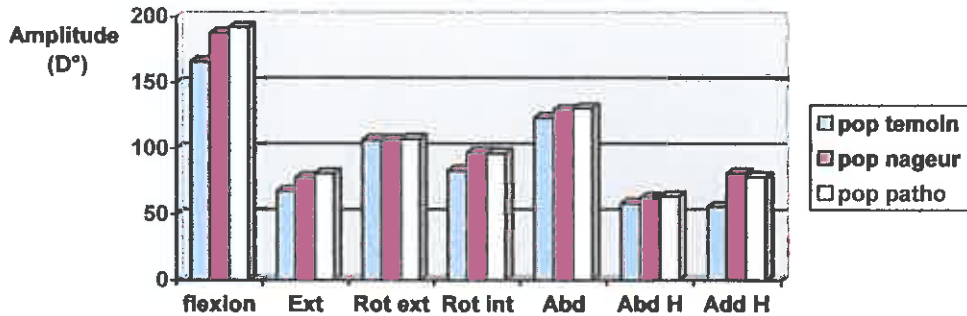


Figure 5. Comparaison des Amplitudes passive de l'épaule Droite

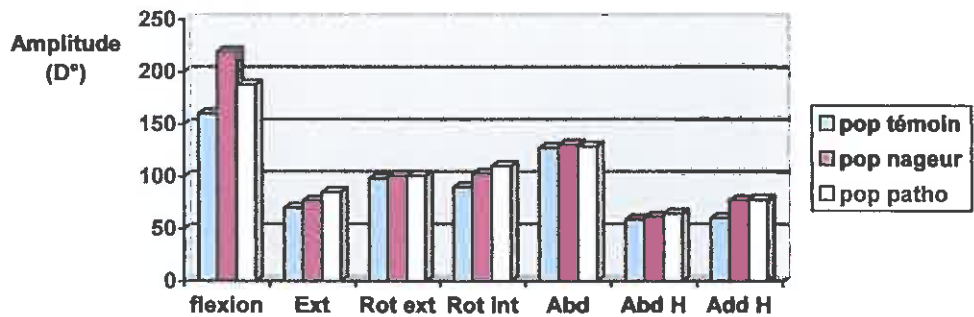


Figure 6. Comparaison des Amplitudes passives de l'épaule Gauche

L'amplitude est nettement supérieure chez les nageurs quelque soit le côté ou type de mouvement.

En passif, la différence de flexion entre population témoin et nageur est statistiquement significative à 0,0001 pour l'épaule droite, soit une différence de 13%. En rotation interne, la différence de 16% est significative à 0,0004. En adduction horizontale, elle est significative à 0,0001, soit une différence d'amplitude de 7,5% à droite.

En actif, la différence de flexion entre population témoin et nageur est de 12% (significative à 0,0006) pour l'épaule droite et de 11% (significative à 0,0001) à gauche.

En rotation interne, la différence de 15,5% est significative à 0,0007 et en adduction horizontale de 0,0001 soit une différence de 31,1% de l'épaule droite.

#### **4.5. Comparaison des résultats nageurs sains et nageurs avec des épisodes de tendinopathie.**

##### *4.5.1. Description des nageurs avec épisode de tendinopathie de l'épaule*

La population dite « pathologique » comportait 5 garçons et 4 filles, d'une moyenne d'âge de 21 ans et à 66,6% droitier. Seul 1 nageur a arrêté son entraînement à cause des douleurs d'épaules.

##### *4.5.2. Comparaison des forces*

Nous constatons une différence de force des rotateurs entre les deux populations.

Pour l'épaule droite, la force des rotateurs latéraux est en moyenne de 9,40kg chez les nageurs pathologiques, soit une augmentation de la force de 12,6% par rapport à l'ensemble des nageurs (force moyenne de 8,36kg).

La force des rotateurs médiaux est en moyenne de 11,6kg chez les nageurs pathologiques, soit une augmentation de 5% par rapport aux nageurs sains (force moyenne de 10,6kg).

Le ratio rotateur latéraux/médiaux est en moyenne de 1,28 chez les nageurs sains et de 0,85 chez les nageurs présentant des épisodes de tendinopathie récidivante, soit une diminution de 33,5 %.

Pour l'épaule gauche, la force des rotateurs latéraux est en moyenne de 8,92kg chez les nageurs pathologiques, soit une différence de 4,3% avec les nageurs sains.

La force des rotateurs médiaux est en moyenne de 10,49kg chez les nageurs pathologiques, soit une augmentation de 10,9% par rapport aux nageurs sains.

Le ratio rotateur latéraux/médiaux est en moyenne de 0,845 chez les nageurs pathologiques soit une diminution de 22,4% par rapport au ratio des nageurs sains.

#### *4.5.3. Comparaison des amplitudes*

Il existe de légères différences d'amplitude entre les nageurs sains et les pathologiques qui ne sont pas significatives du fait du faible nombre de sujets pathologiques.

Les plus grands écarts d'amplitude en faveur des nageurs pathologiques se situent en flexion passive de l'épaule droite avec une différence de 4,5° (soit 2,43%), en extension de 8,17° (soit 10,6%), et en rotation interne pour l'épaule gauche avec une différence de 7,5° (soit 6,8%). A noter, la différence de 32,1° (soit de 17%) en flexion passive de l'épaule gauche en faveur des nageurs sains.

Les amplitudes moyennes restantes sont proches à 1 ou 2° près, voire similaires. Au niveau de l'épaule droite en rotation interne (moyenne de 96°), en abduction (moyenne de 129°), abduction horizontale (moyenne de 63°). Au niveau de l'épaule gauche, les amplitudes moyennes sont similaires en rotation externe gauche (moyenne de 100), adduction horizontale (moyenne de 77°).

En actif, la différence d'amplitude entre nageurs sains et pathologiques n'est pas significative.

Il existe une différence en abduction de l'épaule droite de 2,18% en faveur des sujets pathologiques, mais le reste des amplitudes est similaire.

## **5. DISCUSSION**

### **5.1. Les limites**

Dans le cadre de cette étude, le questionnaire était le seul élément d'évaluation de la tendinopathie, dépendant de l'interprétation des sujets. C'est un choix délibéré pour limiter le temps de réalisation (29). Cependant, elle ne peut remplacer un examen clinique : palpation, tests spécifiques (Jobe, Weber,...) pour diagnostiquer ou non la présence d'une tendinopathie. L'ensemble des mesures d'amplitudes est dépendante de l'examineur. Selon certaines études, il existe une différence intra testeur de 5 à 10° sur l'ensemble des mesures goniométriques.

### **5.2. Discussion des résultats**

Les résultats obtenus nous amènent à observer une différence importante d'amplitude entre la population témoin et nageur. Les nageurs sont plus laxes sur l'ensemble des mouvements. Cette laxité s'exprime par des différences d'amplitude en passif et en actif. En passif, les différences statistiquement significatives se situent au niveau de l'épaule droite en flexion (+13% par rapport à la population témoin), en rotation interne (+16%) et en adduction horizontale (+7,5%).

En actif, les différences statistiquement significatives se situent également au niveau de l'épaule droite (+12%), en rotation interne (+15,5%) et en adduction horizontale (+46,15%).

Au niveau de l'épaule gauche, la différence de flexion de 11% est significative à 0,0001.

Ces résultats confirment les observations faites par d'autres études.

L'utilisation des étirements par 83,3% des nageurs lors de leur pratique, à 93,3% de type passif peut être un élément explicatif de cette différence de laxité active et passive. Certains auteurs (1, 11, 25) observent un effet à long terme des étirements passifs sur l'augmentation des amplitudes passives. Ses effets ne se vérifient pas sur les amplitudes actives.

La littérature parle d'une laxité propre à l'activité gestuelle et aux contraintes biomécaniques de l'activité sportive: la laxité fonctionnelle (11, 13). Notre population de nageur étant à 86,3% droitier, la sur-sollicitation du membre dominant aux cours de la nage pourrait expliquer que les différences d'amplitudes sont significatives principalement au niveau de l'épaule droite.

L'utilisation abusive des étirements passifs et l'adaptation des structures musculo-tendineuses aux contraintes de l'activité seraient à l'origine d'une laxité antéro-postérieure de la gléno-humérale (37). Elle est décrite comme élément constitutif de la tendinopathie. Certains auteurs décrivent un facteur génétique qui influe sur l'organisation des structures de collagène, mais donne un tableau de laxité globale (8, 9, 11). Les tests de Beighton nous ont permis d'écarter cette source de différence de laxité entre nageur et non nageur.

L'ensemble de la littérature (1, 11, 25) tend à démontrer les effets délétères des étirements sur la performance, quelques soient les types, et notamment lorsqu'ils sont employés avant l'exercice. Il est démontré que ces effets perdurent dans le temps. Nous supposons qu'une utilisation au long court des étirements aurait les mêmes effets sur la force des rotateurs de l'épaule. Notre étude montre qu'il n'existe pas de différence de ratio entre la population témoin et nageur : 1,2 pour l'épaule droite et 1,09 pour la gauche. Cependant, la moyenne des forces des rotateurs est supérieure. Pour l'épaule droite, elle est supérieure de 24% pour les rotateurs latéraux et 31% pour les rotateurs médiaux. Pour l'épaule gauche, la force est supérieure de 20,9% pour les rotateurs latéraux et de 26% pour les rotateurs médiaux.

Certaines études nous démontrent que les sujets les plus laxes sont les plus performants (11, 25). A l'échelle de nos deux populations, cette observation se vérifie, mais elle doit être pondérée par la très nette différence de sollicitation des muscles de l'épaule.

Néanmoins, au sein de notre population de nageurs, 32% présentaient des épisodes douloureux au cours de la saison précédente. La littérature (13, 18, 37) décrit comme principal facteur de la tendinopathie, le déséquilibre de ratio (norme comprise entre 1,3 et 1, 5) source de conflit sous acromial, associé à une charge de travail supérieure à la moyenne (31).

Dans notre étude, ces nageurs présentaient tous un déséquilibre des ratios de l'épaule droite (0,850) et gauche (0,845). Ils étaient également soumis à une charge de travail plus importante que les autres nageurs, avec une moyenne de 30,1Km/semaine et une moyenne de 1,5 séance musculation par semaine. Les amplitudes des sujets pathologiques ne sont pas supérieures à celles de l'ensemble des nageurs. Elles restent pourtant nettement supérieures à la population témoin. 77% des sujets pathologiques pratiquent les étirements à 88% de type passif. L'utilisation des étirements est légèrement inférieure de 6,3% par rapport à l'ensemble des nageurs. Ils les emploient pour 33% avant de nager, soit 26,3% plus que la population nageur. Le faible nombre de sujets pathologiques ne nous permet pas de déterminer s'il existe un lien entre la pratique des étirements et la tendinopathie de l'épaule.

