



**HAL**  
open science

# Les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis

Lucas Valentin

► **To cite this version:**

Lucas Valentin. Les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03980974

**HAL Id: dumas-03980974**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03980974>**

Submitted on 9 Feb 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**LES FACTEURS DE RISQUE DES BLESSURES  
A L'ÉPAULE CHEZ LE JOUEUR DE TENNIS**

**VALENTIN Lucas**

**Directeur de mémoire : M. LE TILLY Philippe**

## Remerciements

Je remercie tout d'abord mon maitre de mémoire, Monsieur Philippe LE TILLY, kinésithérapeute, qui a su m'aiguiller dans le choix de ce sujet de mémoire et dans mes recherches.

Je remercie toutes les personnes que j'ai rencontré au cours de mes années d'études en kinésithérapie les professeurs, les maitres de stages, et tout le personnel soignant qui ont cherché à me transmettre leur connaissance et leur expérience dans ce métier et qui m'ont accordé leur confiance.

Je remercie les nombreuses personnes avec qui je me suis lié d'amitiés lors de mes études à la fois à l'IFMK et en dehors et notamment à mon groupe de TP sans qui les années auraient été moins drôles.

Je remercie du fond du cœur toute ma famille qui a su me soutenir dans toutes ces étapes décisives de ma vie : en particulier ma mère, mon père, mon grand-père, mon frère et sa femme pour être présent en toute circonstance et pour tout ce qu'ils m'ont apporté.

J'ai une pensée toute particulière pour certains membres de ma famille perdus trop vite et à qui j'aurai aimé partager les joies de cette fin d'étude et le début de cette nouvelle vie.

Je remercie pour finir et sur une note plus légère ma compagne, Clémence, pour ces bientôt 7 ans d'amour et de vie ensemble. Qui sait au combien elle compte et sans laquelle ces années auraient été moins belles.

# Table des matières

<b>1. Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Tennis et Épidémiologie .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Le sport.....	1
1.1.2. Épidémiologie générale du tennis.....	1
1.1.3. Épidémiologie de l'épaule au tennis .....	2
<b>1.2. Anatomie de l'épaule .....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Ostéologie de l'épaule [15] .....	3
1.2.2. Arthrologie de l'épaule et Biomécanique.....	4
1.2.3. Myologie de l'épaule .....	6
1.2.4. Cinésiologie scapulo-humérale et mouvements analytiques.....	7
1.2.5. Rythme scapulo-huméral .....	8
<b>1.3. La Biomécanique du service .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Les pathologies de l'épaule les plus rencontrées au tennis .....</b>	<b>12</b>
1.4.1. Les « SLAP » lésions .....	12
1.4.2. La Tendinopathie/ Tendinite du biceps.....	13
1.4.3. Les blessures de la coiffe des rotateurs .....	13
1.4.4. L'instabilité de l'épaule .....	14
<b>1.5. Facteurs de risque identifiés à ce jour par la littérature .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6. Intérêt et objectif de la revue de littérature .....</b>	<b>15</b>
1.6.1. Intérêt de la revue de littérature .....	15
1.6.2. Objectif de la revue de littérature (modèle PICO).....	15
<b>2. Méthode .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Critères d'éligibilité d'une étude pour cette revue.....</b>	<b>16</b>
2.1.1. Type d'étude .....	16
2.1.2. La population.....	17
2.1.3. Intervention.....	17
2.1.4. Objectifs et critères de jugement.....	17
<b>2.2. Méthodologie de recherche d'études.....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Sources documentaires investiguées .....	18
2.2.2. Équation de recherche .....	18
<b>2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données .....</b>	<b>19</b>
2.3.2. Méthode de sélection des études .....	19
2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées .....	20
2.3.4. Extraction des données .....	20
2.3.5. Méthode de synthèse des résultats .....	21

<b>3.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.</b>	<b>Description des études.....</b>	<b>22</b>
3.1.1.	Résultats de la recherche .....	22
3.1.2.	Études incluses .....	23
<b>3.2.</b>	<b>Risque de biais des études incluses .....</b>	<b>27</b>
3.2.1.	Grilles d'analyse étudiées.....	27
3.2.2.	Synthèse des biais .....	28
<b>3.3.</b>	<b>Effet de l'intervention .....</b>	<b>30</b>
3.3.1.	Gillet 2018 .....	30
3.3.2.	Moreno Perez 2014.....	30
3.3.3.	Marcondes 2013.....	31
3.3.4.	Moreno Perez 2018.....	32
3.3.5.	Johansson 2021.....	32
3.3.6.	Synthèse des résultats.....	33
<b>4.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.</b>	<b>Analyse des principaux résultats .....</b>	<b>35</b>
4.1.1.	Les différences d'amplitudes articulaires.....	35
4.1.2.	Les déficits de force musculaire .....	39
4.1.3.	Pratique du sport .....	41
4.1.4.	Données anthropométriques (âge, taille, poids).....	42
<b>4.2.</b>	<b>Applicabilité des résultats en pratique clinique .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.</b>	<b>Qualité des preuves .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4.</b>	<b>Biais potentiels de la revue .....</b>	<b>46</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>Glossaire : .....</b>	<b>52</b>
<b>8.</b>	<b>Table des illustrations.....</b>	<b>52</b>
<b>9.</b>	<b>ANNEXES : .....</b>	<b>53</b>

# 1. Introduction

## 1.1. Tennis et Épidémiologie

### 1.1.1. Le sport

Le tennis est né il y a plus d'un siècle et c'est aujourd'hui l'un des sports les plus pratiqués dans le monde. Il possède une grande organisation à l'échelle professionnelle (ATP World Tour et WTA) mais la plus grande partie de ses pratiquants se trouve dans le monde amateur avec un total de 87 millions de pratiquants à travers le monde selon l'ITF (International Tennis Federation) [1].

Selon la FFT (fédération française de Tennis) : c'est le N°1 des sports individuels en France, il y a 4 millions de pratiquants et près d'1 million de licenciés [2]. Il nous semble donc évident d'étudier ce sport dans des études scientifiques pour aider à prévenir les blessures de nombreux sportifs.

### 1.1.2. Épidémiologie générale du tennis

Dans ce sport de raquette, bien qu'il n'y ait pas de contact direct avec un adversaire, il y a des contraintes physiques de par le jeu qui a évolué au fur et à mesure de ces dernières années devenant de plus en plus physique : en terme de rapidité de jeu et de puissance à développer [3].

En effet, une méta-analyse complète de joueurs de tous niveaux a fait état d'une **incidence de blessures** allant de **0,04 blessure à 3,0 blessures par 1 000 heures de jeu** [4]. Plusieurs études ont conclu que : [4–6]

- Le membre inférieur est le plus fréquemment blessé (31% à 67%),
- suivi du membre supérieur (20% à 49%)
- et enfin du tronc (3% à 21%).

Dans le membre inférieur, c'est la cheville et la cuisse qui sont les plus fréquemment blessées. Pour le membre supérieur, c'est l'épaule et le coude. Pour le tronc, c'est le bas du dos qui est la partie du corps la plus fréquemment blessée [7].

Selon d'autres études, le bilan peut être différent notamment chez celles qui étudient seulement les sportifs de haut niveau avec jusqu'à un taux de blessure global de 48,1 blessures pour 1000 expositions au match. [8] Mais ces études prennent en compte seulement les matchs et non les entraînements qui sont moins traumatisants et moins à risque de blessure [9].

Il est admis que les blessures du membre inférieur étaient plus des traumatismes aigus, alors que celles du membre supérieur étaient plus d'ordre chronique [4]. Pour le membre supérieur, la répartition entre les différentes localisations varie entre les études : [10]

- $\frac{3}{4}$  des blessures concernent l'épaule et le coude
- $\frac{1}{4}$  concernent le poignet et la main.

C'est donc ces blessures chroniques que nous allons étudier et plus particulièrement les pathologies de l'épaule pour comprendre comment elles se mettent en place.

### 1.1.3. Épidémiologie de l'épaule au tennis

L'épaule est une articulation très touchée au tennis, comme dans d'autres sports de lancer, à cause de la grande amplitude de mouvement, des contraintes et des charges (en termes de vitesse) qu'on lui impose.

Chez les joueurs professionnels les pathologies d'épaules représentent **entre 8 et 17,5% de l'ensemble des blessures**. [11]

Les mouvements les plus mis en cause, dans la survenue de douleurs et de lésions d'épaule, sont tous les mouvements d'armer, de lancer : les mouvements menant la main et donc la raquette au-dessus de la tête. Un des mouvements les plus spécifiques au tennis est le **service**, c'est le coup de l'engagement du point, il est donc très répété et très important en termes de stratégie de jeu.

En effet ce coup, bien que complexe (*cf biomécanique du service*), est de plus en plus travaillé de nos jours car il sert de coup gagnant. Il permet d'écourter les points dans des matchs qui peuvent durer des heures car il n'y a pas de limite de temps au tennis contrairement à d'autres sports [12].

Assurément l'un des témoins de cette augmentation de puissance est la vitesse de balle au service qui peut aujourd'hui atteindre plus de 240 km/h chez les professionnels [3].

Selon une étude réalisée sur une période de 5 ans chez les professionnels durant le tournoi de Wimbledon, les blessures au bras et la fréquence du traitement au cours de l'événement ont augmenté de plus 2,4 fois chez les deux sexes [13].

Ce sont majoritairement encore les hommes qui s'en servent le plus comme d'un coup gagnant. Le service semble donc le coup le plus exigeant du tennis, avec des forces supra-physiologiques dans l'épaule [14].

Il est donc décisif pour nous de comprendre son impact sur l'épaule de l'athlète au niveau des contraintes articulaires et musculaires que subira l'épaule.

## 1.2. Anatomie de l'épaule

Dans cette partie, nous allons aborder l'anatomie et la biomécanique globale de l'épaule. Ces deux éléments étant essentiels pour comprendre et mieux appréhender les différents mécanismes mis en jeu lors d'un service au tennis. On comprendra alors les structures (muscles, ligaments, articulations, os et tissus en général) mises en jeu lors de mouvement de l'épaule.

L'épaule est une articulation proximale du membre supérieur, elle s'étend de la partie supéro-latérale du thorax à la partie supérieure du bras, elle relie donc le membre supérieur au thorax.

On peut aussi la lier à d'autres structures comme le crâne, les vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires, le bassin et le thorax via des structures tissulaires, comme par exemple les muscles, qui peuvent alors tout comme l'épaule être source de lésions.

L'articulation de l'épaule est **l'articulation la plus mobile du corps**. Cette amplitude de mobilité permet l'orientation du membre supérieur dans les trois plans de l'espace grâce à trois axes principaux autour desquels s'organisent des mouvements dans des plans différents.

L'axe vertical dans un plan horizontal pour les mouvements de rotations interne et externe. L'axe antéro-postérieur qui permet dans un plan frontal les mouvements d'adduction et d'abduction ainsi que l'axe transversal pour la flexion et l'extension qui s'exécute dans un plan sagittal.

Mais cette grande mobilité est à double tranchant puisque l'épaule doit alors faire face à une **instabilité** plus importante que dans une articulation dont la mobilité serait moins grande ce qui l'expose d'autant plus aux lésions. Si la mobilité d'une seule des structures que l'on va décrire ci-après venait à être altérée, cela pourrait alors remettre en cause la totalité de la stabilité de l'épaule et entraîner à la longue des douleurs.

En plus de cela, de par sa **localisation**, celle-ci représente une région exposée et relativement superficielle donc elle est souvent concernée par les chocs.

Particulièrement sollicitée lors d'une pratique sportive comme le tennis, elle devient alors un sujet d'étude intéressant en kinésithérapie puisqu'au centre des lésions les plus fréquentes des tennismans.

### 1.2.1. *Ostéologie de l'épaule [15]*

Au niveau osseux, le complexe de l'épaule se constitue de trois os liés entre eux : la clavicule, l'humérus et la scapula :

#### 1.2.1.1. *La clavicule*

La clavicule est la clé de l'épaule : elle crée une **relation** entre l'épaule et le thorax et elle participe à la **formation de la ceinture scapulaire** à l'avant du thorax en s'articulant entre le manubrium sternal en dedans et l'acromion en dehors.

C'est un os pair, long, en forme de « S italique » qui lui permet de mieux résister aux chocs. Elle est aussi facilement repérable à la palpation puisque directement sous-cutané.

Celle-ci est simplement en appui, posée sur d'autres systèmes osseux, elle ne bénéficie donc d'aucune stabilité osseuse. Pour pallier à cela, elle est dotée d'un grand maintien ligamentaire inférieur lui offrant plus de stabilité.

#### 1.2.1.2. *La scapula (omoplate)*

La scapula est un os plat, pair et non symétrique de forme triangulaire à base supérieure. Il forme à lui seul la partie postérieure de la ceinture scapulaire.

La scapula présente un lien osseux avec la tête humérale et la clavicule. Sa stabilité est donc assurée par tout un **système myo-fasciale** et **ligamentaire** dans lequel elle se trouve noyée lui permettant d'être ainsi fixée au grill thoracique tout en lui accordant une certaine mobilité grâce à différents plans de glissement. Elle représenterait alors l'os le plus mobile de la ceinture scapulaire par ses propriétés d'os sésamoïde suspendu à l'épaule.

Cet os est un véritable carrefour d'insertion musculaire le reliant à tout un lot de structure. Via ce système musculaire elle se trouve liée au **thorax** (trapèze, petit pectoral, rhomboïde), au **cou** (omohyoïdien, élévateur de la scapula), au **bras** (deltoïde, coraco-brachial, muscles de la coiffe des rotateurs), à l'**avant-bras** (court biceps, long biceps) et même au **bassin** (grand dorsal) [15].

On notera aussi que la scapula ne se situe pas strictement dans un plan frontal mais se trouve dans une angulation qui peut aller de **30 à 40°**. On devra alors prendre cette particularité en compte lors de sa mobilisation.

### 1.2.1.3. *L'humérus*

L'humérus est l'os du bras. Il est pair, long, non symétrique et composé de deux extrémités (supérieur et inférieur) et d'un corps. Il s'articule en haut avec la scapula via la glène et en bas avec le radius et l'ulna (cubitus) formant le coude.

L'épiphyse supérieure présente une saillie articulaire appelée tête humérale ainsi que 2 tubérosités :

- Une grosse externe, le **trochiter** où les tendons des muscles supra-épineux et infra-épineux vont s'insérer.
- Une petite interne, le **trochin**, où s'insère le muscle sub-scapulaire, séparée du trochiter par la gouttière inter-tubérositaire.

La diaphyse humérale est triangulaire à la coupe et présente plusieurs insertions musculaires participant à la mobilisation de l'épaule et du membre supérieur notamment le grand rond, le grand dorsal, le grand pectoral, le coraco-brachial, le deltoïde.

## 1.2.2. *Arthrologie de l'épaule et Biomécanique*

L'épaule est **un complexe articulaire** constitué de cinq articulations. Elle est une articulation dite suspendue [16]. Parmi ses articulations, trois sont dites « vraies » et deux articulations sont des plans de glissement.

### 1.2.2.1. *Articulation scapulo-humérale*

L'articulation scapulo-humérale est une énarthrose formée par la cavité glénoïde, ovale et concave, de la scapula et la tête humérale.

Ses deux pièces osseuses bien que **très mobiles**, sont cependant **peu congruentes**. Les surfaces articulaires regardent toutes deux vers le haut et ne s'emboîtent pas correctement. Ceci est dû au fait que lors de l'abduction on a besoin de surface articulaire sur la partie supérieure de la tête humérale.

Ce manque de congruence articulaire est pallié par le **bourrelet glénoïdien** ou **labrum** autour de la glène ainsi que par les **ligaments** (gléno-huméraux, coraco-huméraux et la capsule articulaire) et les **muscles en périphérie** (les muscles de la coiffe des rotateurs que l'on détaillera plus bas) offrant à cette articulation plus de stabilité.

Point biomécanique : Les mouvements permis par cette articulation sont des mouvements d'abduction, de flexion/extension et de rotation.

Cette énarthrose autorise une mobilité dans les trois plans de l'espace qui peut en contrepartie exposer l'épaule à des lésions notamment par exemple du labrum (*SLAP lésion*) ou du système ligamentaire.

Le labrum (bourrelet glénoïdien) : Il forme une jonction semi-rigide entre la mobilité de la tête et la rigidité de la glène. Il améliore la concordance, présente un rôle d'amortisseur et participe à la coaptation articulaire [16]. Il fait partie des structures mises en jeu et pouvant être lésées lors de la pratique d'une activité comme le tennis.

### 1.2.2.2. *Articulation sterno-costo-claviculaire*

L'articulation sterno-costo-claviculaire permet l'union entre le premier cartilage costal, le sternum et l'extrémité médiale de la clavicule. C'est une articulation par emboîtement réciproque ou articulation en selle. Elle représente le **seul lien articulaire osseux entre la ceinture scapulaire et le thorax**.

Ses surfaces articulaires ont la particularité de présenter de nombreuses variations dans leurs formes selon les personnes. Ces différences sont dues à l'influence des activités et des contraintes que l'on applique sur celle-ci (pendant l'enfance ou bien selon le travail ou le sport d'un individu).

Afin de pallier ces différences entre deux surfaces articulaires un disque articulaire ou ménisque y est présent. Celui-ci sépare le compartiment articulaire en deux parties.

La stabilisation de cette articulation est assurée par la capsule, le disque, la synoviale, les ligaments : sternoclaviculaire antérieur, postérieur, supérieur, inter-claviculaire ou jugal et costo-claviculaire [15].

Point biomécanique : Cette articulation permet les mouvements d'élévation/abaissement, d'antépulsion/rétropulsion et de rotation axiale [16].

### 1.2.2.3. *Articulation acromio-claviculaire*

L'articulation acromio-claviculaire met en lien l'acromion de la scapula et l'extrémité externe de la clavicule. Responsable de petits mouvements d'accompagnement des mobilités scapulo-thoracique, cette articulation possède une grande adaptabilité et joue le rôle d'amortisseur.

C'est une arthroïdie. L'interligne est facilement repérable à la palpation car directement sous cutanée. Elle est donc exposée aux chocs directs ou même indirects sur le moignon de l'épaule par exemple. Cette articulation est aussi très instable sur le plan osseux.

Les moyens d'unions de cette articulation sont permis grâce à la capsule, la synoviale, le ligament acromio-claviculaire supérieur principalement (les autres étant plutôt considérés comme des épaisissements capsulaires), les ligaments à distance comme le trapézoïde, le conoïde et les coraco-claviculaires.

Le trapèze supérieur et le deltoïde aide aussi à la stabilisation [15].

Point biomécanique : Cette articulation autorise des petits mouvements spécifiques de glissement bâillement et des mouvements analytiques d'abduction/adduction (10°), de fermeture/ouverture (20°) et de rotation axiale (d'environ 30°) [16].

### 1.2.2.4. *Articulation scapulo-thoracique*

C'est une double syssarcoïse car elle présente deux plans de glissement entre la scapula (et le sub-scapulaire) et le dentelé antérieur (ou serratus antérieur) dans une première temps et ce même muscle avec le thorax plus en antérieur.

Point biomécanique : Elle permet la mobilisation de la scapula sur le grill thoracique en élévation/abaissement, abduction/adduction, sonnette interne/sonnette externe, bascule antérieure et frontalisation/sagittalisation. Cette mobilité étant dépendante des masses musculaires environnantes ainsi que de l'état du tissu adipeux qui facilite le glissement [16,17].

### 1.2.2.5. *Articulation sous-deltoïdienne*

L'articulation sous-deltoïdienne représente un plan de glissement sous l'acromion. C'est une syssarcose constituée par la tête humérale coiffée des tendons de la coiffe des rotateurs (supra-épineux, infra-épineux et petit rond et sub-scapulaire) ainsi que par le tendon du long biceps et d'autre part par la face inférieure du muscle deltoïde.

Afin de protéger les tendons de la contraction deltoïdienne la bourse séreuse deltoïdienne se place entre ses deux régions [18].

## 1.2.3. *Myologie de l'épaule*

### 1.2.3.1. *La coiffe des rotateurs*

Les muscles de la coiffe représentent les muscles les plus profonds de l'épaule.

Leur rôle premier est la stabilisation tant sur le plan statique que dynamique. Ils sont comparés à un « filet de rétention » ou « verrou fibreux » en plaquant et en assurant le centrage de la tête humérale.

Ils ont aussi comme action de faire tourner la tête humérale sur la glène d'où leur nom de « coiffe des rotateurs » (dans ce cas-là, on exclue le supra-épineux qui lui est neutre dans l'axe). [16]

Nous avons d'abord, la coiffe **anatomique**, avec d'avant en arrière :

**Le sub-scapulaire** est le seul muscle de la coiffe rotateur médial. Il est aussi important que les supra-épineux, infra-épineux et petit rond réunis. Il constitue un renfort du ligament gléno-huméral moyen et représente un véritable rempart capsulaire antérieur protégeant l'épaule de la luxation antérieure.

Il est souvent concerné par la chirurgie réparatrice des instabilités d'épaule.

**Le supra épineux (ou supra-spinatus)** est associé en dynamique avec le deltoïde : Ils agiraient en synergie pour amener le bras en abduction. Il aurait aussi un rôle en statique de stabilisateur, de suspenseur de la tête et de « centrage permanent ». Le tendon de ce muscle pourra aussi jouer un rôle de ménisque.

Il possède des fibres denses, épaisses et entrecroisées constituant un renfort au contact de la bourse synoviale le séparant de l'acromion. Malgré cela, sa localisation favorise les usures, dégénérescences, inflammations, et ruptures. Il représente le muscle le plus touché lors des lésions de la coiffe des rotateurs.

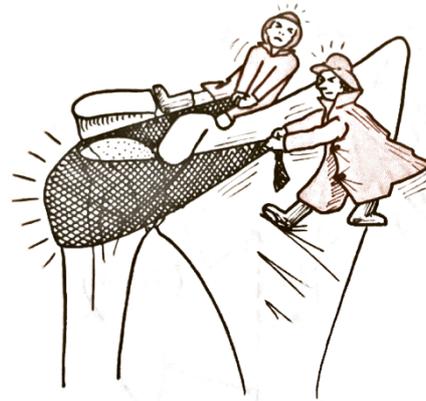
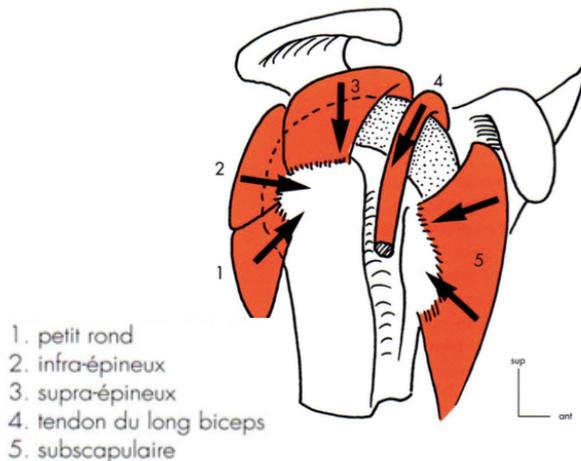
Son activité maximale se situe entre 90° et 100° [16].

**L'infra-épineux (ou infra spinatus)** et le **petit rond (ou terres minor)**. Si ses deux muscles n'avaient pas une innervation différente, on pourrait les regrouper. Ce sont deux muscles « jumeaux ». Ils ont un rôle de rotateurs latéraux mais aussi pour les fibres les plus basses une petite composante d'abduction. En statique, ils ont aussi un rôle de stabilisateur de la scapulo-humérale [16].

La coiffe **fonctionnelle** comprend ces quatre muscles, auxquels on ajoute la **longue portion du biceps brachial** :

Son tendon est intra-capsulaire mais extra-synoviale. Il fait donc partie de la « coiffe fonctionnelle ». Il participe à l'abduction, possède une petite composante de rotation médiale grâce à sa direction en bas et légèrement vers le dedans et a un rôle de stabilisation de la tête humérale.

Sa position sous la voûte coraco-acromiale expose ce tendon aux risques de surmenage et à une rupture dégénérative.



**Fig. 9-41** – La coiffe forme un filet de rétention de la tête humérale, assurant la contenance.

Figure 1: Les tendons de la coiffe des rotateurs et leur action [15,16]

#### 1.2.4. Cinésiologie scapulo-humérale et mouvements analytiques

L'épaule possède grâce aux différentes articulations et plans de glissement précédemment cités une amplitude de mobilité importante qui permet de réaliser des mouvements dans les trois plans de l'espace [16] :

##### Dans le plan sagittal,

- La flexion

D'amplitude de 60° à 90°, c'est un mouvement d'élévation du bras dans le plan sagittal selon un axe transversal. Les muscles moteurs sont le deltoïde antérieur, le grand pectoral faisceau claviculaire, l'ensemble coraco-brachial et le biceps brachial. La mise en tension des éléments postérieurs et du faisceau postérieur du ligament coraco-huméral viendront limiter le mouvement.

