

Institut Régional de Formation aux Métiers de Rééducation et Réadaptation  
des Pays de la Loire  
54, Rue de la Baugerie – 44230 St Sébastien sur Loire

L'épaule douloureuse du handballeur : intérêt du  
renforcement des muscles scapulo-thoraciques dans  
les dyskinésies scapulaires

**Vincent GIMENEZ**

Travail Écrit de Fin d'Étude

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Année 2016-2017

## **AVERTISSEMENT**

**Les travaux écrits de fin d'études des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.**

**Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.**

# Remerciements

---

- Je remercie ma directrice de travail écrit pour son aide et ses conseils tout au long de la rédaction de ce mémoire
- Je remercie mon tuteur de stage pour son accueil, sa disponibilité, ses conseils pour le mémoire
- Je remercie également les joueurs des trois équipes de handball ayant participés à l'étude
- Je remercie ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de l'année
- Enfin, je remercie toutes les personnes ayant apporté un regard ou un avis sur mon travail écrit.

# Résumé

---

L'épaule du handballeur regroupe un large éventail de pathologies : de l'épaule conflictuelle dégénérative, aux microtraumatismes répétés de l'armer et du lancer, en passant par l'instabilité et les fractures.

L'articulation de l'épaule est unique par sa complexité. La prise en charge est difficile et nécessite un examen, précis et chiffré, permettant de suivre l'évolution de la pathologie car la régression de la douleur progresse plus lentement que le gain d'amplitude.

Dans ce travail, nous avons décidé de développer les cas de trois patients souffrant de l'épaule voire du coude. Après avoir normalisé la cinématique des différentes articulations, nous avons pu nous rendre compte de l'importance bénéfique d'un renforcement ciblé des muscles du complexe de l'épaule.

Ces prises en charge et nos interrogations, nous ont dirigé vers la réalisation d'une étude ayant pour but de savoir si le travail des muscles scapulo-thoraciques permettait une diminution de la douleur et une amélioration des amplitudes articulaires déficitaires. Ce fut le cas pour notre satisfaction ainsi que celle des joueurs.

Les résultats obtenus, d'un point de vue des amplitudes, sont intéressants à analyser et soulèvent de nombreux questionnements pour l'avenir.

## Mots clés

---

- Épaule douloureuse
- Handball
- Dyskinésie scapulaire
- Conflit postéro-supérieur
- Renforcement musculaire

# Abstract

---

The handball player's shoulder combines a lot of pathologies : from the degenerative impigement to the repeated microtraumatism of the throwing gesture through instability and fractures.

The shoulder is unique and complex. The rehabilitation is difficult and requires a precise examination. The pain progress more slowly than amplitude gain.

In this work, we decided to develop three different patient's rehabilitation. These patients was suffer from the shoulder or the elbow.

After normalizing the kenmatics of the different joints, we were able to realize the importance of a targeted strengthening of shoulder's muscles.

After the rehabilitation and with our requires, we decide to realize a study. The aim of this study was to know if a strengthening of thoracic muscles can decrease the shoulder's pain and have an improvement in joint deficit amplitudes.

The results of this study were interesting to analyze and they open to other questions for the future.

## Keywords

---

- Shoulder

- Handball player

- Scapular dyskinesis

-Impigement

-Strengthening

# Sommaire

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>L'ÉPAULE : UNE ARTICULATION, DIFFÉRENTS POINTS DE VUE</b> .....	<b>2</b>
2.1	LE COMPLEXE DE L'ÉPAULE.....	2
2.2	LA COIFFE DES ROTATEURS ET LES MUSCLES DE L'ÉPAULE.....	3
2.3	ANALYSE BIOMÉCANIQUE DE L'ÉPAULE.....	5
2.4	LES DYSKINESIES SCAPULAIRES.....	7
2.5	ÉTUDE, MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	7
<b>3</b>	<b>LA FLEXI-BARRE® OU SWING-STICK</b> .....	<b>9</b>
3.1	FLEXI-BARRE® : MATÉRIEL DE REÉDUCATION.....	9
3.2	PRINCIPES D'UTILISATION DE LA FLEXI-BARRE®.....	9
<b>4</b>	<b>DEMARCHE BILAN DIAGNOSTIQUE KINESITHÉRAPIQUE AVEC EXAMENS</b> .....	<b>10</b>
4.1	INTERROGATOIRE, EXAMEN MORPHO-STATIQUE ET MORPHO-DYNAMIQUE.....	10
4.2	EXAMEN ARTICULAIRE ET MUSCULAIRE.....	11
4.3	TESTS DE CONFLITS.....	12
<b>5</b>	<b>PRESENTATION DES TROIS CAS CLINIQUES</b> .....	<b>12</b>
5.1	CHOIX DES PATIENTS.....	12
5.2	ANAMNESE DES TROIS PATIENTS.....	13
5.3	EXAMENS INITIAUX.....	13
<b>6</b>	<b>BILAN DIAGNOSTIQUE KINESITHÉRAPIQUE</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>OBJECTIFS ET PRINCIPES</b> .....	<b>16</b>
7.1	OBJECTIFS DE REÉDUCATION.....	16
7.2	PRINCIPES DE REÉDUCATION.....	17
<b>8</b>	<b>REÉDUCATION</b> .....	<b>17</b>
8.1	GAIN D'AMPLITUDE.....	17
8.2	ÉLECTROTHERAPIE : UN MOYEN MATÉRIEL.....	19
8.3	RENFORCEMENT DE LA COIFFE DES ROTATEURS.....	19
8.4	RENFORCEMENT DES MUSCLES SCAPULO-THORACIQUES.....	20
<b>9</b>	<b>EXAMENS FINAUX DES PATIENTS</b> .....	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>23</b>
10.1	ANALYSE DES RESULTATS DES TROIS CAS CLINIQUES.....	23
10.2	REFLEXION AUTOUR DE L'ÉTUDE.....	24
10.3	PROTOCOLE ET EXERCICE DE L'ÉTUDE.....	26
10.4	RESULTATS OBTENUS.....	26
10.5	BIAIS DE L'ÉTUDE.....	27
<b>11</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>27</b>

**Annexe 1**

**Annexe 2**

**Annexe 3**

**Références bibliographiques**

## 1 Introduction

La douleur est un message subjectif. Derrière elle, se cache souvent une dysfonction. Dans un complexe comme l'épaule, composé de 5 articulations, il est très difficile de mettre le doigt sur la cause initiale de ce symptôme.

Depuis plusieurs années, nous pratiquons le handball et à chaque entraînement, nos partenaires ont décrit des gênes ou des douleurs sur les premiers gestes. Tel était, aussi, notre cas, mais il n'a jamais été question d'interrompre cette pratique sportive.

Le handball est un sport collectif, se pratiquant dans un gymnase, opposant deux équipes de sept joueurs. L'objectif est de marquer plus de buts que l'adversaire, pour cela les joueurs n'ont le droit d'utiliser que le membre supérieur. Le tir s'effectue par un mouvement d'armer et de lancer. Ce geste ne s'effectue pas uniquement dans l'articulation gléno-humérale, mais nécessite une mobilité et un contrôle musculaire important de l'articulation scapulo-thoracique tant dans l'armer que dans le lancer. Ces mouvements opposés entraînent l'alternance entre un travail concentrique et excentrique des muscles du complexe de l'épaule. Ce geste est répété plusieurs fois à l'entraînement ou en match que ce soit pour les tirs ou pour les passes, et de façon plus ou moins violente.

Durant nos stages de formation kinésithérapique, nous avons pu aborder différentes méthodes de rééducation de l'épaule comme le travail unique d'auto-rééducation développé au centre de Hauteville-Lompnès (01) ou encore le renforcement des muscles adducteurs et rotateurs médiaux dits « abaisseurs ».

C'est à l'occasion de notre stage réalisé à Champigny-sur-Marne (94) dans un cabinet libéral de rééducation spécialisé dans la prise en charge des pathologies du membre supérieur qu'il nous a été donné de prendre en charge de nombreux patients pratiquant le handball du niveau amateur au niveau professionnel. Tout comme nos partenaires de club, ces patients présentaient des douleurs à leur épaule dominante durant l'entraînement ou dans la vie quotidienne. Cette dernière expérience nous a permis d'approfondir la prise en charge de ces pathologies en insistant sur des détails qui, jusqu'à présent, ne nous étaient pas apparus aussi importants. Nous avons également découvert un outil de rééducation largement utilisé lors de ce stage que nous n'avions vu ni en cours, ni dans les centres ou autres cabinets de rééducation : il s'agit de la flexi-barre® ou swing-stick. Nous la présenterons précisément dans la suite de notre réflexion ainsi que son intérêt dans le renforcement musculaire de l'articulation scapulo-thoracique.

C'est à la suite d'une conférence sur l'épaule à Paris, intitulée « l'épaule au T.O.P. », que l'intérêt d'une réflexion sur la prise en charge (PEC) de l'épaule du handballeur s'est précisé. Cette conférence était animée par le docteur Parier, un chirurgien le docteur Nourissat et un kinésithérapeute monsieur Srouf. Tous les trois sont spécialisés dans les pathologies de l'épaule. Le principal sujet abordé était les dyskinésies scapulaires chez les sportifs « lanceurs » (1). Les trois intervenants nous présentaient des études montrant qu'il existe un déséquilibre du ratio entre les rotateurs médiaux (RM) et les rotateurs latéraux (RL) du membre dominant par rapport au membre non-dominant. En somme, les RL du membre dominant sont plus faibles en excentrique que les RL du membre non-dominant. De plus la

grande majorité des patients reçus par leurs soins en consultation présentaient des dyskinésies scapulaires.

Les informations apportées lors de cette conférence, nous ont conduit aux questionnements suivants :

Par quoi est provoquée la douleur ? Quel est le rôle de la scapula lors du geste du tir ? Le déséquilibre musculaire se limite-il aux RM et aux RL ? D'où provient la dysfonction de la scapula ? Des limitations articulaires se mettent-elles en place ? Avons-nous la présence d'un conflit postéro-supérieur ? Si certains muscles sont déficitaires, quels moyens pouvons-nous utiliser pour les renforcer ?

Ce qui nous a permis de développer la problématique suivante : dans un contexte d'épaule douloureuse chez le handballeur et sachant que le geste du sportif lanceur facilite l'apparition de dyskinésies scapulaires et de conflits postéro-supérieurs dans l'articulation gléno-humérale, le renforcement des muscles scapulo-thoraciques avec une flexi-barre participe-t-il à la diminution des douleurs ressenties par le joueur ?

Pour répondre à cette problématique, nous aborderons dans un premier temps l'anatomie de l'épaule d'un point de vue statique et dynamique, l'implication des différents muscles essentiels dans cette articulation. Nous présenterons la flexi-barre® et son utilisation comme outil de rééducation.

Par la suite, nous essaierons de voir si l'utilisation de la flexi-barre® implique une modification des problèmes d'épaule chez le handballeur notamment en ce qui concerne la douleur, les dyskinésies scapulaires ou les conflits.

Après cette présentation, nous allons réaliser une étude avec des joueurs de handball masculin, féminin et de tous niveaux pour voir s'il existe un bénéfice lié à l'utilisation de cette technique sur les douleurs d'épaule.

## **2 L'épaule : une articulation, différents points de vue**

### **2.1 Le complexe de l'épaule**

Le membre supérieur est organisé pour que la main puisse agir avec une précision maximale et dans un espace le plus vaste possible. L'épaule, l'articulation proximale du membre supérieur, est à la jonction du tronc et du bras et se compose de trois os : l'humérus qui est l'os du bras, la clavicule et la scapula qui est postérieure (2) (3).

À la scapula, Forthomme donne cinq fonctions. Réalisant le rôle de pivot de l'articulation gléno-humérale, c'est le point d'insertion des muscles stabilisateurs (extrinsèques et intrinsèques). Elle permet le lien entre les membres inférieurs et supérieurs, elle optimalise le cycle étirement/détente et réalise des mouvements de sonnettes et de tilts (4).

Le complexe de l'épaule est un ensemble de cinq articulations :

- la sterno-costo-claviculaire (SCC) : qui est le point d'ancrage du membre supérieur au tronc.
- L'acromio-claviculaire (AC) : qui est l'articulation entre l'acromion de la scapula et la clavicule

- L'articulation gléno-humérale ou scapulo-humérale (GH) : qui est l'articulation entre la glène de la scapula et la tête humérale. Cette articulation est peu congruente, la stabilité est assurée par le labrum, les ligaments gléno-huméraux et les muscles (5).
- L'articulation scapulo-thoracique (ST) : plan de glissement entre le thorax et la face antérieure de la scapula
- La sous deltoïdienne (SD) : bourse présente sous le deltoïde pour protéger l'articulation.

Sur ces cinq articulations, il y a trois vraies articulations la SCC, l'AC et la GH. La ST et la SD sont deux fausses articulations car ce sont des plans de glissement (figure 1). À défaut d'être stable l'épaule est très mobile. Sa stabilité est assurée principalement par les muscles de la coiffe des rotateurs, il existe une stabilité ligamentaire nécessaire mais insuffisante. En effet, il ne faut pas perdre de vue que le ligament gléno-huméral inférieur est le seul rempart contre la luxation traumatique en position d'armer. Il existe également des ligaments coraco-claviculaire et acromio-claviculaire indispensables à la stabilité du complexe. La capsule est un tissu fibreux entourant l'articulation de l'épaule tout en restant liée à la coiffe des rotateurs (6). Elle regroupe des récepteurs proprioceptifs qui auront un rôle majeur dans les mouvements de l'épaule en augmentant les contractures péri-articulaires. Elle aura tendance à fixer des décentrages par fibrose en cas de défaut de cinématique. Le labrum glénoïdien est une structure fibro-cartilagineuse. Elle permet l'augmentation de la surface articulaire et joue le rôle d'amortisseur.

Nous pensons, plus généralement, que l'humérus s'adapte à la scapula, mais c'est oublier que la scapula est extrêmement mobile sur le gril costal et peut modifier fortement le mouvement dans la gléno-humérale.

## 2.2 La coiffe des rotateurs et les muscles de l'épaule

Les muscles de l'épaule peuvent être classés en trois groupes. Le premier groupe étant la coiffe des rotateurs, le deuxième groupe est composé des muscles scapulo-thoraciques et le troisième des muscles moteurs de la gléno-humérale.