Cependant, « en natation, l'utilisation des étirements a pour objectif de préparer l'épaule à aller dans des positions avec des amplitudes extrêmes, sans risque » (6, 39). Le recours pour 93,3% des nageurs aux étirements passifs semble très discutable dans son rôle de prévention des blessures. La littérature (1, 25) démontre que leur utilisation pourrait entraîner des microtraumatismes et un effet d'alignement des structures myotendineuses. La coiffe est une unité fonctionnelle constituée d'un ensemble de muscles qui travaillent en synergie permanente.



L'utilisation d'étirements passifs répétés à des amplitudes extrêmes entraîne une augmentation de longueur des structures tendineuses et musculaires. Ils sont également à l'origine d'une baisse de la force maximale, de la sensibilité des récepteurs nociceptifs et de la vigilance proprioceptive (1, 25). Une baisse de performances proprioceptives, un déséquilibre du ratio musculaire de la coiffe des rotateurs associés à des mouvements répétitifs vont engendrer des conflits sous acromiaux, source de tendinopathie et à long terme une détérioration de la coiffe. La prévalence des opérations de la coiffe vers 40 ans chez les nageurs est très importante (34). Devant ce constat, il est nécessaire que la pratique des étirements change et que les encadrants soient plus sensibilisés sur leur rôle dans la préservation des pathologies d'épaules de leurs nageurs. Certains auteurs (1) soulignent la nécessité d'identifier précisément les besoins de la pratique sportive, pour envisager le type d'étirements, quand les réaliser, leurs buts et planifier leurs effets. Ainsi nous sortirions de cette forme de ritualisation des étirements, une pratique transmise à l'ensemble des nageurs sans justification autre qu'elle est culturellement liée à la discipline.

## 6. CONCLUSION

Cette étude nous démontre, dans un premier temps, que les nageurs de haut niveau ont une laxité d'épaule supérieure à une population témoin. Cette différence de laxité peut avoir pour origine : une utilisation importante des étirements de type passif et une adaptation structurelle aux contraintes biomécanique.

Dans la seconde partie, en effet, nous avons pu vérifier que la pratique régulière des étirements n'affecte pas les performances de la coiffe des rotateurs. La force moyenne des rotateurs latéraux et médiaux des deux épaules est même supérieure à la population témoin.

Enfin, 32% des nageurs décrivent des épisodes douloureux durant la saison précédente. Ils présentent tous un déséquilibre des ratios bilatéraux et pratiquent des étirements principalement de type passif avant et après l'effort. Leurs amplitudes d'épaule ne sont pas supérieures à celle de l'ensemble des nageurs, mais sont soumis à une charge de travail plus importante. Le faible nombre de sujets pathologiques et les résultats ne nous permettent pas déterminer un lien direct entre l'utilisation des étirements et la tendinopathie. Néanmoins, l'ensemble de la littérature tend à démontrer que l'utilisation répétée des étirements affecte les éléments de stabilité de l'épaule et crée une laxité antéro-postérieure au niveau de la gléno-humérale. Cette instabilité et les sollicitations mécaniques répétées créent une souffrance des structures tendineuses qui devient chroniques.

L'épaule n'étant pas un élément anatomique isolé, il serait intéressant d'approfondir cette étude en analysant plus précisément les effets des étirements et de la nage sur la cinématique de la scapulo-thoracique.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. BARRUE-BELOU.-** Les étirements du sportif : Revue de littérature et perspectives de recherche.- Kinésithérapie Scientifique, 2010, 511, p. 31 - 43
  
- 2. BELLAUD E.** Les étirements musculaires : résultats d'une enquête de pratique auprès des étudiants de licence 1 en sciences et techniques des activités physiques et sportives. – Kinésithérapie la revue, 2006, 53, p. 19 - 23
  
- 3. BLETON R.-** Tendinopathie de la coiffe des rotateurs : Physiopathologie.- Kinésithérapie Scientifique, 2006, 470 ; p 5 - 12
  
- 4. BONNEL F.** Evaluation fonctionnelle et biomécanique des muscles de l'épaule.- CAVONAS F., FAURE P.- Journée de médecine physique et de rééducation 1996 - Paris : ESF, 1996, p 221 – 227
  
- 5. BONNEL F.** L'épaule musculaire.- SIMON L., RODINEAU J. – Epaule et médecine de rééducation - Paris : Masson, 1984, 390, p 1 - 7
  
- 6. CADOT A.** comment bien s'étirer ?- Natation magazine, 2009, 112, p. 46 – 47

- 7. CERTOUX J-R., MARC T., CUDEL A., TEISSER J.-** Rachis cervical et tendinopathie de la coiffe des rotateurs.- Kinésithérapie Scientifique, 2008, 489, p. 23 - 26
- 8. CHANUSSOT J.C.-** Kinésithérapie du sport : Terminologie des instabilités de l'épaule (1<sup>er</sup> partie).- Kinésithérapie Scientifique, 2009, 503, p. 76 -77
- 9. CHANUSSOT J.C.-** Kinésithérapie du sport : Terminologie des instabilités de l'épaule (2<sup>ème</sup> partie).- Kinésithérapie Scientifique, 2009, 504, p. 64 - 68
- 10. CHOLLET D.-** Natation sportive approche scientifique.-2<sup>ème</sup> éd.-Paris : Vigot, 1997.- 389p.
- 11. COMETTI G.-** Facteurs de la performance : Les limites du stretching.- EPS, 2003, 304, p. 29 - 34
- 12. DUFOUR M.-** Anatomie de l'appareil locomoteur: membre supérieur. Elsevier Masson, 2007, p. 143 - 163
- 13. ELLENBCKER T.S.-**Shoulder Rehabilitation : Non-operative treatment.- New York : Thieme, 2006, p. 4 – 20, p. 28 - 38
- 14. FRANK H., NETTER MD.-** Atlas d'anatomie humaine. 3<sup>ème</sup> édition.- Editions Maloine, 2004, p.391 - 399

- 15. FICHEZ O.** - Evolution du concept physiopathologique de la coiffe des rotateurs du sportif en 2003.- Kinésithérapie Scientifique, 2003, 437, p. 21 - 24
- 16. FORTHOMME B.** - Rééducation raisonnée de l'épaule opérée et non opérée.- Paris : Frison Roche, 2002, 190, p.
- 17. ERADES M.**- Approche ostéopathique dans les tendinopathies de la coiffe des rotateurs.- Kinésithérapie Scientifique, 2006, 470, p. 23 – 24
- 18. GOZLAN G., BENSOUSSAN L., COUDREUSE J.M., FONDARAI J., GRENEAUX V., VITON J.M., DELARQUE A.**- Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante.- Annales de réadaptation et de médecine physique, 2006, 49,1, p. 8 – 15
- 19. HAYE M.**- Kinésithérapie analytique (concept Sohier) de la rupture de coiffe non opérée. Proposition thérapeutique, 2006, 470, p. 25 – 26
- 20. HERBERT R.**- le stretching avant ou après l'exercice physique ne réduit pas les courbatures musculaires ni le risque de lésions, Kinésithérapie la Revue, 2008, 78, p.38-40
- 21. JULIA M.**- Intérêts des échauffements et des étirements : mise au point.- Pathologie locomotrice et médecine orthopédique.- Paris : Elsevier Masson, 2008, p. 153-157

- 22. MARC T., GAUDIN T., TEISSER J.-** Bases biomécaniques de la rééducation des tendinopathies de la coiffe des rotateurs.- Kinésithérapie Scientifique, 2008, 489, p. 5 – 9
- 23. OLIVIER N., QUINTIN G., ROGEZ J.-** Complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau.- Annales de réadaptation et de médecine physique, 2008, 51, 5, p.342 – 402
- 24. PETER J., NAIRC MC.-** A prescription for stretching (une prescription pour les étirements). - Kinésithérapie Scientifique, 2008, 492, p.34
- 25. PREVOST P. -** Etirements et performance sportive : une mise à jour.- Kinésithérapie Scientifique, 2004, 446, p.5 - 13
- 26. PIRET Q.-** « S.O.S. BICEPS » : Intérêt du renforcement des rotateurs latéraux dans la préservation des atteintes dégénératives du tendon du long biceps.-kinésithérapie scientifique, 2009, 499, p.21 - 28
- 27. QUESNOT A., CHANUSSOT JC.-** Rééducation de l'appareil locomoteur. Tome 2 : membre supérieur.- Paris : Elsevier Masson, 2008, 392, p. 53 - 61
- 28. REY S., VAILLANT J., HUGONNARD A.-** Echauffement musculaire : Comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux.- Kinésithérapie Scientifique, 2002, 425, p.41 – 51

**AUTRES SOURCES:**

36. [http:// www.cers.org/cap/epaulet/physiopathologie-et-prevention-de-la-pathologie-de-l'epaule-du-nageur.html](http://www.cers.org/cap/epaulet/physiopathologie-et-prevention-de-la-pathologie-de-l'epaule-du-nageur.html)

37. [http:// www.cers.org/cap/epaulet/pathologie-des-quatres-nages.html](http://www.cers.org/cap/epaulet/pathologie-des-quatres-nages.html)

38. [http:// www.cers.org/cap/epaulet/la-reeducation-dans-l'hyperlaxite-multidirectionnelle-de-l'epaule.html](http://www.cers.org/cap/epaulet/la-reeducation-dans-l'hyperlaxite-multidirectionnelle-de-l'epaule.html)

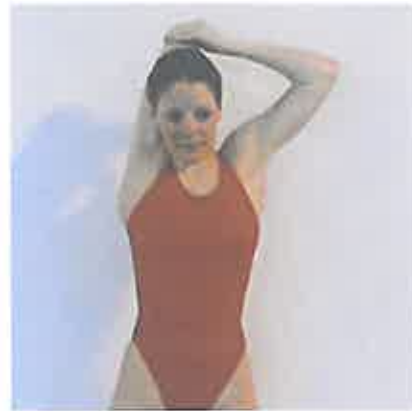
39. [http:// www.natationpourtous.com/entrainement/etirements-principes.php](http://www.natationpourtous.com/entrainement/etirements-principes.php)

40. [http:// reeducation-epaule-nageur.jimbo.com](http://reeducation-epaule-nageur.jimbo.com)

41. [http:// emedecine.medscape.com/article/93213-overview](http://emedicine.medscape.com/article/93213-overview)

## ANNEXE I

EXEMPLES D'ETIREMENT OBSERVES ET PROPOSES sur le site «Natacion pour tous.com»