- L'extension

D'amplitude d'environ 30°, le bras réalise le chemin inverse de la flexion dans le même plan et selon le même axe mais en passant en arrière du plan frontal. Le moteur principal est le deltoïde postérieur accompagné du grand rond, du grand dorsal et accessoirement du long triceps si le bras démarre en flexion. Les éléments antérieurs et le ligament coraco-huméral sont limitants.

##### Dans le plan frontal,

- L'abduction

L'amplitude est de 60° à 100°. Elle se réalise en élevant le bras dans le plan frontal. Elle est réalisée par le supra-épineux et le deltoïde moyen.

- L'adduction relative

Elle est associée à une flexion ou extension d'épaule. L'adduction pure n'existe pas.

Elle se réalise en reprochant le bras du plan sagittal dans un plan frontal. Son amplitude maximale est de 30° pour l'adduction antérieure (flexion), et de 10° pour l'adduction postérieure (extension). L'adduction antérieure est assurée par le grand pectoral, et la postérieure par le grand dorsal et le grand rond.

#### Dans le plan horizontal,

- La rotation latérale (externe)

C'est le mouvement qui porte la face antérieure du bras vers le dehors. C'est un mouvement de roulement-glissement de la tête contre la glène. En position anatomique l'amplitude n'est que de 45° dans la gléno-humérale, mais il y a une variation d'amplitude lors de l'élévation d'épaule (positions R2 et R3) car les ligaments situés à l'avant sont détendus : permettant d'augmenter l'amplitude.

Les muscles moteurs sont l'infra-épineux, le petit rond et le deltoïde postérieur.

- La rotation médiale (interne)

L'amplitude de mouvement est de 90° dans la gléno-humérale et comme pour la rotation latérale elle augmente lorsqu'on y associe le mouvement de la scapula, ici jusqu'à 110°. Elle est réalisée par le grand pectoral, le grand dorsal, le grand rond et le subscapulaire.

Dans les trois plans précédents se réalise le mouvement de **circumduction** qui associe tous les autres mouvements analytiques et détermine un cône de révolution.

### 1.2.5. Rythme scapulo-huméral

Les mouvements de l'épaule impliquent un **mouvement synergique** de chacune des articulations qui la composent afin de réaliser un mouvement harmonieux et optimal.

La synergie des articulations scapulo-thoracique et scapulo-humérale est nécessaire pour garantir un alignement stable entre la glène et la tête humérale : c'est le **rythme scapulo-huméral**. Il repose sur la coordination entre l'humérus et la scapula lors des mouvements d'abduction : les articulations scapulo-humérale, scapulo-thoracique et également le rachis sont associés dans ce mouvement, mais pas dans les mêmes proportions [16]. On représente souvent quatre secteurs croissants dans l'abduction. La contribution de chaque articulation est quantifiée par ratio (cf fig. 2).

Au démarrage de l'abduction, notamment chez les sujets musclés, c'est la scapula qui se déplace en sonnette médiale afin d'ouvrir l'angle scapulo-huméral : c'est la phase d'armé préparatoire. Ensuite se lance la synergie « sonnette latérale-abduction ». Cet armé a pour conséquence d'améliorer le moment du deltoïde dès le démarrage de la sonnette latérale qui suit [16].

Abduction secteur	Scapulo-humérale		Scapulo-thoracique		
	Amplitude	Fraction	Amplitude	Fraction	
0° -----> 30°	+ 25° = 25°	5/6	+ 5° = 5°	1/6	
30°-----> 90°	+ 40° = 65°	2/3	+ 20° = 25°	1/3	
90°-----> 150°	+20° = 85°	1/3	+ 40° = 65°	2/3	
150°-----> 180°	Inclinaison du rachis		Extension si bilatéral		

Figure 2: La contribution de chacune des articulations dans l'abduction d'épaule [16]

### 1.3. La Biomécanique du service

Le service est considéré comme l'un des coups les plus importants du tennis. Il n'est donc pas surprenant que l'apprentissage et le développement d'un service mécaniquement cohérent et efficace soit primordial [19].

Au tennis, le service est divisé en **cinq phases** distinctes : la **préparation**, l'**armement**, l'**accélération**, la **décélération**, et le mouvement de **suivi**. Ces phases sont entrecoupées d'évènements clés (cf légende). [7,11]

Afin de mieux comprendre leurs incidences sur le corps nous allons les détailler de manière plus spécifique :

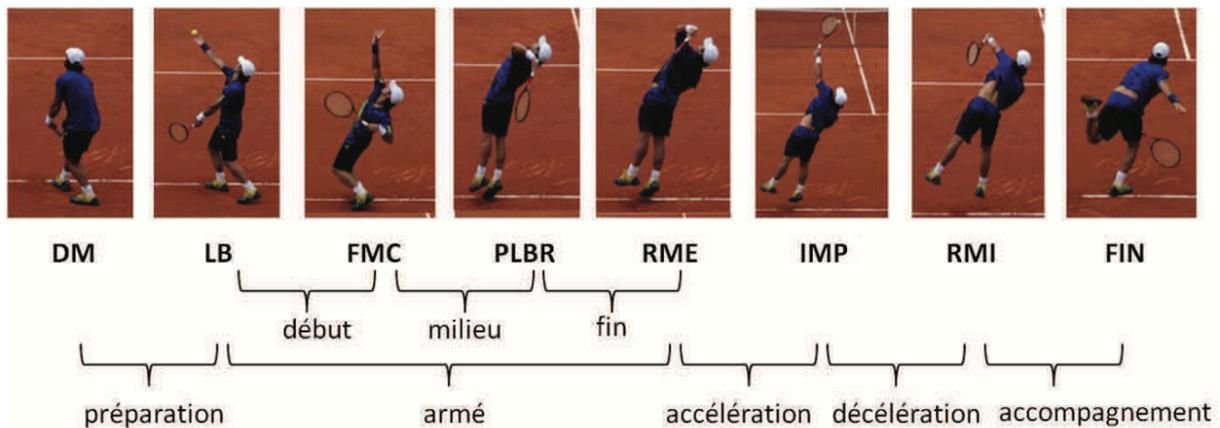


Figure 3 : Décomposition biomécanique des différentes phases du service

**Légende :** évènements-clé du service : DM : le début du mouvement ; LB : le lancer de balle ; FMC : l'instant de flexion maximale du coude dominant ; PLRB : l'instant où la tête de raquette atteint son point le plus bas dans le dos du joueur ; RME : l'instant de la rotation maximale externe de l'épaule dominante ; IMP : l'impact ; RMI : rotation maximale interne de l'épaule ; FIN : fin du service [11].

**La phase de préparation :** Au début du mouvement, les épaules du serveur sont généralement situées dans la direction où il souhaite viser.

Dans cette phase, les **membres supérieurs vont se dissocier** : le bras dominant va se diriger vers le bas et l'arrière, avant que le coude se fléchisse pour aller en position d'armé ; tandis que le bras qui lance la balle part vers le haut et l'avant.

Au niveau des **membres inférieurs**, le joueur a les pieds au sol et débute un mouvement pliométrique en emmagasinant de l'énergie dans les structures élastiques grâce notamment au mouvement de flexion de genou d'environ 70°. Il prépare la poussée explosive vers l'avant lors de la phase d'armé [11].

**La tête a une action importante** car elle permet pendant tout le mouvement de suivre la balle des yeux, ce qui a une grande importance dans la biomécanique du service [19]. Durant cette phase elle va en extension rotation, cette rotation s'accompagne d'une rotation du tronc et du bassin autour de l'axe longitudinal du corps [20].

**La phase d'armé** : Cette phase dure du lancer de balle jusqu'au moment de la rotation externe maximale de l'épaule dominante.

Nous pouvons diviser cette phase d'armé en deux sous-phases : [21]

Une première phase dite d'armement **précoce**, où le bras débutera une abduction, les muscles mises en jeu seront le deltoïde et le supra épineux ; ainsi que le mouvement ensuite de rotation externe qui s'enclenchera par l'activation du muscle infra épineux.

Une deuxième phase dite **tardive** où la rotation externe de l'épaule continue à augmenter jusqu'à atteindre un maximum. Il y a stockage d'énergie qui se fait au niveau des structures élastiques de l'épaule (de la même manière que les membres inférieurs à la phase précédente). Au niveau musculaire, il y a une contraction excentrique des muscles rotateurs internes de l'articulation gléno-humérale : le grand pectoral, le subscapulaire, le grand dorsal. Cette action antérieure permet la stabilisation de l'articulation.

C'est ce mouvement qui va être mis en cause en entraînant des **conflits au niveau de l'épaule**, mais aussi des lésions du labrum ou des lésions musculo-tendineuses [7,22].

L'épaule dominante sera, à la fin de cette phase, en abduction à 90-100° et en rotation externe à environ 170°, cela entrainera une élévation et une flexion du coude. A contrario, il y a un abaissement du bras qui lance la balle [14].

Dans cette phase, on aura également une inclinaison et torsion du **tronc** qui se mettra en place. Au niveau des **membres inférieurs** on a une **restitution de l'énergie pliométrique** avec l'extension de genou et le décollement des pieds du sol.

**La phase d'accélération** : Cette phase se produit entre la rotation externe maximale de l'épaule dominante et l'impact de la raquette avec la balle.

Nous pouvons observer durant cette phase la **restitution de l'énergie** emmagasinée dans les tissus lors des phases précédentes.

Le bras dominant initie la **rotation interne** par l'activité **concentrique** des muscles rotateurs internes (grand pectoral, grand dorsal et subscapulaire) qui est maximale au début de la phase. Ceci est la raison de potentiel lésions durant cette phase notamment de la coiffe des rotateurs, mais également du labrum [7,23].

En plus de l'action du bras, au niveau du membre supérieur, il y a une extension et pronation de **coude** qui va permettre d'accélérer la vitesse de la main et donc de la raquette. Le **travail du tronc** complète cette inertie avec un passage d'une extension à une flexion et une rotation vers l'avant.

Le membre inférieur quant à lui n'est plus en contact avec le sol [11].

**La phase de décélération** : C'est la phase la plus violente du service au tennis. La rotation interne gléno-humérale et la pronation de l'avant-bras se poursuivent. Il s'agit d'une **décélération excentrique** dans le haut et le bas du corps grâce aux muscles mais également aux structures passives [24].

Il y a plusieurs complexes musculo-tendineux qui peuvent être touchés pendant cette phase, notamment celui de l'infra-épéneux et du biceps. Il y aura donc une inflammation de ces muscles et tendons qui contribuent à ralentir la rotation interne tout en essayant de maintenir la tête humérale dans la glène. Les conséquences seront des cicatrisations répétées provoquant un raccourcissement de ces structures.

Cela pourra avoir comme effet un déficit de rotation interne gléno-humérale (GIRD) qui est impliqué dans les douleurs postérieures de l'épaule, mais aussi un conflit interne de l'épaule, des lésions du labrum et des lésions du nerf supra-scapulaire. Toutes ces lésions sont fréquemment observées chez les joueurs de tennis [22].

**La phase d'accompagnement** : Dans cette phase la raquette poursuit sa trajectoire en bas, en avant et à gauche pour le joueur droitier. C'est dans cette phase que le joueur se réceptionne pour ensuite se replacer en vue du coup suivant [11].

Nous avons donc pu voir que l'articulation de **l'épaule fait partie intégrante de l'action de service**. Elle présente une vitesse de rotation d'environ 3000°/s développée grâce à une grande amplitude de mouvement. La mise en charge sur l'épaule montre que l'exécution répétitive et à long terme des services est un facteur de risque dans les pathologies de l'articulation de l'épaule. [25]

Bien que la cinématique du service et du lancer de balle soient décomposés pour l'analyser, elle ne doit pas l'être à l'entraînement pour permettre une constance dans sa réalisation. Cette **constance de la cinématique**, qui provient d'un timing précis et d'une coordination du corps, est synonyme de **performance** [26].

D'ailleurs cette **cinématique du lancer** a été beaucoup moins étudié que le service en lui-même. Une étude montre en effet que ce lancer est différent à la fois par rapport à la position de départ du pied avant, du zénith de la balle et de l'endroit de l'impact de la balle selon la zone visée par le joueur et le type de service [27].

Dans une étude testant la différence entre la biomécanique du service avec et sans la vision, les résultats constatés montrent que le service n'est pas entièrement pré-programmable et que **le retour visuel est essentiel** à la régulation spatio-temporelle du service. Ceci est un point qui doit être utilisé par les entraîneurs pour expliquer l'importance de suivre la balle des yeux quand on sert pour avoir une cinématique du service optimale. Par conséquent, l'utilisation de l'exercice avec les yeux fermés n'est pas recommandée pour développer la cohérence mécanique. Au lieu de prescrire des exercices qui visent à promouvoir la constance mécanique et à réduire la variabilité, il faut promouvoir la pratique dans des conditions environnementales variables (par exemple, des vents latéraux) qui forceront les joueurs à coupler leur service aux changements de position de la balle, développant ainsi **le lien entre perception et action** [19].

Enfin **le choix de la raquette** semble important car les stratégies cinétiques sont différentes selon la raquette utilisée pour atteindre une vitesse de balle post-impact similaire. L'utilisation d'une raquette légère avec un faible moment polaire peut contribuer à augmenter les exigences biomécaniques au niveau de l'articulation de l'épaule du joueur. Inversement, l'utilisation d'une raquette plus lourde entraînerait une sollicitation moindre de l'épaule pour obtenir une performance similaire.

Davantage d'études avec des mesures biomécaniques seraient nécessaires pour déterminer et quantifier les charges sur le corps pendant le jeu, afin de les réduire, et ainsi prévenir les blessures à l'épaule. Les entraîneurs devraient considérer avec attention le choix de la raquette de leurs joueurs en fonction de ses spécifications, surtout lorsque la raquette est manipulée par un joueur souffrant de douleurs à l'épaule, ces dernières étant le plus souvent chroniques [28].

## 1.4. Les pathologies de l'épaule les plus rencontrées au tennis

Les pathologies d'épaule peuvent être diverses, il est donc important de s'intéresser et de présenter les blessures ayant le taux d'incidence le plus élevé au tennis. Comme nous l'avons vu précédemment les pathologies d'épaules sont le plus souvent chroniques [4].

Mais tout d'abord, il convient de définir la notion de blessure. La **blessure** désigne « toute plainte/symptôme physique ou psychologique subi par un joueur et résultant d'un match ou d'un entraînement de tennis, indépendamment du besoin de soins médicaux ou de l'arrêt du sport » [29].

La **blessure** est donc un évènement qui empêche le joueur de tennis de participer au moins une fois pleinement à un entraînement régulier ou un match de tennis. La **récidive** a été définie comme une blessure du même type et du même site survenue dans les 12 mois suivant la blessure initiale. La **gravité** de la blessure est définie selon le nombre de jours entre la date de la blessure et la date de retour à une pleine capacité physique que ce soit à l'entraînement ou en compétition [30].

Nous différencions ainsi les blessures **aigües**, survenant suite à un évènement identifiable et spécifique (la douleur est ici soudaine) ; des blessures **chroniques** survenant sans cause directement identifiable sur une période donnée et avec une augmentation graduelle de la douleur [11].

### 1.4.1. Les « SLAP » lésions

Elles désignent les « Superior Labral Anterior-Posterior Lesion » soit en français les **lésions antéro-postérieures du labrum supérieur**. Elles correspondent le plus souvent à une atteinte du labrum sur sa partie postéro-supérieure, même si la partie antérieure peut être aussi parfois lésée.

Le **tendon du long biceps** s'insère au niveau du bourrelet glénoïdien (labrum) il peut donc être aussi touché selon le degré de la lésion.

Il existe une **classification en 4 catégories** des SLAP lésions en fonction de l'importance de l'atteinte du labrum et du tendon du biceps [31,32] :

- Type 1 : impliquant l'effilochage et la dégénérescence du labrum
- Type 2 : impliquant le détachement de l'arche du biceps de la glène
- Type 3 : implique une lésion longitudinale (dite « anse de seau ») du labrum avec un biceps intact
- TYPE 4 : similaire au type 3 avec une lésion qui s'étend jusqu'au biceps

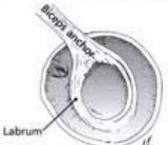
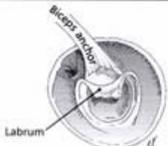
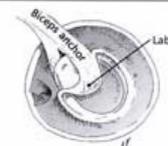
Classification of SLAP Lesions	
<p><b>Type 1</b> Fraying of the superior labrum. Biceps anchor intact.</p> <p><b>Treatment -</b> Debridement of frayed edge.</p>	
<p><b>Type 2</b> Superior labrum detached with detachment of the biceps anchor.</p> <p><b>Treatment -</b> Debridement of superior glenoid rim and reattachment of biceps and labrum.</p>	
<p><b>Type 3</b> Bucket handle type tear of the superior labrum with the biceps anchor intact.</p> <p><b>Treatment -</b> Resection of tear.</p>	
<p><b>Type 4</b> Bucket handle tear of the superior labrum with extension into the biceps tendon. Part of the biceps anchor still intact.</p> <p><b>Treatment -</b> Resection of tear and if greater than 50% of tendon also involved, then tenodesis is recommended.</p>	

Figure 4: Classification des lésions « SLAP »

**L'origine** de cette pathologie serait due aux microtraumatismes répétitifs des sports de lancer.

Au moment de l'impact, le point de contact gléno-huméral est déplacé vers la partie postéro-supérieure et des forces de cisaillement accrues sont exercées sur le labrum, ce qui entraîne un « effet de pelage » et finalement la lésion SLAP [33].

**Le mécanisme de la lésion** a été décrit comme une surcharge en traction du labrum par le tendon du biceps pendant la phase de décélération du mouvement de lancer.

Les lésions SLAP sont reconnues pour être une **source de douleur et d'instabilité** d'épaule car le labrum participe à la stabilité passive de l'articulation glénohumérale [33].

#### **1.4.2. La Tendinopathie/ Tendinite du biceps**

Elle fait partie des pathologies musculo squelettiques de l'épaule. Le biceps est composé de deux chefs (court et long) et c'est le tendon du long biceps qui est souvent source de douleur.

Il s'agit d'une inflammation ou d'une irritation de la longue portion du biceps. Cette affection tendineuse est **rarement isolée** et elle est souvent associée à une atteinte de la coiffe des rotateurs. Elles sont moins fréquentes que les lésions SLAP. Elle sera la **cause de douleur chronique** à cause de mouvements répétitifs comme lors du service dans les phases d'accélération et décélération [34,35].

#### **1.4.3. Les blessures de la coiffe des rotateurs**

Elle correspond à l'atteinte d'un ou plusieurs tendons des muscles de la coiffe des rotateurs (à savoir le petit rond, le sous-épineux, le sus-épineux, et le sous-scapulaire). Les muscles les plus fréquemment touchés sont le supra et l'infra-épineux.

Cette blessure peut varier de la tendinopathie à la déchirure d'un ou plusieurs tendons de manière incomplète ou complète.

Les lésions de la coiffe des rotateurs sont une **cause fréquente de douleur et de dysfonctionnement** chez les joueurs de tennis.

Les joueurs présentent fréquemment de lésions structurelles qui semblent être principalement liées à un conflit interne postéro-supérieur dû à des contacts répétés lors de mouvements anormaux. La pratique du service au tennis pourrait conduire avec le temps à une hyper compression cartilage/tendon, ce qui pourrait être dommageable pour l'articulation gléno-humérale [36].

Les **conflits de l'épaule** sont des contacts entre la scapula (glène ou acromion) et la tête humérale. Les tendons de la coiffe des rotateurs et du long biceps se trouvant entre ces deux pièces osseuses peuvent être pincés provoquant leur inflammation [37].

Il existe trois localisations de conflits :

- Le conflit sous scapulaire : pincement des tendons de la coiffe entre la tête humérale et la surface inférieure de l'acromion
- Le conflit postérieur: pincement des tendons entre la partie postéro-supérieure de la glène de la scapula et la grosse tubérosité de la tête humérale (*c'est le plus présent dans les sports « overhead » (sport de lancer), notamment lors de la fin de la phase d'armer lorsque le bras est en rotation externe maximale et en abduction à 90°*)
- Le conflit antérieur entre le processus coracoïde et la petite tubérosité de la tête humérale.

L'étiologie des déchirures de la coiffe des rotateurs au tennis est multifactorielle et résulte généralement de microtraumatismes et d'un conflit interne chez l'athlète. Cela conduit à des déchirures partielles et même chez les joueurs plus âgés à des déchirures dégénératives complètes [38].

Les **altérations de la mécanique scapulaire** jouent également un rôle dans les lésions de la coiffe. Dans les phases de fin d'armé et de début d'accélération du lancer, lorsque l'humérus est en abduction maximale et en rotation externe, la scapula subit une rotation vers le haut (sonnette latérale) pour aider à maintenir la congruence articulaire gléno-humérale. Le déséquilibre ou la faiblesse des muscles périscapulaires ou de la coiffe postérieure peut perturber la relation dynamique de la scapula et est appelé « dyskinésie scapulaire » [38].

#### **1.4.4. L'instabilité de l'épaule**

L'instabilité de l'épaule englobe un spectre de pathologies allant de la subluxation à la luxation franche. Elle est due à une laxité trop importante au niveau de la capsule articulaire de l'épaule entraînant des **douleurs** et de l'**inconfort**. Bien qu'elle soit typiquement associée au sport de contact, l'instabilité peut également être le résultat de microtraumatismes répétés, comme on peut le voir chez les athlètes pratiquant des sports de lancer [11,39].

### **1.5. Facteurs de risque identifiés à ce jour par la littérature**

Les facteurs de risque sont divisés en facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques.

Les facteurs de risques **intrinsèques** sont les éléments propre à l'individu. Certains sont modifiables par le kinésithérapeute ou le sujet lui-même, comme la condition physique ; mais d'autres sont non modifiables comme la génétique (sexe).

Les facteurs de risques **extrinsèques** sont ceux inhérent à l'environnement du sujet (le matériel, le terrain, ...).

Dans la littérature actuelle les facteurs de risques qui ont été identifiés sont [11,40] :

- l'âge,
- le sexe,
- les déséquilibres musculaires,
- la dyskinésie de la scapula,
- l'expérience et le niveau de pratique,
- les contraintes mécaniques excessives au niveau des articulations,
- la technique,
- la fatigue musculaire
- le matériel utilisé
- la quantité de pratique du sport (entraînement et match)

## 1.6. Intérêt et objectif de la revue de littérature

### 1.6.1. Intérêt de la revue de littérature

#### 1.6.1.1. Intérêt du sujet pour la kinésithérapie

Le tennis est l'un des sports les plus pratiqués dans le monde. La question de la **prévention des blessures**, en kinésithérapie du sport, est primordiale, mais cela a également un grand intérêt au niveau de la santé publique. Nous avons vu que les pathologies d'épaule sont très souvent chroniques.

Or c'est le rôle du masseur-kinésithérapeute **d'influer sur la survenue** de ces pathologies et de **les soigner** une fois installées. Cette revue de littérature permettra donc au kinésithérapeute de mieux comprendre la survenue de ces pathologies douloureuses d'épaule en faisant un état des lieux des connaissances sur les facteurs de risques imputables au tennis.

#### 1.6.1.2. Intérêt pour les patients/ les sportifs

Les blessures de l'épaule concernent **tous les joueurs quel que soit leur niveau**. Elles constituent une **perte de chance** pour certains sportifs qui souhaitent atteindre le plus haut niveau. Ils sont freinés à cause de pathologies qui pourraient, peut-être, être évitées par de la prévention et l'identification des risques de ces syndromes qui deviennent chroniques et empêchent le sportif de continuer sa carrière.

Chez les sportifs (joueurs de tennis) amateurs, il y a des conséquences en termes de **santé publique** ; car les blessures à l'épaule entraînent des difficultés à continuer sa vie normalement, aboutissant à des arrêts de travail, et aussi l'interruption voire l'abandon de la pratique sportive. Cet arrêt sportif a des conséquences en termes de **santé** des personnes car la pratique d'une activité physique améliore grandement la santé.

Cette étude leur permettra de comprendre les raisons dans leur jeu qui peuvent influencer et expliquer leur pathologie.

### 1.6.2. Objectif de la revue de littérature (modèle PICO)

Tout ceci nous mène à notre problématique : Quels sont les facteurs de risque qui influencent la survenue des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis ?

L'objectif de cette revue de littérature est donc d'observer l'effet d'un ou plusieurs facteurs (Intervention) sur la survenue de blessures à l'épaule (Outcome/Critère de jugement) chez les joueurs de tennis (Population) en comparaison avec l'absence de ce ou ces facteurs (Comparaison).

## 2. Méthode

### 2.1. Critères d'éligibilité d'une étude pour cette revue

#### 2.1.1. Type d'étude

L'objectif de cette revue de littérature est d'identifier les différents facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis. C'est donc une question **étiologique**.