La coiffe des rotateurs est constituée de muscles toniques. Ce tonus augmente 100 ms avant le début du mouvement. Il y a une pré-activation nécessaire au bon fonctionnement de l'épaule. Ces muscles permettent de stabiliser la tête humérale dans la glène en créant une raideur active. (Figure 2).

Elle est composée de quatre muscles scapulo-huméraux :

- le muscle supra-épineux ou sus-épineux : il va de la fosse supra-épineuse de la scapula au tubercule majeur de l'humérus (7). Il est innervé par le nerf supra-scapulaire issu du plexus brachial (racines C5, C6).

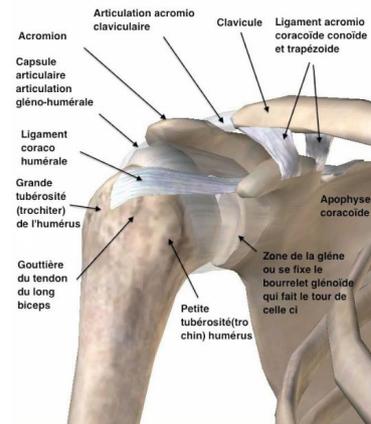
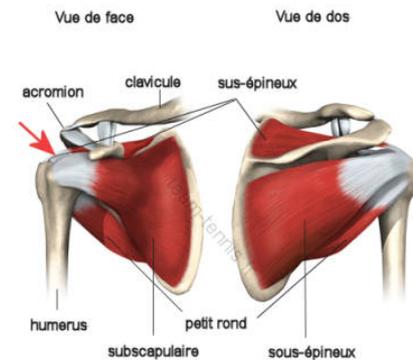


Figure 1 : Complexe de l'épaule

- le muscle infra-épineux ou sous-épineux : il va de la fosse infra-épineuse de la scapula au trochiter, innervé par le nerf supra-scapulaire issu du plexus brachial (racines C5, C6).
- le sub-scapulaire ou sous-scapulaire : il va de la face antérieure de la scapula au tubercule mineur, innervé par les nerfs sub-scapulaire supérieur et sub-scapulaire inférieur (racines C5, C6).
- le petit rond : il va de la face dorsale, bord latéral de la scapula à la face postérieure du tubercule majeur, innervé par le nerf axillaire (racines C5, C6).



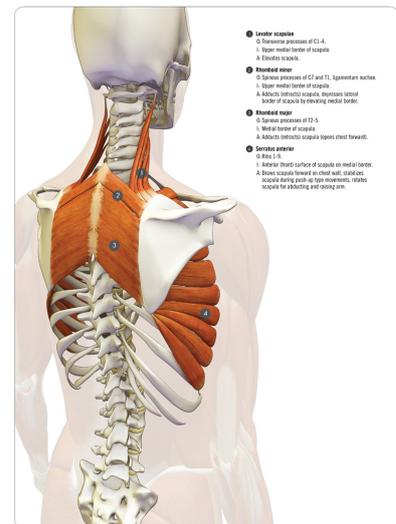
**Figure 2 : Muscles de la coiffe des rotateurs**

Tous les muscles se terminent par un tendon conjoint qui coiffe la tête humérale allant jusqu'aux tubérosités et dont le rôle est de pré-contraindre et de stabiliser la tête humérale dans la glène de la scapula. La coiffe des rotateurs doit se contracter avant les muscles moteurs du membre supérieur pour stabiliser la tête humérale dans la glène et contrôler sa mobilité. Il apparaît donc une notion de rapidité de contraction et d'endurance pour lutter contre la puissance des grands muscles moteurs.

Les muscles scapulo-thoraciques permettent de stabiliser la scapula lorsque le bras ne fait pas de mouvement, ou ils permettent un contrôle du mouvement scapulaire lors de la mise en action du bras. Ces muscles ont une forte capacité à être inhibés s'ils ne sont pas régulièrement mis en activité ou que le bras réalise le même mouvement de façon répétée.

Les muscles scapulo-thoraciques sont au nombre de cinq (figure 3):

- les rhomboïdes : ils ont pour origine les processus épineux de C6 à T4 et se terminent sur le bord médial de la scapula sous le niveau de l'épine. Ils sont innervés par le nerf scapulaire dorsal. Ils permettent une adduction, une sonnette médiale de la scapula et plaquent celle-ci sur le thorax.
- l'élevateur de la scapula : il a pour origine le processus transverse de C1, et les tubercules postérieurs des processus transverses de C2 à C4 et se termine sur l'angle supéro-médial de la scapula. Ce muscle est également innervé par le nerf scapulaire dorsal. Il permet une adduction et sonnette médiale de la scapula.
- le dentelé antérieur : il a pour origine les dix premières côtes et se termine sur la face antérieure de la scapula. Il est innervé par le nerf thoracique long. Il a comme action un maintien de la scapula sur le thorax et est inspireur accessoire.
- le trapèze inférieur : il a pour origine les processus épineux de T4 à T10 et se termine au bord postérieur de l'épine de la scapula. L'innervation se fait par le nerf trapèze. Il a un rôle stabilisateur de la scapula.



**Figure 3 : Muscles scapulo-thoraciques de l'épaule**

- le petit pectoral : il a pour origine la 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> côtes et se termine sur le processus coracoïde de la scapula. Il est innervé par le nerf pectoral médial. Il réalise une antépulsion de l'épaule. Au niveau scapulaire, il permet une sonnette médiale et une bascule antérieure.

Les muscles moteurs de l'épaule sont le deltoïde, le grand pectoral, le grand rond, le trapèze, le grand dorsal, le biceps brachial, le triceps brachial et le coraco-brachial. Ils génèrent des forces de translation de la tête humérale (8).

### 2.3 Analyse biomécanique de l'épaule

La réalisation d'un tir au handball met en jeu les cinq articulations de l'épaule ainsi que le rachis. Les mouvements de la scapula sont primordiaux dans le bon fonctionnement de l'épaule (9).

Lors de son déplacement, le membre supérieur peut réaliser des mouvements de flexion/extension, de rotations médiale/latérale et des mouvements d'abductions/adductions. Ces mouvements sont toujours liés à des mouvements spécifiques de la scapula. Le tilt correspond à une bascule sur le gril costal, vers l'avant (tilt antérieur) ou vers l'arrière (tilt postérieur). La sonnette correspond à une rotation dans le plan frontal. Elle peut être médiale ou latérale. La scapula peut également réaliser des mouvements de rotations médiale ou latérale (figure 4).

Par exemple, lors de la flexion du bras dans le plan de la scapula, les 50 premiers degrés de mouvement se font principalement dans la GH ensuite pour deux degrés de mouvement dans la ST. Sur les 150 degrés d'élévation, 90 appartiennent à la GH et 60 appartiennent à la ST. Si nous voulons majorer la

flexion du membre supérieur, des compensations se mettent en place au niveau du tronc. Cet exemple décrit un mouvement dans un plan unique donc facilement analysable et descriptible. Or les mouvements du membre supérieur se réalisent dans les trois plans de l'espace.

La qualité d'un mouvement dépend de l'interaction entre la scapula et l'humérus. Chez les lanceurs, la rotation latérale est généralement plus élevée que la moyenne à l'inverse de la rotation médiale. Les muscles scapulo-thoraciques servent à positionner et stabiliser la scapula afin de maintenir le centre de rotation de la GH. De ce fait, une position adéquate de la scapula est nécessaire pour une utilisation optimale des muscles de l'épaule (10).

Selon Lyman et al, le geste du handballeur est similaire à celui du pitcher au baseball. Nous allons donc retrouver les mêmes similarités au niveau des pathologies de ces deux sportifs (11). Le risque de blessure est proportionnel à l'âge et au niveau de la pratique. Les douleurs à l'épaule sont associées au nombre de lancers lors de la saison. Cette étude a été ordonnée par « the USA baseball medical and safety advisory committee » afin de comprendre l'origine des

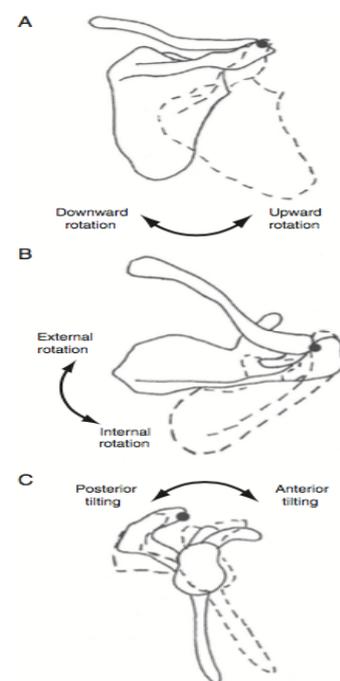


Figure 4 : Mouvements scapulaires

douleurs à l'épaule des jeunes pitchers et une méthode pour corriger cela. Il en déduit que ces blessures sont dues à l'accumulation de microtraumatismes.

Le mouvement d'armer et de lancer est à décrire dans les trois plans de l'espace, et chaque articulation va avoir son importance. **L'armer** consiste en une combinaison de mouvements dont une abduction, une élévation et une rotation latérale de la GH (figure 5). La scapula réalise un mouvement de sonnette latérale, tilt postérieur et rotation latérale. Le mouvement d'armer est relativement lent, par rapport au geste global du handballeur lors du tir. L'armer dure environ une seconde, voir 1s50. Le mouvement de **lancer** se réalise grâce à une rotation médiale, adduction et abaissement du bras. La scapula réalise une sonnette médiale, rotation médiale et tilt antérieur (figure 6). Ce mouvement est extrêmement rapide, il dure environ 300ms.

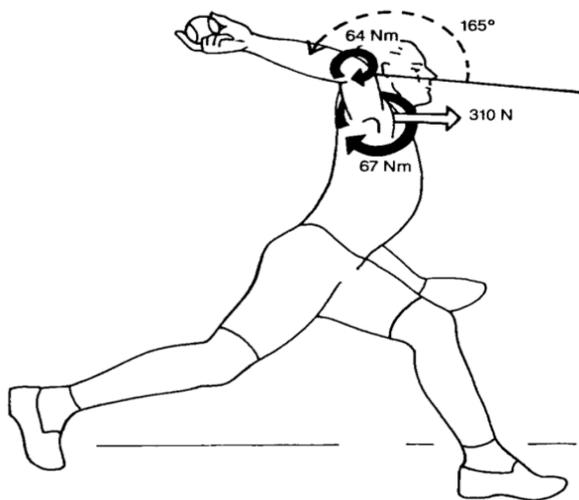


Figure 5 : Position finale de l'armer

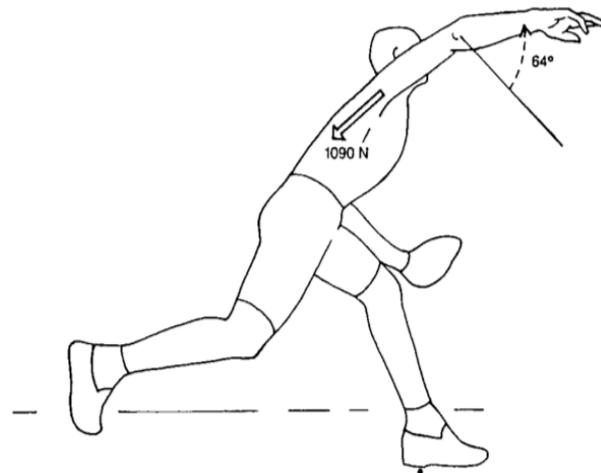


Figure 6 : Position finale du lancer

Ces deux phases du tir entraînent des lésions différentes au niveau de l'épaule. Lors de l'armer, le mouvement de rotation externe plus élevé que la normale entraîne des microlésions de la capsule au fur et à mesure de plusieurs tirs répétés. Le lancer altère le contrôle musculaire de la scapula. Le mouvement, extrêmement rapide et violent, inhibe les muscles scapulo-thoraciques car la vitesse de réaction de contraction se ralentit au fil des tirs. L'inhibition de ces muscles va entraîner un mauvais contrôle de la scapula, donc une mauvaise position de celle-ci par rapport à la tête humérale, et de ce fait l'armer peut potentiellement créer plus de lésions. Ce phénomène est appelé « overuse » de l'épaule ou « sur-utilisation » en français (12). Ces phénomènes sont accentués par le renforcement dynamique des rotateurs médiaux. Ceux-ci accentuant la bascule antérieure, rotation médiale, sonnette médiale de la scapula ouvrant la porte aux conflits postéro-supérieurs lors du geste d'armer se traduisant cliniquement par des douleurs postérieures et antérieures (13) (14). Les douleurs postérieures par conflit entre la tête humérale et le bord postérieur de la glène lèsent le labrum et le supra-épineux (15). Les douleurs antérieures sont la conséquence du décentrage antérieur de la tête humérale.

## 2.4 Les dyskinésies scapulaires

Le rythme scapulaire est un élément essentiel du bon fonctionnement de l'épaule. Il correspond au déplacement ou à la cinématique de la scapula lors des mouvements du bras. Selon la Société Française de Rééducation de l'Épaule (SFRE), le rythme scapulaire serait à l'origine de douleurs et de dysfonctions de l'épaule lorsque celui-ci est altéré (annexe tableau rythme 1 et 2) (16). Les dyskinésies scapulaires vont avoir une importance dans les blessures du membre supérieur. Lors du mouvement d'élévation du bras, la scapula bouge dans les trois plans de l'espace. Elle réalise une sonnette latérale, une rotation latérale et une bascule postérieure. On remarque généralement que chez un patient symptomatique, le mouvement scapulaire est anormal (17).

Le rythme scapulaire est dit « perturbé » lorsque le mouvement n'est pas harmonieux lors de l'élévation ou de la descente du bras. Un défaut de cinématique, qui est un mouvement fin, engendre une désorganisation du membre supérieur, et cette désorganisation peut devenir douloureuse (18). Les dyskinésies peuvent être observées en statique, par une proéminence du bord médial et de l'angle inférieur de la scapula. Elles sont également observables en dynamique par une élévation de la scapula soit précoce soit tardive lors de l'élévation du bras et une sonnette rapide lors de la descente (19) (20) (21) (22). Il est à noter qu'elles sont plus facilement décelées à la descente du bras. Elles peuvent être engendrées par une mauvaise posture thoracique (cyphose thoracique trop importante ou scoliose), un contrôle musculaire inadapté (balance musculaire ou muscles postérieurs inhibés) ou des raideurs tissulaires à l'origine de déficits d'amplitude de l'épaule (capsule rétractée).