EXEMPLES DE TEST DE SOUPLESSE  
PROPOSE EN 1997

LA NATATION DE COMPÉTITION



**Figure 3.7**  
*Mesure de la souplesse des épaules  
(mesure horizontale)*



**Figure 3.8**  
*Mesure de la souplesse des épaules  
(mesure verticale)*

EXEMPLES D'ETIREMENTS PROPOSES EN  
1997



**Figure 3.17**  
*L'étirement horizontal (les bras en extension)*

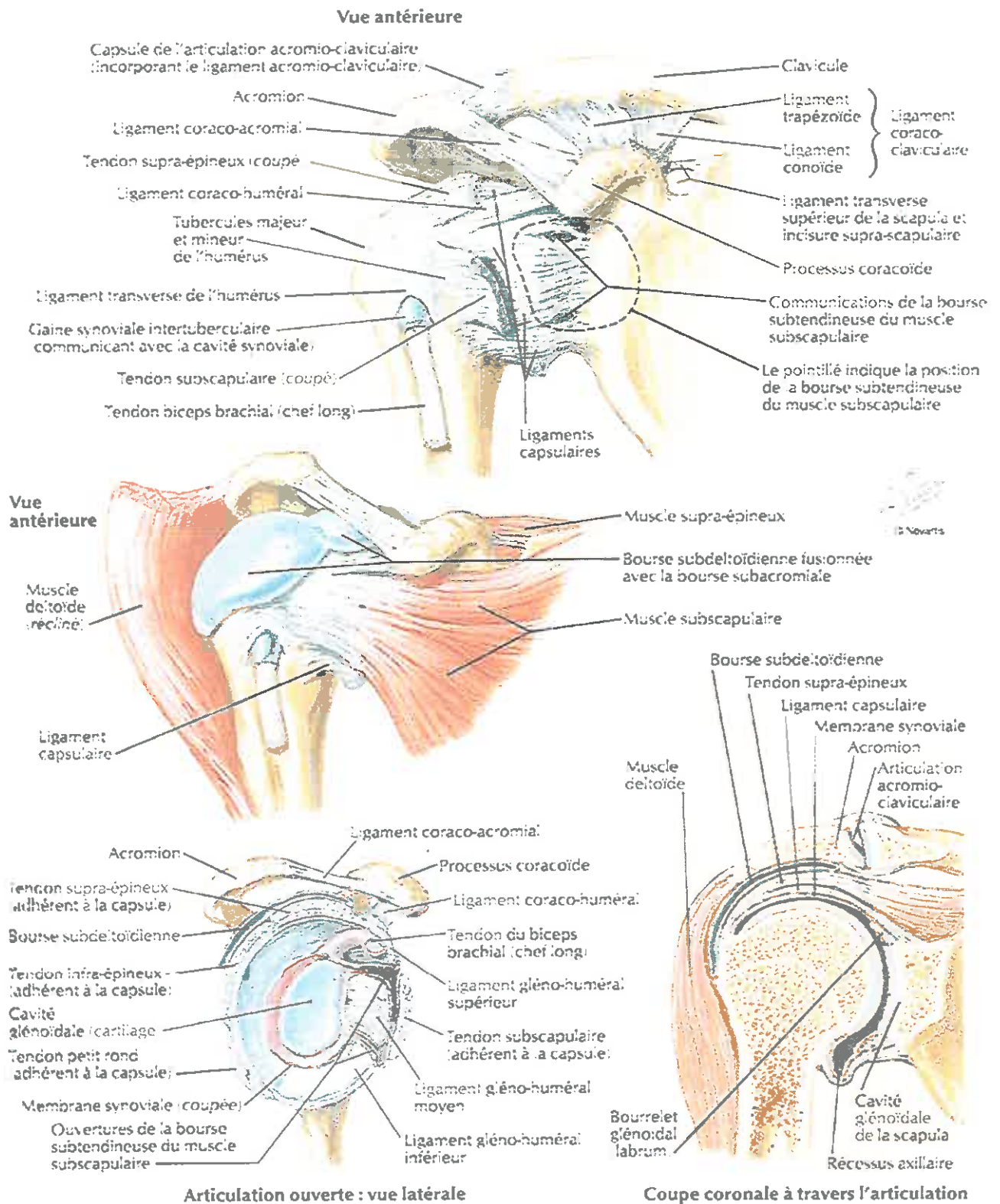


**Figure 3.18**  
*L'étirement horizontal (mains entrecroisées derrière la nuque)*

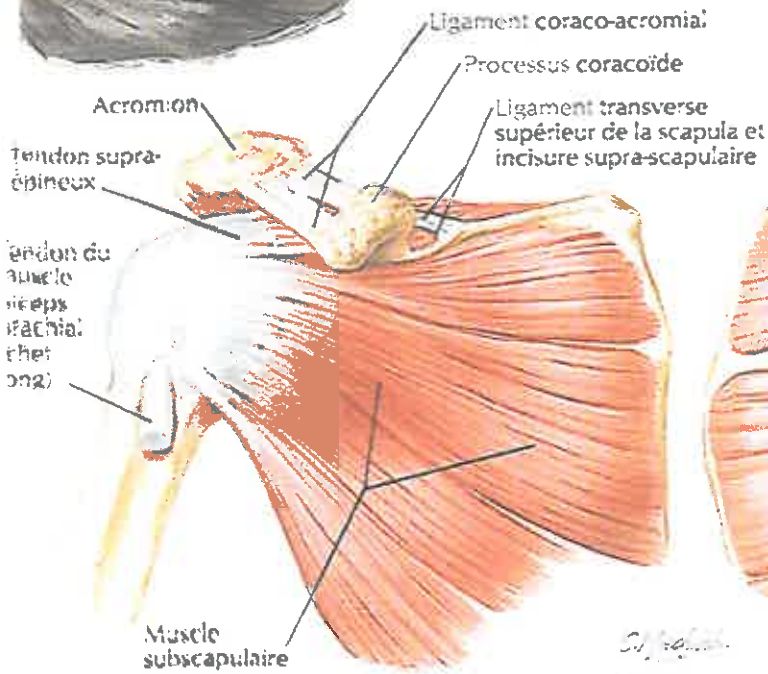
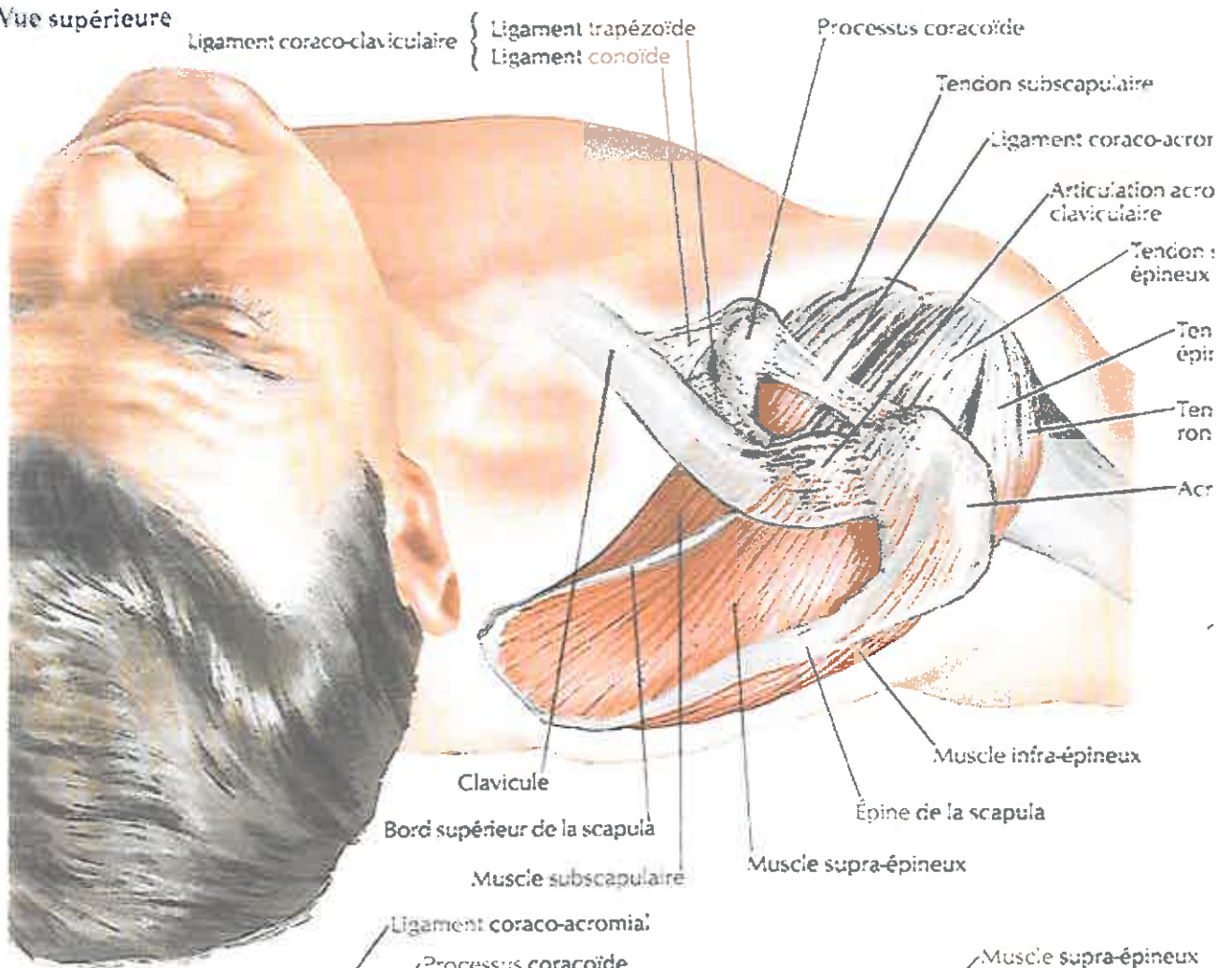