Nous allons rechercher dans la littérature des études relatant de la présence d'un ou plusieurs facteurs de risques ou facteurs associés aux blessures ou douleurs à l'épaule chez le joueur de tennis.

Les études utilisées pour ces catégories de question sont des études épidémiologiques. Nous pouvons en distinguer trois types :

- Les études **descriptives** : leur but est de dresser un bilan sur l'état de santé d'une population. Elles comprennent des schémas d'études comme des cas cliniques, des études transversales ainsi que des études de cohorte (longitudinales).
- Les études **analytiques** : leur but est de chercher un lien entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie. Les schémas d'études qui s'y rapportent sont les études transversales, études de cohorte (exposé/non exposé) et des études cas-témoin.
- Les études **évaluatives** : leur but est de déterminer l'intervention ou le traitement le plus efficace parmi plusieurs stratégies thérapeutiques. Elles comprennent des séries de cas et des essais cliniques contrôlés +/- randomisés.

On peut regrouper les deux premiers types d'études qui n'entraînent pas de modification dans la prise en charge des patients, nous pouvons seulement observer le facteur d'exposition étudié sans le contrôler : ce sont les études **observationnelles**.

À l'inverse, dans le troisième type d'étude présenté, l'expérimentateur peut contrôler et modifier l'administration de l'intervention évaluée chez les patients : ce sont les études dites **interventionnelles ou expérimentales**.

L'étude de cohorte sera le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à notre question de recherche étiologique. Nous avons inclus dans cette revue deux types d'études [41]:

- Des études transversales (« cross sectional study » en anglais) : Dans ces études toutes les données (éventuelles expositions au(x) facteur(s) de risque(s) ou survenue de la pathologie) sont récoltées à un instant T. Nous n'aurons pas de suivi des patients dans le temps par rapport à l'exposition au facteur étudié, ce qui peut entraîner un biais.
- Des études de cohorte (« cohort study » en anglais) : Ces études comparent l'incidence d'une pathologie dans une population définie, entre un groupe de patients exposés et un autre non exposés au facteur de risque, au cours d'une période définie. Dans ces études on différencie :
  - les cohortes dites « rétrospectives » ou « historiques », où l'exposition et la survenue de la maladie a déjà eu lieu ;
  - des cohortes dites « prospectives » qui débute avant la survenue de la maladie et où les sujets sont suivis pendant un laps de temps donné.

### 2.1.2. *La population*

Les études qui sont incluses dans cette revue sont réalisées auprès de joueurs de tennis.

Le tennis peut parfois être associé à d'autres sports dans les études des blessures à l'épaule tels que le handball, le baseball, le volleyball. En effet, parfois les auteurs des articles regroupent plusieurs sports qualifiés de sport « de lancer » (« throwing » en anglais) ou de « overhead ». Ainsi nous pourrions inclure dans notre recherche les études faites sur les « throwing athlete » et « overhead athlete » dans le cas où elles incluent des joueurs de tennis dans leur population et que nous avons accès à la présentation détaillée des résultats dans les différents sports pratiqués.

Nous avons fait le choix de n'exclure aucun niveau de compétition, les études pourront donc porter sur des professionnels ou des amateurs car cette donnée est probablement un facteur de risque des pathologies.

L'âge est aussi un des facteurs de risque que nous pourrions étudier. Ainsi les études pourront aussi bien concerner des sportifs jeunes ou plus âgés.

Nous étudierons dans cette même logique une population mixte.

### 2.1.3. *Intervention*

Notre intervention portera sur l'étude d'un ou plusieurs facteurs de risque.

Dans notre revue de littérature, nous essaierons d'identifier le plus de facteurs de risque et facteurs associés aux blessures à l'épaule chez le joueur de tennis.

Nous chercherons donc également à les mesurer mais aussi à les objectiver grâce à des échelles de classifications et/ou des méthodes qui sont validées.

### 2.1.4. *Objectifs et critères de jugement*

L'**objectif** des études que nous intégrerons sera d'évaluer la différence de survenue de blessures à l'épaule lorsque le sportif est exposé à un ou plusieurs facteurs de risques, mais également de comparer les facteurs de risques les plus présents chez les personnes ayant eu des douleurs d'épaule dans le cas d'études transversales.

Le **critère de jugement principal** sera la survenue de blessures à l'épaule chez le joueur ou la joueuse de tennis. Nous accepterons aussi les populations ayant eu des antécédents de douleur pour avoir le plus d'études possibles. Nous aurons donc deux groupes : le groupe « cas/pathologie » et le groupe « témoin/ pas de pathologie ».

Nous étudierons l'importance de chaque facteur de risque sur nos deux groupes.

Le critère de jugement principal regroupe plusieurs atteintes, en effet il rassemble toutes les principales atteintes qui touchent l'épaule du sportif (cf introduction) ainsi que la douleur dans le cas où ces atteintes ne sont pas définies clairement dans l'étude.

Nous allons à présent développer le raisonnement nous ayant permis d'aboutir à l'équation de recherche finale utilisée dans les banques de données.

## 2.2. Méthodologie de recherche d'études

### 2.2.1. Sources documentaires investiguées

Afin que notre recherche aboutisse à un maximum de résultats, nous utiliserons différents moteurs de recherches scientifiques. Privilégier un maximum de résultats concordant à notre équation de recherche, nous permettra par la suite de sélectionner les études répondant le mieux à nos critères d'inclusion et d'exclusion, et possédant la meilleure qualité méthodologique dans le cas où nous aurions beaucoup d'études à la fin de la sélection (dans tous les cas nous vérifierons cette qualité à l'aide d'échelles spécifiques (cf 2.3.3)).

Les bases de données qui seront investiguées seront :

- PubMed,
- Cochrane library,
- PEDro,

### 2.2.2. Équation de recherche

Afin d'optimiser la recherche sur les différentes bases de données présentées, la question de recherche doit être formulée de manière précise pour sonder au mieux la littérature. Pour cela, l'utilisation de l'acronyme **PICO** est indispensable afin de définir les quatre éléments clés de notre question clinique.

- P : Population
- I : Intervention
- C : Comparateur
- O : « Outcomes » ou critères de jugement en français

L'ensemble des mots clés et synonymes utilisés pour l'équation de recherche de cette revue ont été présentés dans le tableau ci-dessous :

	En français (mots clés)	En anglais (mots clés et synonymes)
P	Joueurs de tennis	Tennis players, Tennis athlete, Tennis
I	Facteur de risque	Risk factor Extrinsic factor Intrinsic factor (Age, Sex, Muscle strength, Muscular Fatigue, Scapular dyskinesis, , Experience, Practice Level, Biomechanics)
C	Absence du facteur de risque	Less risk factor
O	Blessures à l'épaule	Shoulder injury/ Shoulder injuries Shoulder pain

Tableau 1: Mots clés de la recherche bibliographique

Après avoir défini nos mots, pour créer notre équation de recherche, nous devons les mettre en relation à l'aide de l'ajout des opérateurs booléens. Les différents opérateurs booléens sont :

- AND : permet de rechercher un mot clé en y associant un autre mot.
- OR : permet de rechercher un mot clé avec ses synonymes
- NOT : permet d'exclure un mot clé dans la recherche

Ces opérateurs booléens seront utilisés dans les bases de données PubMed et Cochrane Library. Pour la base de données PEDro nous utiliserons une équation simplifiée.

Afin de maximiser les résultats, nous avons décidé d'inclure plus de synonymes de « facteur de risque » à savoir ceux que nous avons évoqués dans l'introduction comme étant identifiés déjà dans la littérature (cf 1.5).

Nous avons choisi d'inclure uniquement les **articles datant des dix dernières années** à savoir des articles datant de janvier 2012 à mars 2022.

Tout cela, nous donne ces équations de recherche :

Base de données	Équation de recherche
PubMed Cochrane Library	((tennis) OR (tennis player) OR (tennis athlete)) AND ((risk factor) OR (intrinsic factor) OR (extrinsic factor) OR (age) OR (sex) OR (muscle strength) OR (muscular fatigue) OR (scapular dyskinesis) OR (experience) OR (practice level) OR (biomechanics))) AND ((Shoulder injury) OR (shoulder pain))
PEDro	Shoulder injur* AND Tennis

Tableau 2 : Équation de recherche

## 2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données

### 2.3.2. Méthode de sélection des études

Nos équations de recherche présentées ci-dessus dans le tableau ont été utilisées dans les bases de données PubMed, Cochrane Library et PEDro.

Nous définirons ensuite les critères d'inclusion et d'exclusion des études qui nous permettra d'affiner notre recherche pour conserver uniquement les articles les plus pertinents pour répondre à notre problématique et les meilleurs d'un point de vue méthodologique.

La sélection des articles sera faite en 3 étapes :

Sélection	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
1 <sup>ère</sup> étape : analyse des titres des articles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notion de facteur de risque ou facteurs associés</li> <li>• Blessures ou douleur à l'épaule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Article à visée de traitement ou diagnostique</li> <li>• Pathologie différente de celle ciblée</li> </ul>

<b>2<sup>ème</sup> étape : analyse de l'abstract/résumé de l'article</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objectif de l'étude : étude d'un ou plusieurs facteurs de risques et/ou associés aux blessures à l'épaule</li> <li>• Blessures à l'épaule uniquement</li> <li>• Population suffisante (n&gt;20)</li> <li>• Sport : Tennis</li> <li>• Articles publiés en Anglais, en Français.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élimination des doublons</li> <li>• Étude n'ayant pas un objectif étiologique/ Autres objectifs d'études.</li> <li>• Blessures de tout le membre supérieur</li> <li>• Autres Langues</li> <li>• Sport overhead ne comprenant pas le tennis (ou tennis non détaillé)</li> <li>• Articles datant d'après janvier 2012</li> </ul>
<b>3<sup>ème</sup> étape : lecture complète des articles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Études de cohorte, cas-témoins ou transversales</li> <li>• Qualité méthodologique au minimum moyenne (NOS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revue systématique/Meta Analyse</li> <li>• Niveau de preuve insuffisant</li> </ul>

Tableau 3: Critères d'inclusion et d'exclusion

### 2.3.3. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Afin d'évaluer la qualité méthodologique des études incluses, nous utiliserons l'échelle Newcastle Ottawa Scale (NOS).

Cette échelle permet d'évaluer les risques de biais pour des études observationnelles non randomisées. L'échelle attribue un score grâce à un nombre d'étoiles (★), au plus l'étude possède d'étoiles, au plus l'étude est considérée comme étant de bonne qualité méthodologique. L'échelle comprend huit critères qui vérifient:

- La **qualité de la sélection** des groupes d'études
- La **comparabilité** des groupes
- La **détermination de l'exposition** ou du **résultat d'intérêt**

La note finale est de maximum 10 étoiles pour les études transversales et de maximum de 9 étoiles pour les études de cohorte. Un score de 0 à 3 étoiles signifie que l'étude est de faible qualité méthodologique ; entre un score de 4 et 7 étoiles l'étude est de qualité moyenne, et si le score supérieur ou égal à 7 la qualité méthodologique sera considérée comme haute.

### 2.3.4. Extraction des données

Dans chaque étude incluse nous extrairons les données suivantes :

- La date de parution, le pays, les auteurs de l'article
- L'objectif de l'étude et les hypothèses
- Le nombre de participants et leurs caractéristiques
- Les critères d'inclusion/exclusion
- Le(s) facteur(s) de risque étudié(s) et les méthodes d'évaluation de ces derniers
- Les résultats

### **2.3.5. Méthode de synthèse des résultats**

Toutes ces données extraites seront synthétisées sous forme de tableau dans l'objectif de simplifier l'analyse préalable des articles. La méthodologie et les résultats de chaque étude sélectionnée sera, dans un premier temps, analysée de manière individuelle. Nous présenterons:

- Un tableau synthétisant les caractéristiques des études incluses
- Un tableau synthétisant les risques de biais

Un résumé plus complet de chaque étude sera disponible en annexe.

L'analyse des résultats sera faite de manière qualitative en présentant la méthode et les résultats statistiques de chaque article afin d'évaluer leur risque de biais éventuels.

Enfin c'est dans la partie « Discussion » que nous confronterons les études entre elles ainsi qu'à leurs biais respectifs. Tout cela nous permettra de potentialiser l'implication de chaque facteurs de risque dans la survenue de blessure à l'épaule.

Notre extraction des données et la synthèse des résultats seront réalisées uniquement par un seul examinateur.

### 3. Résultats

#### 3.1. Description des études

##### 3.1.1. Résultats de la recherche

Le processus de sélection des articles ainsi que les motifs d'exclusion et le nombre d'études exclues est résumé dans le diagramme de flux ci-dessous :

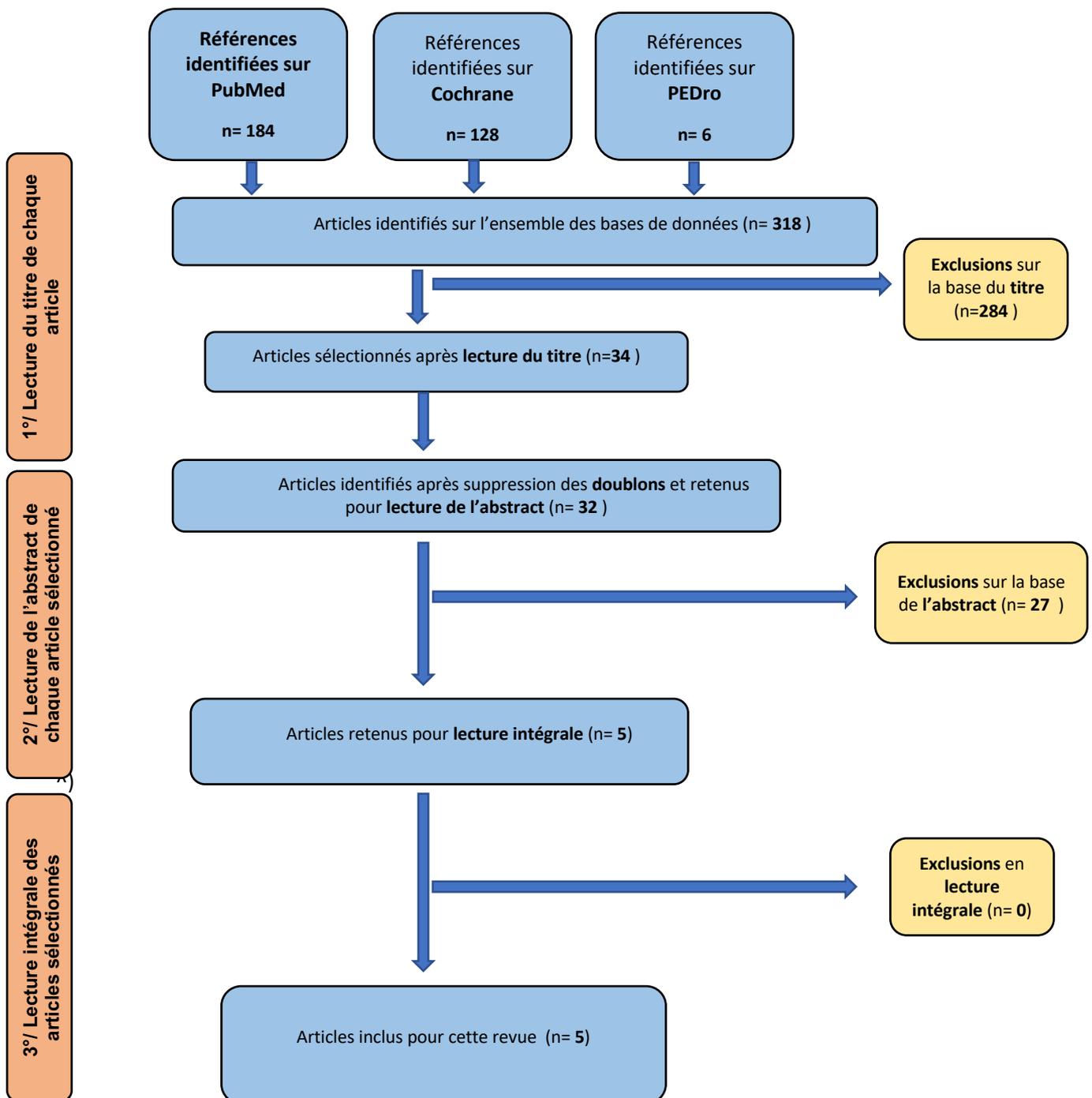


Figure 5: Diagramme de Flux

Nous avons utilisé notre équation de recherche, présentée dans la partie méthode, dans deux bases de données, PubMed et Cochrane, et nous avons utilisé une équation simplifiée sur PEDRO.

Sur la base de données PubMed 184 articles ont été identifiés, 128 sur Cochrane Library et 6 sur PEDro. Soit un total de 318 articles. La plus grande partie de ces articles, 284, ont été exclus après lecture du titre. Une fois la lecture du titre effectué, nous avons éliminé les doublons présents. Un total de 32 articles ont été retenu pour la lecture de l'abstract.

Après lecture de l'abstract 26 articles ont été exclus. Les motifs d'exclusion des articles :

- 7 articles étaient des revues de littérature,
- 2 articles n'avaient pas le même objectif (critère de jugement),
- 2 articles portaient sur des sports overhead où la population étudiée ne comprenait pas de joueurs de tennis,
- 6 études étudiaient les blessures de tout le membre supérieur.
- 9 articles n'étudiaient pas la blessure ou la douleur à l'épaule,

### 3.1.2. Études incluses

A la fin de notre processus de sélection des articles, présenté et détaillé dans le diagramme de flux ci-dessus, et à partir de nos critères d'inclusions/exclusions, nous avons inclus 5 articles à notre revue de littérature.

<p><b>Alterations in scapulothoracic and humerothoracic kinematics during the tennis serve in adolescent players with a history of shoulder problems</b>          Gillet et al (2018)          [42]</p>
<p><b>Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain</b>          Moreno-Pérez et al (2014)          [43]</p>
<p><b>Association Between Spikes in External Training Load and Shoulder Injuries in Competitive Adolescent Tennis Players: The SMASH Cohort Study</b>          Johansson et al (2021)          [44]</p>
<p><b>SHOULDER ROTATION RANGE OF MOTION, ISOMETRIC ROTATION STRENGTH AND SERVE SPEED BETWEEN ELITE TENNIS PLAYERS WITH AND WITHOUT HISTORY OF SHOULDER PAIN</b>          Moreno-Pérez et al (2018)          [45]</p>
<p><b>Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players</b>          Marcondes et al (2013)          [46]</p>

Tableau 4: Études incluses

Pour chacune des études incluses, nous présenterons un résumé des principales données, tel que les critères d'inclusion et d'exclusion, le critère de jugement, et les différents facteurs de risques mentionnés par l'auteur :

- La **date** de parution, le **pays**, l'**auteur** et le **titre** de l'article
- **L'objectif de l'étude et les hypothèses**
- Le **nombre** de participants et leurs **caractéristiques**
- Les **critères d'inclusion/exclusion** mentionnés par les auteurs
- Le(s) **facteur(s) de risque étudié(s)** et les **méthodes d'évaluation** de ces derniers
- Les **résultats**

Les principales données de chaque étude sont disponibles en annexe sous forme de tableau (*annexe 2 à 7*) et un tableau synthétique des caractéristiques de toutes les études est présenté ci-dessous : :

Tableau 5: Synthèse des caractéristiques des études incluses

Auteur, Date, Type d'étude	Nombre de participants, Population cible	Douleur/ATCD douleur N / sexe / âge	Groupe contrôle N / sexe/ âge	Principaux Facteurs examinés	Méthodes mesures	Facteurs significatifs (groupe douleur uniquement)	Score (NOS)
<b>Gillet et al (2018)</b>  Transversal	N= 28  Joueurs de tennis adolescent male	ATCD douleur (HSP)  15/ M/ 12.7± 2.6	(NHSP)  13/M/11.3± 2.3	Amplitude passive d'épaule bilatérale (GIRD, TAM, RI, RE)  Cinématique (angles) 3D scapulaire et huméro-thoracique pendant le service mimé	Goniomètre  Dispositif électromagnétique (5 capteurs fixés à 6 degrés de liberté + 1 capteur osseux)	↓RI et TAM chez les HSP  Fin phase armement : ↓ ABD et RE de la GH  Fin phase accélération ↓ ABD de la GH	7/10
<b>Moreno-Pérez et al (2014)</b>  Transversal	N= 47  Joueurs professionnels de tennis ATP	ATCD douleur (PH)  19/M/22.2±4.3	(NPH)  28/M/25.6± 3.0	Amplitude passive de rotation épaule dominante et non dominante (TAM, RI, RE)	Mouvement passif, Capture par photographie ; Numérisation et Calcul des angles par logiciel informatique	↓ de RI dans les 2 épaules	6/10
<b>Moreno-Pérez et al (2018)</b>  Transversal	N= 58  Joueurs de tennis d'élite masculins	ATCD douleur (PH)  20/ M/ 20.2± 4.3	(NPH)  38/M/20.9± 5.3	ROM passive bilatérale de l'épaule (TAM, RI, RE)  Force isométrique muscles RE et RI, Rapport ER/IR  Vitesse service unilatéral	Mesure GH : inclinomètre manuel  Force de l'épaule : dynamomètre manuel (HDD)  Vitesse service : pistolet radar	↓ force isométrique des muscles RE et du rapport de force RE/RI chez les PH	8/10

<b>Marcondes et al (2013)</b>	N= 49 Joueurs de tennis masculins amateur âgés de 19 à 33 ans	Douleur (PG) 27/M/25.9± 4.1	(CG) 22/M/26.5±3.6	ROM passive de l'épaule (RI,RE) Force isométrique coiffe des rotateurs Raideur de la capsule postérieure de l'épaule	Goniomètre Dynamomètre Lafayette portatif (méthode Donatelli) Goniomètre (méthode de Myers)	<u>Chez les PH uniquement, D VS ND :</u> ↑ de la force isométrique des RI ↓ de la force isométrique des RE <u>Chez les PH comparé au CG</u> ↑ de la tension de la capsule postérieure Un déficit de ROM RI Un gain de ROM RE Un déficit du rapport de force isométrique RE/RI	7/10
<b>Johansson et al (2021)</b>	<u>Prospectif :</u> N= 252 142,M,14.4± 2.0 ans 110,F, 14.4± 1.9 ans Adolescents joueurs de tennis de compétition	<u>Total :</u> 90 / M / NC 44 / F / NC <u>Plaintes n&gt;20</u> <u>OSTRC-O :</u> 54 / M / NC 36 / F / NC <u>Blessures n&gt;40</u> <u>OSTRC-O :</u> 28 / M / NC 16 / F / NC	NC	Pics de charge de travail externe (ACWR)  Rapport charge de travail/âge	Auto-questionnaire hebdomadaire pendant 52 semaines  <i>Avec Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire (OSTRC-O) : avec les résultats plaintes (≥20) et blessures (≥40) à l'épaule</i>	Pics de charge externe accumulés lors des entraînements de tennis, des matchs et/ou des entraînements de fitness sont associés à un taux plus élevé de plaintes et de blessures	7/9
	<u>Partie Rétrospective :</u> cohorte de départ N=301	31/68%M/15.4±2 <i>Blessures épaule des 3 mois précédents</i>	270/57%M/14.4±2	Sexe, âge, taille, facteurs liés au tennis, ATCD de problèmes d'épaule [OSTRC-O], l'identité sportive, la santé générale, le sommeil (cf tableau annexe 14 )	Questionnaire au début de l'étude (blessures sur 3 derniers mois)	Age, taille, poids, nombre de matchs joués en 2017 (sur une saison), ne pas avoir un coach sportif (fitness)	

*Abréviations : NC : Non Communiqué, M : Masculin, F : Femme, ATCD : Antécédents, ROM : Amplitude de mouvement (range of motion, en anglais), RI : Rotation interne ou muscles rotateurs internes (si force), RE : rotation externe, GH : articulation gléno-humérale, TAM = Amplitude total de rotation d'épaule (Total arc of motion), HP ou HSP : ATCD de douleurs d'épaule (History of Shoulder Pain), PG : Groupe douloureux (Painful Group), NHP ou NHSP ou CG : pas d'antécédents de douleurs d'épaule (No History of Shoulder Pain/ Control Group), D : épaule dominante, ND : épaule non dominante.*

## 3.2. Risque de biais des études incluses

### 3.2.1. Grilles d'analyse étudiées

Le risque de biais de chaque étude a été évalué en utilisant l'échelle NOS (Newcastle-Ottawa assessment Scale). Elle présente, comme décrit plus haut, des différences en fonction du type d'étude de l'article. Nous avons donc séparé les études de cohortes et les études transversales incluses dans les deux tableaux ci-dessous :

NEWCASTLE-OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE (cohort studies/cohorte)								
	Selection				Comparability	Outcome		
Study	1) Representativeness of the exposed cohort	2) Selection of the non exposed cohort	3) Ascertainment of exposure	4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study	1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis	1) Assessment of outcome	2) Was follow-up long enough for outcomes to occur	3) Adequacy of follow up of cohorts
Johansson 2021	★	★		★	★★★		★	★

Score total de l'études de cohorte : 7/9 pour Johansson2021 (niveau de preuve haut)

NEWCASTLE-OTTAWA SCALE (for cross-sectional study/transversal)							
	Selection				Comparability	Outcome	
Study	1)Representativeness of the sample	2) Sample size	3) Non-respondents	4)Ascertainment of exposure (risk factor)	1) Comparability of subjects in different outcome groups on the basis of design or analysis. Confounding factors controlled	1) Assessment of outcome	2) Statistical test
Gillet 2018			★	★★★	★★★	★★★	
Moreno-Perez 2014			★	★★★	★★★	★	
Marcondes 2013			★	★★★	★★★	★★★	
Moreno-Perez 2018			★	★★★	★★★	★★★	★

Tableau 6: Échelle NOS des études incluses

Score total des études transversales :

- 7/10 pour Gillet2018
- 6 /10 pour Moreno Perez 2014
- 7 /10 pour Marcondes 2013
- 8/10 pour Moreno-Perez 2018

En résumé, les études transversales sélectionnées ont des niveaux de preuves satisfaisants (5 à 6) à bons (7 à 8).