Les dyskinésies scapulaires peuvent être de trois types :

- le type 1 correspond à une proéminence du bord médial inférieur
- le type 2 à une proéminence du bord médial
- le type 3 à une proéminence du bord médial supérieur.

La reconnaissance de ces différentes dyskinésies scapulaires n'est pas aisée. Selon une étude, lorsque nous essayons de reconnaître et classer les dyskinésies, le taux de réussite et de fiabilité est de 61%. En revanche, si nous réalisons une classification par « oui » ou « non », le « oui » correspond à la présence d'une dyskinésie, quel qu'en soit le type, et « non » l'absence de dyskinésie, le taux de réussite et de fiabilité inter-opérateur est de 79% (23) (24). Il semble donc plus intéressant et pertinent de considérer cette classification pour le reste de notre écrit.

Dans une prochaine partie, nous développerons réaliser le bilan d'une dyskinésie scapulaire.

## 2.5 Étude, matériel et méthode

Notre démarche nous a mené à réaliser une étude randomisée sur des handballeurs pathologiques au niveau de leur épaule dominante. C'est-à-dire des joueurs présentant une douleur ou une gêne lors des entraînements ou des matchs. Pour cela, nous allons travailler avec trois équipes différentes, une équipe féminine et deux équipes masculines.

Afin de savoir quels joueurs nous pouvions inclure dans l'étude, nous nous sommes renseignés dans la littérature pour savoir comment les sportifs étaient recrutés dans ce genre d'étude.

En 2011, Myklebust et al réalise une étude sur l'équipe féminine norvégienne de handball (25). Pour inclure les joueuses dans l'étude, il utilise le questionnaire WOSI (Western Ontario Soulder Index) et une douleur cotée à 40/100 dans le questionnaire. D'autre part, l'étude montre que 57% des joueuses ont des douleurs à leur épaule dominante. La douleur ne les empêche pas de jouer, mais cela influence leur performance sportive, l'appréhension, l'instabilité de l'épaule et les dysfonctions scapulaires.

Le WOSI nous a semblé aussi être le questionnaire le plus intéressant à utiliser sur les sportifs douloureux mais qui continuent à jouer. La version originale est en anglais mais la version française est validée (26) (27). Ce questionnaire comporte 21 questions réparties en quatre parties. La première partie correspond aux signes physiques, comme la douleur, les gênes, les craquements, la deuxième partie est relative aux activités sportives et au travail. La troisième partie correspond aux activités de la vie courante et la dernière partie interroge sur la composante émotionnelle. Chaque question est notée de 0 à 100. Le meilleur score est 0 et le pire est 100 pour chaque question. Au total, le score WOSI peut aller de 0 à 2100 points ce dernier chiffre étant le plus mauvais résultat possible (annexe 2).

Ce questionnaire a été distribué aux trois équipes volontaires à la participation à l'étude. Au total, 48 WOSI ont été relevés. Parmi ces 48 handballeurs, 33 sont des hommes et 15 sont des femmes. Sur ces 48 joueurs, nous avons retenu un échantillon de 20 handballeurs (16 hommes et 4 femmes) dont le score de la partie A était supérieur à 200/1000. La moyenne d'âge de l'échantillon est de 25 ans, et en moyenne les joueurs pratiquent le handball depuis 7 ans. Nous ne ferons pas de différences entre les postes et la latéralité des joueurs (annexe 3).

À partir de ce groupe de 20, nous allons diviser aléatoirement les joueurs en deux groupes. Un groupe témoin (GT) de dix joueurs et un groupe de dix joueurs qui réalisera l'exercice (GE). Le GT ne changera pas ses habitudes d'entraînement et d'échauffement. Une fois la répartition effectuée, nous allons à l'aide d'un goniomètre et d'un mètre ruban relever des mesures reproductibles et fiable intra-opérateur. Il n'y aura pas d'autre opérateur qui interviendra lors de la prises des mesures afin d'éviter le biais inter-opérateur. Les mesures prises pour cette étude seront les mêmes que celles décrites dans les parties suivantes (4.1 et 4.2). Elles concernent les amplitudes de la GH et la position de la scapula en statique.

Les critères d'inclusion vont être le questionnaire WOSI, la douleur à l'épaule à l'entraînement, la pratique du handball depuis plus d'un an et être majeur. Les critères de non-inclusion sont les blessures au rachis, avoir des antécédents chirurgicaux à l'épaule ou au rachis et de faire partie d'un autre protocole de recherche. Enfin les critères d'exclusion sont l'apparition de douleur durant l'étude, la survenue d'une blessure ou le non respect du protocole.

Le but de cette étude sera de savoir si le renforcement des muscles scapulo-thoraciques diminue la douleur de l'épaule en améliorant les amplitudes et en corrigeant la dyskinésie scapulaire. Nous réalisons une évaluation du renforcement musculaire et non de l'objet flexi-barre®.

### 3 La flexi-barre® ou swing-stick

#### 3.1 Flexi-barre® : matériel de rééducation

La flexi-barre® a été inventée par la société flexi-SPORT® créée il y a 10 ans et basée à Munich en Allemagne (figure 7). Il s'agit d'une tige de fibre de verre ou de carbone de 1,5m de longueur. Elle est munie d'une poignée en son centre et elle est lestée d'un poids à chaque extrémité. En fonction des barres, la rigidité n'est pas identique et sur une barre les masses des extrémités sont égales mais peuvent varier d'une barre à une autre. Ces paramètres permettent de régler la difficulté de l'exercice et la zone travaillée près de la main ou de l'épaule en faisant varier la fréquence des vibrations lors de la mise en mouvement de la barre (28).

La flexi-barre® est utilisée par des kinésithérapeutes allemands depuis plusieurs années maintenant tout comme dans le cabinet où nous avons réalisé notre stage.

Cet outil est utilisé pour renforcer plusieurs parties du corps, mais lors de notre démarche réflexive nous allons l'utiliser pour le renforcement des muscles stabilisateurs de l'épaule. Le fait de résister

aux vibrations engendrées par la barre permet une activation et une contraction des muscles profonds du dos, de l'abdomen et le gainage de l'épaule (29) (30).



Figure 7 : Outil de rééducation flexi-barre

#### 3.2 Principes d'utilisation de la flexi-barre®

Le principe fondamental dans l'utilisation de la flexi-barre® va être de la faire entrer en vibration à l'aide de flexions et extensions de coude répétées de petites amplitudes et de garder cette vibration pendant environ 30 secondes (31).

Le bras est positionné en abduction à 90° minimum dans le plan de la scapula avec une légère flexion de coude associée qui permettra de créer les vibrations. Le fait de résister à ces vibrations va entraîner une contraction des muscles scapulo-thoraciques, notamment le trapèze inférieur, les rhomboïdes et le dentelé antérieur. La contraction de ces muscles est variable en fonction de la position de la barre dans l'espace ce qui permet un travail statique de ces muscles scapulo-thoraciques. Le changement de position de la barre fait varier leur contraction de façon à les utiliser comme stabilisateurs. La flexi-barre® permet de travailler l'épaule dans les trois dimensions de l'espace. Les vibrations provoquées permettent une amélioration de la rapidité de contraction des muscles (32).

Afin d'avoir la certitude de bien pratiquer le mouvement, il faut sentir une contraction du muscle, et respecter le bon positionnement. Pour ne pas avoir de doute sur la position adéquate il est recommandé de se placer devant un miroir pour observer sa posture ou sous l'œil du kinésithérapeute.

Généralement, le mouvement est facilement réalisable du côté du membre dominant, mais plus délicat à maîtriser du côté non-dominant. Le mouvement devient plus aisé au fil des séances, de l'apprentissage et de la proprioception (33).

## 4 Démarche bilan diagnostique kinésithérapique avec examens

### 4.1 Interrogatoire, examen morpho-statique et morpho-dynamique

Lors de la première rencontre avec le patient, nous réalisons tout d'abord l'interrogatoire. Il va permettre de questionner le patient sur sa pathologie, l'origine, le handicap engendré et sa douleur. Nous allons être renseigné sur l'origine de la douleur, sa localisation, son intensité, si elle varie durant la journée (intensité croissante, décroissante, réveils nocturnes, paresthésies). L'interrogatoire va aussi nous renseigner sur la profession et les loisirs de notre patient. Ces éléments peuvent nous être utiles pour trouver une piste lors du bilan diagnostique kinésithérapique ou trouver les raisons de la douleur.

Tout le reste de l'examen initial se réalise torse nu, de cette façon nous sommes plus précis lors de l'analyse visuelle et de la prise des valeurs. Les vêtements n'altéreront pas notre toucher et ne limiteront pas non plus les mouvements examinés.

L'examen morpho-statique se réalise debout (figure 8). Notre observation se fait de bas en haut, de face, de profil et de dos afin d'observer tous les troubles statiques. Les pieds sont écartés d'une largeur d'épaule environ. Le patient doit avoir la position la plus naturelle possible avec les bras placés le long du corps afin de repérer les défauts de posture. Les éléments de posture à observer vont être la hauteur des ailes iliaques, les courbures vertébrales, l'orientation des mains, l'angle thoraco-huméral, la position de la scapula, l'antépuulsion des épaules, la hauteur des épaules et la position de la tête.

Si nous voulons avoir plus de précisions, il est conseillé de prendre des mesures centimétriques de la position de la scapula sur le thorax (figure 9). Il est intéressant de réaliser la mesure de la distance acromion-mur et la distance T4 au bord médial de la scapula (34) (35).



Figure 8 : Observation morpho-statique



Figure 9 : Prises des mesures centimétrique

L'examen morpho-dynamique se fait à la suite de l'examen morpho-statique et à partir de la même position. Nous demandons au patient de réaliser une élévation puis une descente des deux bras tendus en simultané dans le plan de la scapula et dans le plan sagittal. Ce

mouvement d'élévation et de descente est à réaliser cinq fois à la suite et à vitesse lente afin d'apprécier correctement le mouvement. Grâce à cet examen, nous pouvons analyser les différences de rythme scapulaire entre les deux membres supérieurs lors de l'élévation et de la descente, les compensations mises en place en cas de différences, l'ouverture de l'angle thoraco-huméral, l'orientation de l'épine de la scapula et les tensions entraînant les décollements de la scapula.

Toutes ces mesures sont reproductibles en bilatérales et permettent de rechercher des asymétries. L'examen morpho-statique est filmé dans le but d'avoir une référence initiale.

#### 4.2 Examen articulaire et musculaire

Les bilans morpho-statique et morpho-dynamique sont terminés et nous donnent déjà quelques indications sur la mobilité du patient ou des différences entre les deux membres supérieurs. Les examens articulaires et musculaires vont finaliser notre démarche.

Pour mesurer les amplitudes articulaires, nous utiliserons un goniomètre. Le patient est assis sur une chaise, un coussin dans le dos afin que les scapulas ne touchent pas le dossier du siège. Les pieds du sujet sont à plat sur le sol (figure 10).

Au niveau articulaire, nous allons évaluer les amplitudes passives dans la GH. Le

mouvement est arrêté dès que la scapula commence le sien. Les mouvements mesurés vont être la flexion, l'abduction, l'adduction horizontale, la rotation latérale en R1 et R2, la rotation médiale en R2 et R3 et la mobilité de l'acromio-claviculaire.

Pour les tests musculaires, le patient est assis sur la chaise le dos contre le dossier afin d'éviter les compensations. Au niveau musculaire, nous allons évaluer les muscles de la coiffe des rotateurs par des breaks tests dont le test de Jobe pour le supra-épineux, le test de Patte pour l'infra-épineux et le press belly test pour le subscapulaire.

Pour le **test de Jobe**, nous plaçons les bras du patient tendus dans le plan de l'omoplate. Nous exerçons ensuite une pression vers le bas sur l'extrémité distale du membre placé en rotation médiale en demandant au patient de résister à celle-ci. Il est préférable d'exercer la pression



**Figure 10 : Relevés d'amplitudes en flexion, abduction, adduction horizontale et rotation médiale en R2**

sur les deux bras simultanément pour juger plus facilement d'une différence. La douleur est cotée de 0 à 3 et le test est dit positif si le patient déverrouille la position de départ.

Il en va de même pour **le test de Patte**, le bras est placé à 90° d'abduction et rotation latérale dans le plan de la scapula. Les résistances sont doubles, une sous le coude pour résister à une poussée vers le bas l'autre au niveau du dos de la main et nous demandons au patient de résister à notre poussée. Le but étant d'induire une contraction de l'infra-épineux donc une rotation latérale. La douleur est cotée de 0 à 3, et le lâchage du test est dit positif.

Le **press belly test** permet d'évaluer le subscapulaire, nous demandons au patient une rotation médiale. Le coude est placé en avant du plan du corps pour mettre en position courte le grand pectoral. Main sur le ventre la consigne étant d'appuyer sur notre main comme s'il voulait appuyer sur son ventre. Le test est positif si la position n'est pas maintenue et la douleur est cotée de 0 à 3 (36) (37).

Les examens articulaires et musculaires permettent de noter des différences d'amplitude et/ou de force par rapport au côté sain.

Chez les handballeurs, il est généralement retrouvé des limitations d'amplitudes en rotation médiale en R2/R3, en adduction horizontale et en flexion. Le but de notre prise en charge sera de redonner de la mobilité aux articulations, un bon contrôle proprioceptif et de renforcer les muscles de la coiffe et scapulo-thoraciques.

### 4.3 Tests de conflits

Nous utiliserons deux tests de conflits :

- Le test de Hawkins est réalisé en position R3, c'est à dire à 90° de flexion associé à 90° d'adduction horizontale. Le test consiste à majorer le mouvement de rotation médiale, en écrasant la bourse séreuse sous acromio-deltoïdienne dans la région sous coracoïdienne. La douleur est cotée de 0 à 3.
- Le test de Neer est réalisé en position d'abduction maximum de la GH dans le plan de la scapula. Le principe est d'écraser la bourse séreuse sous acromio-deltoïdienne dans la région sous acromiale. La douleur est également cotée de 0 à 3 (37).

## 5 Présentation des trois cas cliniques

### 5.1 Choix des patients

Lors du stage en cabinet libéral, nous avons pu prendre en charge plusieurs patients. Pendant les premiers jours, nous avons suivi et observé les pratiques des kinésithérapeutes du cabinet notamment sur la rééducation des épaules. Après une semaine, nous avons proposé des exercices avec la flexi-barre® dans la scapulo-thoracique et proposé de réaliser une étude dans différents clubs de handball des villes voisines afin d'évaluer un bénéfice réel ou non de cet exercice. Afin de présenter en détail la rééducation que nous avons proposée pour cette étude, nous avons choisi trois patients handballeurs en rééducation au cabinet.