**Figure 3.19**  
*L'étirement vertical*

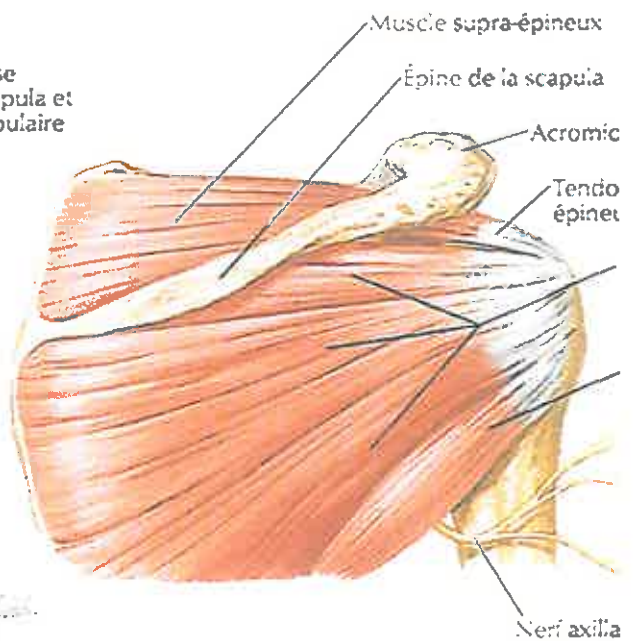
## ANNEXE II



**Vue supérieure**



**Vue antérieure**

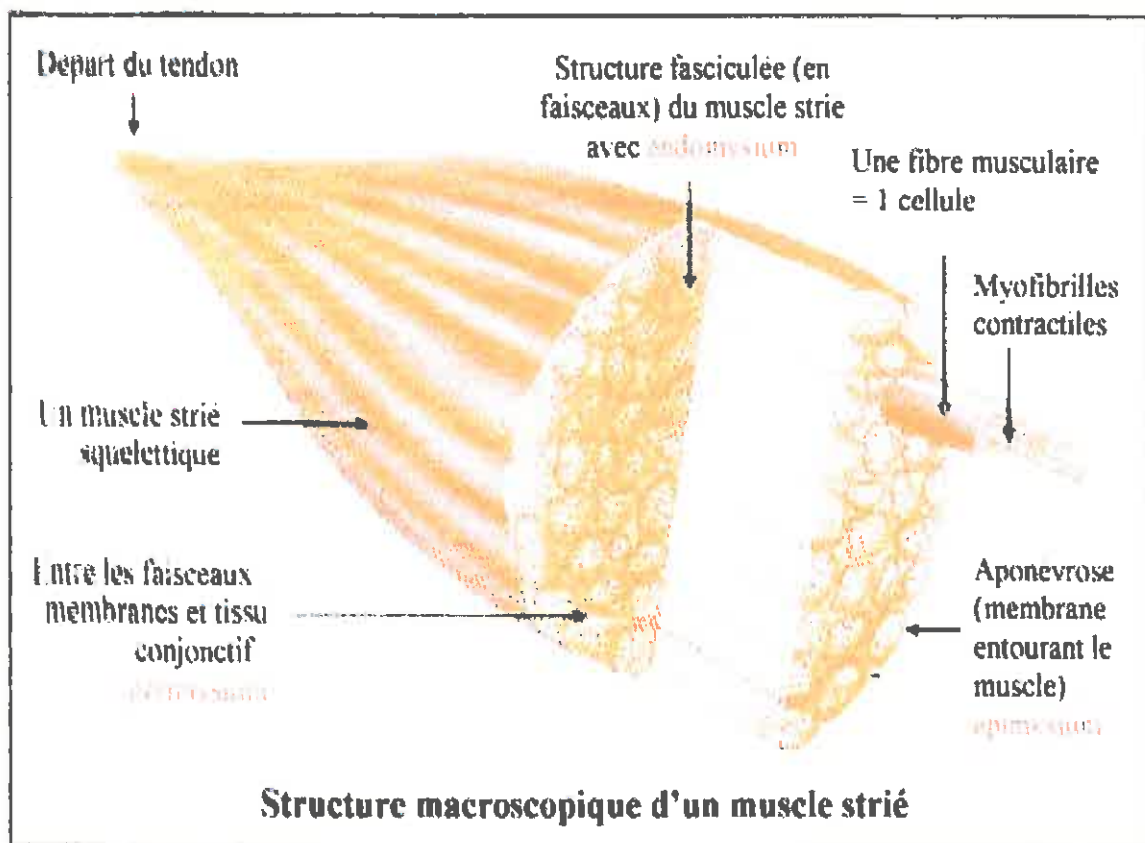


**Vue postérieure**

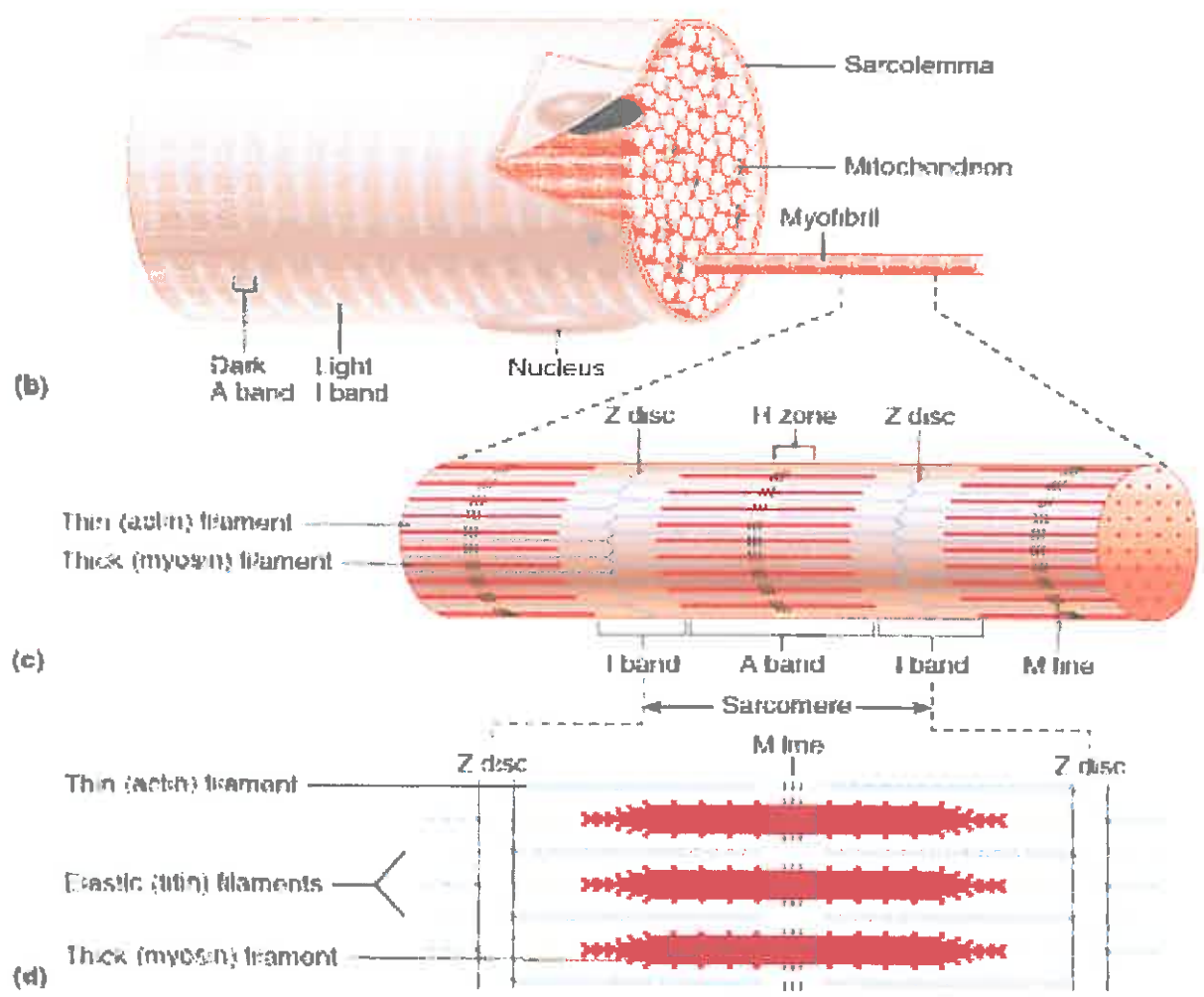
*Novartis*

## Muscles et mouvements de l'épaule

	FLEXION	EXTENSION	ABDUCTION	ADDUCTION	ROTATION EXTERNE	ROTATION INTERNE
Stabilisateur Scapula	Trapèze Dentelé Antérieur	Rhomboïde Elévateur	Trapèze Dentelé Antérieur	Rhomboïde Elévateur	Rhomboïde Elévateur	Trapèze Dentelé Antérieur
	Grand Dorsal Grand Pectoral	Grand Dorsal	Grand Dorsal Grand Pectoral	Grand Dorsal Grand Pectoral		Grand Dorsal Grand Pectoral
	Deltoïde antérieur	Deltoïde post	Deltoïde moyen		Deltoïde post	Deltoïde antérieur
Coiffe rotateurs	Long Biceps	Grand rond	Supra-épineux Long biceps	Grand rond	Infra-épineux Petit rond	Grand rond Subscapulaire
	Court biceps Coraco-brachial			Coraco-brachial		