### 3.2.2. Synthèse des biais

Références	Principaux biais
Gillet 2018	<p><u>Sélection</u> :</p> <p>Les 28 joueurs sont issus d'un même échantillon sélectionné. Ils se sont portés volontaires donc les résultats ne peuvent pas être applicables aux joueuses de tennis ou aux joueurs d'autre niveau ou d'autre âge.</p> <p>De plus il n'y a pas eu de calcul de puissance a priori pour connaître la taille d'échantillon suffisante pour permettre de détecter des différences entre les 2 groupes.</p> <p><u>Mesure</u>:</p> <p>L'utilisation du goniomètre standard peut aussi représenter un biais potentiel.</p> <p><u>Évaluation de l'outcome</u> :</p> <p>Une autre limite concerne les résultats des tests cliniques de l'épaule car certains peuvent manquer de sensibilité.</p> <p>Les évaluateurs n'étaient pas en aveugle ; mais même si la déclaration de l'antécédent de douleur était faite par auto-déclaration, elle était vérifiée grâce aux parents et au carnet de santé. Le facteur asymptomatique était vérifié à l'aide de 13 tests cliniques d'épaules courants que du côté dominant.</p> <p>L'analyse rétrospective de la douleur dans cette étude (détermination d'un antécédent de douleur et sujets asymptomatiques au temps t) peut représenter un biais. Les résultats pourraient donc être soit la cause, soit la conséquence d'un historique de problèmes d'épaule (ou d'un programme de réhabilitation).</p> <p><u>Statistique</u>:</p> <p>Incomplet, seul la moyenne et l'écart type sont présentés ainsi que le niveau de probabilité (valeur p) lorsque celui-ci est significatif. Mais le p n'est pas donné sur forme de valeur exacte (uniquement indiqué <math>p &lt; 0,05</math> ou non) et il n'y a pas les intervalles de confiance (IC).</p>
Moreno-Perez 2014	<p><u>Sélection</u> :</p> <p>Les 47 joueurs de tennis de tennis professionnels ATP se sont portés volontaires (biais) et la taille d'échantillon nécessaire n'est pas décrite comme ayant été calculé.</p> <p><u>Mesure</u> :</p> <p>L'analyse a été faite par photographie et analysé sur ordinateur à l'aide d'un logiciel. Cet outil de mesure a été décrit dans la littérature comme similaire aux mesures avec un goniomètre. De plus la fiabilité intra-évaluateur, ainsi qu'une fiabilité test-retest a été effectuée et a montré de bons résultats d'ICC.</p> <p><u>Outcome</u> :</p> <p>L'antécédent de douleur était rapporté par l'athlète lui-même comme une douleur à l'épaule qui les avait empêchés de s'entraîner et/ou de concourir au cours des 14 mois précédant l'étude. Un biais concernant l'analyse rétrospective est identique à celui de l'article Gillet 2018.</p> <p><u>L'analyse statistique</u> : Incomplet : moyenne et écart type mais que les p significatifs (<math>p &lt; 0,05</math>) et pas d'IC.</p>
Marcondes 2013	<p><u>Sélection</u> :</p> <p>Les participants ont été sélectionnés parmi des hommes amateurs participant à un tournoi, donc les résultats ne peuvent pas être applicables à d'autres populations. De plus bien que la taille de l'échantillon (49 personnes) soit plutôt importante, il n'est fait mention d'aucun calcul justifiant un échantillon minimum.</p> <p>L'étude a aussi très probablement exclu certains joueurs qui ressentaient une plus grande douleur ne leur permettant pas de participer au championnat (<i>évaluations faites avant les matchs</i>). Le groupe PG n'ont donc probablement pas ressenti un niveau de douleur excessif. De plus, la douleur était présente ce qui peut altérer certains tests de force.</p> <p><u>Mesure</u> :</p> <p>La reproductibilité des données de mesures a été évaluée dans cette étude, afin de prévenir les erreurs, et est considérée comme fiable (<math>ICC &gt; 0,90</math>). Les évaluateurs étaient en aveugle.</p> <p><u>L'analyse statistique</u> : Incomplet : moyenne et écart type mais uniquement les p significatifs ou non (<math>p &lt; 0,05</math> ou <math>p &gt; 0,05</math>) et pas d'IC.</p>

Moreno-Perez 2018	<p><u>Sélection</u> :</p> <p>Les 58 participants sont issus d'un même échantillon de joueurs de tennis (10 académies espagnoles de haut niveau) qui se sont portés volontaires donc ne représente pas l'ensemble de la population. La taille d'échantillon n'est pas justifiée même si elle est plutôt élevée, il y a un nombre assez différent de participants dans les 2 groupes (20 contre 38)</p> <p><u>Mesure</u> :</p> <p>Même si validé, les outils de mesures présentent de possibles biais, pour contourner cela, les mesures ont été répétées plusieurs fois et une moyenne a été faite (sauf pour le service où c'est le plus rapide qui a été pris en compte).</p> <p><u>Outcome</u> :</p> <p>Les joueurs qui se déclaraient, comme ayant des antécédents de douleurs d'épaule, devaient aussi être diagnostiqués par échographie ou IRM (tendinopathie) mais l'échographie est examinateur dépendant. Ainsi cela représente possiblement des biais. Le côté asymptomatique était quant à lui examiné à l'aide de tests d'épaules qui ne sont pas très sensibles (possibles biais).</p>
Johansson 2021	<p><u>Sélection</u> :</p> <p>L'échantillon de départ (n=301) a été présenté dans la partie rétrospective du début d'étude (cf annexe). Or cet échantillon a été modifié, dans la partie prospective, l'analyse n'a pas été possible pour tous les participants (exclus car blessure d'épaule de moins de 3 mois au début de l'étude n=31, absence d'information fourni lors du suivi n=18). Au total 252 joueurs (84%) ont été inclus dans la cohorte prospective. Mais l'ensemble reste assez représentatif par rapport à l'objectif de l'étude (joueurs de tennis adolescents de compétition). Les résultats ne sont pas généralisables à l'ensemble des joueurs de tennis.</p> <p><u>Mesure/outcome</u> :</p> <p>Même si le suivi a été fait sur un temps prospectif suffisamment long (52 semaines), la détermination de l'exposition et des blessures étaient faites grâce aux réponses des participants aux questionnaires hebdomadaires envoyés par mail. Cette méthode présente donc un <b>biais potentiel d'information</b> car faite par auto-déclaration (<i>charge de travail, plaintes questionnaire OSTRC-O, nb d'entraînement par semaine</i>). De plus, le taux de réponses hebdomadaires moyen était de 85%, et lorsqu'une mesure hebdomadaire était manquante, l'imputation de la dernière observation a été utilisée.</p> <p>Néanmoins, dans la partie rétrospective du début d'étude que j'analyse le temps n'est pas suffisamment long pour remonter aux antécédents de douleurs d'épaules. Or, ce choix est fait principalement pour exclure les blessés récents et pour prouver que l'outcome n'était pas présent au début de l'étude.</p> <p><u>Analyse</u> : Dans l'analyse des risques, les points imputés ont été omis car, dans l'analyse des risques, seule l'incidence d'une première plainte ou blessure a été prise en compte.</p>

Tableau 7: Synthèse des biais

En résumé, les principaux biais qui sont présents dans les études incluses sont :

**La sélection** de la population car les participants ne sont pas assez représentatifs de la population étudiée et de plus ils sont le plus souvent volontaires. La taille de l'échantillon n'est pas non plus justifiée pour permettre de faire apparaître une différence entre les groupes.

**La mesure** n'est pas souvent la même dans les études ce qui rend difficile la comparaison de ces dernières.

**Le critère de jugement** qui est la douleur n'est pas analysé de la même façon dans les différentes études.

### 3.3. Effet de l'intervention

- Critère de jugement principal (Outcome) :

L'ensemble des articles sélectionnés présentent le critère de jugement de notre revue de littérature : **la blessure ou la douleur à l'épaule**. En revanche, la douleur n'est pas présente de la même manière selon les études. Les participants des groupes « histoire de douleur » présentent des antécédents de douleurs mais sont asymptomatiques au moment de l'étude dans trois études [42,43,45]. Dans une autre étude les participants ressentent des douleurs au moment de l'étude [46]. Enfin, dans la dernière étude les participants sont comparés de manière rétrospective au début par rapport aux blessures rapportés les trois derniers mois, puis par la suite, certains d'entre eux sont suivis de manière prospective sur un an pour voir les personnes qui développeront un premier épisode de plainte ou de blessure à l'épaule [44].

- Les facteurs de risques étudiés :

Les auteurs ont étudié différents facteurs de risques et ce, souvent, de différente manière. Nous allons détailler les résultats pour chacune des études incluses.

#### 3.3.1. Gillet 2018

L'article de Gillet et al (2018) [42] a étudié comme facteurs associés aux douleurs d'épaule **l'altération de la cinématique des articulations scapulothoraciques et humérothoraciques**, à l'aide de prise de mesure (angles) 3D durant deux services de tennis mimés à vitesse lente, entre deux groupes de joueurs adolescents asymptomatiques : avec (HSP) et sans (NHSP) ATCD de douleurs. Les mesures sont prises à deux événements clés, définis comme critique : la fin de la phase d'armement et la fin de la phase d'accélération.

Mais il a aussi étudié un autre facteur de risque qui est la **modification de l'amplitude passive de rotation d'épaule** (interne, externe et total, ainsi que le GIRD) entre les deux groupes dans les épaules dominantes et non dominantes.

Les données anthropométriques (âge, taille, poids), mais également l'expérience de pratique du tennis, le classement et les heures par semaine d'entraînement de tennis et de préparation physique sont comparés dans les deux groupes mais aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est présente (cf annexe).

Les résultats sont en revanche **significatifs** ( $p < 0,05$ ) pour le groupe HSP comparé à l'autre groupe (NHSP), on constate :

- La diminution de la rotation interne (RI) (taille de l'effet = 1,234, grand effet,  $p = 0,003$ )
- La diminution de l'arc de mouvement total (TAM) (taille de l'effet = 0,867, grand effet,  $p = 0,010$ )
- A la fin de la phase d'armement :
  - o Une diminution d'abduction humérale (taille d'effet = 1,262, grand effet,  $p = 0,001$ )
  - o Une diminution de la rotation externe (taille d'effet = 0,771, grand effet ;  $p = 0,050$ )
  - o Une augmentation de la sonnette latérale (taille d'effet = 0,845, grand effet,  $p = 0,021$ )
- A la fin de la phase d'accélération :
  - o Une diminution d'abduction humérale (taille de l'effet = 0,956, effet important,  $p = 0,005$ )

#### 3.3.2. Moreno Perez 2014

L'article de Moreno Perez et al (2014) [43] a étudié comme facteur de risque la **modification de l'amplitude passive de rotation d'épaule** (interne, externe et totale) entre deux groupes de professionnels (avec (PH) et sans (NPH) antécédents de douleurs à l'épaule) ainsi qu'entre les épaules dominantes et non dominantes de chacun des groupes.

L'étude des données anthropométriques (âge, taille, poids), mais également les années de pratique du tennis et les années de jeu au niveau professionnel sont comparés entre les deux groupes mais aucune différence significative ( $p>0,05$ ) n'est présente (cf annexe).

Les résultats sont présentés comme **significatifs** (au minimum  $p<0,05$ ) pour :

- Les épaules dominantes comparé aux non dominantes, dans les deux groupes :
  - o Une diminution de l'amplitude totale de rotation (TAM) et de rotation interne (RI) (TAM:  $p= 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.246$ ; IR:  $p= 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.640$ ).
  - o Une augmentation de l'amplitude de rotation externe ( $p= 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.577$ );
- Le groupe PH comparé au groupe NPH a montré :
  - o Moins de rotation interne dans les deux épaules (RI) ( $p= 0.003$ ,  $\eta^2= 0.179$ )
  - o Une diminution de l'amplitude totale de rotation (TAM) dans l'épaule non dominante ( $p=0.028$ ,  $\eta^2 = 0.101$ );

Une analyse multi-variable a également été effectuée pour déterminer la relation entre des variables suivantes : années de pratique du tennis, années de jeu professionnel, âge des joueurs, amplitude de rotation glénohumérale des deux épaules et différences entre les épaules dans les amplitudes de rotation glénohumérale. Les résultats significatifs sont :

- Une amplitude de mouvement de rotation interne corrélée négativement avec la durée de la pratique du tennis et l'âge des joueurs.
- Une amplitude de RE négativement lié à la durée de pratique du tennis
- Une corrélation également négative dans le membre non dominant déficit de ROM avec durée de pratique et âge des joueurs

### 3.3.3. Marcondes 2013

L'article de Marcondes et al (2013) [46] a étudié comme facteur l'amplitude de **mouvement de rotation passive bilatérale de l'épaule** (interne et externe), la **force isométrique** de la coiffe des rotateurs (en RI, RE, et rapport RE/RI), la **raideur de la capsule postérieure de l'épaule**. Ils ont, pour ce faire, comparé ces variables entre les épaules dominantes et non dominantes et également entre deux groupes de joueurs de tennis amateurs en fonction de la présence (groupe douloureux (PG)) ou de l'absence (groupe témoin (CG)) d'antécédents de douleur au niveau de leurs épaules dominantes.

L'étude des données anthropométriques (âge, taille, poids) sont comparés entre les deux groupes mais aucune différence significative ( $p>0,05$ ) n'est présente (cf annexe 5).

Les résultats sont présentés comme **significatifs** ( $p<0,05$ ) pour :

- Les épaules dominantes comparé aux non dominantes, dans les groupes PG et CG :
  - o Une diminution de la rotation interne
  - o Une augmentation de la rotation externe
  - o Une augmentation de la raideur/tension de la capsule postérieure de l'épaule
  - o Une diminution du rapport de force isométrique RE/RI
- L'épaule dominante comparée à la non dominante, dans le groupe PG uniquement :
  - o Une augmentation de la force isométrique de RI
  - o Une diminution de la force isométrique de RE
- L'épaule dominante du groupe PG comparée au groupe CG :
  - o Une augmentation de la raideur de la capsule postérieure
  - o Un déficit de RI
  - o Un gain de RE
  - o Un déficit du rapport de force isométrique RE/RI

### 3.3.4. Moreno Perez 2018

L'article de Moreno-Perez et al (2018) [45] a étudié comme facteurs associés aux douleurs la **différence d'amplitude de mouvement de rotation passive bilatérale de l'épaule** (interne, externe et total), la **force isométrique de rotation** (en RI, RE, ainsi que le rapport de force isométrique RE/RI), et la **vitesse de service unilatérale**. Ils ont, pour ce faire, comparé ces variables entre les épaules dominantes et non dominantes et également entre les épaules dominantes des deux groupes de joueurs de tennis élites avec (PH) et sans (NPH) antécédents de douleurs à l'épaule.

Les données anthropométriques (âge, taille, poids), mais également les années de pratique du tennis et les heures d'entraînement par jour sont comparés entre les deux groupes mais aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est présente (cf annexe 6).

La vitesse de service n'a montré aucune différence significative entre les groupes.

Les résultats sont présentés comme **significatifs** ( $p < 0,05$ ) pour :

- Les épaules dominantes comparé aux non dominantes, dans les groupes PH et NHP :
  - o Une diminution de l'amplitude de rotation interne (RI) (taille de l'effet 1,16 [0,50, 1,82] et 1,55 [1,04, 2,06] respectivement,  $p < 0,01$ )
  - o Une augmentation de l'amplitude de rotation externe (RE) (-0.77 [-1.34, -0.19],  $p < 0.05$  et -0.97 [-1.39, -0.56],  $p < 0.01$ , respectivement)
  - o Des rapports de force isométrique RE/RI plus faibles (1,16 [0,48, 1,85],  $p < 0,01$  et 0,38 [0,02, 0,73],  $p < 0,05$ , respectivement)
  - o Une augmentation de la force isométrique des RI (-0,58 [-1,12, -0,04] et -.75 [-1,14, -0,36] respectivement,  $p < 0,01$ )
- Les épaules dominantes comparées aux non dominantes, dans le groupe NPH uniquement :
  - o Une diminution de l'amplitude totale de rotation (TAM) (0.45 [0.09, 0.80],  $p < 0.01$ )
  - o Une augmentation de la force isométrique RE (-0.59 [-0.96, -0.21],  $p < 0.01$ ).
- Le groupe PH comparé au groupe NPH a montré :
  - o Une faiblesse de la force isométrique des muscles rotateurs externes ( $F(1, 54) = 4.361$ ,  $p = 0.042$ ,  $\omega^2 = 0.057$ )
  - o Une diminution du rapport de force isométrique RE/RI ( $F(1, 54) = 11.368$ ,  $p = 0.001$ ,  $\omega^2 = 0.156$ ).

### 3.3.5. Johansson 2021

L'article de Johansson et al (2021) [44] a étudié l'association entre les **pics de charge de travail externe**<sup>1</sup> et la survenue de plainte (OSTRC-O score  $\geq 20$ ) ou blessure (OSTRC-O score  $\geq 40$ ) à l'épaule sur une cohorte de joueurs de tennis adolescents compétitifs avec un suivi de 52 semaines. Mais aussi le **ratio charge de travail/âge** par rapport aux plaintes ou blessures à l'épaule. Ainsi que de déterminer **l'incidence** des blessures stratifiées en fonction du sexe et du niveau de jeu. (cf annexe 7).

Les ACWR hebdomadaires ont été calculés et les pics sont définis comme un ratio  $> 1,3$ .

- Le ratio charge travail/âge n'était pas associé aux taux de plaintes ou de blessures à l'épaule
- Les pics de charge de travail externe supplémentaires étaient associés à un taux plus élevé de plaintes et de blessures à l'épaule lors de :

---

<sup>1</sup> La « charge de travail externe » est décrit comme tout stimulus d'entraînement appliqué à un athlète (la distance parcourue, la durée, la fréquence d'entraînement)

- L'entraînement/match de tennis pour une plainte à l'épaule (HRR=1,26 (IC 95 %, 1,13-1,40)) et pour une blessure à l'épaule (HRR=1,26 (IC 95 %, 1,15-1,39))
- L'entraînement physique pour une plainte à l'épaule (HRR=1,11 (IC 95 %, 1,02-1,20)) et pour une blessure à l'épaule (HRR=1,18 (IC 95 %, 1,09-1,27))
- *Les incidences par niveau de compétition :*
  - *L'incidence d'une plainte à l'épaule par semaine était de 0,85 (IC 95%, 0,55-1,31) chez les joueurs nationaux et de 3,17 (IC 95%, 2,82-3,55) chez les joueurs régionaux.*
  - *L'incidence d'une blessure à l'épaule par semaine était de 0,32 (IC 95%, 0,16-0,65) chez les joueurs nationaux et de 1,33 (IC 95%, 1,11- 1,59) chez les joueurs régionaux.*
- *Les incidences par sexe :*
  - *L'incidence d'une plainte concernant l'épaule était de 3,06 (IC 95 %, 2,68-3,50) chez les garçons et de 2,10 (IC 95 %, 1,73-2,56) chez les filles.*
  - *L'incidence d'une blessure à l'épaule était de de 1,20 (IC 95 %, 0,97-1,49) chez les garçons et 0,99 (IC 95 %, 0,74-1,32) chez les filles*

Une analyse rétrospective est également présentée (*cf annexe 7*). Elle compare les caractéristiques de la cohorte de départ, composé de 301 personnes, en fonction du statut de douleur à l'épaule dans les trois mois précédents l'étude. Plusieurs facteurs sont étudiés notamment sexe, âge, taille, facteurs liés au tennis, l'identité sportive, la santé générale, le sommeil.

Les facteurs significatifs ( $p < 0,05$ ) entre les joueurs blessés et les non blessés sont :

- L'âge
- La taille et le poids
- Le nombre de matchs joués en 2017 (sur une saison)
- Ne pas avoir un coach sportif (fitness)

### 3.3.6. Synthèse des résultats

Les tableaux de présentation des résultats statistiques importants de chaque auteur sont disponibles en annexe.

Les facteurs que nous retenons sont ceux présentés comme statistiquement significatifs et uniquement présents chez les joueurs ayant des douleurs ou antécédents de douleur à l'épaule (*c'est-à-dire, les différences significatives entre leurs épaules dominantes pathologiques et non dominantes ; ainsi que les différences significatives entre les épaules dominantes pathologiques des sujets avec douleur et les épaules dominantes des sujets sans douleur*).

Les facteurs que nous présentons comme non retenus sont les facteurs présentés comme statistiquement significatifs uniquement dans les deux groupes ou uniquement présents chez les sujets sans douleur. Ils pourraient comprendre aussi ceux ne présentant pas de différences significatives.

En résumé, les facteurs de risque les plus décrits étaient :

- Une diminution de rotation interne (RI)
- Une diminution du rapport de force RE/RI

Les facteurs étudiés par une seule étude étaient :

- Les pics de charge de travail externe et le ratio charge de travail/âge [44]
- La raideur de la capsule postérieure de l'épaule [46]
- Les altérations de la cinématique scapulo-thoracique et huméro-thoracique [42]

Facteurs retenus		Facteurs non retenus
Gillet 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ↓ de l'amplitude de rotation interne (RI)</li> <li>- ↓ de l'arc de mouvement total (TAM)</li> <li>- <u>En fin de phase d'armement et de fin de mouvement</u> : ↓ ABD humérale</li> <li>- <u>En fin de phase d'armement uniquement</u> : ↓ diminution de la rotation externe (RE) ↑ de la sonnette latérale de la scapula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données anthropométriques (âge, taille, poids), les années de pratique du tennis et les heures d'entraînements par jour</li> <li>- Différence de RE</li> <li>- Les autres paramètres huméro et scapulo-thoraciques analysés pendant ces deux phases.</li> </ul>
Moreno-Perez 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ↓ de RI dans les 2 épaules</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données anthropométriques (âge, taille, poids), les années de pratique du tennis, les années de jeu au niveau professionnel</li> </ul>
Marcondes 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ↑ de la force isométrique des RI</li> <li>- ↓ de la force isométrique des RE</li> <li>- ↑ de la raideur de la capsule postérieure</li> <li>- Un déficit de RI</li> <li>- Un gain de RE</li> <li>- Un déficit du rapport de force isométrique RE/RI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Données anthropométriques (âge, taille, poids), les années de pratique du tennis et les heures d'entraînements par jour</li> </ul>
Moreno-Perez 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une faiblesse de la force isométrique des RE</li> <li>- ↓ du rapport de force isométrique RE/RI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ↓ de TAM</li> <li>- ↓ de RI</li> <li>- ↑ de RE</li> <li>- ↑ de la force isométrique RI</li> <li>- une différence de vitesse du service</li> </ul>
Johansson 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pics de charge externe accumulés lors des entraînements de tennis, des matchs et/ou des entraînements de fitness (physiques)</li> <li><u>Partie rétrospective</u> :</li> <li>- L'âge</li> <li>- La taille et le poids</li> <li>- Le nombre de matchs joués en 2017 (sur une saison)</li> <li>- Ne pas avoir un coach sportif (fitness)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ratio charge de travail/âge</li> </ul>

Tableau 8: Récapitulatifs des principaux résultats

## 4. Discussion

### 4.1. Analyse des principaux résultats

Les auteurs ont étudié différents facteurs associés aux blessures ou aux douleurs chez le joueur de tennis. Le but de cette discussion sera d'essayer de déterminer les facteurs de risques potentiels à l'apparition de blessure à l'épaule. Pour cela nous analyserons et comparerons différentes études sur les **différences d'amplitudes articulaires** [42,43,45,46], Les **déficits de force musculaire** [45,46]. Nous évoquerons également l'intensité de la **pratique du sport** [44]. Nous tenterons d'expliquer les différences retrouvés selon les populations étudiés dans chaque étude et enfin nous analyserons les différences retrouvées lors de l'étude des **données anthropométriques** [42–46].