Ces trois patients s'étaient présentés à nous, suite à des douleurs d'épaule lors de la pratique de leur sport. Nous avons obtenu leurs accords pour relater l'histoire de la maladie, l'utilisation de photos ou de vidéos, et de présenter la rééducation effectuée au niveau de leurs épaules.

## 5.2 Anamnèse des trois patients

Monsieur B pratique le handball depuis 9 ans, évolue au niveau régional et s'entraîne deux fois, pendant deux heures chaque semaine. S'ajoute à cela un match le week-end (un match dure 60 minutes). Il ne présente pas d'antécédents médicaux particuliers.

Monsieur B a arrêté de jouer suite à des douleurs antérieure et latérale à l'épaule qui l'handicape lors des premiers lancers. Elle devient progressivement intolérable pendant l'entraînement. Il a arrêté de jouer par peur que son épaule l'handicape dans son activité professionnelle de cuisinier. Il cote cette douleur à 6/10 sur l'échelle numérique (EN). Nous lui avons expliqué préalablement que 0 correspond à une absence de douleur, et le 10 étant la pire douleur possible.

Le patient est droitier, et nous dit présenter sa douleur à l'épaule depuis environ 2 ans. Il a déjà réalisé des séances de kinésithérapie sans résultat, les exercices proposés étaient de réaliser des mouvements de rotations médiale et latérale en dynamique à l'aide d'un élastique ainsi qu'un travail de recentrage actif par les muscles dits « abaisseurs ».

Monsieur X est le deuxième cas que nous allons étudier au cours de cet écrit. Il est âgé de 24 ans, c'est un handballeur professionnel évoluant au poste de pivot au PCHB (club de Proligue). Monsieur X est droitier et nous consulte pour des douleurs antérieures à l'épaule droite lors de lancers répétés à l'entraînement ou en match. Lors des saisons précédentes, il a déjà eu des tendinopathies des épicondyliens médiaux droit. Les kinésithérapeutes précédents, n'ayant traité que son épicondylalgie, ne se sont pas intéressés à l'épaule lors de la rééducation.

Madame D est le troisième cas clinique que nous allons analyser. Madame D est une photographe de 23 ans qui pratique le handball depuis 9 ans au niveau pré-régional. La patiente est droitrière et nous consulte pour des douleurs au niveau des épicondyliens latéraux du coude droit, ce qui la gêne dans sa profession. De même à chaque tir de handball, elle décrit également des sensations de luxations associées à une douleur englobante de l'épaule. Elle cote sa douleur à 5/10 sur l'EN pour le coude et à 4/10 à l'épaule. Elle décrit ses douleurs comme étant présentes depuis 4 ans environ, toujours à la même période de la saison. Elle ne présente pas d'antécédents chirurgicaux ni d'antécédents médicaux. Madame D présente une hyperlaxité et une instabilité multidirectionnelle de l'épaule.

## 5.3 Examens initiaux

L'examen clinique initial commence par une observation morpho-statique et morpho-dynamique des patients. Le but étant d'observer des dysfonctions statiques et/ou dynamiques. L'étape suivante est de mesurer ces dysfonctions grâce à la prise d'amplitudes passives des articulations. Il est à noter qu'un patient souffrant de tendinopathies de la coiffe des rotateurs présente toujours une limitation des amplitudes passives de la GH. Nous vérifions dans un dernier temps la force et la fatigabilité musculaire.

L'examen initial de monsieur B a été réalisé le 05/12/2016. Cet examen nous donne des indications sur l'origine de la douleur décrite par le patient. Nous commençons par les examens morpho-statique et morpho-dynamique. Chez monsieur B nous remarquons un

décollement de bord médial de la scapula droite, ainsi qu'une proéminence de la pointe de la scapula. La scapula est légèrement basculée vers l'avant et en rotation médiale par rapport à la scapula gauche. L'épaule droite est antépulsée par rapport à l'épaule gauche. Nous remarquons un enroulement des épaules, plus marqué à droite qu'à gauche. La distance entre le processus épineux de T4 et le bord médial de la scapula n'est pas identique à gauche et à droite. La distance est plus importante à droite. La hauteur des épaules est identique chez monsieur B. L'angle thoraco-huméral est légèrement diminué à droite mais l'orientation des mains n'est pas modifiée, les ailes iliaques sont à la même hauteur. Les quatre courbures vertébrales sont présentes et distinctes, la position de la tête est correcte. Lors de l'élévation du bras, l'ascension de la scapula ne s'effectue pas de façon harmonieuse, dès le début la scapula se met en mouvement alors qu'elle ne devrait pas. La dyskinésie est aussi présente lors de la descente. La scapula est décollée lors des deux mouvements réalisés. À propos des amplitudes passives de l'épaule du patient, nous pouvons noter une différence d'amplitudes entre les deux épaules (Tableau 1). Les amplitudes les plus diminuées du côté dominant sont la flexion, l'abduction, l'adduction horizontale et la rotation médiale en R2 de la GH. L'examen musculaire de la coiffe des rotateurs ne montre pas de différence entre les deux membres supérieurs.

L'examen initial de monsieur X a été réalisé le 10/11/2016. L'examen morpho-statique révèle que les ailes iliaques sont à la même hauteur, nous remarquons une légère différence entre les angles thoraco-huméraux, celui de droite étant plus petit que celui de gauche. L'épaule droite est légèrement plus haute et antépulsée que la gauche. Les courbures du rachis sont distinctes. En ce qui concerne la position de la scapula, nous notons une différence de distance entre le bord médial de la scapula et T4 des deux côtés. La distance est plus importante à droite qu'à gauche. Le bord médial est légèrement décollé par rapport au côté gauche, en revanche la scapula ne semble pas plus antépulsée à droite en comparaison au côté gauche. L'orientation des mains est identique de chaque côté et la position de la tête est normale. L'examen morpho-dynamique montre que lors de l'élévation du bras, la scapula réalise un mouvement de rotation latérale puis de rotation médiale, ceci caractérise une dyskinésie scapulaire. La dyskinésie est aussi présente lors de la descente du bras mais de manière moins prononcée. La pointe de la scapula est plus proéminente à la réalisation de ce mouvement.

Comparativement à son membre gauche sain, nous relevons que les amplitudes passives en flexion, rotation médiale en R2 et l'adduction horizontale sont limitées pour son épaule droite (Tableau 2). Il existe une différence d'environ 15° en flexion, 25° en rotation médiale en R2 et 20° en adduction horizontale. Les tests tendineux ne révèlent pas de faiblesse de la coiffe des rotateurs, ni de différence entre les deux épaules.

L'examen initial de madame D a été réalisé le 15/11/2016. Nous rappelons qu'elle nous consulte pour des douleurs au coude et à l'épaule qui l'empêchent de pratiquer correctement son sport et qui la gênent également dans son métier. L'examen morpho-statique montre que les ailes iliaques sont à la même hauteur, la tête a une position correcte. L'orientation des mains n'est pas identique entre les deux côtés, la main droite a une pronation majorée par rapport à la main gauche. La cyphose thoracique est assez marquée, comme l'antépulsion de l'épaule. La scapula est en bascule antérieure, rotation médiale et sonnette médiale. En

revanche la hauteur des épaules est relativement identique. Sur le plan morpho-dynamique, nous remarquons une dyskinésie scapulaire lors de l'élévation et de la descente du membre supérieur droit.

En comparant les amplitudes passives du coude droit et gauche, nous trouvons quelques différences notamment des limites en flexion, varus et prono-supination. Il faut également noter un arrêt élastique en fin d'extension pour le coude droit par rapport au gauche. Le coude sera traité lors de la prise en charge, mais nous ne le détaillerons pas dans cet écrit pour ne pas surcharger le devoir. Concernant la GH, nous relevons d'importantes limitations d'amplitudes articulaires passives à l'épaule droite en comparaison au côté gauche sain malgré son hyperlaxité (Tableau 3). La flexion dans la GH est diminuée de 30° à droite, l'abduction de 20°, l'adduction de 40°, la rotation médiale en R2 de 15° et la rotation latérale en R1 de 30°. Grâce aux tests tendineux, nous mettons en évidence une faiblesse du supra-épineux de l'épaule droite de madame D car les tests de Jobe et Patte sont positifs. Le Belly press test est négatif.

## **6 Bilan diagnostique kinésithérapique**

Le bilan diagnostique kinésithérapique va nous permettre de faire le lien entre les douleurs, les restrictions de participation dans l'activité sportive et/ou professionnelle de nos patients avec des dysfonctions observées et mesurées.

Monsieur B, âgé de 24 ans, pratique le handball depuis 9 ans. En dehors de son sport pratiqué au niveau régional, il travaille dans un restaurant en tant que cuisinier. Ses douleurs à l'épaule l'ont contraint à restreindre sa quantité d'entraînement, voire même par période arrêter sa pratique. Monsieur B est régulièrement réveillé la nuit par sa douleur, mais ne la ressent pas spécialement lorsqu'il exerce son métier. Les douleurs qui réveillent le patient peuvent être dues à une malposition, ou alors une inflammation de l'épaule. Le patient se plaint de douleurs lors des tirs ou des passes, nous avons retrouvé grâce aux examens articulaires des limitations importantes d'amplitudes de l'épaule au niveau de la GH. Ces limitations peuvent induire des microlésions du labrum qui pourraient provoquer les douleurs. Les limitations peuvent aussi créer un conflit, celui-ci provoquerait une lésion du tendon du supra-épineux suite aux mouvements de tirs répétés. L'examen morpho-statique a permis de relever des différences de posture. Elles peuvent être dues à une attitude antalgique, mais cette analyse est moins valable lorsque nous observons dynamiquement le plan postérieur de l'épaule. Nous remarquons un mauvais contrôle de la scapula qui pourrait être dû à une faiblesse des muscles scapulo-thoraciques ainsi qu'un plan antérieur hypertonique.

Monsieur X, notre deuxième cas clinique, âgé de 24 ans et handballeur professionnel nous consulte pour des douleurs et gênes au coude lors des entraînements et des matchs. Il nous dit se sentir moins à l'aise lorsqu'il tire, et sent ses performances diminuer. Les douleurs à l'épaule peuvent être dues à la répétition des mouvements, ce qui peut léser petit à petit les tendons de la coiffe des rotateurs. L'observation morpho-statique montre une position différente de la scapula droite par rapport à la gauche. Cette position de la scapula montre une faiblesse des muscles scapulo-thoraciques associée à une tension importante du petit pectoral.

Ce manque de contrôle engendre des déficits de mobilité de la scapula lors du mouvement, ce qui entraîne des douleurs lors du geste.

Madame D, âgé de 23 ans, joueuse de handball au niveau pré-régional et photographe professionnel, se présente avec des douleurs au coude et une sensation douloureuse de luxation à chaque tir. Ses douleurs commencent à la gêner dans sa pratique professionnelle. Les douleurs au coude droit peuvent être expliquées par des limitations articulaires et une sur-utilisation par sa profession et son loisir. La différence qualitative d'arrêt en extension du coude signe une atteinte huméro-ulnaire à traiter. Au niveau de l'épaule, les examens morpho-statique et morpho-dynamique montrent un mauvais contrôle de la scapula. Ce qui pourrait nous faire penser à une mauvaise activation des muscles scapulo-thoraciques. Les limitations articulaires sont la conséquence d'un déséquilibre musculaire ayant modifié la cinématique.

## **7 Objectifs et principes**

### **7.1 Objectifs de rééducation**

Les projets de rééducation varient en fonction des trois patients. Monsieur B souhaite reprendre son activité sportive sans les douleurs à l'épaule et ne souhaite plus être réveillé la nuit par ses douleurs. Monsieur X souhaite pouvoir reprendre rapidement sa carrière de handballeur professionnel sans être diminué par des douleurs au coude et à l'épaule. Enfin, madame D ne veut pas arrêter son loisir, et être handicapée dans sa carrière de photographe.

Le projet de l'équipe thérapeutique est de limiter l'inflammation des structures de l'épaule (bourse sous acromio-deltaïdienne et les différents tendons des supra et infra-épineux et du long biceps). Elle aura également pour objectif d'assouplir la ST et la GH en étirant les muscles contracturés ou rétractés et d'assouplir la capsule gléno-humérale qui perturbe, par ses limitations, la cinématique de l'épaule.

Une nouvelle approche de l'échauffement et de l'entretien musculaire de l'épaule est à prévoir afin de pérenniser les corrections ainsi obtenues après les séances de rééducation.

Les objectifs à court terme sont :

- un gain d'amplitudes articulaires passives des articulations de l'épaule pour les trois patients.
- une diminution de la douleur si elle est présente au repos.
- un travail du schéma moteur d'élévation pour redonner un bon rythme scapulo-thoracique lors de l'armer.

Les objectifs à moyen terme sont :

- un renforcement de la coiffe des rotateurs principalement pour madame D.
- un renforcement des muscles scapulo-thoraciques pour les trois patients avec un retour rapide sur le terrain pour monsieur X.

Les objectifs à long terme sont :

- retour à la pratique sportive au même niveau.
- pérenniser l'activation des muscles scapulo-thoraciques.

- éduquer les trois patients aux échauffements et aux étirements nécessaires pour stabiliser les résultats obtenus.

## **7.2 Principes de rééducation**

Les principes de rééducation valables pour les trois patients pris en charge sont :

- rester infra-douloureux avec nos techniques de mobilisation et de renforcement pour éviter l'inflammation des tissus.
- vérifier la mobilité de toutes les articulations du complexe de l'épaule.
- ne pas donner une surcharge de travail de l'épaule, car cela pourrait provoquer une inflammation qui ralentirait la progression.
- toujours commencer par un travail de compression en chaîne fermée pour privilégier la stabilité gléno-humérale.
- le renforcement musculaire ira de la chaîne fermée vers la chaîne ouverte.
- Respecter la fatigabilité des structures notamment la coiffe des rotateurs.
- Adapter les exercices à la progression ainsi que leur intensité.
- Insister sur l'endurance des structures plus que sur la force explosive.

## **8 Rééducation**

D'après plusieurs écrits récents, la rééducation de l'épaule s'oriente premièrement sur un gain d'amplitude articulaire, puis un renforcement musculaire de la coiffe des rotateurs et des muscles scapulo-thoraciques. Ce renforcement se réalise grâce à des contractions isotoniques à l'aide de compression. Les exercices sont réalisés en chaîne fermée (38) (39) (40) (41) (42) (43).