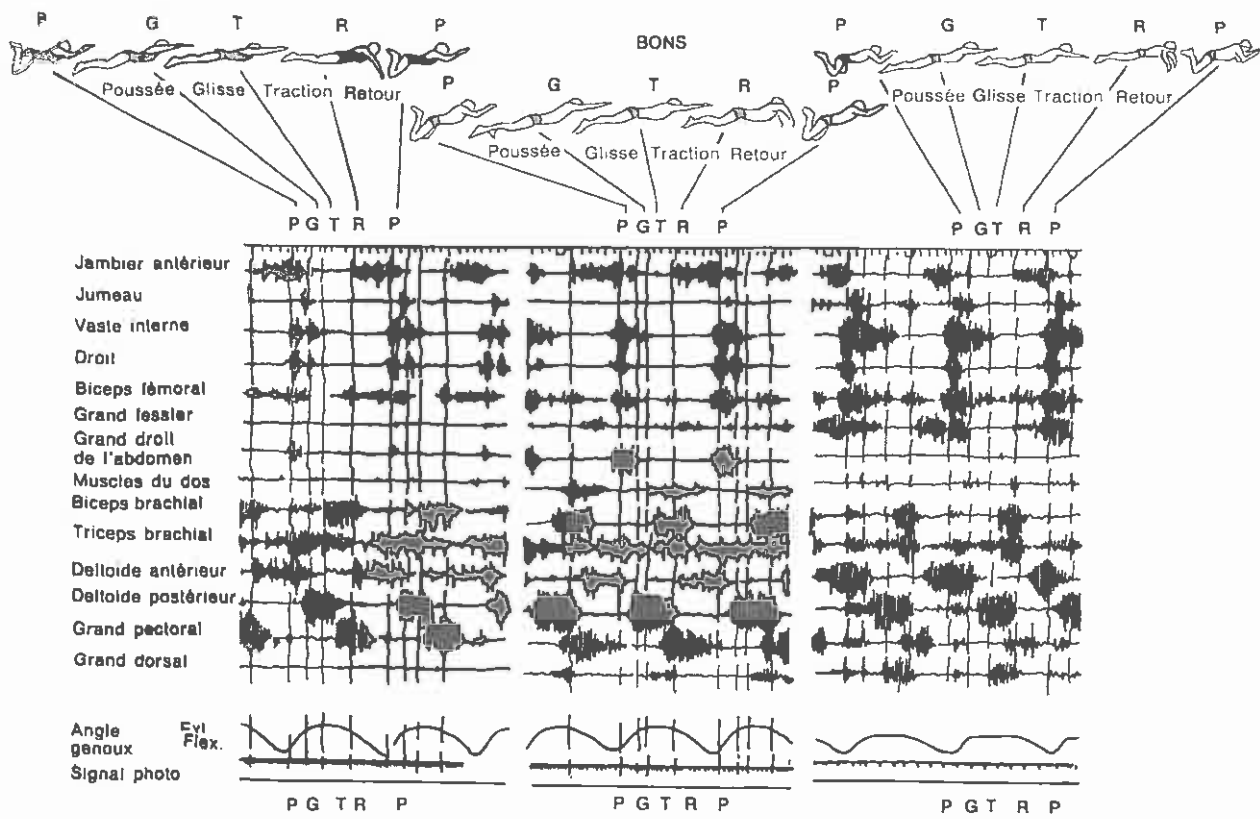




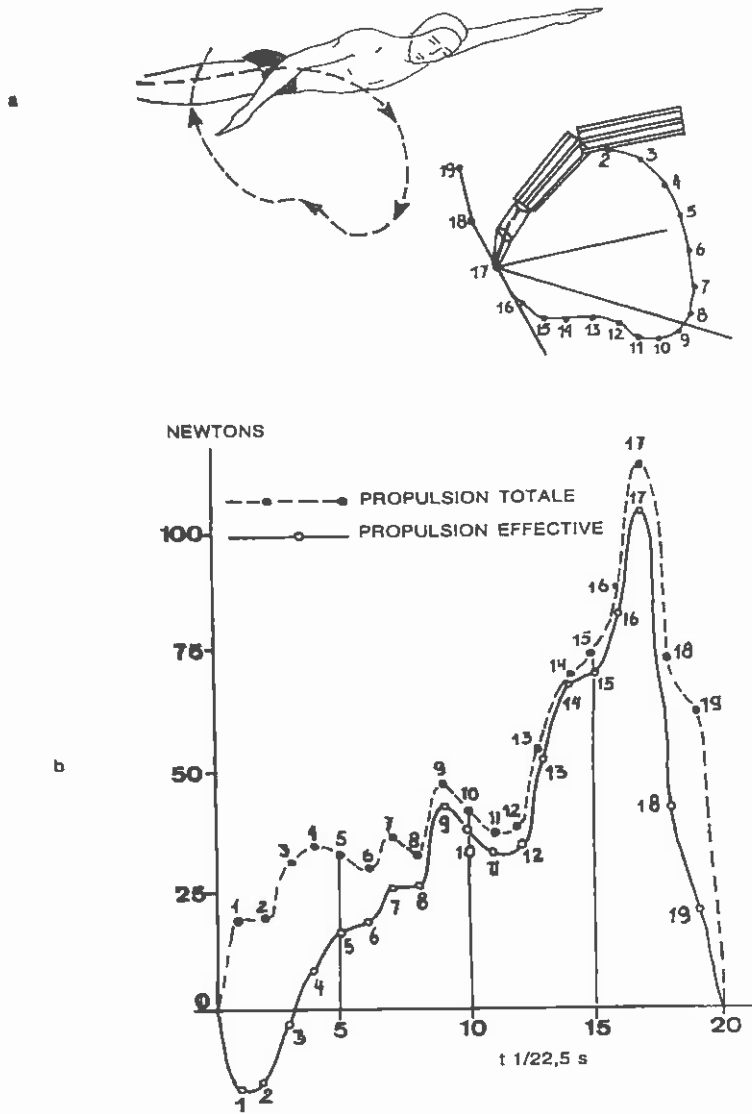


Copyright © 2007 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

### ANNEXE III



**Figure 93.** Electromyogrammes et électrogoniogrammes de l'articulation du genou et positions de Brasse à vitesse maximale sur 3 niveaux de nageurs : experts (olympiques), bons (membres de club universitaire de natation), faibles (adultes moyens) (d'après Yoschizawa et coll., 1976).



**Figure 81.** Trajet sous-marin (a) et forces propulsives correspondantes de la main (b) (d'après Schleihau 1982).

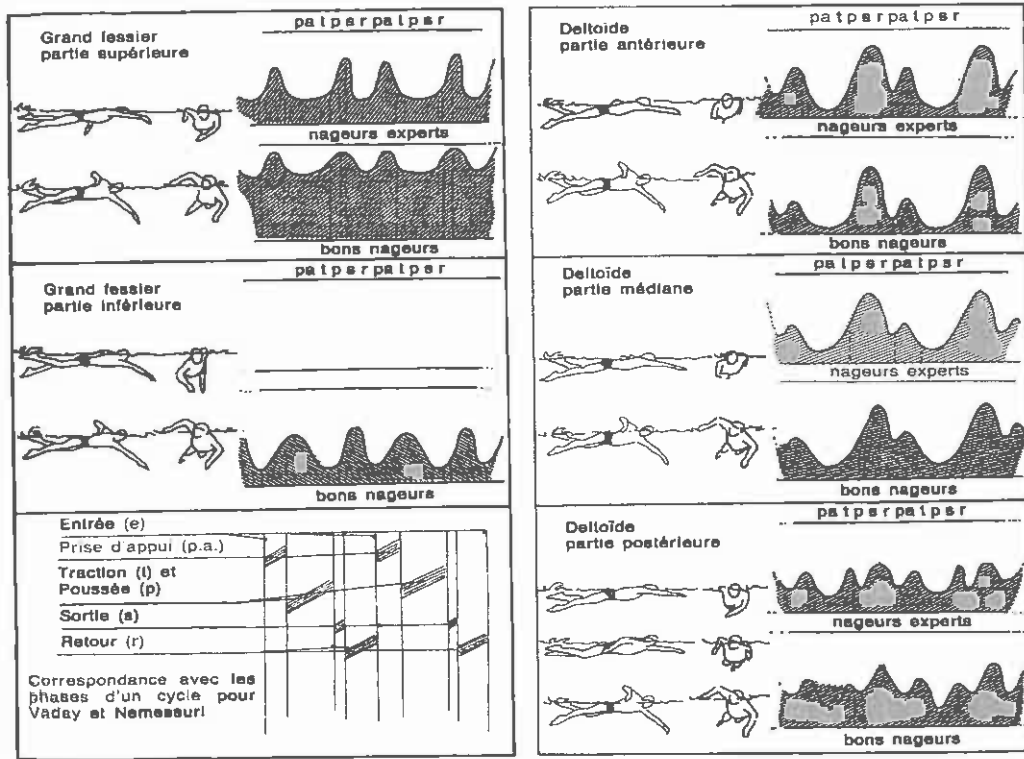


Figure 94. Diagrammes normalisés des modèles référencés des muscles grand fessier et deltoïde, associés aux phases temporelles du cycle de Vaday et Nemessuri (d'après Clarys 1983).

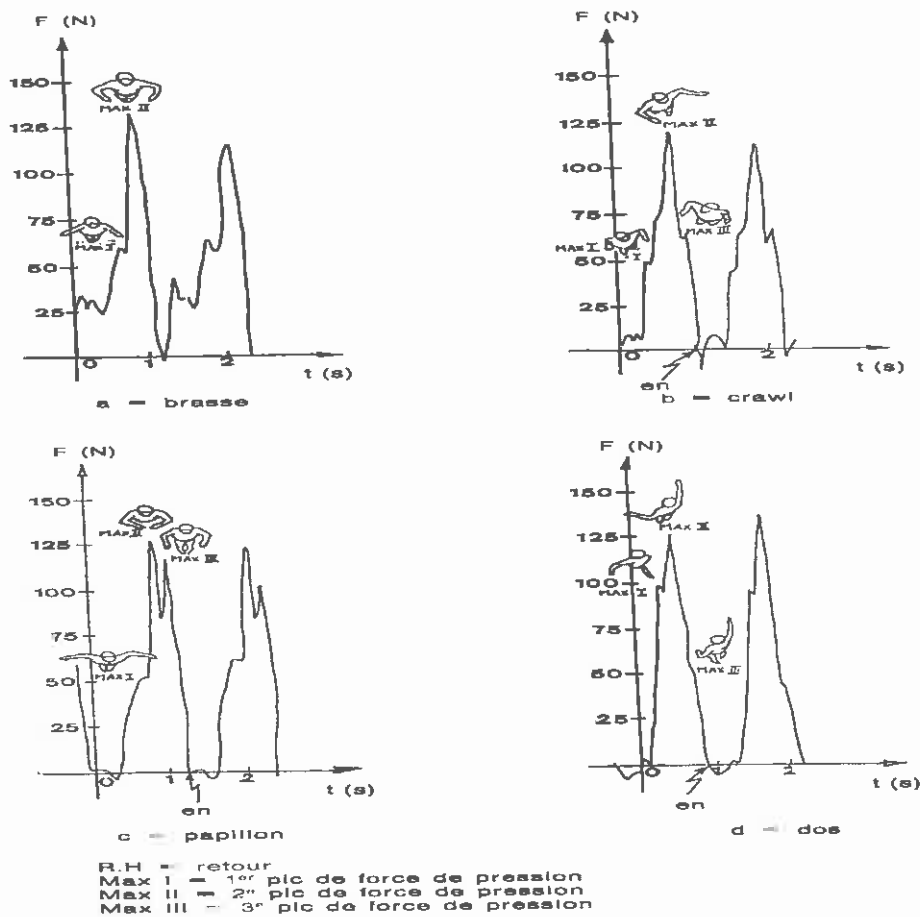


Figure 92. Graphes de forces de pression de la main par rapport à l'eau lors des quatre nages (d'après Loetz, Reischle et Schmitt 1983).