#### 4.1.1. Les différences d'amplitudes articulaires

Les quatre articles étudiant les différences d'amplitudes articulaires s'accordent à dire qu'un lien peut être fait entre des changements dans les amplitudes articulaires et la douleur d'épaule. En revanche certains paramètres étudiés ne sont pas significatifs dans toutes les études.

Tout d'abord l'article Moreno Perez et al (2014), a montré chez les joueurs professionnels, dans l'articulation glénohumérale, une **diminution** de rotation interne (**RI**) et d'amplitude totale de rotation (**TAM**) ; mais également l'**augmentation** de l'amplitude de rotation externe (**RE**). Tout cela représentait des **adaptations** importantes dans l'épaule dominante car présents dans les deux groupes étudiés (avec (PH) et sans (NPH) antécédents de douleur d'épaule).

En revanche, il y avait significativement **moins de RI dans les deux épaules et moins de TAM dans l'épaule non dominante** pour le groupe PH comparé au groupe NPH. Ces résultats aussi présents dans l'épaule non dominante pourraient s'expliquer par une mauvaise flexibilité innée, des blessures antérieures et/ou des adaptations de l'entraînement de l'épaule.

Cette étude a conclu qu'une faible amplitude absolue du mouvement de rotation interne (RI) glénohumérale, plutôt qu'une réduction de RI unilatérale dans l'épaule dominante (**GIRD**), semble être associée à la douleur de l'épaule chez les joueurs de tennis professionnels.

Les résultats de cet article sur le tennis nuancent des affirmations sur le GIRD car il n'a pas permis de différencier les joueurs avec et sans antécédents de douleur. C'est également le cas dans l'étude Gillet(2018) qui a étudié ce paramètre.

En effet, selon la littérature tous les GIRD ne sont pas pathologique. Le GIRD anatomique serait défini par une perte de rotation interne inférieure à 18-20° avec un mouvement de rotation totale (TAM) symétrique bilatéral. Le GIRD pathologique se définit quant à lui par une perte de RI glénohumérale supérieure à 18-20° avec une perte correspondante de TAM supérieure à 5-10° en comparaison bilatérale. Il avait été cité, dans de précédentes études sur les sports de lancer, comme étant un facteur de risque de blessure à l'épaule [47].

En outre, cette étude démontre une diminution de RI dans les deux épaules corrélée négativement avec les années de pratique du tennis, les années de jeu professionnel et l'âge des joueurs. Mais aucune relation n'a été corrélée pour des différences de rotation entre les épaules dominantes et non dominantes contrairement à des études précédentes. En effet, la littérature antérieure a pu montrer que la perte de RI dans l'épaule dominante est liée à la durée de la pratique du tennis et à l'âge du joueur [48].

Par conséquent, l'amplitude de la RI, qui a été liée à l'historique des douleurs d'épaule dans cette étude, semble diminuer à la fois avec l'âge et les années de pratique intense du tennis.

L'étude de Marcondes(2013) confirme cette adaptation vu par Moreno-Perez(2014) pour la RI et la RE de l'épaule, ici dans des deux groupes de joueurs masculins amateurs. En revanche, elle démontre une différence également significative en faveur des joueurs masculins amateurs **blessés** : pour le **déficit d'amplitude de rotation interne**, ainsi que le **gain de rotation externe** dans l'épaule dominante par rapport aux autres épaules (à la fois ceux des sujets sains et aussi de l'épaule non dominante des sujets blessés).

Nous pouvons noter que cette étude est **la seule de notre analyse à comporter des sujets ayant des douleurs présentes durant l'étude**. Dans les autres études les participants asymptomatiques ont eu des antécédents de douleur. Cette étude est également la seule qui étudie, dans notre revue de littérature, et identifie **l'augmentation de la raideur de la capsule postérieure** comme associé à la douleur. Cette raideur est en effet présentée comme significative entre le groupe PH et NPH. Mais cette raideur est aussi une adaptation car retrouvée entre les épaules dominantes des deux groupes.

Même si l'amplitude totale (TAM) n'est pas calculée dans cette étude, sa diminution pourrait être attribuée, selon la littérature antérieure, à la raideur de la capsule postérieure qui fait suite à la répétition d'efforts excentriques dans cette zone anatomique [49].

Gillet et al(2018) se démarque en analysant également les altérations de ces réductions d'amplitudes articulaires lors du mouvement (la biomécanique) du service. Nous reviendrons dessus à la fin de l'analyse des amplitudes articulaires passives de l'épaule.

En revanche une partie de l'article porte sur les amplitudes passives de rotation d'épaule des deux groupes étudiés et là uniquement les joueurs ayant des antécédents de problèmes d'épaule présentaient significativement **une RI et une TAM plus faibles** dans l'épaule dominante en comparaison au groupe sans antécédents.

Enfin dans la dernière étude, Moreno Perez (2018) montre significativement, chez les joueurs de tennis ATP, des **réductions de la RI et des augmentations de RE** dans l'épaule dominante par rapport au côté non-dominant des deux groupes. Mais par contre la diminution de TAM est de très peu non significative par rapport aux épaules du groupe PH.

Pour résumer, l'ensemble des études ont conclu à des différences significatives et donc une association avec la douleur uniquement (c'est-à-dire une différence significative des groupes douleur avec les groupes sans douleur) :

- Pour la diminution de l'amplitude de RI dans 3 études, exceptés l'étude Moreno-Perez 2018 qui ne montre cette différence seulement comme une adaptation également présente des deux populations étudiées (sans qu'elle soit significative entre celles-ci).
- Pour la diminution de la TAM dans une seule étude (celle de Gillet 2018) car les autres études présentent cette diminution dans les deux groupes.
- Pour une augmentation de RE dans une seule étude (celle de Marcondes 2013)
- Pour une augmentation de la raideur de la capsule postérieure (uniquement étudié par Marcondes 2013)

Toutefois, au vu des **résultats divergents**, à l'exception du déficit de rotation interne qui est fortement retrouvé dans trois des études, il est difficile de statuer si les adaptations présentées ne soient pas également des facteurs de risque qui ont été repérés avant la survenue de douleur.

En effet, pour beaucoup d'études ces adaptations sont présentes dans les différences entre les bras dominants et non dominants des groupes ayant des douleurs d'épaule ou des antécédents. Ce serait la combinaison de l'ensemble des facteurs présentés qui, au-delà d'un certain seuil pour chacun, peut être considérée comme un facteur de risque [47].

Ce manque de concordance entre les études pourrait être lié aux **différences entre les protocoles** ou aux **caractéristiques des participants**.

Au sujet de la différences des **caractéristiques des participants**, on peut citer l'exemple de la différence entre le groupe analysé présentant des douleurs pour Marcondes(2013) alors que les groupes avec antécédents de douleur étaient asymptomatiques (« sain ») au moment de l'étude.

Il est donc logique de spéculer que la présence de la douleur pourrait altérer les résultats des mesures de la ROM. Il faut également faire attention pour le cas des antécédents de douleur car de possible traitements ont pu changer certains paramètres des amplitudes de rotation d'épaule. Ce paramètre n'est jamais évoqué dans les études.

Une autre explication possible de ces divergences peut être liée aux **différences d'âge** des participants. Cette cause est aussi confirmée par l'étude Moreno-Perez(2014) qui a identifié cette corrélation négative pour le déficit de RI avec l'âge. On peut citer par exemple les différences d'âge des participants même chez des populations adultes dans le groupe avec douleur dans l'étude de Moreno Perez(2018), âge moyen  $20,2 \pm 4,3$  ans, alors que dans celle de Moreno-Pérez(2014), il était de  $25,6 \pm 3,0$  ans. Les divergences devraient être encore plus forte avec les populations d'adolescents.

De plus le nombre d'**années d'expérience du tennis** est également une source de différence. Par exemple dans l'étude de Moreno-Pérez(2014), les années d'expérience du tennis dans le groupe PH ( $17,6 \pm 6,0$  ans) étaient différentes de l'expérience dans l'échantillon de Moreno Perez(2018) ( $11,6 \pm 5,3$  ans), ce qui pourrait affecter les résultats entre les groupes. Cette différence est encore plus présente avec les amateurs dans Marcondes(2013), car les autres études citées présentaient des joueurs élites ou même professionnels.

Certaines des différences observées entre tous ces résultats peut être reliées également à une différence dans la **méthode** des articles (**protocole**) :

La première et la principale difficulté retrouvée dans l'ensemble de ces études est qu'elles ont un schéma **transversal**. Il ne permet donc pas de démontrer si ces différences sont des causes ou des conséquences des blessures actuelles ou antérieures. De nouvelles études prospectives bien menées et ciblées sur les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis seront plus adaptées. Toutefois, l'accumulation des données sur des études transversales permet néanmoins de supposer d'une certaine probabilité du facteur de risque.

Une autre problématique de l'ensemble des études est la **taille de l'échantillon** observé qui est insuffisant pour représenter l'ensemble de la population visée : à la fois dans chaque article (car les études se portent comme nous l'avons vu sur des populations de différents niveaux de jeu et de différente classe d'âge) mais également pour l'ensemble des joueurs de tennis en général.

Un autre problème est possiblement le **choix** de la **douleur** comme **critère de jugement** qui ne peut pas être spécifique d'une blessure donnée. Or, il est possible que selon les blessures à l'épaule, les facteurs de risques soient différents.

Les **outils de mesures employés** sont également différents. Par exemple alors que les autres études utilisaient le goniomètre ou un inclinomètre pour mesurer la ROM, Moreno Perez (2014) s'appuie sur une technique d'analyse basée sur l'image. L'avantage de la goniométrie est d'être plus facilement disponible, mais les analyses vidéo et photographiques permettent aux chercheurs de vérifier l'exécution correcte du test et de mesurer les variables à plusieurs reprises après la collecte, si nécessaire. Néanmoins dans l'étude Moreno-Perez (2014) ces mesures ne sont pas liées à des repères anatomiques marqués) ce qui pourrait représenter un biais. Il est contrebalancé par un argument de l'auteur qui explique que la proximité de ces photographies permettait de distinguer les repères anatomiques sur l'image.

Pour conclure sur l'étude des amplitudes passives, on pourrait dire qu'un des facteurs de risque les plus étudié et identifié dans nos études est l'altération des amplitudes articulaires. Ce facteur est déjà un facteur de risque avéré dans la littérature actuelle [40].

En effet, une modification des amplitudes de l'articulation de l'épaule est présente à la fois chez la majorité des joueurs de tennis car cette adaptation permet la performance. Mais si elle est trop importante elle devient un facteur de risque pour les blessures à l'épaule. Généralement c'est donc la diminution de l'amplitude de rotation interne et de TAM, associé à l'augmentation de l'amplitude de rotation externe qui est observée.

Une **hypothèse** que nous pourrions avancer **sur les causes de ces déficits d'amplitude articulaires** est qu'elles soient dues à toutes les structures environnantes de l'épaule à la fois au myofasciale (tension musculaire excessive par exemple) mais aussi aux structures ligamentaires (notamment la raideur de la capsule évoquée dans l'article Marcondes2013) qui entraîne une instabilité de l'épaule.

En ce qui concerne le côté musculaire, un lien peut être fait avec des rétractions musculaires mais aussi avec des déficits de force musculaire que nous évoquerons après (partie 4.1.2).

Un lien peut être fait aussi avec les différences d'amplitudes et les anomalies de certains geste spécifique au tennis.

En effet les microlésions se produisent le plus souvent dans les mouvements d'armés comme le service d'où l'altération retrouvée dans l'article Gillet(2018). Il démontre que lors de fin de la phase d'armement les joueurs présentant des antécédents de douleurs d'épaule ont moins d'ABD humérale, moins de RE, ainsi qu'une scapula plus en sonnette latérale. Tout cela semblerait donc être un facteur protecteur limitant les conséquences des amplitudes et charges extrêmes subi par l'épaule lors des mouvements de lancer. La diminution de l'abduction d'épaule empêcherait notamment la diminution de l'espace sous acromiale.

Un des problèmes majeur de cette analyse faite sur le terrain sur l'épaule du joueur par Gillet(2018) est que le service était mimé et cela peut mener à des différences par rapport au service normal des joueurs très rapide.

Cependant, l'importance d'un « bon timing », d'un bon rythme d'activation musculaire pour les articulations huméro et scapulo-thoraciques lors de ces coups à risque est indispensable afin d'éviter notamment des amplitudes trop élevées notamment de RE menant aux lésions SLAP [50].

Une analyse plus en détail de la biomécanique et des flux d'énergie (le service étant un coup qui implique le corps en entier) est indispensable pour comprendre au mieux les facteurs pouvant influencer sur l'épaule. Une future revue de littérature basée uniquement sur un mouvement spécifique et les problèmes d'épaules pourrait être intéressante.

#### 4.1.2. Les déficits de force musculaire

Dans notre revue de littérature deux études se sont intéressées aux changements de la force musculaire des muscles rotateurs de l'épaule. Elles s'accordent à dire qu'une **diminution dans le rapport de force isométrique des muscles rotateur externes/rotateur internes (RE/RI)** ainsi qu'une **diminution de la force isométrique des muscles rotateurs externes (RE)** sont significativement liées à la douleur de l'épaule. Ces changements représenteraient donc un **facteur de risque de blessure à l'épaule**.

Toutefois, la force des muscles **RE** d'épaule est liée avec la douleur d'épaule pour des raisons différentes entre les deux études.

En effet, pour Marcondes(2013) elle est liée car nous pouvons observer des différences significatives bilatérales entre les deux épaules uniquement chez les sujets blessés.

Par contre, ce n'est pas la même chose pour Moreno-Perez(2018) pour qui la différence est significative entre les groupes avec (PH) et sans (NPH) antécédent de douleur dans leur épaule dominante uniquement ; or une adaptation significative est aussi retrouvée uniquement entre les épaules du groupe NPH pour l'augmentation de la force des rotateurs externes.

De plus les deux études **divergent** dans leurs résultats selon laquelle la force des rotateurs internes (**RI**) sont :

Pour Moreno-Perez (2018) significativement plus importante dans les épaules dominantes de tous les joueurs de tennis (car présents dans les deux groupes PH et NPH). Or elle ne montre pas de différence pour le groupe PH comparé au NPH.

Au contraire pour Marcondes 2013 le gain de force de RI est significatif uniquement entre les épaules des sujets blessés.

Il est donc complexe de dire que la force des RI, à elle seule, serait un facteur de risque de blessure à l'épaule. Nous pouvons en effet voir que cette différence est tout d'abord plus une adaptation. Elle serait due selon toute vraisemblance à un renforcement de ces muscles lors des coups très puissants répétés lors du jeu au tennis.

Une des raisons que nous pouvons envisager de ces différences est due au niveau de jeu dans les différentes études. En effet, dans l'étude Marcondes(2013) les participants sont des hommes amateurs alors que l'autre étude concerne des professionnels ATP. Les professionnels ATP présentent moins de différences logiques dans les forces des muscles forts de l'épaule.

De fait, le facteur le plus important à étudier est la diminution du **rapport RE/RI** qui lui est significatif de manière identique dans les deux études : à savoir entre les épaules de tous les joueurs mais surtout entre les épaules dominantes blessées (ou anciennement blessées) comparées à celles non blessées.

Au final, ce rapport est corrélé au changement visible dans la force isométrique des muscles RI et RE car une diminution de force des RE ou une augmentation de force des RI entraîne **dans tous les cas une diminution de ce rapport**.

*En effet on peut voir pour Marcondes(2013) que le rapport de force RE/RI était en moyenne de 0,82 dans l'épaule dominante chez les joueurs non blessés et de 0,74 dans le groupe blessé. Cependant, Moreno-Perez(2018) a trouvé un rapport de force rotatif moyen de 0,68 et 0,79 du côté dominant respectivement chez les joueurs blessés et non blessés.*

La **faible différence** entre les études **pourrait être due à des différences dans les exigences de l'entraînement et de la compétition** (intensité, durée, fréquence, etc.), car alors que l'échantillon de Marcondes(2013) jouait entre 8 et 12 heures par semaine (entraînement ou match), les joueurs analysés par l'autre étude jouaient en moyenne 17 heures par semaine. Probablement, la force de RI plus élevée obtenue dans les données des deux épaules chez les professionnels expliquerait un plus grand déséquilibre entre le rapport de force musculaire RE/RI.

D'autres recherches impliquant des joueurs de tennis doivent être menées afin d'élucider les effets de différentes exigences d'entraînement et de compétition sur la force et le risque de douleur à l'épaule (cf pour la douleur ci-après article Johansson, partie 4.1.3).

Néanmoins, **ces résultats différents** pourraient aussi être expliqués à cause de **protocoles de mesure différents** dans les études.

Pour Marcondes(2013) il exprime la force des RE et RI en Newton (N) et pour Moreno-Perez(2018) en N/kg (soit normalisé par rapport à la masse corporelle). Mais cela ne serait pas suffisant pour expliquer les différences dans les ratios RI/RE qui seraient potentiellement dues au protocole.

En effet, bien que le dynamomètre soit utilisé par les deux études, il est pour Moreno-Perez (2018) fixé à un support mural afin d'éviter toute interférence dans la stabilisation. Ce point peut entraîner un biais chez Marcondes(2013).



Figure 3. Assessment of the internal rotators strength.

Mesure de la force isométrique dans l'article Marcondes(2013)



Figure 2. Assessment of the isometric shoulder rotation strength: A) testing for shoulder maximal isometric external rotation strength; B) testing for shoulder maximal isometric internal rotation strength.

Mesure de la force isométrique dans l'article Moreno-Perez(2018)

Figure 6: Mesure de la force isométrique des muscles rotateurs de l'épaule

Les biais inhérents à l'étude transversale, la taille des échantillons des articles et le critère de jugement, qui sont déjà présentés dans la partie sur les différences d'amplitudes articulaires (4.1.1), sont également valables ici.

Nous pouvons également remarquer **quelques limitations** dans ces études comme **l'absence de tests des muscles scapulaires et d'évaluation de la dyskinésie scapulaire**. En effet, La faiblesse des muscles scapulaires peut rendre l'omoplate instable, rendant ainsi plus difficile l'évaluation de la force des rotateurs.

Un autre élément qui n'a pas été évalué est **l'inhibition musculaire**, car la douleur peut influencer la production de force dans les muscles adjacents de l'articulation.

Un dernier élément serait l'absence d'évaluation de la **force isocinétique** des muscles.

Toutes ces différences observées de force musculaire ont une **implication dans les risques de blessures lors du service** notamment.

En effet, La faiblesse des muscles RE augmente le risque de blessure lors de la décélération de la rotation de l'épaule dans la phase de suivi. Cela souligne la nécessité des programmes de renforcement de l'épaule, axés sur la force des RE, effectués par les joueurs. Moreno-Perez (2018) montre même que les joueurs qui ont précédemment souffert d'une douleur peuvent continuer à présenter un déficit de force après la disparition de la douleur.

Par conséquent, un renforcement préventif des muscles RE de l'épaule serait recommandé et devrait faire partie intégrante du programme de **conditionnement** et de **prévention** des blessures d'un joueur de tennis dans le but d'éviter de futures récives.

Il semble crucial que des études déterminent si un tel programme de renforcement entraîne effectivement une réduction des blessures à l'épaule.

### 4.1.3. Pratique du sport

Concernant la pratique du sport, la plupart des articles de notre revue (Moreno-Perez(2014), Gillet(2018) et Moreno-Perez(2018)) ne mène **pas de conclusions significatives** à propos du lien entre la douleur d'épaule et les différences d'années de pratique du tennis et des heures d'entraînements.

Cela s'explique probablement par la sélection, au sein de ces trois études, d'un groupe trop restreint en terme de nombre de participants mais aussi de diversité de niveau de jeu et de pratique du tennis.

En revanche, nous avons constaté que les résultats entre ces articles pour l'étude des autres facteurs de risque (cf 4.1.1 et 4.1.2) pouvaient être différents. Cette différence pourrait être due à une différence dans l'intensité ou l'ancienneté de la pratique entre les populations des différents articles.

Il serait donc intéressant d'étudier ces paramètres dans d'autres études avec un nombre de participants plus important et ayant également différents niveaux au tennis.

C'est ce qu'a fait par exemple Johansson(2021) en montrant une **relation entre les pics de charge d'entraînement et la survenue de blessure** chez les adolescents jouant au tennis. Cette étude montre que ce qui est défini par l'étude comme un excès de pratique sur une semaine (ACWR > 1,3) comparé à la durée de pratique normale (ici mesuré sur les 4 dernières semaines) accroît le taux de risque de développer une plainte voire même une blessure à l'épaule (cf annexe).

Cette observation nous mène à repenser l'entraînement de nos jeunes sportifs. Il serait intéressant par la suite de déterminer si ce schéma bien que classique est aussi présent pour des populations plus âgées, ainsi que de déterminer un rythme d'entraînement/match et de préparation physique optimale permettant la progression du sportif.

Un des **biais** de cet article est l'auto-déclaration de la part des joueurs. Mais cela a tenté d'être gommé par l'utilisation d'un questionnaire déjà utilisé dans la littérature (questionnaire OSTRC-O) qui semble permettre d'améliorer les détections des plaintes et blessures à l'épaule.

En revanche, le taux de non réponse peut parfois entraîner des erreurs, qui sont difficile à quantifier, même si l'étude indiquent remplacer les données manquantes par les données de la semaine d'avant en supposant donc qu'elles n'avaient pas changer.

Les différences d'incidence calculés en fonction du niveau de jeu évoquent que les joueurs régionaux pour 1000 heures de jeu présente un plus grand taux d'incidence que les nationaux. Or il y a beaucoup plus de joueurs de niveau régional dans l'étude donc la différence n'est pas vraiment exploitable en l'état.

Dans la partie rétrospective de l'étude Johansson(2021), les personnes se déclarant comme ayant eu des douleurs d'épaule les trois derniers mois avant le début de l'étude présentaient de manière significative un **nombre de matchs joués** plus importants que dans la cohorte non blessée.

Un critère qui s'est avéré également important était **l'absence de la prise en charge par un coach sportif** (seulement 45% des blessés en avait un contre 64% pour les non blessés).

Toutefois ces résultats sont à prendre avec précaution et ne peuvent être généralisés à l'ensemble des joueurs de tennis de tout âge et de tout niveau.

#### 4.1.4. *Données anthropométriques (âge, taille, poids)*

Concernant les données anthropométriques, la majorité des articles de notre revue (Moreno-Perez(2014), Gillet(2018), Marcondes(2013) et Moreno-Perez(2018)) ne mène **pas à des conclusions significatives** à propos de leurs liens avec la douleur. Cela s'explique probablement au sein de chaque article par la sélection d'un groupe restreint en termes de nombre mais surtout d'âge.

Néanmoins ces études présentent si on les compare des catégories d'âges disparates. En effet, elles sont centrées parfois sur des joueurs adolescents ou des adultes, et les résultats montrent des différences pour les autres facteurs de risque. De plus Moreno-Perez(2014) détermine un lien entre l'âge et la diminution de RI. Le déficit de RI étant lui-même un facteur de risque on pourrait donc par association envisager un lien entre âge et douleur. Toutefois, d'autres articles sur des populations plus importantes et avec de meilleur schéma d'étude sont nécessaires pour affirmer cela.

La seule partie des articles que nous avons inclus qui décrivait un **lien significatif entre les données anthropométriques et la blessure** se trouve dans la partie rétrospective de Johansson(2021). En effet, les adolescents atteints par une blessure d'épaule dans les trois mois précédents l'étude étaient plus vieux d'un an en moyenne que ceux non blessés. Ces résultats sont à analyser avec précaution et ne peuvent être généralisés à l'ensemble des joueurs de tennis de tout âge et de tout niveau.

Ce propos est également à nuancer, tout d'abord, grâce à tous nos autres articles qui l'ont aussi étudié en comparant l'âge des deux groupes. Or après analyse il en ressort qu'aucune différence significative n'est présente. Mais malheureusement ces études sont de faibles qualités et présente des biais pour juger ce critère car la population est insuffisante pour impliquer ou non ce facteur de risque à la population générale des tennismans.

#### 4.2. *Applicabilité des résultats en pratique clinique*

L'objectif initiale de notre revue de littérature était d'étudier les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez les joueurs de tennis. L'applicabilité contribue à l'évaluation de la pertinence clinique des résultats de notre revue. Elle sera liée à la taille d'effet.

L'analyse des résultats des études incluses nous a mené à identifier plusieurs facteurs de risques comme des différences d'amplitudes articulaires, des déficits de force musculaire ou la pratique intensive du tennis.

##### **Population :**

Les cinq articles que nous avons inclus n'ont pas sélectionnés de population comparable. Le nombre total de participants des 5 articles était de 483. Cet échantillon comprend des hommes et des femmes pratiquant le tennis d'un niveau professionnel à amateur. Il présente aussi une majorité d'adolescents (329) malgré les 2 études où ils sont présents, le reste étant des hommes adultes.