Nous avons choisi de ne présenter que le gain d'amplitude et le renforcement musculaire en lien avec l'étude que nous avons réalisée. Il est nécessaire d'envisager les étirements essentiellement du muscle petit pectoral et des grands rotateurs médiaux. Ceux-ci étant des freins aux mobilités de la scapula et à une ouverture correcte de l'angle omo-huméral nécessaire dans un tir au handball.

Monsieur B a bénéficié de douze séances de rééducation à raison de deux séances par semaine. Monsieur X a eu trois à quatre séances par semaine durant cinq semaines. Madame D a effectué quinze séances réparties sur huit semaines.

### **8.1 Gain d'amplitude**

Lors des examens initiaux nous avons pu analyser des limitations d'amplitudes non négligeables qui influencent une mauvaise cinématique du complexe de l'épaule. Le but de la première phase de rééducation va être de retrouver de meilleures amplitudes grâce à des mobilisations manuelles spécifiques des cinq articulations de l'épaule (figure 11). La référence d'amplitude sera le membre sain. Les sujets étant droitiers, la référence sera l'épaule gauche. Nous souhaitons obtenir une meilleure élasticité ainsi qu'une meilleure souplesse que nous pourrions ressentir lors de la mobilisation après notre intervention. Le patient est assis sur une chaise, nous positionnons un coussin dans le dos afin d'avoir les scapulas qui ne touchent pas le dossier du siège.

Nous commençons par des mobilisations de la scapula sur le thorax. Les mobilisations sont faites dans le sens inverse de la dysfonction. Ici, nous mobilisons la scapula en réalisant une bascule postérieure, une sonnette latérale et une rotation latérale. Le but est de modifier la position de la scapula sur le gril costal et ainsi de retarder le contact entre la tête humérale et l'acromion. Nous demandons au patient d'être le plus relâché possible et de ne pas accompagner le mouvement. Le kinésithérapeute se place à côté du patient, la main gauche englobe la scapula et le pouce gauche se positionne dans le creux axillaire. La main droite est



Figure 11 : Mobilisations spécifiques des articulations de l'épaule

placée sur le grand pectoral, le pouce droit étant, lui aussi, dans le creux axillaire. Le bras du patient est pris en berceau par le bras droit du kinésithérapeute. Cette technique est douce et permet de prendre un premier contact avec le patient, de ce fait elle permet d'obtenir un bon relâchement du patient, de diminuer les tensions du plan antérieur et de redonner de la mobilité à l'articulation scapulo-thoracique.

Pour la deuxième mobilisation, le kinésithérapeute se place derrière le patient qui reste assis sur la chaise avec le dos décollé du dossier. Nous plaçons nos quatre doigts sur la clavicule et l'acromion, la paume de la main est sur la scapula et le pouce en direction de T12 sur chaque épaule. Nous réalisons une bascule postérieure, ce mouvement est aidé par le patient afin d'induire une reprogrammation neuro-motrice de rétraction du moignon de l'épaule (44).

Dans un troisième temps, en restant derrière le patient, nous mobilisons l'AC. Nous faisons une prise proximale avec trois doigts au niveau de la clavicule avec la main gauche qui sera mobilisatrice en glissement antérieur et postérieur. Une prise distale fixatrice avec la main droite englobe l'acromion et la tête humérale.

Pour terminer, nous reprenons place à côté du patient et nous allons mobiliser la GH. Les épaules des sujets, à cause d'une sur-utilisation des rotateurs médiaux et des adducteurs, présentent des amplitudes passives limitées que nous allons corriger. Les décentrages de la GH sont la conséquence du déséquilibre musculaire acquis. Ils sont fixés par fibrose capsulo-ligamentaire. Pour faire régresser les signes de conflits, il est indispensable de traiter manuellement ces limitations articulaires. La réharmonisation de la mobilité gléno-humérale participera par arc réflexe au relâchement des contractures péri-articulaires. Les zones capsulo-ligamentaires le plus fréquemment fibrosées sont la capsule postérieure et la capsule inférieure (45). Ces mobilisations passives spécifiques auront pour but d'assouplir la capsule en activant la production de collagène.

Nous prenons le bras droit en berceau afin d'obtenir un meilleur relâchement du patient, et notre main gauche se place sur le dessus de l'épaule en calant la tête humérale. Lors de cette mobilisation passive, le but sera de postérioriser et d'induire un glissement inférieur de la tête humérale sur la glène afin d'assouplir la capsule postérieure et inférieure. Il ne s'agit pas d'une décoaptation mais juste de mouvements de glissements multi-directionnels afin de donner plus de degré de liberté à la tête humérale pour les mobilités fines de roulement et de glissement qui accompagnent les mouvements majeurs.

La durée de cette séquence de mobilisation est de 8 minutes, sinon l'épaule s'enflamme et les résultats ne seront pas aussi bons qu'escomptés.

En dernier lieu, nous reprogrammerons le patient dans des mouvements de montée et descente du membre supérieur. L'élévation commence par le coude fléchi, la main passe devant la bouche, le nez et le front tout en réalisant une flexion dans la GH et une extension de coude pour arriver à l'élévation maximum du membre supérieur. La descente reprend ce même chemin. Il s'agit d'une reprogrammation neuro-motrice, c'est une recorticalisation primordiale au niveau de l'épaule car ce sont les muscles qui jouent un rôle important dans la stabilisation de l'épaule mais aussi dans sa pathologie.

## **8.2 Électrothérapie : un moyen matériel**

Le programme d'électrostimulation va permettre de tonifier les muscles de la coiffe (supra et infra-épineux) sans mettre en tension les tendons et sans créer de force de frottement. Cette méthode est utilisée en début de rééducation tant que les douleurs restent un frein au début du travail actif (46).

La séance d'électrothérapie est réalisée après la mobilisation des articulations de l'épaule. Les électrodes sont placées sur les fosses supra et infra-épineuses afin de stimuler le supra-épineux et infra-épineux. Cette technique est utilisée lorsque nous remarquons que les muscles sont déficitaires et que le patient est trop douloureux pour commencer par un travail en compression (47). Nous ne placerons pas les électrodes sur monsieur X car ses deux muscles ne sont pas déficitaires et qu'il n'est pas très douloureux. En revanche, le programme d'électrostimulation est réalisé chez madame D car ses muscles sont faibles et fatigables et chez monsieur B car il est douloureux lors des premières séances.

## **8.3 Renforcement de la coiffe des rotateurs**

Une fois le gain d'amplitude effectué, la rééducation s'oriente vers le renforcement de la coiffe des rotateurs. Ces muscles ont pour rôle de réaliser une coaptation de la tête humérale dans la glène de la scapula. Nous allons donc les travailler grâce à des exercices en compression en chaîne fermée au dessus de 90° d'élévation de façon à ce que tous les muscles moteurs de l'épaule aient une composante coaptatrice (48). La compression majorée augmentera le recrutement des fibres musculaires. L'instabilité provoquée par l'alternance compression-décompression aura pour but de travailler la vigilance neuro-musculaire.

Le premier exercice est réalisé manuellement, nous plaçons une main sur la scapula qui va permettre d'accompagner le mouvement de la scapula, et l'autre main agrippe le bras avec le pouce au niveau du deltoïde et les autres doigts sous le creux axillaire. Le coude du patient est fléchi et le bras en élévation dans l'axe de l'épine et du plan de l'omoplate. À partir de cette position nous donnons comme consigne au patient de résister à notre poussée qui est exécutée

dans l'axe de l'humérus et en direction de la glène. Nous réalisons de petits mouvements de compression et relâchement. L'objectif est de pérenniser les résultats d'une séance à l'autre.

Le patient réalise ensuite des exercices d'auto-rééducation en complément du premier décrit réalisé grâce au kinésithérapeute. Ces exercices permettent d'augmenter la difficulté de la compression. Il est demandé aux patients de faire des pressions sur le mur qui auront pour but d'améliorer la compression au niveau de la GH (figure 12). Pour des explications claires, le geste mimé est celui de pousser une voiture en panne. Pour ce faire, le patient se positionne face au mur, place ses mains sur celui-ci, puis pousse sur le mur afin de reculer les pieds. À partir de cette position, le patient mime la marche tout en poussant contre le mur avec ses mains.

Une fois que nous remarquons que les amplitudes articulaires se stabilisent au fur et à mesure des séances nous augmentons la charge d'exercices, la difficulté des exercices et le nombre de répétitions afin de travailler la vigilance et l'endurance de la coiffe des rotateurs.



Figure 12 : Exercice de poussée contre le mur

#### 8.4 Renforcement des muscles scapulo-thoraciques

La dernière étape de la rééducation va être de renforcer globalement l'épaule et d'orienter la rééducation sur le renforcement des muscles scapulo-thoraciques du plan postérieur (trapèze faisceau inférieur, rhomboïdes, élévateur de la scapula) car les examens initiaux ont montré qu'ils étaient déficitaires (49) (50). Le dentelé antérieur couplé au trapèze inférieur est un muscle qui va permettre un excellent contrôle scapulo-thoracique avec un bon plaquage de la scapula sur le gril costal. En revanche, le petit pectoral sera relâché et étiré. Le dentelé antérieur ne sera pas travaillé de façon isolée pour ne pas fermer l'espace sous-acromial lors de la protraction (rotation médiale de la ST). C'est en équilibrant ces groupes musculaires que nous pouvons lutter contre les dyskinésies scapulaires. Le mauvais contrôle postural et dynamique prouve que ces muscles doivent être renforcés pour corriger les dyskinésies scapulaires. Le travail de ces muscles permet, une amélioration du contrôle neuro-musculaire de la position de la scapula pour avoir une base stable à la fonction gléno-humérale et de maintenir les amplitudes de la GH gagnées par la mobilisation. Dans ce cas là, nous ne

parlons pas de fixateurs de la scapula mais plutôt de stabilisateurs de la scapula car elle doit être mobile sur le grill costal pour réaliser un mouvement parfait sans générer de conflit dans la GH.

Pour stimuler ces muscles, travailler la vigilance et l'endurance de la coiffe des rotateurs et des muscles scapulo-thoraciques, les exercices s'orientent autour du gainage et de la proprioception.

Le travail de gainage peut se faire par différents exercices, en appui sur les coudes ou sur les mains, à l'aide du TRX® et de la flexi-barre. Nous allons présenter trois exercices dans les paragraphes suivants, nous pourrions expliquer pleins d'exercices différents, mais nous ne voulons pas faire une liste.

Pour le premier exercice, le patient est face au mur dans la position de poussée. Sur des mini-pompes, déverrouillage et verrouillage du coude, nous allons demander au patient de réaliser une abduction en pointant du doigt une cible (figure 13). Cet exercice nous permet de travailler le rebond au niveau des muscles de l'épaule (pliométrie), et un contrôle du freinage de l'armer pour le bras qui reste en appui sur le mur. Nous mobilisons le thorax sur un membre supérieur fixe en total protection pour la GH. Cela permet de développer la vigilance neuro-musculaire afin de stopper le geste d'armer du bras en appui.



Figure 13 : Exercice du pointage de la cible



Figure 14 : Exercice réalisé à l'aide du TRX®

Le deuxième exercice proposé se réalise à l'aide du TRX® (figure 14). Le TRX® est accroché à un espalier, le patient tient une poignée dans chaque main et joint les pieds. Le patient est face à l'espalier avec les mains à hauteur des yeux. La difficulté est fonction de la position des pieds par rapport au mur. Plus les pieds sont proches du mur plus la difficulté sera importante. À partir de cette position le patient réalise une abduction horizontale. Cet exercice va permettre de renforcer

principalement les rhomboïdes et les trapèzes en insistant sur le contrôle de la scapula.

Le dernier exercice que nous décrirons sera réalisé à l'aide de la flexi-barre® (figure 15). Le bras du patient est placé à 90° de flexion dans le plan de la scapula, le coude fléchi avec la flexi-barre® dans la main, elle aussi parallèle à la scapula. Le patient doit faire entrer la barre en vibration grâce à des alternances de flexion/extension du coude assez sèches et rapides, puis il doit alterner des montées et des descentes de la main pour modifier la position de la scapula sur le gril costal de façon à faire travailler la proprioception de l'épaule. Cet exercice permet une contraction des muscles scapulo-thoraciques essentiellement le trapèze inférieur, les rhomboïdes et le dentelé antérieur. L'inclinaison de la barre ainsi que sa position par rapport à la scapula permettent de cibler différentes zones de ce complexe musculaire.



Figure 15 : Exercice réalisé à l'aide de la flexi-barre

## 9 Examens finaux des patients

L'examen clinique final est réalisé de la même façon qu'initialement. L'analyse de la position du membre supérieur et de la scapula d'un point de vue statique et dynamique se fait dans un premier temps puis les amplitudes articulaires seront mesurées dans un deuxième temps. Ces valeurs sont toujours comparées au membre sain.

L'examen final de monsieur B a été réalisé le 18/01/2017. L'examen morpho-statique montre une amélioration de la position scapulaire. Le bord médial et la pointe de la scapula sont moins proéminents. L'antépuulsion est moins prononcée qu'au début de la rééducation. Ces analyses visuelles sont objectivées par les mesures des distances acromion-mur et T4-bord médial. L'analyse morpho-dynamique est plus difficilement comparable. Grâce aux vidéos prises lors de l'examen initial, nous observons que l'ascension de la scapula est plus harmonieuse lors de l'élévation du bras. La scapula est mieux contrôlée lors du mouvement retour. Les amplitudes articulaires ont été notées dans un tableau, un gain d'amplitude articulaire est très remarquable (Tableau 4). Les douleurs sont cotées à 1/10 par monsieur B car il ressent parfois une légère douleur au début des exercices, mais ne ressent plus les douleurs nocturnes.

L'examen final de monsieur X a été réalisé le 22/12/2016. D'un point de vue morfo-statique sa scapula droite a une position quasi-identique à celle du membre supérieur gauche. Les mesures centimétriques sont presque identiques à gauche et à droite. Visuellement l'épaule droite semble toujours plus haute comme lors de l'examen initial. L'analyse morfo-dynamique montre une prononciation moins importante de la dyskinésie lors de l'élévation du bras et une absence de dyskinésie scapulaire lors du geste retour. Comme pour monsieur B, les amplitudes articulaires de la GH de monsieur X sont écrites dans un tableau. Nous en déduisons une augmentation importante des amplitudes du membre dominant. Les amplitudes sont identiques au membre sain sauf pour l'adduction horizontale (Tableau 5). Monsieur X dit ne plus avoir de douleur.