## ANNEXE IV

### Critères cliniques classiques d'hypermobilité (hyperlaxité) par Beighton :

Dorsiflexion passive du 3ème doigt > 90°	1 point de chaque côté
Aposition passive du pouce sur l'avant-bras après flexion palmaire maximale du poignet	1 point de chaque côté
Hyperextension passive du coude (recurvatum) > 10°	1 point de chaque côté
Hyperextension du genou > 10°	1 point de chaque côté
Poser les mains à plat au sol par flexion antérieure du tronc sans fléchir les genoux	1 point
Total	9 points
<b>Hypermobilité</b>	> ou égal à 4

### Positions de mesure

<i>Mouvement</i>	<i>Position</i>	<i>Repère</i>
<i>FLEXION</i>	Sujet couché sur le dos, lève les deux bras simultanément le plus « haut » possible. Les paumes de mains se font face. Le MK met sa main caudale au niveau des lombaires pour contrôler la non présence de compensations	Inclinomètre posé sur l'extrémité distale de l'humérus (Epicondyle latéral)
<i>EXTENSION</i>	sujet à plat-ventre, coudes en extension, paumes de mains se faisant face. Le sujet lève les deux bras « en arrière »	Inclinomètre posé sur l'extrémité distale de l'humérus (Epicondyle latéral)
<i>ROTATION EXTERNE</i>	Sujet à plat-ventre, coudes en bord de table et avant-bras pendant, paume neutre. Le sujet relève la main vers la tête	Inclinomètre posé sur l'avant-bras (Extrémité distale entre les 2 styloïdes)
<i>ROTATION INTERNE</i>	Sujet à plat-ventre, coudes en bord de table et avant-bras pendant, paume neutre. Le sujet porte sa main vers l'arrière	L'inclinomètre posé sur l'avant-bras (Extrémité distale entre les 2 styloïdes)
<i>ABDUCTION</i>	Sujet est assis sur une chaise, pieds au sol. Le mouvement est bilatéral. Le sujet fait une abduction en gardant les paumes en position neutre (pouces dirigés vers l'avant)	Inclinomètre posé sur l'extrémité distale de l'humérus (Inclinomètre orienté dans le plan frontal, épicondyle latéral).
<i>ABDUCTION ET ADDUCTION HORIZONTAL</i>	Sujet est assis sur un tabouret, dos contre le mur, les deux omoplates appuyées et l'épaule au bord du mur. Le coude est tendu, le pouce dirigé vers le plafond. Les mouvements d'adduction et abduction horizontale se font sans décoller les omoplates du mur	La branche fixe reste parallèle au mur, la branche mobile est alignée sur l'axe longitudinal de l'humérus branche fixe bord supérieur de la scapula

## Valeurs goniométriques Epaule de l' HAS (endegré)

	<i>Fourchette valeurs Sujets masculins</i>	<i>Valeur moyenne</i>	<i>Fourchette valeurs Sujets féminins</i>	<i>Valeur moyenne</i>
<b>Flexion</b>	154 – 195	177	154 – 197	177
<b>Extension</b>	25 – 80	49	20 – 86	54
<b>Abduction</b>	110 – 199	156	105 – 203	147
<b>Adduction</b>	20 – 40	NC	20 – 40	NC
<b>Abduction</b>	150 – 170	NC		NC
<b>Adduction horizontale</b>	17 – 60	35	11 – 55	36
<b>Rotation interne</b>	16 – 92	64	24 – 89	66
<b>Rotation externe</b>	43 – 93	72	13 – 89	65



## QUESTIONNAIRE

(Cochez la ou les réponses)

Nom :	Prénom :	Age :
Latéralité : <input type="checkbox"/> Droitier <input type="checkbox"/> Gaucher		
Spécialité : <input type="checkbox"/> Papillon <input type="checkbox"/> Dos <input type="checkbox"/> Brasse <input type="checkbox"/> Crawl <input type="checkbox"/> 4 nages		
Type de course : <input type="checkbox"/> Sprint <input type="checkbox"/> ½ Fond <input type="checkbox"/> Fond		

### CHARGE DE TRAVAIL :

Depuis combien d'années faites-vous de la compétition ?	.....Années
Nombre de kilomètre par semaine ?	..... Km/ Semaine
Nombre d'entraînement par semaine ?	...../ Semaine
Nombre de séances de musculation dans la semaine ?	..... Nb/ Semaine

### ETIREMENT :

Faites-vous des étirements ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Avez-vous fait beaucoup d'étirements dans la période de l'adolescence ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Quel type d'étirements faites-vous le plus souvent ?	<input type="checkbox"/> Actif	<input type="checkbox"/> Passif
Sur une liste de 10 étirements lesquels faites-vous le plus ? (voir si joint)		
Quand les faites-vous ?	<input type="checkbox"/> Avant de nager <input type="checkbox"/> Après nager <input type="checkbox"/> Aux 2 moments	
Combien de fois en moyenne lors d'une compétition ?	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> 1 à 5 fois <input type="checkbox"/> 5 à 10 fois <input type="checkbox"/> +10 fois	

### DOULEURS D'EPAULES :

Avez-vous actuellement des douleurs d'épaule ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Combien de fois dans l'année avez-vous eu des douleurs d'épaule ?	..... fois	
Combien de temps a duré cette période douloureuse ?	<input type="checkbox"/> 15jrs <input type="checkbox"/> 1 mois <input type="checkbox"/> +1mois	
Ont-elles causé l'arrêt de votre entraînement ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Quand avez-vous eu mal ?	<input type="checkbox"/> A l'échauffement <input type="checkbox"/> En nageant <input type="checkbox"/> Lors d'utilisation de plaquette <input type="checkbox"/> Lors des séances de musculation <input type="checkbox"/> Lors d'une compétition	
Au repos ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
La nuit ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non

## QUESTIONNAIRE

(Cochez la ou les réponses)

Nom :	Prénom :	Age :
Latéralité : <input type="checkbox"/> Droitier <input type="checkbox"/> Gaucher		

### CHARGES DE TRAVAIL :

Pratiquez-vous une ou des activités sportives ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Quelle(s) sport(s) pratiquez-vous ?	.....	
Nombre d'entraînement par semaine ?	...../ Semaine	
Faites-vous des compétitions ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Quels sont vos autres loisirs ?	.....	

### ÉTIREMENTS

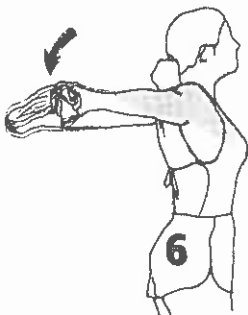
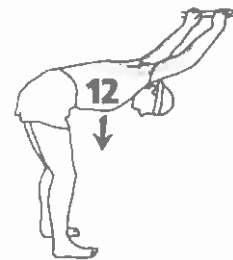
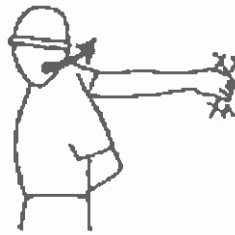
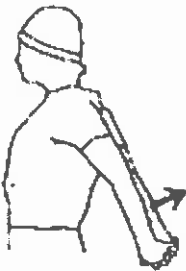
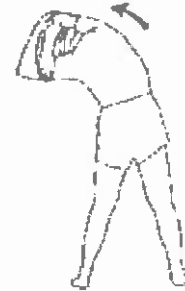
Faites-vous des étirements lors de vos activités sportives ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Avez-vous fait beaucoup d'étirements passifs dans la période de l'adolescence ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
(Si les deux premières réponses sont négatives, passez directement aux questions sur les douleurs d'épaules)		
Quel type d'étirements faites-vous le plus souvent ?	<input type="checkbox"/> Actif	<input type="checkbox"/> Passif
Sur une liste (images) de 10 étirements lesquels faites vous le plus ?		
Quand les faites-vous ?	<input type="checkbox"/> Avant de pratiquer <input type="checkbox"/> Après <input type="checkbox"/> Aux 2 moments	
Combien de fois en moyenne lors d'une compétition ?	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> 1 à 5 fois <input type="checkbox"/> 5 à 10 fois <input type="checkbox"/> +10 fois	

### DOULEURS D'ÉPAULES

Avez-vous actuellement des douleurs d'épaule ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Combien de fois dans l'année avez-vous eu des douleurs d'épaules ?	..... fois	
Combien de temps a duré cette période douloureuse ?	<input type="checkbox"/> 15jrs <input type="checkbox"/> 1 mois <input type="checkbox"/> +1mois	
Ont-elles causé l'arrêt de votre entraînement ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Quand avez-vous eu mal ?	<input type="checkbox"/> A l'échauffement <input type="checkbox"/> Pendant l'entraînement <input type="checkbox"/> Lors de la compétition <input type="checkbox"/> Lors des séances de musculation	
Au repos ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
La nuit ?	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non

# ETIREMENT DES MEMBRES SUPERIEURS

Consigne : Cochez les 3 étirements que vous faites le plus souvent



6

12

## MESURES :

### MESURE DE LA FORCE DES ROTATEURS

ESSAI	ROTATEURS <b>LATERAUX</b>		ROTATEURS <b>MEDIAUX</b>	
	D	G	D	G
1				
2				

### AMPLITUDES DE L'EPAULE **DROITE**    AMPLITUDES DE L'EPAULE **GAUCHE**

MOUVEMENT	AMPLITUDE		MOUVEMENT	AMPLITUDE	
	A	P		A	P
<b>FLEXION</b>			<b>FLEXION</b>		
<b>EXTENSION</b>			<b>EXTENSION</b>		
<b>ROTATION EXT</b>			<b>ROTATION EXT</b>		
<b>ROTATION INT</b>			<b>ROTATION INT</b>		
<b>ABDUCTION</b>			<b>ABDUCTION</b>		
<b>ABDUCTION H</b>			<b>ABDUCTION H</b>		
<b>ADDITION H</b>			<b>ADDITION H</b>		

## ANNEXE V

### RESULTATS

#### Amplitude passive moyenne


	Population témoin	Population nageur	Population pathologique
FlexionD passif	165,9	187,7	192,2
FlexionG passif	160	219,3	187,2
ExtensionD passif	67,87	78	81,1
ExtensionG passif	70	76,83	85
RotextD passif	106,51	106,5	107,2
RotextG passif	97,87	100,3	100,56
RotintD passif	83,3	96,67	96,1
RotintG passif	89,69	102,5	110
AbdD passif	123,48	129,3	130,56
AbdG passif	127,42	130,5	128,89
AbdhorizD passif	58,3	62,67	63,89
AbdhorizG passif	59,09	61,5	64,4
AddhorizD passif	55,91	81,17	78,3
AddhorizG passif	60,15	77	77,78

#### Amplitude active moyenne

	Population témoins	Population nageur	Population pathologique
FlexionD active	148,3	166,17	167,2
FlexionG active	142,72	164,67	163,89
ExtensionD active	45,15	46,3	45,56
ExtensionG active	50,15	48	48,89
RotextD active	90,45	89,67	86,1
RotextG active	82,42	85,5	86,1
RotintD active	68,63	79,3	78,3
RotintG active	73,63	82,67	82,2
AbdD active	109,24	116,3	118,89
AbdG active	114,09	117,67	116,67
AbdhorizD active	46,36	47,67	47,2
AbdhorizG active	46,36	46,167	41,1
AddhorizD active	42,42	62	58,3
AddhorizG active	46,21	58,6	58,3



SUJET	FORCES DU GROUPE TEMOIN			
	ROT LAT D	ROT MED D	ROT LAT G	ROT MED G
1	6,75	11,1	8	9,65
	7,55	10,3	8,05	10,75
2	8,6	9,45	6,2	9
	7,7	9	7,2	10,5
3	9,1	10,75	8,9	8,45
	10,25	12,4	9,75	9,7
4	10,15	14,1	7,5	9,75
	8,15	13,9	5,7	10,15
5	6,4	6,5	7,15	7,2
	9,4	5,2	7,03	7,05
6	6,2	5,25	8,95	6,1
	5,9	7,4	8,55	5,4
7	6,05	7	6,1	8,2
	8	8,25	9,65	6,8
8	6,15	8,6	9	7,6
	6,6	6,95	10,9	6,55
9	8,4	7,7	9	7,6
	11,85	7,6	10,9	6,55
10	8,4	10,2	9,3	9,9
	5,1	11,25	10,05	10,65
11	6,8	10,5	9,8	8,85
	6,4	11,5	8,15	9,1
12	5,65	8,2	9,3	8
	5,5	8,95	7,1	8,1
13	11,1	12,55	11,3	9,85
	7,7	10,45	8,75	11,4
14	6,85	9,4	9,4	10,75
	7,25	10,45	7	11,95
15	8,1	10,2	8,2	13,05
	7,4	10,25	7,8	11,6
16	7,85	6,65	8,2	4,35
	7,55	5,7	7,1	5,8
17	14	11,8	7,55	11,7
	13,55	12,5	10,3	12,2