Cet échantillon comprend uniquement des hommes dans 4 des 5 études et une population mixte dans l'étude de Johansson(2021).

Le tennis est l'un des sports où les joueurs souffrent le plus de douleur d'épaule. Ce sport a souvent été rassemblé dans la littérature parmi un ensemble de sports dits « overhead » : c'est-à-dire un sport qui comprend un mouvement où la main passe au-dessus de la tête de manière répétée et régulière. Ils rassemblent par exemple le baseball, le handball ou le volleyball. Nous avons fait le choix de n'inclure que des joueurs de tennis car, parmi tous ces sports, le tennis ne comprenait que peu de revues de littérature. Ainsi cette revue a permis de faire le point sur les articles récents s'intéressant aux joueurs de tennis et exclusivement aux facteurs de risques de blessure d'épaule.

### Intérêt pour le patient et pour le thérapeute :

La **détection** des facteurs de risque va permettre la **prévention** des blessures à l'épaule. En effet, lorsqu'il est possible de prédire une potentielle future blessure, le kinésithérapeute pourra traiter sur son patient l'origine probable de blessure avant même qu'elle ne survienne.

C'est le rôle du masseur-kinésithérapeute d'influer sur la survenue de ces pathologies et de les soigner une fois installées. Cette revue de littérature permettra donc au kinésithérapeute de mieux comprendre la survenue des blessures d'épaule en faisant un état des lieux des dernières connaissances sur les facteurs de risques imputables à la pratique du tennis.

Les blessures de l'épaule concernent tous les joueurs quel que soit leur niveau. Elles constituent une perte de chance chez le sportif qui ne pourra plus s'entraîner et donc progresser, rendant également le retour à la compétition long et difficile. Tout cela est encore plus délétère dans les ambitions de certains sportifs qui souhaitent atteindre le plus haut niveau ou continuer leur carrière chez des joueurs de **haut niveau**. Ils sont freinés à cause de pathologies qui pourraient, peut-être, être évitées par la prévention en évitant que ces blessures s'installent et deviennent chroniques. Mais chez les joueurs de tennis **amateurs**, il y a aussi des conséquences en termes de santé publique; car les blessures à l'épaule entraînent des difficultés à continuer sa vie normalement, aboutissant à des arrêts de travail, et aussi l'interruption voire l'abandon de la pratique sportive. Cet arrêt sportif peut avoir des conséquences sur la santé des personnes car la pratique d'une activité physique améliore grandement la santé générale.

Il faut tout de même rappeler que la structure de l'épaule est complexe et que de nouvelles études scientifiques apportent encore aujourd'hui de nouvelles recommandations dans la prise en charge de cette articulation. Une des données essentielles qui ressort est que la cause de la blessure est majoritairement multifactorielle. C'est une combinaison de facteurs, qui associés ensemble, va rendre l'épaule pathologique. En effet bien souvent un seul facteur à lui seul n'entraîne pas de blessure, il sera souvent retrouvé chez beaucoup de joueurs même non douloureux car il est dû à une adaptation de l'ensemble de la région (muscles, ligaments, etc) à l'effort requis. C'est donc lorsque plusieurs de ces facteurs sont présents et/ou que l'adaptation dépasse un certain seuil considéré comme pathologique que surviendra la blessure et la douleur d'épaule.

### Prévention des blessures à l'épaule :

Selon les résultats de notre étude ce traitement préventif pourra se baser par exemple sur la **détection précoce** de la **diminution de l'amplitude gléno-humérale**, en particulier de rotation interne. Des programmes d'entraînement pour la prévention des blessures, peuvent être utiles pour réduire les effets de l'âge et des années de pratique du tennis

Pour l'aspect de la force musculaire la détection d'une **faiblesse des muscles rotateurs externes (RE)** et la **diminution du rapport de force isométrique RE/RI**, qui peut augmenter le risque de blessure à l'épaule, est nécessaire. Pour cela le renforcement musculaire des muscles RE peut contribuer à réduire le risque futur de blessure ou de récurrence à l'épaule.

La prise en charge de la blessure sera basée sur une approche antalgique, au départ, associée par la suite à un rétablissement d'amplitudes articulaires normales, un rapport de force RE/RI où les muscles RE ne sont pas trop faibles comparés au RI.

Pour le thérapeute mais également et surtout l'entraîneur il sera bon de **doser les pics de charge de travail** des joueurs. En effet car l'augmentation brutale de surcharge mécanique mène le plus souvent à la blessure. Ainsi, comme vu dans beaucoup de pathologie en kinésithérapie, une remise en charge progressive après la blessure sera nécessaire. Enfin, pour progresser sans se blesser, une cohérence dans la charge d'entraînement sur une base hebdomadaire semble bénéfique selon ce que nous avons observé chez les adolescents [44].

### 4.3. Qualité des preuves

Le niveau de preuve d'une revue de littérature est dépendant de la qualité des études que nous avons incluses.

La HAS a défini l'évaluation de la qualité des preuves en 2013 [51]. Elle est donnée essentiellement par :

- **Le niveau de preuve et gradation des recommandations**
- **Le système GRADE**

Notre revue de littérature comporte 4 études transversales et une étude de cohorte. Il est à noter que les études de cohorte possèdent un meilleur niveau de preuve que les études transversales.

**L'étude de cohorte** consiste en un suivi d'une population (la cohorte) dans le temps. Elles permettent d'étudier l'influence d'un facteur sur la survenue d'un événement au cours du temps d'étude. Ces facteurs vont favoriser l'apparition de la pathologie (facteurs de risques) ou bien la prévenir (facteurs de protection). L'étude de cohorte peut être prospective, ce sont des études longitudinales qui collectent les informations au début de l'étude, ou rétrospective/«historique» qui sont définies dans le passé et s'arrête à la date de recueils des données.

Ce type d'étude est le plus approprié pour répondre à une question étiologique.

Or, nous n'avons pu inclure qu'une majorité d'**études transversales** qui observent les sujets uniquement à un instant précis, contrairement aux études de cohortes. Elles sont souvent réalisées lors d'un temps trop important entre l'exposition au facteur et la survenue de la pathologie et/ou lorsque le coût de l'étude est trop important. Il est aussi parfois difficile de pouvoir suivre les sujets dans le temps soit par manque de motivation de leur part ou d'un point de vue organisationnel : comme c'était le cas, par exemple, dans une de nos études où suivre des joueurs professionnels était impossible en raison de leur mobilité géographique et de l'incertitude de leur avenir professionnel.

De même, une étude transversale post-blessure nous renseigne sur l'état des athlètes réputés guéris d'une blessure à l'épaule, ce qui constitue une information précieuse quant à leur condition physique après leur retour au jeu. Cependant, les programmes de rééducation post-blessure suivis par les joueurs souffrant de douleurs à l'épaule n'ont été ni contrôlés ni étudiés, et peuvent avoir modifié les résultats de cette étude.

Nous avons recensé dans les études également d'autres biais qui pourraient altérer la qualité méthodologique des études incluses (*cf synthèse des biais 3.2.2 et partie discussion*). Ces biais comprenaient notamment un nombre trop faible de participants dans les études, une sélection des populations trop diverses entre tous les articles, des mesures et des évaluations différentes entre les études.

#### **Niveau de preuve** : [51]

Le niveau de preuve d'une étude caractérise la capacité de l'étude à répondre à une question posée. Cette capacité est jugée en se rapportant au cadre de travail et aux caractéristiques suivantes:

- Adéquation du protocole de l'étude à la question posée
- Existence de biais importants dans la réalisation de l'étude
- Adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
- Puissance de l'étude et taille de l'échantillon

Il existe selon la HAS trois niveaux de preuve : fort, intermédiaire, faible. Le niveau de preuve fort est le plus élevé. (cf annexe 8)

### Grades de recommandations :

Le système GRADE est le système proposé par la HAS pour faire ses recommandations.

Ces recommandations proposées sont classées A, B ou C selon le type d'étude mené et les biais potentiels pouvant altérer la qualité méthodologique et donc potentiellement diminuer le grade de recommandation scientifique : [51]

- **GRADE A : preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve (Niveau 1)**
- **GRADE B : Présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (Niveau 2)**
- **GRADE C : faible niveau de preuve scientifique (Niveau 3 et 4)**

Le tableau complet des recommandations GRADE est disponible en annexe (cf annexe 8).

Pour les études incluses dans notre revue de littérature, l'étude de cohorte est considérée garde B (niveau 2), par contre les études transversales sont considérées GRADE C et niveau 4 de preuves fournies par la littérature. Selon le niveau de preuve, Nous jugeons que la majorité des études incluses ont un niveau de preuve faibles, seul Johansson et al présente un niveau de preuve intermédiaire.

	Type d'étude	NOS	GRADE	Niveau de preuve
<b>Gillet (2018)</b> [42]	Étude Transversale	7/10	C (4)	Faible
<b>Moreno-Perez (2014)</b> [43]	Étude Transversale	6/10	C (4)	Faible
<b>Marcondes (2013)</b> [46]	Étude Transversale	7/10	C (4)	Faible
<b>Moreno-Perez (2018)</b> [45]	Étude Transversale	8/10	C (4)	Faible
<b>Johansson (2021)</b> [44]	Cohorte prospective et rétrospective	7/9	B (2)	Intermédiaire

*Tableau 9 : Qualité des preuves des études incluses*

#### 4.4. Biais potentiels de la revue

Nous avons analysé les biais potentiels de notre revue de littérature à l'aide de la Grille AMSTAR 2. Cette grille a été développée en 2007 afin de remplacer la grille AMSTAR. Elle permet d'évaluer la qualité méthodologique des revues de littérature.

Elle se compose de 16 items avec à chaque fois trois réponses possibles (annexe 9) :

- Oui
- Non
- Oui partiellement

Grâce à cette échelle, nous réalisons une analyse critique de cette revue de littérature :

AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques			
items	Cotation	Oui/ Non / Oui Partiellement	Justification
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui	Les données sont disponibles dans la partie méthode sous forme de tableau.
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Non	La question de recherche et les critères d'inclusion ont été définis avant le début de l'étude. Néanmoins, <b>aucun rapport de revue faisant de déclaration préalable n'a été faite.</b>
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui	Oui les schémas d'études pouvant répondre à ce type de question sont les études de cohorte, transversale et cas-témoin
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui	Plusieurs bases de données ont été investiguées Une stratégie additionnelle a été utilisée par la recherche dans la référence des auteurs et la littérature grise.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non	Seulement un examinateur
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	Non	Seulement un examinateur
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Non	Il n'y a pas de liste des études exclues mais les raisons des exclusions sont listées et expliquées
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui	Les études incluses sont décrites de manière détaillé en annexe
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui	L'échelle NOS (Newscastle Ottawa Scale) adapté à chaque type d'étude a été utilisée pour évaluer de manière individuelle le risque de biais des études incluses.
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non	Pas de donnée indiqué à ce sujet.
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	SANS OBJET	Il n'y a pas eu de méta-analyse effectuée
12	Si une méta-analyse a été effectué, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ?	SANS OBJET	Il n'y a pas eu de méta-analyse effectuée

13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation/de la discussion des résultats de la revue ?	Oui	Les résultats sont pondérés dans la partie discussion à l'aide des risques de biais des articles.
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue et une discussion sur celle-ci ?	Oui	Cf partie discussion
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	NON	Nous n'avons pas utilisé d'outils graphiques ou statistiques pour évaluer un éventuel risque de biais.
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêt, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui	Dans le cadre de cette revue de littérature, <b>aucun conflit d'intérêt, ni aucune source de financement, ne sont à déclarer.</b>

Tableau 10: Grille AMSTAR-2

**L'objectif principal** de cette revue était d'identifier les facteurs de risque des douleurs d'épaule chez le joueur de tennis. Cette revue de littérature comporte des **limites** et il est important de s'attarder sur ces dernières pour rendre compte de la qualité de ses preuves.

Le faible niveau de preuve des articles inclus dans notre revue est inhérent à leur schéma d'étude. En effet une majorité d'études transversales sont présentes, et des études de cohortes de meilleure qualité et plus complètes sur les blessures à l'épaule sont indispensables.

Un autre problème inhérent aux articles sont qu'ils ne spécifient pas les pathologies rencontrées chez les joueurs car les facteurs de risque des différentes pathologies d'épaules, bien qu'entraînant à terme toutes des douleurs, sont complexes et possèdent des mécanismes bien souvent différents. Des études sur ces différences seront donc importante à développer.

De plus, une population aussi importante que celle des joueurs de tennis ne peut être représenté par le faible échantillon que nous disposons, car nos études incluses n'ont étudié qu'un faible échantillon de personnes. Une extrapolation des résultats à l'ensemble des joueurs de tennis est difficile. De futures études longitudinales avec une cohorte importante sont indispensables à réaliser.

Pour finir les évaluations des résultats sont parfois différents et les méthodes utilisées comme les questionnaires sont peu objectives.

Par conséquent nos résultats ne pourront être qualifiés uniquement d'hypothèses ou de suppositions mais sont tout de même importantes pour relever les points d'amélioration sur ce sujet.

Toutes ces limites nous amènent aux **limites de la revue de littérature en elle-même.**

Notre revue de littérature n'a pu intégrer que 5 études. De ce manque d'études finalement incluses, nous pouvons voir que les données récentes sur notre sujet ne sont pas très présentes dans la littérature surtout lorsqu'il s'agit uniquement des blessures d'épaule chez le joueur de tennis.

Un problème que nous pouvons soulever est le fait que les études chez le joueur de tennis sur les facteurs de risque restent encore aujourd'hui avec un abord large s'intéressant à des facteurs de risques de blessures de l'ensemble du corps ou du moins au membre supérieur en intégralité sans distinction. Notre recherche présentait donc des critères d'inclusion et d'exclusion trop importants pour aboutir à des articles de meilleure qualité méthodologique actuellement.

Enfin, le faible taux d'études qui prend en compte le tennis uniquement comparé à celles des autres sports overhead pourrait s'expliquer par les difficultés plus importantes en termes de logistique pour la réalisation de ces études dans un sport individuel. Il sera donc intéressant et indispensable de réaliser par la suite des études de meilleures qualités sur les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis.

## 5. Conclusion

L'objectif principal de cette revue de littérature était d'identifier des facteurs de risque de douleur à l'épaule chez le joueur de tennis au regard de la littérature récente sur le sujet.

Nous avons finalement inclus 5 études, avec un niveau de preuve allant de faible à intermédiaire, cherchant à associer les douleurs à l'épaule avec plusieurs facteurs de risques principaux :

- Les amplitudes articulaires de l'épaule
- La force musculaire
- L'âge
- L'intensité de la pratique du tennis.

Les résultats semblent intéressants lorsqu'ils sont analysés indépendamment mais reste très difficile à regrouper car souvent non comparables.

Toutefois, chaque étude nous a apporté des résultats significatifs permettant d'améliorer sur ces bases la prise en charge en kinésithérapie et permettant d'orienter les recherches futures. Certains déficits d'amplitudes articulaires ainsi que des déséquilibres musculaires ont pu être associé à la douleur d'épaule dans différentes études.

Certains résultats étaient semblables entre les études. Mais, à cause du manque de qualité des études sélectionnées et des recherches comprenant à la fois une population trop restreinte dans chaque étude mais trop diverse entre les études, une généralisation des facteurs de risques des blessures à l'épaule semble difficile à l'ensemble des âges et des niveaux de jeu.

Les blessures à l'épaule représentent aujourd'hui une grande partie des douleurs qui sont ressenties par les joueurs de tennis de tout niveau. Sa prise en charge précoce serait donc un avantage pour les thérapeutes suivant régulièrement un club et des sportifs individuellement.

Pour tout sportif, éviter une blessure est primordial car elle l'éloigne de ses objectifs en ne lui permettant plus de s'entraîner et de progresser. À cause de cet arrêt les compétiteurs perdront un temps précieux voire ne pourront pas atteindre un haut niveau.

Afin de limiter l'apparition et l'aggravation des symptômes, l'objectif commun des médecins, kinésithérapeutes et des entraîneurs est de détecter ces pathologies rapidement afin de les prendre en charge dans les plus brefs délais. La communication entre sportifs et thérapeutes est indispensable pour permettre une prise en charge rapide et efficace.

Le meilleur moyen de prévention de ces blessures passera par l'identification des facteurs de risque inhérent au sportif et à son jeu.

Il est important de rappeler que la structure de l'épaule est complexe et que de nouvelles études scientifiques apportent encore aujourd'hui de nouvelles recommandations dans la prise en charge des blessures. Une des données essentielles qui ressort est que la cause de la blessure est majoritairement multifactorielle : c'est une combinaison de facteurs, qui associés ensemble, va rendre l'épaule pathologique.

Notre étude n'a malheureusement pas permis de conclure sur les facteurs de risques étudiés. En effet, de par le faible nombre d'études analysés, leur qualité insuffisante et le nombre insuffisant des facteurs de risque étudiés pour ces pathologies nos résultats semblent peu déterminants.

Il nous paraît donc nécessaire de poursuivre la recherche sur les facteurs de risque de ces pathologies. Des études de qualité supérieures sont indispensables et permettront au mieux de repérer, cibler et traiter ces pathologies.

## 6. Bibliographie

- [1] ITF GLOBAL. A REPORT ON TENNIS PARTICIPATION AND PERFORMANCE WORLDWIDE. Append 2019 2019:441.
- [2] FFT. Présentation générale de la FFT 2021. <https://www.fft.fr/la-federation/decouvrir/presentation-generale-de-la-fft>.
- [3] Parier J, Montalvan B. La hanche du joueur professionnel de tennis. *J Traumatol Du Sport* 2006;23:177–80. doi:10.1016/s0762-915x(06)71436-x.
- [4] Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: Occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med* 2006;40:415–23. doi:10.1136/bjism.2005.023184.
- [5] Winge S, Jorgensen U, Lassen Nielsen A. Epidemiology of injuries in Danish championship tennis. *Int J Sports Med* 1989;10:368–71. doi:10.1055/s-2007-1024930.
- [6] Hutchinson MR, Laprade RF, Burnett QM, Moss R, Terpstra J. Injury surveillance at the usta boys' tennis championships: A 6-yr study. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:826–30. doi:10.1249/00005768-199506000-00006.
- [7] Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis Injuries : Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23:181–9.
- [8] Sell K, Hainline B, Yorio M, Kovacs M. Injury trend analysis from the us open tennis championships between 1994 and 2009. *Br J Sports Med* 2014;48:546–51. doi:10.1136/bjsports-2012-091175.
- [9] Fu MC, Ellenbecker TS, Renstrom PA, Windler GS, Dines DM. Epidemiology of injuries in tennis players. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11:1–5. doi:10.1007/s12178-018-9452-9.
- [10] Kaffel C, Creveaux T, Genevois C, Rahme M, Botta A, Rogowski I. Épidémiologie Des Pathologies Du Membre Supérieur Dominant Chez Les Joueurs De Tennis Français. *J Traumatol Du Sport* 2013;30:124–8. doi:10.1016/j.jts.2013.03.005.
- [11] Martin C. Analyse biomécanique du service au tennis : lien avec la performance et les pathologies du membre supérieur. Rennes 2, 2013.
- [12] Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med* 2006;40:381–5. doi:10.1136/bjism.2005.023309.
- [13] Gescheit DT, Cormack SJ, Duffield R, Kovalchik S, Wood TO, Omizzolo M, et al. Injury epidemiology of tennis players at the 2011-2016 Australian Open Grand Slam. *Br J Sports Med* 2017;51:1289–94. doi:10.1136/bjsports-2016-097283.
- [14] Elliott B, Fleisig G, Nicholls R, Escamilla R. Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *J Sci Med Sport* 2003;6:76–87. doi:10.1016/S1440-2440(03)80011-7.
- [15] Michel Dufour. Anatomie de l'appareil locomoteur - Tome 2 - Membre supérieur. 3e Edition. 2016.
- [16] Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle. 2007.
- [17] Grand, Jean-Michel, Patrice Thiriet OR. Anatomie 3D Lyon\_ L'ÉPAULE: L'ARTICULATION SCAPULO-THORACIQUE. *Anat 3D Lyon* 2015. <https://anatomie3d.univ-lyon1.fr/ressources-peda/lepaule-larticulation-scapulo-thoracique/>.

- [18] Grand, Jean-Michel, Patrice Thiriet OR. Anatomie 3D Lyon\_ L'ÉPAULE – L'ARTICULATION SOUS DELTOÏDIENNE. Anat 3D Lyon 2012.
- [19] Giblin G, Whiteside D, Reid M. Now you see, now you don't ... the influence of visual occlusion on racket and ball kinematics in the tennis serve. *Sport Biomech* 2017;16:23–33. doi:10.1080/14763141.2016.1179337.
- [20] Lee HW. Mechanisms of neck and shoulder injuries in tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21:28–37. doi:10.2519/jospt.1995.21.1.28.
- [21] Bakshi N, Freehill MT. The Overhead Athletes Shoulder. *Sports Med Arthrosc* 2018;26:88–94. doi:10.1097/JSA.000000000000200.
- [22] Abrams GD, Sheets AL, Andriacchi TP, Safran MR. Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sport Biomech* 2011;10:378–90. doi:10.1080/14763141.2011.629302.
- [23] Kibler W Ben, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, et al. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology - 10-year update. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 2013;29:141-161.e26. doi:10.1016/j.arthro.2012.10.009.
- [24] Kovacs M, Ellenbecker T. An 8-stage model for evaluating the tennis serve: Implications for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health* 2011;3:504–13. doi:10.1177/1941738111414175.
- [25] Reid M, Elliott B, Alderson J. Shoulder joint loading in the high performance flat and kick tennis serves. *Br J Sports Med* 2007;41:884–9. doi:10.1136/bjism.2007.036657.
- [26] Reid M, Whiteside D, Elliott B. Effect of skill decomposition on racket and ball kinematics of the elite junior tennis serve. *Sport Biomech* 2010;9:296–303. doi:10.1080/14763141.2010.535843.
- [27] Reid M, Whiteside D, Elliott B. Serving to different locations: Set-up, toss, and racket kinematics of the professional tennis serve. *Sport Biomech* 2011;10:407–14. doi:10.1080/14763141.2011.629206.
- [28] Creveaux T, Dumas R, Hautier C, Mac?? P, Ch??ze L, Rogowski I. Joint kinetics to assess the influence of the racket on a tennis player's shoulder. *J Sport Sci Med* 2013;12:259–66.
- [29] Pluim BM, Fuller CW, Batt ME, Chase L, Hainline B, Miller S, et al. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis, april 2009. *Clin J Sport Med* 2009;19:445–50. doi:10.1097/JSM.0b013e3181be35e5.
- [30] Hjelm N, Werner S, Renstrom P. Injury profile in junior tennis players: A prospective two year study. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2010;18:845–50. doi:10.1007/s00167-010-1094-4.
- [31] Paillard P. SLAP lésion de l'épaule n.d. <https://www.chirurgie-orthopedique-paris.com/pathologies/slap-lesion-de-lepaule/#slap-lesion-epaule-definition>.
- [32] IFCE IF de C de la M spécialisé dans les pathologies de l'épaule. SLAP lésions de l'épaule n.d. <https://www.institut-main.fr/slap-lesions-de-lepaule/>.
- [33] Powell SE, Nord KD, Ryu RKN. The diagnosis, classification, and treatment of SLAP lesions. *Oper Tech Sports Med* 2004;12:99–110. doi:10.1053/j.otsm.2004.07.001.
- [34] Paillard P. Tendinite du long biceps / tendinite du biceps brachial n.d. <https://www.chirurgie-orthopedique-paris.com/pathologies/tendinite-du-long-biceps/#tendinite-du-long-biceps-risque>.