L'examen final de madame D a été réalisé le 17/01/2017. Elle ne ressent ni douleur ni d'instabilité à l'épaule lors de la pratique de son sport. Elle cite une douleur encore présente à 2/10 au coude qui ne l'handicape ni au handball ni pour la photographie. L'observation visuelle montre une diminution de l'antéimpulsion de l'épaule corrélée avec une diminution de la distance acromion-mur et la distance T4-bord médial. La dyskinésie scapulaire est toujours présente lors de l'élévation et de la descente du bras mais de façon moins prononcée. Les amplitudes de la GH du membre supérieur droit sont identiques à celle du membre gauche sauf pour la flexion et la rotation latérale en R1 qui restent légèrement limitées (Tableau 6).

## 10 Discussion

### 10.1 Analyse des résultats des trois cas cliniques

Grâce à une analyse précise de la biomécanique de l'épaule du handballeur et des examens précis et structurés chez nos trois patients, nous avons pu mettre en évidence une limitation d'amplitude de l'épaule dominante, mais aussi une faiblesse musculaire du plan postérieur comparativement à leur épaule non dominante ainsi qu'une hypo-extensibilité du muscle petit pectoral.

Les muscles scapulo-thoraciques s'inhibent à force de mouvements de tirs ou de passes répétés, cela a pour conséquence une mauvaise posture par dystonie scapulaire. Cette position de la scapula va créer un conflit sous acromial de cause haute par fermeture de cet espace en raison de la bascule antérieure. Les muscles moteurs de la GH vont installer progressivement des dysfonctions de cinématique de cette articulation par déséquilibre du ratio RM/RL. Ceux-ci entraînent des décentrages qui se fixeront progressivement par fibrose capsulo-ligamentaire. Le conflit postérieur ainsi créé lors du mouvement d'armer entretient ce processus physio-pathologique d'inflammation de l'épaule. Il s'agit d'une épaule dégénérative par microtraumatismes répétés postérieur puis antérieur.

Dans un premier temps, avec les trois patients, nous avons commencé la rééducation par un gain d'amplitude articulaire principalement au niveau de la GH grâce à des mobilisations spécifiques. Nous avons ensuite orienté notre prise en charge vers le renforcement musculaire de la coiffe des rotateurs et des muscles scapulo-thoraciques. Le renforcement de la coiffe des rotateurs a pour objectif d'améliorer la coaptation de l'articulation et sa stabilité. Le renforcement des muscles scapulo-thoraciques a pour but de corriger le positionnement de la

scapula en statique, en dynamique, de maintenir les résultats du gain d'amplitude et de prévenir les conflits postéro-supérieur et sous acromial.

Après la rééducation, nous pouvons noter que chaque patient a retrouvé des amplitudes quasi-identiques à leur membre sain et que la position scapulaire en statique est meilleure ainsi qu'une diminution des dyskinésies scapulaires. Les douleurs d'épaule des patients ont disparu ou considérablement diminué ce qui a permis à ces joueurs de reprendre leurs activités sportives normales. Il a été conseillé de continuer un renforcement du plan postérieur par des exercices de compression lors des entraînements afin d'éviter une nouvelle inhibition des muscles scapulo-thoraciques et de prévenir une récurrence.

## 10.2 Réflexion autour de l'étude

Après les résultats obtenus lors de la rééducation des trois handballeurs, nous avons décidé de réaliser une étude sur trois clubs de handball de la région parisienne. L'étude consiste à savoir si un renforcement ciblé des muscles scapulo-thoraciques diminue les douleurs à l'épaule chez le handballeur en améliorant les amplitudes passives de l'épaule et diminue les dyskinésies scapulaires. La seule intervention kinésithérapique a été la prise de mesure, aucune épaule n'a été mobilisée, le but étant de réaliser un protocole de renforcement scapulo-thoracique préventif afin d'éviter les classiques exercices d'élastique en rotation médiale/rotation latérale qui n'ont jamais prouvé leur efficacité si ce n'est d'augmenter l'overuse de l'épaule et les risques de cisaillement intra-tendineux. Il ne sera réalisé aucun exercice d'étirement sur le muscle petit pectoral son relâchement étant induit par l'innervation réciproque.

Ziltener et al, en 2004, réalise un historique de l'évolution des connaissances sur l'épaule. Pour la première fois en 1972, Neer décrit les conflits sous-acromiaux. Ces conflits entraînent des frottements avec les tendons, ce qui crée un épaissement de ces structures et un phénomène inflammatoire plus important. En 1985, Jobe décrit que deux entités sont responsables des douleurs : le conflit sous-acromial et l'instabilité de l'épaule. Selon lui, le geste répété va créer des microlésions et une migration antéro-supérieure de la tête humérale. Ces lésions sont dues principalement à la phase de décélération (freinage du geste). En 1992 et 1995, Walch puis Jobe décrivent un conflit gléno-huméral postéro-supérieur au moment de l'armer du bras. Il en résulte de ces investigations qu'un contrôle de la scapula est une condition sine qua non d'un fonctionnement adéquat de l'épaule du sportif lanceur, car la ceinture scapulaire est fortement sollicitée dans les sports et les douleurs de l'épaule parmi les athlètes peuvent varier de 25% à 75% selon le type de pratique. Ziltener classe donc en 4 grands types les pathologies de l'épaule du sportif (pathologies de la coiffe des rotateurs, conflits sous-acromiaux, instabilité gléno-humérale et les lésions labrales) (51). En 1998, il est décrit par Kibler le rôle important de la scapula au sein de l'épaule de l'athlète lanceur. La scapula a un rôle d'échange d'énergie entre les jambes et le bras, car lors d'un tir, 54% de la force générée et 51% de l'énergie cinétique proviennent des membres inférieurs. Plus la scapula est stable et contrôlée, c'est-à-dire sans dyskinésie, plus la transmission d'énergie est importante (52).

Le geste du handballeur lors du tir a des similarités avec celui du pitcher au baseball, au service du tennisman et au volleyeur (53). La répétition importante de ce geste (armer et lancer) engendre un phénomène d'overuse (sur-utilisation) de l'épaule (54) (55).

Selon Almeida et al en 2013, le handballeur réalise plus de 48000 lancers par saison, et note également que 30 à 45% des joueurs ont des douleurs ponctuelles ou chroniques à l'épaule (56). Plus le nombre de lancers est important plus le risque d'overuse de l'épaule est élevé. C'est pourquoi il faut essayer de limiter ou même éviter ce problème. Les microlésions du labrum et les tendinopathies de la coiffe des rotateurs sont dues à ce phénomène d'overuse (57) (58).

Ce phénomène est dû à des modifications ou des adaptations physiologiques de l'articulation scapulo-humérale. Les principales modifications vont être la dyskinésie scapulaire, un déséquilibre musculaire car les rotateurs médiaux vont être plus forts que les rotateurs latéraux. De plus, le ratio fonctionnel en prenant en compte les rotateurs médiaux en concentrique et les rotateurs latéraux en excentrique entre l'épaule dominante et non dominante montre que les rotateurs latéraux sont plus faibles du côté dominant que du côté non-dominant, en association avec une faiblesse des muscles scapulo-thoraciques et une prédominance du petit pectoral (59) (60) (61). Les dernières modifications physiologiques sont la diminution de la rotation médiale de la GH, une rétraction de la capsule postérieure et inférieure, une instabilité antérieure et un défaut de centrage de la tête humérale sur la glène (62) (63).

La stabilité du complexe de l'épaule est due essentiellement à ses muscles. Nous entendons par stabilité, la congruence de la tête humérale sur la glène mais aussi la position de la scapula sur le thorax car une modification de la position de celle-ci a des incidences sur la GH. À cause du déséquilibre musculaire chez le handballeur, il est retrouvé le plus généralement une dyskinésie scapulaire (64).

La scapula joue un rôle primordial dans les amplitudes de l'épaule. Il est retrouvé chez les handballeurs que la scapula a une position différente entre le côté dominant et non-dominant. Elle est retrouvée en tilt antérieur, rotation médiale et sonnette médiale du côté dominant (65). De ce fait, les handballeurs ont un risque plus important d'avoir un conflit de l'épaule car la bascule antérieure de la scapula réduit l'espace sous-acromial (66) (67) (68).

Afin d'éviter une malposition statique et dynamique de la scapula, il faut corriger le mauvais contrôle musculaire car les dyskinésies scapulaires sont le plus souvent dues à un défaut musculaire, 5% seulement ont une origine neurologique (69).

D'après le consensus de 2013, Kibler et al décrivent le conflit sous-acromial comme un syndrome. Il s'agit donc d'un ensemble de symptômes. L'origine de ces symptômes pourrait être les dyskinésies scapulaires (70).

Enfin selon Dauty et al, la force des rotateurs a peu d'influence sur la vitesse du tir. C'est l'amplitude de rotation et la stabilité de la scapula qui rempliraient ce rôle (71). Il s'agit donc d'un élément essentiel. Le contrôle scapulaire passe par une bonne contraction du dentelé antérieur et du trapèze inférieur qui sont des muscles facilement inhibés.

En résumé, le geste du tir du handballeur entraîne des déséquilibres musculaires. Le plan antérieur étant plus fort que le plan postérieur pouvant même être inhibé. Ce déséquilibre musculaire engendre des dyskinésies scapulaires qui créent un conflit sous-acromial de cause haute. La tête humérale, étant moins bien centrée dans la glène, lèse le labrum au fil des tirs. Tous ces éléments constituent le phénomène d' « overuse » de l'épaule, et c'est ceci que nous voulons éviter.

### 10.3 Protocole et exercice de l'étude

À l'aide d'un goniomètre, nous avons relevé les amplitudes des 20 joueurs. Nous relevons les valeurs en flexion, abduction, adduction horizontale et rotation interne en R2 de la GH. Nous avons noté aussi si les joueurs possédaient une dyskinésie scapulaire ou non. Pour déterminer la position de la scapula, à l'aide d'un mètre ruban, nous mesurons la distance acromion-mur et la distance T4 au médial de la scapula (Tableau 7).

Grâce à ce premier relevé, nous avons remarqué que les 20 joueurs possédaient une dyskinésie scapulaire. Nous notons aussi que chaque joueur possède des limitations d'amplitude sur son membre dominant comparativement au membre non dominant. En revanche, nous avons lu que le mouvement le plus atteint était la rotation médiale or sur les relevés d'amplitude nous avons remarqué que la rotation médiale n'était pas forcément la plus limitée mais qu'il y avait au moins une amplitude sur les quatre qui était très limitée.

Nous avons placé dans un tableau les amplitudes relevées, ainsi que la différence d'amplitude entre chaque membre.

Après les quatre semaines, nous allons relever à nouveau les amplitudes des 20 joueurs participants à l'étude afin de voir s'il y a une progression et leur soumettre à nouveau un questionnaire WOSI pour évaluer leur ressenti.

Le principe va être de travailler l'échauffement de l'épaule tout en renforçant les muscles scapulo-thoraciques à l'aide de la flexi-barre® pendant 5 minutes en début de chaque entraînement, c'est-à-dire deux fois par semaine. Toutes les trente secondes, le joueur change de bras, de ce fait il y aura un renforcement des deux épaules. Le joueur est debout, le bras en abduction dans le prolongement de l'épine, dans le plan de la scapula avec la flexi-barre® dans la main (72). Il va la faire entrer en vibration à l'aide de mouvements de flexion et extension de coude. Lorsque la barre est en vibration, le joueur va réaliser des mouvements d'élévation et d'abaissement. Le travail de vibration va permettre d'améliorer la force, l'endurance des muscles et ainsi obtenir une meilleure stabilité de l'épaule (73) (74). Il s'agit d'un exercice stato-dynamique et proprioceptif en chaîne semi-fermée (75) (76) (77).

Grâce aux vibrations, nous allons obtenir une contraction des muscles profonds scapulo-thoraciques dans le but de les renforcer et d'obtenir une amélioration du rythme scapulo-thoracique par innervation réciproque nous espérons également un relâchement de la tension du muscle petit pectoral sans exercer d'étirement spécifique.

En 2016, Kim et al ont montré une amélioration de la stabilité de l'épaule grâce au Y balance test après les exercices réalisés à l'aide de vibration (78).

### 10.4 Résultats obtenus

Les différences d'amplitudes relevées à la fin de l'étude montrent qu'il n'y a pas de variation significative dans le groupe témoin (GT), nous pouvons même noter que certaines différences d'amplitudes se sont détériorées notamment l'adduction horizontale et la rotation médiale en R2. En revanche, nous pouvons noter une amélioration dans le groupe expérience (GE). En moyenne, le questionnaire WOSI a été amélioré de 245 points. Presque tous les joueurs ont ressenti une amélioration au niveau de l'échauffement de l'épaule, et présentent moins de douleurs lors de l'entraînement. Ils nous font part également d'une diminution de l'appréhension lors des tirs à forte puissance. Les distances mesurées acromion-mur et T4-bord médial de scapula sont presque identiques au côté sain. Une légère différence est encore

notable sur ces distances. Concernant les amplitudes de la GH, une nette amélioration est observée en flexion, adduction horizontale et rotation médiale en R2. En revanche, les amplitudes en abduction stagnent.

À l'analyse de ces résultats, nous pouvons conclure que l'exercice proposé et effectué par les joueurs a permis une amélioration de la symptomatologie, et une amélioration de la position de la scapula chez les handballeurs.

### **10.5 Biais de l'étude**

Nous nous sommes rendu compte durant l'étude que la mise en place d'un tel système était compliqué et très chronophage. Le sondage des équipes, passant par le recrutement des joueurs participant à l'étude puis à la prise des amplitudes de chaque joueur en début et fin de travail était compliqué. Il fallait aussi être présent à toutes les séances d'entraînement des différentes équipes afin que les joueurs participants réalisent correctement l'exercice proposé. Cette rigueur permettrait de diminuer le nombre de biais et leur influence dans les résultats futurs.