	9,9	14,7	10,7	10,2
	7,6	14,1	7,8	12,25
19	7,5	7,5	5,9	6,7
	8,4	8,9	6,05	6,55
20	5,6	6,8	6,65	7,4
	5,35	7,5	5,75	7,1
21	6,4	6,05	5,9	7,8
	6,35	6,65	5	5,8
22	8,35	4,55	9,35	5,1
	5,3	7,55	8,7	6,5
23	6,1	6,65	6,4	6,6
	5,85	6,4	6,2	6,8
24	4,85	6,9	3,8	6,7
	4,2	6,9	5,3	6,55
25	5	3,4	4,15	3,15
	4,4	3,5	3,65	4,5
26	3,5	8,7	6,7	5,5
	3,25	11,6	7,4	4,2
27	4,5	6,55	5,65	6,2
	6,3	7,35	6,9	6,9
28	3,4	5,25	3,75	5,3
	4,4	5,4	3,25	5,7
29	5,6	6,3	5,75	6
	6,05	4,4	6,4	5,5
30	3,9	3,75	4,9	3,3
	3,5	3,9	3,7	3,7
31	3,9	5,7	3,35	5,2
	3,45	5,1	3,1	6
32	3,7	3,5	4,15	3,7
	3,95	3,95	3,5	4,1
33	4,55	4,7	4,15	5,2
	5,2	4,55	5,05	5,45

 HOMME  
 FEMME

Force: kG

ROT LAT : rotateurs latéraux  
ROT MED : rotateurs médiaux  
D : épaule droite  
G : épaule gauche

SUJET	FORCES DU GROUPE NAGEUR			
	ROT LAT D	ROT MED D	ROT LAT G	ROT MED G
1 (*)	8,5	10,9	7,3	11,2
	11,1	9,3	8,2	7,25
2	6,55	7,75	6,9	5,7
	7,65	7,9	6,85	6,4
3	6,6	11,8	7,15	8,4
	9,5	14,1	9,1	12,5
4	8,4	10,7	8,8	8,15
	6,55	9,05	6,5	7
5	6,35	8,7	7,65	6,4
	6,7	8,5	5,5	8,8
6	10,3	15,9	13,9	16,4
	10,8	16,45	12,3	15,9
7	8,55	12,4	13,2	13,1
	8,65	12,85	15,4	14,35
8 (*)	10,7	15,45	11,9	16,2
	8,4	16,65	9,25	14,85
9 (*)	10,25	13	10,45	11,25
	10,5	14,1	10,65	11,5
10	7,8	14,1	6,75	10,8
	8,7	11,15	5,9	10,9
11	13	9,6	12,7	13,3
	12,3	12,3	12,2	14,15
12	12,7	12,55	11,65	11,3
	12	15,75	12,4	12,7
13	8,45	10,65	8,05	10,4
	11,3	10,1	10,05	9,75
14 (*)	8	13,2	9,8	13,75
	7,1	14,6	8,75	14,2
15	9,65	11,35	9,85	9,8
	7,9	11,65	8,75	11,95
16 (*)	8,4	11,8	9,25	10,6
	9,45	10,15	9,55	10,85
17	10,2	11,4	10,1	11,6
	10,7	12,2	10,55	10,85

18 (*)	10,5	12	10,4	11,75
	10,85	12,2	10,7	11,5
19	9,5	12,7	8,3	9,2
	7,1	11,8	8,95	8,1
20	6,35	8,25	6,1	5,05
	6,6	8,25	5,8	4,2
21	6,2	8	7,5	6,6
	7	7,75	5,1	6,6
22	5,6	7,55	5,6	5,35
	5,75	7,8	8	5
23	6,5	10,35	9,05	9,9
	7,7	11,6	10,8	9,3
24 (*)	7,4	5,15	7,25	4,65
	8,7	5,75	5,85	6,3
25	6,65	7,15	7	7
	6,8	8,2	5,6	4,9
26	7,2	6,7	5,8	4,1
	7,65	5,85	6	5,05
27	6,4	8,1	6	7,8
	6,7	7,8	6,3	7
28	5,55	7,7	5,7	6,9
	5,8	7,2	6,1	6
29	8	10	7,8	9,95
	7,2	10,45	7	9,8
30 (*)	7,65	9,75	6,3	7,5
	6,5	10,2	7,1	6,7



HOMME

FEMME

ROT LAT : rotateurs latéraux

ROT MED : rotateurs médiaux

D : épaule droite

G : épaule gauche

Force: KG

(\*) nageur présentant des douleurs d'épaules au court de saison précédente

SUJET	AMPLITUDES DU GROUPE TEMOIN														
	type	FLEXION		EXT		ROT EXT		ROT INT		ABD		ABD H		ADD H	
		D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G
	A	160	140	30	50	60	70	65	80	100	100	40	45	30	35
	P	160	170	70	80	80	90	75	100	110	110	50	55	55	50
	A	110	110	45	50	85	70	85	85	120	120	45	45	45	35
	P	160	140	85	85	110	110	120	110	145	140	55	55	55	60
	A	160	140	50	40	90	80	80	75	130	130	45	45	40	35
	P	160	170	95	90	120	110	100	110	140	145	60	55	60	60
	A	160	160	40	40	90	50	75	75	130	110	50	45	25	25
	P	160	170	45	45	100	60	80	80	140	130	65	80	30	35
	A	120	120	40	50	90	80	80	80	105	110	40	35	45	70
	P	160	125	60	60	100	90	90	90	125	125	45	50	60	85
	A	140	130	40	50	90	70	70	80	120	145	35	35	60	70
	P	160	160	50	60	100	80	80	90	130	155	45	45	70	80
	A	140	140	50	60	100	90	60	60	120	130	55	55	90	90
	P	145	150	60	65	120	100	70	70	150	150	65	75	95	110
	A	120	120	20	40	115	90	50	60	120	115	35	35	65	75
	P	140	140	45	60	120	100	60	70	130	120	40	40	75	80
	A	140	140	45	35	120	100	55	60	120	100	35	45	30	60
	P	165	150	55	40	125	105	60	65	135	110	40	55	50	70
	A	110	120	30	40	70	70	60	80	110	100	50	55	35	45
	P	140	140	90	80	100	90	100	110	125	120	65	65	60	60
	A	140	140	45	40	90	90	75	80	90	100	50	45	30	25
	P	170	180	70	60	105	110	90	100	105	115	60	55	45	35
	A	160	120	55	45	90	90	60	70	95	90	60	55	55	50
	P	170	140	80	80	115	110	80	85	105	110	80	65	75	80
	A	140	140	30	40	80	90	70	60	85	85	55	55	25	30
	P	170	160	60	70	90	105	80	70	100	100	70	70	35	40
	A	130	140	40	50	80	80	90	95	95	110	45	45	40	35
	P	160	160	75	75	100	90	110	115	100	120	60	60	60	50
	A	140	120	45	45	90	70	80	80	80	85	55	55	35	45
	P	160	140	80	75	100	100	100	100	90	95	65	80	45	55
	A	160	140	40	45	90	80	65	70	95	105	45	35	35	35
	P	160	150	60	65	105	95	80	95	105	115	55	45	50	50
	A	140	110	30	30	100	80	60	70	95	95	45	50	25	20
	P	160	130	50	60	120	105	75	90	105	100	55	60	35	50

18	A	135	120	40	60	80	80	60	60	95	115	50	45	20	25
	P	120	145	70	75	100	105	85	75	115	125	60	55	35	40
19	A	150	130	45	50	90	90	70	90	120	120	50	50	30	20
	P	170	160	60	80	110	100	90	110	130	125	70	65	45	40
20	A	185	200	70	80	105	80	80	95	120	140	55	70	35	35
	P	200	205	95	105	120	100	90	125	130	150	65	85	55	50
21	A	160	140	40	60	100	95	80	95	140	135	40	25	65	60
	P	180	170	70	80	120	110	90	110	150	145	55	40	85	85
22	A	140	130	40	50	110	120	70	80	100	110	55	55	35	40
	P	180	150	80	85	140	145	105	110	115	120	70	70	50	55
23	A	140	130	50	50	85	85	80	70	110	110	45	40	25	30
	P	160	150	80	70	110	95	95	85	120	125	60	55	35	45
24	A	170	160	50	50	90	85	90	95	100	105	45	50	35	45
	P	190	175	60	60	110	95	105	120	115	120	65	65	55	65
25	A	145	160	45	40	70	70	70	70	100	120	25	20	40	40
	P	160	165	60	45	90	80	80	80	110	130	35	30	50	50
26	A	150	140	60	80	70	70	90	90	110	120	75	75	25	35
	P	160	150	70	90	80	80	100	100	130	135	80	85	30	40
27	A	160	160	60	60	85	80	35	50	110	120	35	50	25	35
	P	170	170	70	60	90	90	40	60	140	140	45	55	30	45
28	A	170	160	80	90	100	90	60	70	110	110	50	40	50	55
	P	160	170	90	100	110	100	70	80	145	145	60	50	55	60
29	A	170	165	70	60	100	110	70	60	130	140	60	70	50	55
	P	185	190	80	70	110	120	80	70	140	150	70	80	60	60
30	A	160	170	40	40	90	80	40	60	105	130	20	30	60	70
	P	170	180	60	50	100	90	50	70	110	140	30	40	70	75
31	A	160	165	50	60	110	70	60	70	120	130	40	45	70	80
	P	160	160	60	80	120	80	70	80	130	140	65	55	85	90
32	A	160	150	50	50	80	70	70	60	120	125	45	40	80	75
	P	160	160	60	70	90	85	80	70	135	140	55	55	85	80
33	A	190	180	25	25	90	95	60	55	105	105	55	45	45	45
	P	200	185	45	40	105	105	70	65	120	115	65	55	65	55