- [35] Kibler W Ben, Thomas SJ. Pathomechanics of the throwing shoulder. *Sports Med Arthrosc* 2012;20:22–9. doi:10.1097/JSA.0b013e3182432cf2.
- [36] Charbonnier C, Chagué S, Kolo FC, Lädemann A. Shoulder motion during tennis serve: dynamic and radiological evaluation based on motion capture and magnetic resonance imaging. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2015;10:1289–97. doi:10.1007/s11548-014-1135-4.
- [37] Gillet B. Étude des adaptations spécifiques à la pratique des activités d’armer : facteurs de risque et prévention des pathologies de l’épaule. Université de Montréal, 2021.
- [38] Alrabaa RG, Lobao MH, Levine WN. Rotator Cuff Injuries in Tennis Players. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2020;13:734–47. doi:10.1007/s12178-020-09675-3.
- [39] Nassiri N, Eliasberg C, Jones KJ, McAllister DR, Petrigliano FA. Shoulder Instability in the Overhead Athlete. *Orthop J Sport Med* 2015;3:2325967115S0015. doi:10.1177/2325967115s00154.
- [40] Kekelekis A, Nikolaidis PT, Moore IS, Rosemann T, Knechtle B. Risk factors for upper limb injury in tennis players: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17. doi:10.3390/ijerph17082744.
- [41] Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries - A methodological approach. *Br J Sports Med* 2003;37:384–92. doi:10.1136/bjism.37.5.384.
- [42] Gillet B, Begon M, Diger M, Berger-Vachon C, Rogowski I. Alterations in scapulothoracic and humerothoracic kinematics during the tennis serve in adolescent players with a history of shoulder problems. *Sport Biomech* 2021;20:165–77. doi:10.1080/14763141.2018.1526963.
- [43] Moreno-Pérez V, Moreside J, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Man Ther* 2015;20:313–8. doi:10.1016/j.math.2014.10.008.
- [44] Johansson F, Cools A, Gabbett T, Fernandez-Fernandez J, Skillgate E. Association Between Spikes in External Training Load and Shoulder Injuries in Competitive Adolescent Tennis Players: The SMASH Cohort Study. *Sports Health* 2022;14:103–10. doi:10.1177/19417381211051643.
- [45] Moreno-Pérez V, Elvira J, Fernandez-Fernandez J, Vera-Garcia F. a Comparative Study of Passive Shoulder Rotation Range of Motion, Isometric Rotation Strength and Serve Speed Between Elite Tennis Players With and Without History of Shoulder Pain. *Int J Sports Phys Ther* 2018;13:39–49. doi:10.26603/ijsp20180039.
- [46] Marcondes FB, de Jesus JF, Bryk FF, de Vasconcelos RA, Fukuda TY. Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players. *Brazilian J Phys Ther* 2013;17:185–93. doi:10.1590/S1413-35552012005000079.
- [47] Manske R, Wilk KE, Davies G, Ellenbecker T, Reinold M. Glenohumeral motion deficits: friend or foe? *Int J Sports Phys Ther* 2013;8:537–53.
- [48] Kibler W Ben, Chandler TJ, Livingston BP, Roetert EP. Shoulder Range of Motion in Elite Tennis Players. *Am J Sports Med* 1996;24:279–85. doi:10.1177/036354659602400306.
- [49] Schmidt-Wiethoff R, Rapp W, Mauch F, Schneider T, Appell HJ. Shoulder Rotation Characteristics in Professional Tennis Players. *Int J Sports Med* 2004;25:154–8. doi:10.1055/s-2004-819947.
- [50] Martin C, Kulpa R, Ropars M, Delamarche P, Bideau B. Identification of temporal pathomechanical factors during the tennis serve. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45:2113–9. doi:10.1249/MSS.0b013e318299ae3b.

[51] Haute Autorité de Santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Etat Des Lieux 2013:192.

## 7. Glossaire :

- ITF : International Tennis Federation (Fédération international de tennis)
- FFT : Fédération Française de Tennis
- ATP : Association of Tennis Professionals
- WTA : Women's Tennis Association (Association Féminine de Tennis en français)
- SLAP lesion: Superior Labral Antero-Posterior lesion (Lésion antéro-postérieure du labrum supérieur)
- ACWR : Acute/Chronic Workload Ratio (Ratio de la charge aiguë de travail sur la charge chronique)
- ATCD : Antécédents
- ROM : Range of Motion, en anglais (amplitude de mouvement)
- PH : Pain History (patient avec des antécédents de douleur d'épaule)
- NPH : No Pain History (patient sans antécédents de douleur d'épaule)
- HP ou HSP : Antécédent de douleurs d'épaule (History of Shoulder Pain),
- NHP/ NHSP ou CG : Pas d'antécédents de douleurs d'épaule (No History of Shoulder Pain/ Control Group)

## 8. Table des illustrations

### Table des figures :

<i>Figure 1: Les tendons de la coiffe des rotateurs et leur action [15,16].....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2: La contribution de chacune des articulations dans l'abduction d'épaule [16].....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Décomposition biomécanique des différentes phases du service.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 4: Classification des lésions « SLAP ».....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 5: Diagramme de Flux .....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 6: Mesure de la force isométrique des muscles rotateurs de l'épaule.....</i>	<i>40</i>

### Table des Tableaux :

<i>Tableau 1: Mots clés de la recherche bibliographique .....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 2 : Équation de recherche .....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 3: Critères d'inclusion et d'exclusion .....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 4: Études incluses.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 5: Synthèse des caractéristiques des études incluses .....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau 6: Échelle NOS des études incluses .....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 7: Synthèse des biais.....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 8: Récapitulatifs des principaux résultats .....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 9 : Qualité des preuves des études incluses.....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 10: Grille AMSTAR-2 .....</i>	<i>47</i>

## 9. ANNEXES :

Annexe 1 : Échelle NOS (Newcastle Ottawa assessment Scale) étude de cohorte

Annexe 2 : Échelle NOS (Newcastle Ottawa assessment Scale) étude transversale

Annexe 3 : Tableau résumé complémentaire : Gillet et al (2018) [42]

Annexe 4 : Tableau résumé complémentaire : Moreno-Perez et al (2014) [43]

Annexe 5 : Tableau résumé complémentaire : Marcondes et al (2013) [46]

Annexe 6 : Tableau résumé complémentaire : Moreno-Perez et al (2018) [45]

Annexe 7 : Tableau résumé complémentaire : Johansson et al (2021) [44]

Annexe 8 : Grilles du niveau de preuves et du grade de recommandations selon la HAS

Annexe 9 : Grille AMSTAR-2

Annexe 10 : Tableaux et graphiques : Gillet et al (2018)

Annexe 11 : Tableaux : Moreno-Perez et al (2014)

Annexe 12 : Tableaux : Marcondes et al (2013)

Annexe 13 : Tableaux : Moreno-Perez et al (2018)

Annexe 14 : Tableaux : Johansson et al (2021)

## Annexe 1 : Échelle NOS (Newcastle Ottawa assessment Scale) étude de cohorte

### NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

#### **Selection**

- 1) Representativeness of the exposed cohort
  - a) truly representative of the average \_\_\_\_\_ (describe) in the community ✱
  - b) somewhat representative of the average \_\_\_\_\_ in the community ✱
  - c) selected group of users eg nurses, volunteers
  - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
  - a) drawn from the same community as the exposed cohort ✱
  - b) drawn from a different source
  - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) ✱
  - b) structured interview ✱
  - c) written self report
  - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
  - a) yes ✱
  - b) no

#### **Comparability**

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (select the most important factor) ✱
  - b) study controls for any additional factor ✱ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

#### **Outcome**

- 1) Assessment of outcome
  - a) independent blind assessment ✱
  - b) record linkage ✱
  - c) self report
  - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
  - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) ✱
  - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
  - a) complete follow up - all subjects accounted for ✱
  - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > \_\_\_\_ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) ✱
  - c) follow up rate < \_\_\_\_% (select an adequate %) and no description of those lost
  - d) no statement

## Annexe 2 : Échelle NOS (Newcastle Ottawa assessment Scale) étude transversale

### NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE (adapted for cross sectional studies)

#### **Selection:** (Maximum 5 stars)

- 1) Representativeness of the sample:
  - a) Truly representative of the average in the target population. \* (all subjects or random sampling)
  - b) Somewhat representative of the average in the target population. \* (non-random sampling)
  - c) Selected group of users.
  - d) No description of the sampling strategy.
- 2) Sample size:
  - a) Justified and satisfactory. \*
  - b) Not justified.
- 3) Non-respondents:
  - a) Comparability between respondents and non-respondents characteristics is established, and the response rate is satisfactory. \*
  - b) The response rate is unsatisfactory, or the comparability between respondents and non-respondents is unsatisfactory.
  - c) No description of the response rate or the characteristics of the responders and the non-responders.
- 4) Ascertainment of the exposure (risk factor):
  - a) Validated measurement tool. \*\*
  - b) Non-validated measurement tool, but the tool is available or described.\*
  - c) No description of the measurement tool.

#### **Comparability:** (Maximum 2 stars)

- 1) The subjects in different outcome groups are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled.
  - a) The study controls for the most important factor (select one). \*
  - b) The study control for any additional factor. \*

#### **Outcome:** (Maximum 3 stars)

- 1) Assessment of the outcome:
  - a) Independent blind assessment. \*\*
  - b) Record linkage. \*\*
  - c) Self report. \*
  - d) No description.
- 2) Statistical test:
  - a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate, and the measurement of the association is presented, including confidence intervals and the probability level (p value). \*
  - b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete.

Cross-sectional Studies:

Very Good Studies: 9-10 points

Good Studies: 7-8 points

Satisfactory Studies: 5-6 points

Unsatisfactory Studies: 0 to 4 points

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies to provide quality assessment of cross sectional studies<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Herzog R, et al. Is Healthcare Workers' Intention to Vaccinate Related to their Knowledge, Beliefs and Attitudes? A Systematic Review. *BMC Public Health* 2013 **13**:154

### Annexe 3 : Tableau résumé complémentaire Gillet et al (2018) [42]

<b>Titre</b>	<b>Alterations in scapulothoracic and humerothoracic kinematics during the tennis serve in adolescent players with a history of shoulder problems</b>																																																		
<b>Auteur, date, pays</b>	B. GILLET et al, 2018, France																																																		
<b>Type d'étude</b>	Étude transversal																																																		
<b>Objectifs/ Hypothèses</b>	<p><b>Objectifs</b> : Explorer les <b>effets des antécédents de problèmes d'épaule sur la cinématique huméro-thoracique et scapulo-thoracique pendant le service</b> de tennis à basse vitesse (service de tennis mimé) chez des joueurs de compétition adolescents <b>avec (HSP) et sans (NHSP) antécédents de problèmes d'épaule dominante.</b></p> <p><b>Hypothèses</b> : Pour une cinématique huméro-thoracique similaire, la scapula des joueurs HSP présenterait une bascule postérieure et une sonnette latérale moindre que la scapula des joueurs sains (NHSP).</p>																																																		
<b>Population : nombres de participants et caractéristiques</b>	<p>→ 28 joueurs de tennis <b>adolescent male</b> droitiers au total (âge = 12,1 ± 2,5 ans) : <i>taille = 1,53 ± 0,17 m ; poids = 41,5 ± 10,9 kg ; expérience de tennis = 7,4 ± 2,7 ans ; entraînement de tennis hebdomadaire actuel = 9,2 ± 2,9 h ; entraînement de conditionnement hebdomadaire actuel = 2,9 ± 1,9 h ; classement de Lac et Pantelidis = 8 ± 7, numéro international de tennis (ITN) = 3 à 6.</i></p> <p>2 groupes : HSP : 15 joueurs NHSP : 13 joueurs Les caractéristiques des 2 groupes sont résumées dans le tableau.</p> <table border="1"> <caption>Table 1. Mean (± standard deviation) demographic characteristics and tennis expertise for the groups of players with (HSP) and without (NHSP) a history of dominant shoulder problems.</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>NHSP</th> <th>HSP</th> <th>Effect size</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>13</td> <td>15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Age (year)</td> <td>11.3 ± 2.3</td> <td>12.7 ± 2.6</td> <td>0.628</td> <td>0.065</td> </tr> <tr> <td>Height (m)</td> <td>1.48 ± 0.14</td> <td>1.57 ± 0.18</td> <td>0.668</td> <td>0.068</td> </tr> <tr> <td>Mass (kg)</td> <td>38.9 ± 9.1</td> <td>43.8 ± 12.2</td> <td>0.541</td> <td>0.121</td> </tr> <tr> <td>Tennis playing experience (year)</td> <td>6.6 ± 2.0</td> <td>8.0 ± 3.1</td> <td>0.671</td> <td>0.093</td> </tr> <tr> <td>Current weekly tennis training (hour)</td> <td>8.2 ± 3.0</td> <td>10.0 ± 2.8</td> <td>0.600</td> <td>0.056</td> </tr> <tr> <td>Current weekly conditioning training (hour)</td> <td>2.3 ± 1.9</td> <td>3.4 ± 1.7</td> <td>0.541</td> <td>0.077</td> </tr> <tr> <td>Lac and Pantelidis' Ranking</td> <td>6 ± 7</td> <td>10 ± 7</td> <td>0.644</td> <td>0.052</td> </tr> <tr> <td>ITN</td> <td>3 to 6</td> <td>3 to 6</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NHSP	HSP	Effect size	p	n	13	15			Age (year)	11.3 ± 2.3	12.7 ± 2.6	0.628	0.065	Height (m)	1.48 ± 0.14	1.57 ± 0.18	0.668	0.068	Mass (kg)	38.9 ± 9.1	43.8 ± 12.2	0.541	0.121	Tennis playing experience (year)	6.6 ± 2.0	8.0 ± 3.1	0.671	0.093	Current weekly tennis training (hour)	8.2 ± 3.0	10.0 ± 2.8	0.600	0.056	Current weekly conditioning training (hour)	2.3 ± 1.9	3.4 ± 1.7	0.541	0.077	Lac and Pantelidis' Ranking	6 ± 7	10 ± 7	0.644	0.052	ITN	3 to 6	3 to 6		
	NHSP	HSP	Effect size	p																																															
n	13	15																																																	
Age (year)	11.3 ± 2.3	12.7 ± 2.6	0.628	0.065																																															
Height (m)	1.48 ± 0.14	1.57 ± 0.18	0.668	0.068																																															
Mass (kg)	38.9 ± 9.1	43.8 ± 12.2	0.541	0.121																																															
Tennis playing experience (year)	6.6 ± 2.0	8.0 ± 3.1	0.671	0.093																																															
Current weekly tennis training (hour)	8.2 ± 3.0	10.0 ± 2.8	0.600	0.056																																															
Current weekly conditioning training (hour)	2.3 ± 1.9	3.4 ± 1.7	0.541	0.077																																															
Lac and Pantelidis' Ranking	6 ± 7	10 ± 7	0.644	0.052																																															
ITN	3 to 6	3 to 6																																																	
<b>Critères d'inclusion et d'exclusion</b>	<p>→ Tous les joueurs étaient <b>asymptomatiques</b> au moment de la mesure. Néanmoins, ils ont été <b>interrogés</b> sur leurs <b>antécédents de problèmes d'épaule</b> : " Avez-vous eu des problèmes avec votre épaule dominante au cours des <u>12 derniers mois</u> qui ont affecté votre entraînement ou votre pratique du tennis ? " Selon qu'ils ont répondu oui ou non, ils ont été affectés au groupe avec (<b>HSP</b>) ou au groupe sans (<b>NHSP</b>) antécédents de problèmes d'épaule. Réponses des joueurs ont été <b>confirmées auprès de leurs parents et de leurs entraîneurs et vérifiées par rapport à leurs carnets de santé.</b></p>																																																		
<b>Facteur(s) de risque étudié(s)</b>	<p>Les données démographiques (âge, taille, poids, expérience tennis, durée entraînement de tennis et de conditionnement hebdomadaire actuel, classement) sont similaires donc justification 2 groupes comparables (tableau 1)</p> <p>→ <b>Cinématique</b> humérale et scapulaire par rapport au thorax : Les <b>angles</b> articulaires 3D huméro-thoraciques et scapulo-thoraciques des deux groupes ont été comparés à la <b>fin de la phase d'armement</b> et à la <b>fin de la phase d'accélération</b> du service de tennis.</p> <p><b>Amplitude passive</b> RI (IROM) et RE (EROM) de l'<b>articulation GH</b>, Arc de mouvement total (TAM) et GIRD</p>																																																		
<b>Méthode d'évaluation du facteur de risque</b>	<p>Données recueillies à l'aide d'un système électromagnétique pendant des services à vitesse lente : Chaque joueur a reçu pour instruction d'<b>imiter deux services de tennis à vitesse lente, en gardant ses mouvements aussi réalistes que possible.</b></p> <p><b>Mesure</b> Goniomètre à bulles bilatéral (2 fois, moyenne), <b>Calcul</b> pour TAM et GIRD</p>																																																		
<b>Résultats</b>	<p><b>Les données démographiques</b> (test t de Student pour échantillons indépendants) n'ont montré <b>aucune différence significative</b> entre les groupes (tableau 1).</p> <p>→ La <b>dominante IROM et TAM</b> était <b>significativement plus faible pour le groupe HSP</b> que pour le groupe NHSP (taille de l'effet = 1,234, grand effet, p = 0,003 et taille de l'effet = 0,867, grand effet, p = 0,010, respectivement) (Table 3). → <b>Aucune différence n'a été trouvée pour le GIRD</b> (taille d'effet = 0,548, effet moyen, p = 0,070).</p> <p><b>À la fin de la phase d'armement</b>, le groupe <b>HSP</b> ont montré <b>significativement moins d'abduction humérale</b> (taille d'effet = 1,262, grand effet, p = 0,001) <b>et de rotation externe</b> (taille d'effet = 0,771, grand effet ; p = 0,050), ainsi que <b>significativement plus de sonnette latérale</b> (taille d'effet = 0,845, grand effet, p = 0,021) que le groupe sain (Figure 2).</p> <p><b>À la fin de la phase d'accélération</b>, les <b>HSP</b> présentaient une <b>abduction humérale significativement moins importante</b> (taille de l'effet = 0,956, effet important, p = 0,005 ; figure 2) que le groupe sain.</p>																																																		

Abréviations : RI : Rotation interne, IROM : amplitude rotation interne (Internal range of motion, en anglais), RE : Rotation Externe, EROM : amplitude rotation externe (External range of motion, en anglais), GH : articulation Glénohumérale, TAM : Arc total de mouvement de l'articulation glénohumérale (Total Arc Motion, en anglais), GIRD : Déficit de Rotation interne de l'articulation glénohumérale (Glenohumeral Internal Rotation Deficit, en anglais)

#### Annexe 4 : Tableau résumé complémentaire Moreno-Perez et al (2014) [43]

<b>Titre</b>	<b>Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain</b>
<i>Auteur, date, pays</i>	V. Moreno-Perez, 2014, Espagne
<i>Type d'étude</i>	Étude transversale
<i>Objectifs</i>	<b>Objectifs</b> : déterminer si les joueurs de tennis professionnels ayant des antécédents de douleurs à l'épaule présentaient des différences dans l'amplitude de rotation de l'épaule dominante et non dominante par rapport aux témoins asymptomatiques.
<i>Population : nombres de participants et caractéristiques</i>	→ 47 joueurs de tennis <b>professionnels ATP</b> se sont portés volontaires pour cette étude (Table 1). Tous étaient des <u>hommes adultes</u> qui, au moment de l'étude, participaient à des compétitions sur le circuit ATP. Selon l'ATP, pendant la phase d'enregistrement de cette étude, Classement : 42,5% des participants dans les 100 premiers, 57,5% restants dans les 1000 premiers joueurs de tennis mondiaux.  Les 47 étaient divisés en <b>2 groupes</b> selon les critères suivants : a) le groupe <b>sans antécédents de douleur (groupe NPH)</b> comprenait <b>28</b> individus qui n'avaient pas ressenti de douleur à l'épaule ; b) le groupe <b>avec antécédents de douleur (groupe PH)</b> comprenait <b>19</b> joueurs de tennis qui avaient ressenti une douleur à l'épaule qui les avait empêchés de s'entraîner et/ou de concourir au cours des 14 mois précédant l'étude.
<i>Critères d'inclusion et d'exclusion</i>	Appartenir à l'ATP World Tour/ Être en compétition active au moment de l'étude/ <b>Ne pas souffrir de douleurs à l'épaule, ni avoir pris un quelconque type de médicament</b> pour le traitement de la douleur ou de blessures musculo-squelettiques au moment de l'étude, et <b>ne pas avoir subi de chirurgie</b> de l'épaule.
<i>Facteur(s) de risque étudié(s)</i>	<b>Amplitude passive de rotation d'épaule (ROM)</b> des épaules dominantes et non dominantes : RI, RE, TAM.
<i>Méthode d'évaluation du facteur de risque</i>	Mesure ROM en utilisant un procédé de <b>photographie</b> et de <b>calcul des angles par logiciel</b> (Corel Draw© v.12)  Chaque participant était allongé en décubitus dorsal sur un banc, l'épaule en abduction à 90 et le coude fléchi à 90, <u>un chercheur a maintenu la région proximale de l'épaule du participant</u> (clavicule et omoplate) contre le banc pour stabiliser l'omoplate tout en faisant <b>tourner l'humérus dans l'articulation GH</b> .  <b>Calcul de de TAM</b> : Addition RE et RI
<i>Résultats</i>	L'ANOVA n'a <b>pas montré de différences significatives</b> entre les groupes NPH et PH pour l'âge, la taille, la masse, les années de pratique du tennis ou les années de jeu professionnel (tableau 1).  les ROMs de rotation GH étaient <u>corrélées négativement</u> avec la durée de la pratique du tennis et l'âge des joueurs.  Le groupe <b>PH a montré moins de RI dans les deux épaules</b> par rapport au groupe NPH, <u>aucune différence significative entre les groupes n'a été trouvée pour la RE, les asymétries de ROM d'un côté à l'autre, les années de pratique du tennis ou les années de jeu professionnel.</u>  → chez les professionnels : une <b>ROM RI limitée plutôt qu'un GIRD, semble être associée à des antécédents de douleurs</b> à l'épaule, à la durée de la pratique du tennis et à l'âge des joueurs, par rapport à une cohorte similaire sans antécédents de douleur à l'épaule.

*Abréviations : cf annexe 3, GIRD :Déficti d'amplitude de de rotation interne gléno-humérale (Glenohumeral Internal Rotation Deficit, en anglais). PH : antécédent de douleur (pain history en anglais), NPH : pas d'antécédents de douleur (No Pain Histore, en anglais)*

### Annexe 5 : Tableau résumé complémentaire Marcondes et al (2013) [46]

Titre	Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players
Auteur, date, pays	F.B. Marcondes et al, 2013, Brésil
Type d'étude	Étude transversale
Objectifs/ Hypothèses	<p><b>Objectifs :</b> Évaluation de l'amplitude des mouvements (<b>ROM</b>), de la <b>force</b> et de la <b>tension de la capsule postérieure de l'épaule</b> chez des joueurs de tennis amateurs qualifiés qui se plaignaient de <b>douleurs</b> à l'épaule dominante, en comparaison avec des joueurs de tennis <b>sans douleur</b>.</p> <p><b>L'objectif principal :</b> évaluer la tension de l'épaule postérieure et la force de la coiffe des rotateurs dans les épaules <b>douloureuses</b> et <b>non douloureuses</b> de joueurs de tennis amateurs qualifiés.</p> <p><b>Hypothèse :</b> <b>les joueurs qui ont ressenti une douleur à l'épaule</b> présenteraient une <b>↓ de la RI de l'épaule</b>, une <b>↓ de la rotation externe de l'épaule</b>, et démontreraient une <b>tension postérieure de l'épaule</b>, ainsi qu'une <b>↓ de la force de la coiffe des rotateurs</b>.</p>
Population : nombres de participants et caractéristiques	<p>→ 49 joueurs de tennis <b>amateurs masculins</b>, participant aux championnats de la Fédération d'État à Sao Paulo, Brésil, en 2009 et 2011, <b>âgés de 19 à 33 ans</b> (<i>âge moyen ± écart-type, 26,2 ± 3,9 ans ; taille, 177,3 ± 0,1 cm ; et masse corporelle, 75,4 ± 5 . 4 kg</i>).</p> <p>Ils ont été <b>2 groupes</b> en fonction de la présence ou de l'absence de douleur au niveau de leurs épaules <b>dominantes</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le groupe douloureux (PG) : <b>27</b> sujets présentant une <b>douleur à l'épaule du côté dominant</b>.</li> <li>- le groupe témoin (CG) : <b>22</b> sujets <b>asymptomatiques</b>,</li> </ul>
Critères d'inclusion et d'exclusion	<p><b>CI :</b> <b>Tous</b> les joueurs de tennis des deux groupes évalués devaient avoir <b>au moins 8 ans de pratique du tennis</b> et <b>jouer entre 8 et 12 heures par semaine (entraînement ou jeu)</b> avec ou sans douleur à l'épaule du côté dominant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les sujets <b>inclus dans le CG</b> ne pouvaient <b>pas se plaindre de douleurs à l'épaule du côté dominant pendant et après les matchs</b>. Ils ne pouvaient pas non plus se plaindre de ressentir des douleurs lors des <b>tests suivants sur l'épaule</b> : Hawkins-Kennedy<sup>^</sup>, O'Brien", et Shoulder Internal Impingement-".</li> <li>- Les sujets <b>inclus dans le PG</b> se <b>sont tous plaints de douleurs dominantes à l'épaule pendant et après les matchs</b> et devaient aussi présenter des <b>signes positifs dans les tests d'épaule</b> décrits ci-dessus.</li> </ul> <p><b>CE :</b> étaient <b>les mêmes pour les deux groupes</b> : <b>ATCD de chirurgie orthopédique ou de fractures</b> dans les MS et/ou la région cervicale, ainsi que maladies systémiques et/ou troubles métaboliques.</p>
Facteur(s) de risque étudié(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tension de l'épaule postérieure</li> <li>- Amplitude de mouvement d'épaule</li> <li>- Force musculaire de la coiffe des rotateurs et ratio de force RE/RI</li> </ul>
Méthode d'évaluation du facteur de risque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Tension de l'épaule postérieure</b> : <b>méthode Meyers</b> : sujet DD, omoplate stabilisé, adduction horizontale passive, mesure amplitude au <b>goniomètre</b></li> <li>- <b>ROM passives de l'épaule</b> : <b>goniomètre</b> (patient allongé)</li> <li>- <b>Force musculaire de la coiffe des rotateurs</b> : <b>dynamomètre Layette portatif</b></li> </ul>
Outcome	<p>Évaluation de la douleur : EVA (échelle visuel analogique)</p> <p><i>Questionnaire créé par l'auteur a été utilisé pour recueillir des données sur l'âge, la taille, le poids, l'épaule dominante, la présence de douleurs, l'expérience de jeu (années) et la pratique pendant la semaine (heures).</i></p>
Résultats	<p><i>Données démographiques : l'âge, poids et la taille des athlètes étaient similaires dans les deux groupes (p&gt;0,05)</i></p> <p>Les <b>joueurs de tennis souffrant de douleurs dans l'épaule dominante (PG)</b> présentaient significativement (p&lt;0,05): <b>une plus grande tension de la capsule postérieure</b>, un <b>déficit de rotation interne (ROM)</b>, un <b>gain de rotation externe (ROM)</b> et des <b>déficits de force de rotation externe que</b> les joueurs de tennis sans douleur (<b>CG</b>).</p> <p>Tous les facteurs de risques étudiés ont montré une différence intragroupe significative (p&lt;0,05) chez le groupe PG mais pas pour la force musculaire uniquement chez le groupe CG.</p>