Malgré cela il reste des biais inévitables et qu'il faut prendre en compte lors de l'analyse des résultats de l'étude. Elle a duré 4 semaines, avec deux entraînements par semaine. Certains joueurs participants à l'étude ont raté des entraînements. Les mesures d'amplitudes de l'épaule ont été prises à l'aide d'un goniomètre. Afin d'avoir une précision plus grande il aurait été préférable de prendre ces valeurs grâce à des capteurs 3D. Il aurait été plus facile de relever et analyser la position de la scapula et son mouvement sur le thorax (79). Certains joueurs ont mis deux séances avant de maîtriser totalement le geste, afin qu'il soit vraiment le plus productif possible. Le dernier biais que nous pouvons relever est le manque d'un panel important, ce nombre de 20 joueurs constitue un petit échantillon.

## **11 Conclusion**

Notre réflexion a évolué lors de la recherche, de la lecture de la littérature et lors de la réalisation de ce travail écrit. Ce travail rédactionnel retrace la façon dont notre démarche a progressé.

Nous étions tout d'abord parti sur l'étude de trois cas cliniques, des handballeurs évoluant à des niveaux différents, ayant des douleurs différentes et des objectifs précis.

Chacun des cas étudiés a pu reprendre l'entraînement et la compétition. Monsieur X a pu reprendre la pratique sportive intensive au bout de deux semaines, avec des légères douleurs persistantes en fin de match. Monsieur B a repris l'entraînement au bout d'un mois de rééducation, il avait de l'appréhension à la reprise mais il n'a pas eu de douleurs. Il poursuit actuellement les entraînements et les matchs. Madame D a également retrouvé les terrains après un mois et demi de rééducation. Les premiers entraînements n'ont pas été douloureux, mais après deux semaines certaines petites douleurs à l'épaule sont revenues mais de façon moins prononcée.

Confronté aux résultats de la rééducation, et aux éléments trouvés dans la littérature, nous avons décidé de réaliser une étude afin de voir si le renforcement ciblé des muscles scapulo-thoraciques permettait une diminution de la douleur chez les handballeurs pathologiques.

Les résultats de l'étude ont été convaincants malgré la présence de biais, il a été intéressant d'en tirer quelques conclusions.

Nous aimerions par la suite réaliser une étude à plus grande échelle, mais cette fois d'un point de vue de la prévention, et réalisée sur plusieurs années afin d'avoir un recul suffisant sur les résultats. Le but serait de voir si des exercices de renforcement des muscles scapulo-thoraciques participeraient à la prévention des dyskinésies scapulaires et des douleurs d'épaule du handballeur liées à des gestes répétés.

Cette démarche de questionnement et de recherche a apporté de la rigueur à ma pratique professionnelle. Nous avons même eu d'autres interrogations sur les douleurs d'épaule mais chez des personnes réalisant une tâche comportant des gestes répétitifs.

Cette contribution m'aura permis d'améliorer ma pratique professionnelle en ce qui concerne le membre supérieur tant d'un point de vue des techniques et de leurs maîtrises mais aussi dans l'investigation autour des différentes pathologies.

# Annexe 1

Tableau 1 : Amplitudes articulaires passives initiales des épaules de monsieur B

<i>Date du bilan : 05/12/2016</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Gléno-humérale en flexion	100°	120°
	Gléno-humérale en abduction	80°	110°
	Rotation latérale (R1)	45°	55°
	Rotation latérale (R2)	90°	80°
	Rotation médiale (R2)	50°	55°
	Adduction horizontale	80°	105°
	C-test	70°	120°
	Acromio-claviculaire	RAS (rien à signaler)	
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	RAS	
	Patte	RAS	
	Belly press test	RAS	
<b>Tests de conflits</b>	Hawkins	RAS	
	Neer	RAS	

Tableau 2 : Amplitudes articulaires passives initiales des épaules de monsieur X

<i>Date du bilan : 10/11/2016</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Flexion gléno-humérale	90°	105°
	Abduction gléno-humérale	95°	100°
	Rotation latérale (R1)	35°	35°
	Rotation médiale (R2)	40°	65°
	Adduction horizontale	80°	100°
	C-test	95°	110°
	Acromio-claviculaire	Limitations antérieure et postérieure du côté droit comparativement au côté gauche	
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	RAS	
	Patte	RAS	
	Belly press test	RAS	
<b>Tests de conflits</b>	Neer	RAS	
	Hawkins	RAS	

Tableau 3 : Amplitudes articulaires passives initiales des épaules et des coudes de madame D

<i>Date du bilan : 15/11/2016</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes du coude</b>	Flexion	150°	155°
	Extension	Arrêt mou -10°	Arrêt dur -20°
	Pronation	85°	100°
	Supination	90°	100°
	Valgus	++	++
	Varus	-	-

<i>Date du bilan : 15/11/2016</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Flexion gléno-humérale	100°	130°
	Abduction gléno-humérale	120°	140°
	Rotation latérale en R1	50°	80°
	Rotation latérale en R2	110°	110°
	Rotation médiale en R2	70°	85°
	Cross arm	70°	110°
	C-test	105°	120°
	Acromio-claviculaire	Blocage postérieur de l'articulation, à gauche et à droite	
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	+ faible, légère douleur	RAS
	Patte	+ faible, légère douleur	RAS
	Belly press test	RAS	
<b>Tests de conflits</b>	Neer	RAS	
	Hawkins	RAS	

Tableau 4 : Amplitudes articulaires passives finales des épaules de monsieur B

<i>Date du bilan : 18/01/2017</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Gléno-humérale en flexion	120°	120°
	Gléno-humérale en abduction	105°	110°
	Rotation latérale (R1)	55°	55°
	Rotation latérale (R2)	90°	80°
	Rotation médiale (R2)	55°	55°
	Adduction horizontale	100°	105°
	C-test	110°	120°

	Acromio-claviculaire	RAS
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	RAS
	Patte	RAS
	Belly press test	RAS
<b>Tests de conflits</b>	Hawkins	RAS
	Neer	RAS

Tableau 5 : Amplitudes articulaires passives finales des épaules de monsieur X.

<i>Date du bilan : 22/12/2016</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Flexion gléno-humérale	105°	105°
	Abduction gléno-humérale	100°	100°
	Rotation latérale (R1)	35°	35°
	Rotation médiale (R2)	65°	65°
	Adduction horizontale	95°	100°
	C-test	105°	110°
	Acromio-claviculaire	Absence de limitations antérieure et postérieure comparable au côté gauche	
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	RAS	
	Patte	RAS	
	Belly press test	RAS	
<b>Tests de conflits</b>	Neer	RAS	
	Hawkins	RAS	

Tableau 6 : Amplitudes articulaires des épaules et des coudes de madame D.

<i>Date du bilan : 17/01/2017</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes du coude</b>	Flexion	150°	155°
	Extension	Arrêt dur -20°	Arrêt dur -20°
	Pronation	100°	100°
	Supination	100°	100°
	Valgus	++	++
	Varus	-	-

<i>Date du bilan : 17/01/2017</i>		Latéralité	
		Droite	Gauche
<b>Amplitudes articulaires</b>	Flexion gléno-humérale	125°	130°
	Abduction gléno-humérale	140°	140°
	Rotation latérale en R1	75°	80°

	Rotation latérale en R2	110°	110°
	Rotation médiale en R2	85°	85°
	Adduction horizontale	110°	110°
	C-test	120°	120°
	Acromio-claviculaire	RAS	
<b>Tests tendineux</b>	Jobe	RAS	RAS
	Patte	RAS	RAS
	Belly press test	RAS	
<b>Tests de conflits</b>	Neer	RAS	
	Hawkins	RAS	

Tableau 7 : Relevés des différences entre le membre dominant et le membre non-dominant au début de l'étude.

	GT	GE
WOSI	540/2100	595/2100
Différence distance acromion-mur	+1,2cm	+ 1,1cm
Différence distance T4-bord médial	+1,6cm	+1,7cm
Différence flexion	-17,5°	-16°
Différence abduction	-12,5°	-12°
Différence adduction horizontale	-6,25°	-22°
Différence rotation interne R2	-15,6°	-20°

Tableau 8 : Relevés des différences et des évolutions entre le membre dominant et le membre non-dominant à la fin de l'étude

	GT		GE	
WOSI	530/2100	-10 points	350/2100	-245 points
Différence distance acromion-mur	+1,1 cm	- 0,1cm	+0,5 cm	-0,6cm
Différence distance T4-bord médial	+1,6 cm	0 cm	+ 0,5 cm	-1,2 cm
Différence flexion	-15°	+2,5°	-3°	+13°
Différence abduction	-11,8°	+0,7°	-10°	+2°
Différence adduction horizontale	-9,3°	-3,05°	-11°	+11°
Différence rotation interne R2	-18,75°	-3,15°	-7°	+13°

Dans les tableaux concernant l'étude, les valeurs obtenues et notées sont les moyennes des différences entre les mesures centimétriques ou angulaires du membre dominant et du

membre non-dominant. En somme (valeur moyenne membre dominant – valeur moyenne membre non-dominant)

# Annexe 2

www.orthopaedicscores.com Date of completion  
April 12, 2017

The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI)  
 Clinician's name (or ref) Patient's name (or ref)

The following questions concern the symptoms you have experienced due to your shoulder problem. In all cases, please enter the amount of the symptom you have experienced in the last week. (Please move the slider on the horizontal line.)

<p><b>1. How much pain do you experience in your shoulder with overhead activities?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No pain Extreme pain</p>	<p><b>12. How much has your shoulder affected your ability to perform the specific skills required for your sport or work? (If your shoulder affects both sports and work, consider the area that is most affected.)</b></p> <p>0 25 50 75 100 Not affected Extremely affected</p>
<p><b>2. How much aching or throbbing do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No aching/throbbing Extreme aching/throbbing</p>	<p><b>13. How much do you feel the need to protect your arm during activities?</b></p> <p>0 25 50 75 100 Not at all Extreme</p>
<p><b>3. How much weakness or lack of strength do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No weakness Extreme weakness</p>	<p><b>14. How much difficulty do you experience lifting heavy objects below shoulder level?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No difficulty Extreme difficulty</p>
<p><b>4. How much fatigue or lack of stamina do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No fatigue Extreme fatigue</p>	<p><b>15. How much fear do you have of falling on your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No fear Extreme fear</p>
<p><b>5. How much clicking, cracking or snapping do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No clicking Extreme clicking</p>	<p><b>16. How much difficulty do you experience maintaining your desired level of fitness?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No difficulty Extreme difficulty</p>
<p><b>6. How much stiffness do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No stiffness Extreme stiffness</p>	<p><b>17. How much difficulty do you have roughhousing or horsing around with family or friends?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No difficulty Extreme difficulty</p>
<p><b>7. How much discomfort do you experience in your neck muscles as a result of your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No discomfort Extreme discomfort</p>	<p><b>18. How much difficulty do you have sleeping because of your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No difficulty Extreme difficulty</p>
<p><b>8. How much feeling of instability or looseness do you experience in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No instability Extreme instability</p>	<p><b>19. How conscious are you of your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 Not conscious Extremely conscious</p>
<p><b>9. How much do you compensate for your shoulder with other muscles?</b></p> <p>0 25 50 75 100 Not at all Extreme</p>	<p><b>20. How concerned are you about your shoulder becoming worse?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No concern Extremely concerned</p>
<p><b>10. How much loss of range of motion do you have in your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No loss Extreme loss</p>	<p><b>21. How much frustration do you feel because of your shoulder?</b></p> <p>0 25 50 75 100 No frustration Extremely frustrated</p>
<p><b>11. How much has your shoulder limited the amount you can participate in sports or recreational activities?</b></p> <p>0 25 50 75 100 Not limited Extremely limited</p>	

Physical symptoms Score is:  /  %  
 Sports/recreation/work Score is:  /  %  
 Lifestyle Score is:  /  %  
 Emotion Score is:  /  %  
**The WOSI Score is:**  /  %

To save this data please print or

Link for Reference: The Development and Evaluation of a Disease-Specific Quality of Life Measurement Tool for Shoulder Instability  
 The Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI) Am J Sports Med  
 November 1998 vol. 26 no. 6 764-772  
 Alexandra Kirkley, MD, FRCSC\*, Sharon Griffin, CSS, Heidi McLintock, BSc, PT, MSc and, Linda Ng, BSc, PT,  
<http://ajs.sagepub.com/content/26/6/764.abstract>

Web Design London - James Blake Internet

# Annexe 3

---

## Lettre d'informations

Étudiant en 3ème année de kinésithérapie, je vous propose de participer à une étude en vue de l'obtention du diplôme d'état. Cette lettre vous donne les informations nécessaires concernant l'étude réalisée. L'étude réalisée est totalement anonyme. La participation à celle-ci se base sur le volontariat et n'entraîne aucun frais.

Si vous souhaitez participer à mon étude et que vous remplissez tous les critères énoncés plus bas, je vous demande de me contacter.

**But de l'étude : Un renforcement des muscles scapulo-thoraciques permet-il une diminution de la douleur et un gain d'amplitude articulaire passive.**

Critères nécessaires:

- Douleur à l'épaule à l'entraînement
- Pratique du handball supérieure à un an
- Être majeur
- Aucune opération chirurgicale à l'épaule ou au rachis

Déroulement de l'étude :

- Questionnaire WOSI (Western Ontario Shoulder Index) à remplir
- Relevé des amplitudes articulaires passives
- L'exercice est proposé sur 4 semaines d'entraînement
- À la fin de l'étude : remplir à nouveau le questionnaire et relevé des amplitudes articulaires passives

**Pour toutes informations complémentaires, ou en cas d'apparition de douleur lors du protocole, n'hésitez pas à me contacter par :**

- Téléphone : .....

- Email : .....

**Fiche de renseignements****NOM :****Prénom :****Date de naissance :****Adresse mail :****Numéro de téléphone :****Nombre d'années de pratique du handball :****Avez-vous été opéré de l'épaule ou du rachis : OUI / NON****Si oui, précisez le membre, le type d'opération et la date :****Avez-vous des douleurs à l'épaule lors des entraînements : OUI / NON**

Je soussigné ....., accepte de participer à l'étude.

Les informations concernant celle-ci m'ont été clairement expliquées par monsieur GIMENEZ Vincent. J'ai lu et compris la lettre d'informations qui m'a été remise.

J'accepte que les documents de mon dossier puissent être accessibles à monsieur GIMENEZ Vincent, responsable de la recherche. À l'exception de cette personne, les informations traitées devront se faire dans le respect du secret professionnel et dans le respect de mon anonymat. J'accepte que mes documents, recueillis à l'occasion de cette étude, puissent faire l'objet d'un traitement automatisé par le responsable de l'étude. J'ai pris note que ma participation à l'étude était volontaire et que j'avais le droit d'observer les résultats me concernant.