Amplitude  
en Degré  
A: active  
P: passive

 HOMME  
 FEMME



SUJET	AMPLITUDES DU GROUPE NAGEUR														
	FLEXION		EXT		ROT EXT		ROT INT		ABD		ABD H		ADD H		
	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	
	A	190	190	60	70	60	90	80	90	135	110	65	65	65	65
	P	210	200	120	120	120	110	90	100	155	135	85	85	85	70
	A	180	170	20	30	100	80	80	70	105	105	30	40	50	60
	P	190	190	40	40	105	90	90	80	125	135	40	50	70	70
	A	180	190	60	50	90	95	85	80	115	125	55	45	85	55
	P	200	210	80	70	100	105	95	90	135	140	65	55	100	70
	A	180	170	40	40	90	85	90	85	120	120	35	35	65	75
	P	190	190	70	70	105	110	110	110	135	130	45	45	85	85
	A	170	160	40	40	90	80	80	80	120	120	45	55	75	65
	P	195	180	70	75	100	95	90	100	125	130	65	70	85	75
	A	150	160	50	60	95	90	80	100	120	125	45	45	55	45
	P	195	200	85	90	105	110	95	120	130	130	60	65	90	75
	A	170	170	55	60	90	80	100	110	125	120	45	55	90	65
	P	210	210	110	100	110	90	120	130	140	140	75	75	110	100
	A	190	170	35	40	80	75	80	85	125	130	45	45	70	65
	P	200	190	75	90	90	85	100	125	140	145	55	65	95	95
	A	180	170	40	40	90	80	90	80	125	130	45	50	65	60
	P	200	190	90	100	110	90	100	120	140	140	65	65	85	75
	A	170	160	40	60	85	70	65	80	115	120	55	45	65	45
	P	180	170	80	90	110	90	90	120	125	130	65	65	80	65
	A	150	150	60	60	100	90	90	80	115	120	50	40	50	50
	P	190	185	85	80	110	110	100	110	125	130	65	50	65	75
	A	140	140	40	40	100	80	70	80	120	125	40	45	45	60
	P	180	160	60	60	120	90	90	95	135	140	55	65	70	80
	A	160	140	60	60	80	85	80	80	125	115	55	50	50	50
	P	170	160	85	85	100	110	110	90	130	125	65	60	70	65
	A	140	160	50	50	90	90	75	85	115	120	45	45	55	50
	P	180	180	80	85	110	100	90	100	125	125	55	60	80	65
	A	150	165	50	50	70	80	70	80	105	100	45	50	60	60
	P	180	190	80	80	80	90	90	90	110	110	60	65	90	95

16	A	180	170	40	45	90	85	80	80	110	115	50	45	55	50
	P	190	185	80	80	110	100	100	95	120	125	60	60	65	60
17	A	170	165	50	45	90	85	80	75	105	110	45	50	60	55
	P	180	185	90	85	100	95	105	100	110	110	55	60	80	65
18	A	140	145	45	40	85	80	70	75	120	115	45	40	55	50
	P	175	180	80	80	95	95	100	110	130	125	60	60	80	70
19	A	140	150	65	70	80	60	60	100	130	125	60	35	60	60
	P	160	170	90	80	100	90	80	110	135	135	80	45	85	80
20	A	170	195	60	60	100	100	70	80	110	130	65	45	65	55
	P	175	210	80	85	120	110	90	100	180	160	80	65	90	75
21	A	190	190	40	30	70	90	90	90	125	135	50	50	75	70
	P	200	195	90	40	85	100	100	100	130	145	55	55	90	80
22	A	170	180	20	20	120	90	60	70	115	105	40	40	75	70
	P	180	170	55	50	125	110	75	80	125	120	60	50	85	90
23	A	170	170	55	55	100	100	100	90	130	125	55	45	65	65
	P	190	180	60	65	110	115	110	100	140	135	65	70	85	85
24	A	190	190	20	30	90	90	70	80	100	100	40	40	55	70
	P	200	200	60	60	110	100	85	110	110	120	65	55	65	80
25	A	180	180	40	40	90	90	85	70	100	120	35	35	65	60
	P	190	190	60	55	110	105	100	85	110	130	60	50	85	75
26	A	110	120	50	50	90	80	80	80	105	120	60	55	35	35
	P	160	180	80	80	110	90	95	100	115	125	75	75	55	50
27	A	180	180	60	55	100	100	90	90	100	105	50	50	70	65
	P	195	190	80	80	115	110	100	100	120	125	60	60	80	85
28	A	165	160	40	40	85	100	80	85	110	100	45	55	60	65
	P	185	180	60	65	110	115	100	105	120	110	65	70	80	85
29	A	170	160	45	40	95	85	80	70	120	115	45	45	70	70
	P	190	180	85	80	110	100	100	90	130	135	60	60	80	85
30	A	160	140	60	70	95	80	70	80	125	125	45	45	50	50
	P	190	180	80	85	110	100	100	110	130	130	60	70	70	85

Amplitude en degré

A: active

P: passive

 HOMME

 FEMME



**QUESTIONNAIRE DU GROUPE TEMOIN**

LAT	AGE	SPORTS	NB ENTRAI	COMPET	LOISIR	ETIREMENT	ETIR ADO	TYPE	QUAND	DOULEURS	
1	D	22	VTT	2	N	CHASSE	N	N	P	AVANT	N
2	D	23	PAS	0	N		N	O	P	APRES	N
3	D	21	PAS	0	N	MOTO	N	N	P	APRES	N
4	D	19	KARATE S, GLISSE	2	N	GUITARE	O	N	P	APRES	N
5	D	21	PAS	0	N	MUSIQUE	N	N	P	APRES	N
6	D	20	PAS	0	N		O	N	A	APRES	N
7	D	20	GYM FOOT	0	N		O	O	A	2 MOMENT	N
8	D	19	FOOT TENNIS	2	O		O	O	P	2 MOMENT	N
9	D	26	PAS	0	N		N	O	P	2 MOMENT	N
10	D	21	FOOT	2	O		O	O	P	APRES	N
11	D	24	ESCALADE NATATION	3	N		O	N	P	APRES	N
12	D	23	VELO	5	O		N	N	A	2 MOMENT	N
13	D	20	TENNIS	2	N		N	N	P	APRES	N
14	D	24	TENNIS VOLLEY	2	N	MUSIQUE	O	O	P	APRES	N
15	G	20	HAND FOOT	3	O	TENNIS	O	N	P	2 MOMENT	N



D	22	DANSE	1	N		O	N	P	APRES	N

**LAT** : Latéralité

**AGE** : ans

**SPORTS** : sports pratiqués

**NB ENTRA** : Nombre d'entraînement par semaine

**COMPET** : pratique en compétition

**LOISIR** : autres loisirs

**ETIREMENT** : pratique des étirements lors de leur activité sportive

**ETIR ADO** : pratique des étirements pendant l'adolescence

**TYPE** : type d'étirement pratiqué Passif, Actif

**QUAND** : quand les pratique-t-il les étirements (avant, après ou au 2 moments)

**DOULEURS** : douleur d'épaule aujourd'hui ou l'année dernière

**O** : oui      **N** : non





HOMME



FEMME

QUESTIONNAIRE DU GROUPE NAGEUR							
CARACTERISTIQUES				CHARGE DE TRAVAIL			
LATERALITE	AGE	SPECIALITE	TYPE DE COURSE	NB ANNEE	NB DE KM	NB D'ENTR	NB DE MUSC
D	19	DOS	SPRINT	13	29	4	0
			1/2 FOND				
D	22	4 NAGES	SPRINT	10	22	5	1
			1/2 FOND				
D	23	PAP	SPRINT	12	30	7	1
D	20	DOS	SPRINT	12	20	4	1
D	21	CRAWL	SPRINT	6	18	4	1
D	18	CRAWL	SPRINT	7	16	4	1
D	26	CRAWL	1/2 FOND	15	48	8	2
D	23	BRASSE	SPRINT	17	40	6	4
D	18	CRAWL	SPRINT	16	40	6	4
		4NAGES	1/2 FOND				
D	22	4NAGE	SPRINT	11	15	4	1



	D	22	CRAWL	SPRINT	13	28	5	1
				1/2 FOND				
	D	19	BRASSE	1/2 FOND	10	40	7	3

**LAT** : Latéralité

**AGE** : ans

**SPECIALITE** : nage

(crawl, brasse, dos, papillon, 4 nages)

**NB Km** : Nombre de kilomètre par semaine

**NB ENTRAJ** : Nombre d'entraînement par semaine

**NB MUSC** : Nombre de séance de musculation par semaine

**TYPE DE COURSE** : sprint, 1/2 fond, fond











**Nombre d'année** : nombre d'année de pratique de la compétition





HOMME



FEMME

QUESTIONNAIRE DU GROUPE NAGEUR (SUITE)												
ETIREMENT					DOULEURS D'EPAULES							
ETIR	ETIR ADO	TYPE	QUAND	COMBIEN FOIS	EPAULES	COMBIEN FOIS	COMBIEN TPS	ARRET	QUAND	AU REPOS	LA NUIT	
	O	N	P	APRES	10	N	2	1 mois	O	NAGE	N	N
										PLAQUETTE		
	O	O	P	APRES	1 à 5	N	0					
	O	O	P	APRES	1 à 5	N	0					
	O	N	P	2MOMENT	5 à 10	N	0					
	O	O	P	APRES	1 à 5	N	0					
	O	N	P	APRES	1 à 5	N	0					
	O	N	P	APRES	5 à 10	N	0					
	N	O	P	AVANT	1 à 5	N	2	15jrs	N	PLAQUETTE	N	N
										COMPET		
	N	O	P	AVANT	1 à 5	N	3	1mois	N	PLAQUETTE	N	N
				APRES								
	O	O	P	APRES	1 à 5	N	0					

	O	O	P	APRES	1 à 5	N	O					
	O	N	P	<sup>2</sup> MOMENT	5 à 10	N	1	15jrs	N	NAGE	N	N
										PLAQUETTE		

**ETIR :** pratique des étirements lors de leur activité sportive

**ETIR ADO :** pratique des étirements pendant l'adolescence

**TYPE :** type d'étirement pratiqué **Passif, Actif**

**QUAND :** quand pratique-t-il les étirements (avant, après ou au 2 moments)

**COMBIEN DE FOIS :** combien de fois en moyenne utilise-t-il les étirements lors des compétitions (de 1 à 5, 5 à 10 ; +10 fois)

**DOULEURS :** douleur d'épaule aujourd'hui ou l'année dernière

**COMBIEN FOIS :** a-t-il eu des douleurs d'épaules au cours de la saison précédente

**COMBIEN DE TEMPS :** combien de temps ses douleurs ont persisté

**ARRET :** ses douleurs d'épaules ont-elles suscité l'arrêt de l'entraînement

**QUAND :** quand les douleurs apparaissaient-elles lors des entraînements (lors de la nage, les séances de musculation, l'utilisation de plaquette)

**AU REPOS :** la douleur apparaissait-elle au repos (oui/non)

**LA NUIT :** la douleur apparaissait-elle la nuit (oui/non)

**O :** oui

**N :** non



HOMME



FEMME