J'accepte librement et volontairement la participation à cette étude concernant l'épaule du handballeur.

Fait à : ....., le ..../..../ 2017

Signature

# Références bibliographiques

---

1. Coudreuse JM, Parier J. Pathologies du lancer: l'épaule et le coude. *Médecins Sport*. 2003;13(62):15-27.
2. biomécanique de l'épaule [Internet]. Disponible sur: [www.centrepaul92.com/biomecanique.php?lang=en&id=00](http://www.centrepaul92.com/biomecanique.php?lang=en&id=00)
3. Garnier M., Delamare V. Dictionnaire illustré des termes de médecine, 30e édition : Maloine, 2009 : 1054 p.
4. Forthomme B, Crielaard J-M, Croisier J-L. Rééducation de l'épaule du sportif : Proposition d'une fiche d'évaluation fonctionnelle. *J Traumatol Sport*. sept 2006;23(3):193-202.
5. Lippitt SB, Vanderhooft JE, Harris SL, Sidles JA, Harryman DT, Matsen FA. Glenohumeral stability from concavity-compression: A quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. janv 1993;2(1):27-35.
6. Dufour M., Pillu M. Biomécanique fonctionnelle Membres – Tête – Tronc. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2006 : 568 p.
7. Itoi E, Berglund LJ, Grabowski JJ, Schultz FM, Growney ES, Morrey BF, et al. Tensile properties of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res*. juill 1995;13(4):578-84.
8. Marc T, Rifkin D, Gaudin T, Teissier J. Rééducation de l'épaule instable. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadapt*. janv 2010;6(1):1-16.
9. Kibler WB, Uhl TL, Maddux JW, Brooks PV, Zeller B, McMullen J. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: A reliability study. *J Shoulder Elbow Surg*. nov 2002;11(6):550-6.
10. Ribeiro A, Pascoal AG. Scapular contribution for the end-range of shoulder axial rotation in overhead athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2012;11(4):676-81.
11. Lyman S, Fleisig G, Andrews J, Osinski D. Effect of Pitch Type, Pitch Count, and Pitching Mechanics on Risk of Elbow and Shoulder Pain in Youth Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol 30. 2002;463-8.
12. Fayad F, Lefèvre-Colau M-M, Alexandra R, Roby-Brami A, Poiraudéau S, Revel M. Cinématique tridimensionnelle de la scapula : intérêt dans la rééducation de l'épaule ? *Rev Rhum Monogr*. juin 2010;77(3):264-7.
13. Myers JB. Glenohumeral Range of Motion Deficits and Posterior Shoulder Tightness in Throwers With Pathologic Internal Impingement. *Am J Sports Med*. 6 oct 2005;34(3):385-91.
14. Riand N, Clayson P, Hoffmeyer P. Riand N., Clayson P., Hoffmeyer P. Le conflit postéro-supérieur de l'épaule chez le sportif de lancer. *Sportmedizin und Sporttraumatologie* : 48(1), 2000 : 16-9. *Sportmed Sporttraumatologie*. 2000;48(1):9-16.
15. Greiwe RM, Ahmad CS. Management of the Throwing Shoulder: Cuff, Labrum and Internal Impingement. *Orthop Clin North Am*. juill 2010;41(3):309-23.
16. Cordesse G. Premier congrès de la Société Française de Rééducation de l'Épaule.

Kinésithérapie Rev. avr 2009;9(88):7-11.

17. Scott M. La dyskinésie scapulaire : Scapular dyskinesia. *Kinésithérapie, La revue.* 2011;11(109):52.
18. Kibler BW, Sciascia A, Wilkes T. Scapular Dyskinesia and Its Relation to Shoulder Injury: *J Am Acad Orthop Surg.* juin 2012;20(6):364-72.
19. McClure P, Tate A, Kareha S, Irwin D, Zlupko E. A clinical method for identifying scapular dyskinesia, part 1 : reliability. *Journal of Athletic Training.* 2009;44(2):160-4.
20. Tate A, McClure P, Kareha S, Irwin D, Barbe M. A clinical method for identifying scapular dyskinesia, part 2 : Validity. 2009;44(2):165-73.
21. Gedda M. Dynamique de fixation : la scapula. *Kinésithérapie Rev.* juill 2012;12(127):39.
22. Borloz S, Graf V, Gard S, Ziltener J. Dyskinésie de l'omoplate : Scapular dyskinesia. *Revue médicale suisse.* 2012;8(367):2422-8.
23. Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B, Tripp BL. Evaluation of Clinical Assessment Methods for Scapular Dyskinesia. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* nov 2009;25(11):1240-8.
24. Nephtali J-L. Évaluation clinique des dyskinésies scapulaires. *Kinésithérapie Rev.* mars 2011;11(111):11.
25. Myklebust G, Hasslan L, Bahr R, Steffen K. High prevalence of shoulder pain among elite Norwegian female handball players: Shoulder pain among elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports.* juin 2013;23(3):288-94.
26. Gaudelli C, Balg F, Godbout V, Pelet S, Djahangiri A, Griffin S, et al. Validité, fiabilité et réceptivité de la version en langue française du Western Ontario Shoulder Instability Index (WOSI). *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* févr 2014;100(1):92.
27. Walter SD, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med.* 15 janv 1998;17(1):101-10.
28. Rohmert W, Wos H, Norlander S, Helbig R. Effects of vibration on arm and shoulder muscles in three body postures. *Eur J Appl Physiol.* nov 1989;59(4):243-8.
29. Xu XS, Dong RG, Welcome DE, Warren C, McDowell TW, Wu JZ. Vibrations transmitted from human hands to upper arm, shoulder, back, neck, and head. *Int J Ind Ergon* [Internet]. juill 2016 [cité 11 avr 2017]; Disponible sur: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814116300609>
30. Abdollahi M, Nikkhoo M, Ashouri S, Asghari M, Parnianpour M, Khalaf K. A model for flexi-bar to evaluate intervertebral disc and muscle forces in exercises. *Med Eng Phys.* oct 2016;38(10):1076-82.
31. Marc T, Rifkin D, Gaudin T, Teissier J, Bonnel F. Rééducation d'une épaule douloureuse, faire simple ou compliqué ? Faire compliqué. *Rev Rhum Monogr.* juin 2010;77(3):246-52.
32. Hong J, Velez M, Moland A, Sullivan J. Acute Effects of Whole Body Vibration on Shoulder Muscular Strength and Joint Position Sense. *J Hum Kinet* [Internet]. 30 janv 2010 [cité 11 avr 2017];25(-1). Disponible sur: <http://www.degruyter.com/view/j/hukin.2010.25.issue--1/v10078-010-0027-0/v10078-010-0027-0.xml>

33. Choi DY, Chung SH, Shim JH. Comparisons of shoulder stabilization muscle activities according to postural changes during flexi-bar exercise. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(6):1889-91.
34. Srouf F, Nephtali J-L. Examen clinique et tests de la scapula. *Kinésithérapie Rev.* juill 2012;12(127):40-9.
35. Kim S-G, Kim E-K. Test-retest reliability of an active range of motion test for the shoulder and hip joints by unskilled examiners using a manual goniometer. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(3):722-4.
36. Chanussot J-C, Danowski(†) R-G. Épaule – bras. In: *Traumatologie du Sport* [Internet]. Elsevier; 2012 [cité 11 avr 2017]. p. 1-81. Disponible sur: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782294703195000019>
37. Dumontier C, Doursounian L. Examen clinique de l'épaule dans la pathologie de la coiffe des rotateurs. *Maitrise Orthopédique* [Internet]. 2007;(168). Disponible sur: <http://www.maitrise-orthopedique.com/articles/examen-clinique-de-lepaule-dans-la-pathologie-de-la-coiffe-des-rotateurs-80>
38. Srouf F, Nephtali J-L. Rééducation des épaules présentant une dyskinésie de la scapula. *Kinésithérapie Rev.* juill 2012;12(127):50-62.
39. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med.* 1 avr 2010;44(5):319-27.
40. Marc T. La rééducation de l'épaule en 2009. *Kinésithérapie, La revue.* 2009;9(85-86):60.
41. Peyrot F. Prise en charge d'un lanceur de base-ball souffrant d'un conflit postéro-supérieur de l'épaule. *Kinésithérapie, La revue.* 2008;8(78):20-6.
42. Beaudreuil J. Masso-kinésithérapie pour tendinopathie dégénérative de la coiffe des rotateurs de l'épaule. *Rev Rhum Monogr.* févr 2017;84(1):7-12.
43. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of Scapular Muscle Balance: Which Exercises to Prescribe? *Am J Sports Med.* 30 juill 2007;35(10):1744-51.
44. Terry G, Chopp T. Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train.* 2000;35(3):248-55.
45. Drakos MC, Rudzki JR, Allen AA, Potter HG, Altchek DW. Internal Impingement of the Shoulder in the Overhead Athlete: *J Bone Jt Surg.* nov 2009;91(11):2719-28.
46. Dehail P, Duclos C, Barat M. Electrical stimulation and muscle strengthening. *Ann Réadapt Médecine Phys.* juill 2008;51(6):441-51.
47. Crépon F. Électrostimulation et muscle. In: *Electrothérapie Applications en Rééducation et Réadaptation* [Internet]. Elsevier; 2012 [cité 10 avr 2017]. p. 45-99. Disponible sur: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782294709562000048>
48. Stevenot M-T. Coiffe des rotateurs : rééducation en chaîne fermée, Concept 3C. *Ann Phys Rehabil Med.* oct 2013;56:e182-3.
49. Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, Tambay N, Cunningham T. Electromyographic Analysis of Specific Exercises for Scapular Control in Early Phases of Shoulder

Rehabilitation. *Am J Sports Med.* 24 juin 2008;36(9):1789–98.

50. Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med.* 1 avr 2010;44(5):300–5.

51. Ziltener J, Leal S, Menetrey S. Lésions scapulaires de surcharge et sports de lancer. *Scweizerische Z Für Sportmed Sporttraumatologie.* 2004;52(1):22–6.

52. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998;26(2):325–37.

53. Wagner H, Pfusterschmied J, Tilp M, Landlinger J, von Duvillard SP, Müller E. Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike: Kinematic differences in overarm movements. *Scand J Med Sci Sports.* avr 2014;24(2):345–54.

54. Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF. Kinetics of Baseball Pitching with Implications About Injury Mechanisms. *Am J Sports Med.* mars 1995;23(2):233–9.

55. Fortenbaugh D, Fleisig GS, Andrews JR. Baseball Pitching Biomechanics in Relation to Injury Risk and Performance. *Sports Health Multidiscip Approach.* 1 juill 2009;1(4):314–20.

56. Almeida GPL, Silveira PF, Rosseto NP, Barbosa G, Ejnisman B, Cohen M. Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg.* mai 2013;22(5):602–7.

57. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med.* 16 juin 2016;bjsports – 2016–096226.

58. Reinold MM, Gill TJ, Wilk KE, Andrews JR. Current Concepts in the Evaluation and Treatment of the Shoulder in Overhead Throwing Athletes, Part 2: Injury Prevention and Treatment. *Sports Health.* mars 2010;2(2):101–15.

59. Andrade MDS, Fleury AM, de Lira CAB, Dubas JP, da Silva AC. Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci.* mai 2010;28(7):743–9.

60. Pommerol P. Diagnostic kinésithérapique du syndrome du petit pectoral. *Kinésithérapie Rev.* mars 2016;16(171):63–73.

61. Wilk KE, Obma P, Simpson CD, Cain EL, Dugas J, Andrews JR. Shoulder Injuries in the Overhead Athlete. *J Orthop Sports Phys Ther.* févr 2009;39(2):38–54.

62. Edouard P, Calmels P. Adaptation de la force isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule à la pratique sportive. *J Traumatol Sport.* juin 2012;29(2):86–90.

63. Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* sept 2014;48(17):1327–33.

64. Huang T-S, Huang C, Ou H-L, Lin J-J. Scapular dyskinesis: Patterns, functional disability and associated factors in people with shoulder disorders. *Man Ther.* déc 2016;26:165–71.

65. Ribeiro A, Pascoal AG. Resting scapular posture in healthy overhead throwing

athletes. *Man Ther.* déc 2013;18(6):547-50.

66. Borich MR, Bright JM, Lorello DJ, Cieminski CJ, Buisman T, Ludewig PM. Scapular Angular Positioning at End Range Internal Rotation in Cases of Glenohumeral Internal Rotation Deficit. *J Orthop Sports Phys Ther.* déc 2006;36(12):926-34.
67. Cool AM, Witvrouw E, Declercq G, Danneels L, Cambier D. Scapular muscle recruitment patterns : trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):542-9.
68. Cools AMJ, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med.* avr 2014;48(8):692-7.
69. Guillo S, Landreau P, Flurin P-H. L'épaule du lanceur. *J Traumatol Sport.* mars 2007;24(1):23-31.
70. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'scapular summit'. *Br J Sports Med.* sept 2013;47(14):877-85.
71. Dauty M, Kitar E, Dubois C, Potiron-Josse M. Relation entre le lancer de balle et la force isocinétique des rotateurs d'épaule chez le handballeur de haut niveau. *Sci Sports.* oct 2005;20(5-6):300-3.
72. Mileva KN, Kadr M, Amin N, Bowtell JL. Acute Effects of Flexi-Bar vs. Sham-Bar Exercise on Muscle Electromyography Activity and Performance: *J Strength Cond Res.* mars 2010;24(3):737-48.
73. Jung D, Moon D. Effect of the application of local vibration in scaption on joint stability. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(1):115-6.
74. Kim E-K, Kang JH, Lee HT. The effect of the shoulder stability exercise using resistant vibration stimulus on forward head posture and muscle activity. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(11):3070-3.
75. Burkhart SS, Morgan CD, Ben Kibler W. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* juill 2003;19(6):641-61.
76. Lagniaux F, Troy P. Prise en charge éducative de l'épaule instable du sportif. *Kiné Sci.* 2010;(514):29-32.
77. Lagniaux F. Analyse isocinétique de la balance des rotateurs de l'épaule chez des handballeuses féminines de haut niveau. *J Traumatol Sport.* mars 2015;32(1):15-21.
78. Kim E-K, Kim S-G. The effect of an active vibration stimulus according to different shoulder joint angles on functional reach and stability of the shoulder joint. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(3):747-51.
79. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular Dysfunction in Throwers with Pathologic Internal Impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* juill 2006;36(7):485-94.