Abréviations : ATCD : Antécédent

## Annexe 6 : Tableau résumé complémentaire Moreno-Perez et al (2018) [45]

Titre	<b>SHOULDER ROTATION RANGE OF MOTION, ISOMETRIC ROTATION STRENGTH AND SERVE SPEED BETWEEN ELITE TENNIS PLAYERS WITH AND WITHOUT HISTORY OF SHOULDER PAIN</b>																																																
Auteur, date, pays	V. Moreno-Perez, 2018, Espagne																																																
Type d'étude	Étude transversale																																																
Objectifs/ Hypothèses	<p><b>Objectifs</b> : déterminer si les joueurs de tennis professionnels ayant des antécédents de douleurs à l'épaule présentaient des différences dans l'amplitude de rotation de l'épaule dominante et non dominante par rapport aux témoins asymptomatiques</p> <p><b>Hypothèse</b> : Les joueurs de tennis d'élite <b>atteints de PH</b> présenteraient :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ↓ de l'IR ROM et du TAM, et ↑ de l'ER ROM <u>dans l'épaule dominante.</u></li> <li>- Le groupe PH présenteraient une <u>↓ force RE isométrique et des rapports de force musculaire RE/RI plus faibles dans l'épaule dominante</u> par rapport au membre non-dominant <u>et</u> entre le membre dominant du groupe NPH.</li> </ul>																																																
Population : nombres de participants et caractéristiques	<p>→ 58 joueurs de tennis d'élite <b>masculins</b> au total, recrutés dans 10 académies espagnoles de <b>haut niveau</b> différentes se sont <u>portés volontaires</u> pour participer à l'étude (table 1).</p> <p>Les joueurs de tennis ont été divisés en 2 groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le groupe <b>NPH</b> : <b>38</b> qui n'avaient pas souffert de douleurs à l'épaule ;</li> <li>- le groupe <b>PH</b> : <b>20</b> joueurs qui avaient souffert de <b>douleurs à l'épaule qui les avaient empêchés de s'entraîner et/ou de concourir au cours des 12 mois précédant l'étude</b> et qui n'avaient <b>pas d'antécédents de douleurs au cours des 2 mois précédant l'étude.</b></li> </ul>																																																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th colspan="6" style="text-align: left; padding: 2px;">Table 1. Descriptive characteristics (mean ± standard deviation) of the tennis players organized by group.</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">All tennis players (N = 58)</th> <th style="text-align: center;">NPH (N = 38)</th> <th style="text-align: center;">PH (N = 20)</th> <th style="text-align: center;">t</th> <th style="text-align: center;">p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Age (years)</td> <td style="text-align: center;">20.7 ± 4.9</td> <td style="text-align: center;">20.9 ± 5.3</td> <td style="text-align: center;">20.2 ± 4.3</td> <td style="text-align: center;">0.469</td> <td style="text-align: center;">0.641</td> </tr> <tr> <td>Mass (kg)</td> <td style="text-align: center;">73.2 ± 8.8</td> <td style="text-align: center;">73.2 ± 9.2</td> <td style="text-align: center;">73.1 ± 8.1</td> <td style="text-align: center;">0.043</td> <td style="text-align: center;">0.966</td> </tr> <tr> <td>Height (cm)</td> <td style="text-align: center;">181.3 ± 6.5</td> <td style="text-align: center;">180.5 ± 7.0</td> <td style="text-align: center;">182.9 ± 5.2</td> <td style="text-align: center;">-1.397</td> <td style="text-align: center;">0.168</td> </tr> <tr> <td>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</td> <td style="text-align: center;">22.2 ± 1.7</td> <td style="text-align: center;">22.4 ± 1.6</td> <td style="text-align: center;">21.8 ± 2.0</td> <td style="text-align: center;">1.182</td> <td style="text-align: center;">0.242</td> </tr> <tr> <td>Tennis experience (years)</td> <td style="text-align: center;">12.8 ± 5.7</td> <td style="text-align: center;">13.4 ± 5.9</td> <td style="text-align: center;">11.6 ± 5.3</td> <td style="text-align: center;">1.138</td> <td style="text-align: center;">0.260</td> </tr> <tr> <td>Training volume (h/week)</td> <td style="text-align: center;">17.0 ± 3.0</td> <td style="text-align: center;">16.8 ± 2.9</td> <td style="text-align: center;">17.4 ± 3.2</td> <td style="text-align: center;">-0.767</td> <td style="text-align: center;">0.447</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Independent measures t-test with between-subject factor with 2 levels (without history of shoulder pain (NPH) and with shoulder pain (PH)).</p>	Table 1. Descriptive characteristics (mean ± standard deviation) of the tennis players organized by group.							All tennis players (N = 58)	NPH (N = 38)	PH (N = 20)	t	p	Age (years)	20.7 ± 4.9	20.9 ± 5.3	20.2 ± 4.3	0.469	0.641	Mass (kg)	73.2 ± 8.8	73.2 ± 9.2	73.1 ± 8.1	0.043	0.966	Height (cm)	181.3 ± 6.5	180.5 ± 7.0	182.9 ± 5.2	-1.397	0.168	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.2 ± 1.7	22.4 ± 1.6	21.8 ± 2.0	1.182	0.242	Tennis experience (years)	12.8 ± 5.7	13.4 ± 5.9	11.6 ± 5.3	1.138	0.260	Training volume (h/week)	17.0 ± 3.0	16.8 ± 2.9	17.4 ± 3.2	-0.767	0.447
Table 1. Descriptive characteristics (mean ± standard deviation) of the tennis players organized by group.																																																	
	All tennis players (N = 58)	NPH (N = 38)	PH (N = 20)	t	p																																												
Age (years)	20.7 ± 4.9	20.9 ± 5.3	20.2 ± 4.3	0.469	0.641																																												
Mass (kg)	73.2 ± 8.8	73.2 ± 9.2	73.1 ± 8.1	0.043	0.966																																												
Height (cm)	181.3 ± 6.5	180.5 ± 7.0	182.9 ± 5.2	-1.397	0.168																																												
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.2 ± 1.7	22.4 ± 1.6	21.8 ± 2.0	1.182	0.242																																												
Tennis experience (years)	12.8 ± 5.7	13.4 ± 5.9	11.6 ± 5.3	1.138	0.260																																												
Training volume (h/week)	17.0 ± 3.0	16.8 ± 2.9	17.4 ± 3.2	-0.767	0.447																																												
Critères d'inclusion (CI) et d'exclusion (CE)	<p><b>CI</b> : les sujets devaient être en <b>bonne santé</b> et <b>participer activement à des compétitions</b> au moment de l'étude, ne <b>pas</b> avoir subi de <b>blessure ou d'opération récente</b> de l'épaule et ne <b>pas</b> avoir pris de <b>médicaments</b> pour le traitement de la douleur ou de blessures musculo-squelettiques au moment de l'étude.</p> <p>→ En outre, <b>tous les joueurs atteints de PH</b> devaient être <b>diagnostiqués</b> par un spécialiste à l'aide d'une <b>échographie</b> ou d'une <b>imagerie par résonance magnétique.</b></p> <p><b>CE</b> : comprenaient les <b>joueurs présentant des douleurs</b> et un <b>test positif de Hawkins ou de Jobe</b> . (5 joueurs ont été exclus de l'étude car ils ont signalé une douleur à l'épaule pendant la session d'enregistrement).</p>																																																
Facteur(s) de risque étudié(s)	<p>La <b>vélocité du service/ la ROM RE et RI passive</b> de l'épaule dominante et non dominante ; l'<b>arc de mouvement total</b> (TAM : la somme des ROM RI et RE)/ la <b>force isométrique RE et RI</b>,</p> <p>les <b>déficits bilatéraux</b> et le <b>rapport de force ER/IR</b> ont été <b>mesurés</b> dans les deux groupes.</p>																																																
Méthode d'évaluation du facteur de risque	<p><b>Les tests</b> ont été effectués pendant l'intersaison de l'athlète, avec au moins un jour de repos avant de jouer au tennis. Les tests comprenaient :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 mesures glénohumérales pour chaque ROM passif RI et RE : <b>inclinomètre manuel</b></li> <li>- un test de force musculaire isométrique RI et RE : <b>dynamomètre manuel (HHD) en position couché</b></li> <li>- vitesse de service (pendant <b>10 services maximum</b>) enregistrée : <b>pistolet radar</b></li> <li>→ <b>Toutes les évaluations ont été réalisées par les deux mêmes chercheurs</b></li> <li>- <b>Questionnaire</b></li> </ul>																																																
Résultats	<p>L'épaule <b>dominante</b> a montré une <b>↓ significative de RI et du TAM</b>, et une <b>↑ de RE</b> par rapport à l'épaule non-dominante <u>dans les deux groupes.</u></p> <p><u>Aucune différence significative entre les groupes n'a été trouvée pour la vitesse de service.</u></p> <p>→ Le groupe <b>PH</b> a montré <b>une force isométrique RE et un rapport RE/RI significativement plus faible du côté blessé (dominant)</b> par rapport au côté dominant chez les joueurs <b>NPH</b> (0,62 [0,05, 1,19], p &lt; 0,05 et 0,94 [0,34, 1,53], p &lt; 0,01, respectivement). (Voir Tableau 2 de l'article).</p>																																																

Abréviations : cf annexe 3 et 4

## Annexe 7 : Tableau résumé complémentaire Johansson et al (2021) [44]

<b>Titre</b>	<b>Association Between Spikes in External Training Load and Shoulder Injuries in Competitive Adolescent Tennis Players: The SMASH Cohort Study</b>
<b>Auteur, date, pays</b>	F. Johansson et al, 2021, Suède
<b>Type d'étude</b>	Étude de cohorte prospective et rétrospective
<b>Objectifs/ Hypothèses</b>	<p><b>Objectifs</b> : Examiner l'association entre le <b>rapport entre la charge de travail</b> aiguë et chronique (ACWR) et les <b>plaintes/blessures</b> chez les jeunes joueurs de tennis</p> <p><b>Principaux objectifs</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examiner si la <b>charge de travail externe accumulée était liée à des "pics" dans le rapport ACWR</b> de l'<u>entraînement</u> de tennis, du jeu en <u>match</u> et de l'<u>entraînement physique</u>, ET de voir si un <b>rapport charge de travail/âge élevé ou faible</b> était associé aux <b>taux de plaintes/blessures de l'épaule</b> chez les joueurs de tennis adolescents compétitifs.</li> </ul> <p><b>Autres objectifs</b> : <b>Rapporter l'incidence</b> des plaintes/blessures <b>stratifiées par sexe et par niveau de jeu</b> ET de <b>Décrire</b> les <b>caractéristiques</b> des <b>blessures</b> à l'épaule.</p> <p><b>Hypothèse</b> : Les augmentations rapides de la charge de travail externe sont associées à l'incidence des plaintes et des blessures à l'épaule.</p>
<b>Population : nombres de participants et caractéristiques</b>	<p>Étude basée sur les données de l'étude de cohorte longitudinale appelée SMASH (<i>Shoulder Management and Assessment Serving High Performance</i>) réalisée de février 2018 à mars 2019 en Suède. Au départ, 301 <b>adolescents joueurs de tennis de compétition, garçons et filles</b>, âgés de <b>13 à 19 ans</b>, recrutés dans le programme de <b>haute performance</b> suédois.</p> <p>→ Après les critères d'inclusions pour la cohorte prospective seul <b>252 joueurs non blessés ont été étudiés</b>.</p>
<b>Critères d'inclusion (prospectif)</b>	<b>Seuls les joueurs n'ayant pas subi de blessure à l'épaule</b> (score seuil de 40/100 sur l'OSTRC-O) dans les <b>3 mois précédant</b> le test de base <u>et</u> <b>ayant répondu à un questionnaire de suivi</b> ont été <b>inclus</b>
<b>Facteur(s) de risque étudié(s)</b>	<p>→ Pics de charge de travail externe accumulés variant dans le temps (ACWR non couplé &gt;1,3),</p> <p>→ Ratio charge de travail/âge</p>
<b>Méthode d'évaluation du facteur de risque</b>	<p>Les joueurs ont été suivis avec des <b>questionnaires hebdomadaires</b> envoyés chaque dimanche soir via une application avec un rappel 24 heures plus tard si une réponse n'avait pas encore été reçue, <b>pendant 52 semaines consécutives</b>.</p> <p>Les <b>ACWR hebdomadaires</b> calculés en <i>divisant la somme des heures d'entraînement/match de la semaine spécifique par le nombre moyen d'heures d'entraînement/match des 4 semaines précédentes</i>. Les joueurs ayant un ACWR &gt;1,3 ont été classés comme ayant un "pic" de charge de travail externe.</p>
<b>Outcome</b>	<p>→ seule l'<b>incidence d'une première plainte ou blessure</b> a été prise en compte. une plainte ou une blessure de l'épaule liée au tennis mesurée avec l'OSTRC-O. (score totale <u>plainte</u> = 20/100 et <u>blessure</u> = 40/100).</p>
<b>Résultats</b>	<p>Les <b>pics de charge externe accumulés</b> lors des <u>entraînements</u> de tennis, des <u>matches</u> et/ou des entraînements de <u>fitness</u> (entraînement physique) sont <b>associés à un taux plus élevé de plaintes et de blessures</b> à l'épaule chez les joueurs de tennis adolescents compétitifs.</p> <p><b>Entraînement/match</b> : Pic de travail supplémentaire <b>rapport des taux de risque</b> (HRR) 1,26 (IC 95 %, 1,13-1,40) pour une <u>plainte d'épaule</u> et de 1,26 (IC 95 %, 1,15-1,39) pour une <u>blessure d'épaule</u>. HRR pour <b>fitness</b> : 1,11 (IC 95 %, 1,02-1,20) pour une <u>plainte à l'épaule</u> et de 1,18 (IC 95 %, 1,09-1,27) pour une <u>blessure à l'épaule</u>.</p> <p>→ En ce qui concerne le <b>niveau de compétition (incidence)</b> : l'incidence d'une <b>Plainte à l'épaule par semaine</b> était de 0,85 (IC 95%, 0,55-1,31) chez les joueurs <u>nationaux</u> et de 3,17 (IC 95%, 2,82-3,55) chez les joueurs <u>régionaux</u>. <b>Blessure</b> à l'épaule étaient respectivement de 0,32 (IC 95%, 0,16-0,65) et de 1,33 (IC 95%, 1,11- 1,59).</p> <p>→ En ce qui concerne le <b>sexe (incidence)</b> : l'incidence d'une <b>Plainte</b> concernant l'épaule était de 3,06 (IC 95 %, 2,68-3,50) chez les <u>garçons</u> et de 2,10 (IC 95 %, 1,73-2,56) chez les <u>filles</u>. <b>Blessure</b> à l'épaule étaient respectivement de 1,20 (IC 95 %, 0,97-1,49) et 0,99 (IC 95 %, 0,74-1,32).</p>

Abréviations : cf annexe 3, ACWR= l'acute/chronic workload ratio (ratio de la charge aiguë de travail sur la charge chronique), OSTRC-O : questionnaire Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury

## Annexe 8 : Grilles du niveau de preuves et du grade de recommandations selon la HAS

Niveau de preuve	Description
Fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;</li> <li>- la réalisation est effectuée sans biais majeur ;</li> <li>- l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ;</li> <li>- la puissance est suffisante.</li> </ul>
Intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;</li> <li>- puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ;</li> </ul>
	- et/ou des anomalies mineures.
Faible	Autres types d'études.

*Grille du niveau de preuve selon la HAS*

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	<p>Niveau 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- essais comparatifs randomisés de forte puissance ;</li> <li>- méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ;</li> <li>- analyse de décision fondée sur des études bien menées.</li> </ul>
B Présomption scientifique	<p>Niveau 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- essais comparatifs randomisés de faible puissance ;</li> <li>- études comparatives non randomisées bien menées ;</li> <li>- études de cohortes.</li> </ul>
C Faible niveau de preuve scientifique	<p>Niveau 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- études cas-témoins.</li> </ul>
	<p>Niveau 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- études comparatives comportant des biais importants ;</li> <li>- études rétrospectives ;</li> <li>- séries de cas ;</li> <li>- études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).</li> </ul>

*Grille du grade de recommandation selon la HAS*

## Annexe 9 : Grille AMSTAR-2

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Population</li> <li><input type="checkbox"/> Intervention</li> <li><input type="checkbox"/> Comparator group</li> <li><input type="checkbox"/> Outcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including only NRSI</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including both RCTs and NRSI</li> </ul>		
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		

**6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?**

For Yes, either ONE of the following:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies  | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer. | <input type="checkbox"/> No  |

**7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?**

For Partial Yes:

- provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review

For Yes, must also have:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study | <input type="checkbox"/> Yes         |
|   | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
|   | <input type="checkbox"/> No          |

**8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?**

For Partial Yes (ALL the following):

- described populations
- described interventions
- described comparators
- described outcomes
- described research designs

For Yes, should also have ALL the following:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> described population in detail                                    | <input type="checkbox"/> Yes         |
| <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant)   | <input type="checkbox"/> No          |
| <input type="checkbox"/> described study's setting   |                                      |
| <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up   |                                      |

**9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?**

**RCTs**

For Partial Yes, must have assessed RoB from

- unconcealed allocation, *and*
- lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)

For Yes, must also have assessed RoB from:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i>  | <input type="checkbox"/> Yes                |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes        |
|   | <input type="checkbox"/> No                 |
|   | <input type="checkbox"/> Includes only NRSI |

**NRSI**

For Partial Yes, must have assessed RoB:

- from confounding, *and*
- from selection bias

For Yes, must also have assessed RoB:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i>   | <input type="checkbox"/> Yes                |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes        |
|   | <input type="checkbox"/> No                 |
|   | <input type="checkbox"/> Includes only RCTs |

**10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?**

For Yes

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies | <input type="checkbox"/> Yes |
|   | <input type="checkbox"/> No  |

**11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?**

**RCTs**

For Yes:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis   | <input type="checkbox"/> Yes                        |
| <input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. | <input type="checkbox"/> No                         |
| <input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity  | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

**For NRSI**

For Yes:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis  | <input type="checkbox"/> Yes                        |
| <input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present   | <input type="checkbox"/> No                         |
| <input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |
| <input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review  |   |

**12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?**

For Yes:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs  | <input type="checkbox"/> Yes                        |
| <input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect. | <input type="checkbox"/> No                         |
|   | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

**13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?**

For Yes:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs  | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results | <input type="checkbox"/> No  |

**14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?**

For Yes:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results   |                              |
| <input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review | <input type="checkbox"/> Yes |
|  | <input type="checkbox"/> No  |

**15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?**

For Yes:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias | <input type="checkbox"/> Yes                        |
|   | <input type="checkbox"/> No                         |
|   | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

**16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?**

For Yes:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR   | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest | <input type="checkbox"/> No  |

## Annexe 10 : Tableaux et graphiques : Gillet et al (2018)

**Table 1.** Mean ( $\pm$  standard deviation) demographic characteristics and tennis expertise for the groups of players with (HSP) and without (NHSP) a history of dominant shoulder problems.

	NHSP	HSP	Effect size	p
n	13	15		
Age (year)	11.3 $\pm$ 2.3	12.7 $\pm$ 2.6	0.628	0.065
Height (m)	1.48 $\pm$ 0.14	1.57 $\pm$ 0.18	0.668	0.068
Mass (kg)	38.9 $\pm$ 9.1	43.8 $\pm$ 12.2	0.541	0.121
Tennis playing experience (year)	6.6 $\pm$ 2.0	8.0 $\pm$ 3.1	0.671	0.093
Current weekly tennis training (hour)	8.2 $\pm$ 3.0	10.0 $\pm$ 2.8	0.600	0.056
Current weekly conditioning training (hour)	2.3 $\pm$ 1.9	3.4 $\pm$ 1.7	0.541	0.077
Lac and Pantelidis' Ranking	6 $\pm$ 7	10 $\pm$ 7	0.644	0.052
ITN	3 to 6	3 to 6		

**Tableau 1 :** Comparaison données anthropométriques (âge, taille, poids), mais également l'expérience de la pratique du tennis, le classement et les heures par semaine d'entraînement de tennis et de préparation physique dans les deux groupes

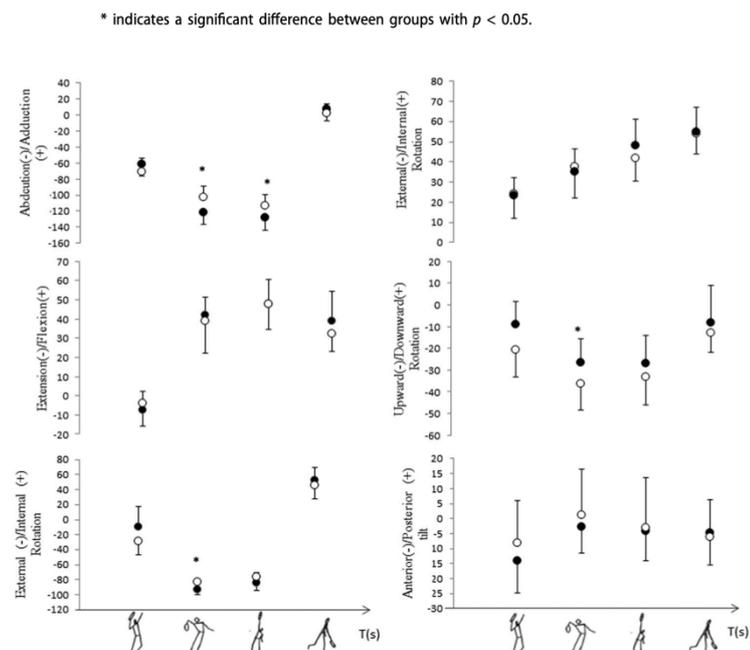
**Table 3.** Mean ( $\pm$  standard deviation) glenohumeral internal, external and total range of motion (in degrees) for groups of players with (HSP) and without (NHSP) a history of dominant shoulder problems. IROM for Internal Range Of Motion, EROM for External Range Of Motion, TAM for Total arc of Motion, GIRD for Glenohumeral Internal Rotation Deficit, D for dominant side and ND for non-dominant side.

	NHSP	HSP
IROM D	84.6 $\pm$ 5.7	77.5 $\pm$ 6.4 *
IROM ND	85.3 $\pm$ 7.2	81.34 $\pm$ 5.5
EROM D	85.9 $\pm$ 7.8	82.5 $\pm$ 5.2
EROM ND	86.3 $\pm$ 7.8	81.2 $\pm$ 5.2
TAM D	170.6 $\pm$ 12.2	160.0 $\pm$ 10.0*
TAM ND	171.6 $\pm$ 12.2	162.6 $\pm$ 8.0
GIRD	-0.6 $\pm$ 5.9	3.8 $\pm$ 5.1

\* indicates a significant difference between groups with  $p < 0.05$ .

**Tableau 3 :** Comparaison de l'amplitude passive de rotation d'épaule (interne, externe et total ainsi que le GIRD) entre les deux groupes dans les épaule dominante et non dominante.

**Figure 2 :** Comparaison des angles humérothoraciques et scapulothoraciques (en degrés) au moment de la libération de la balle, à la fin de la phase d'armement, à la fin de la phase d'accélération et à la fin du mouvement pour les joueurs avec (point blanc) et sans (point noir) antécédents de problèmes d'épaule.



**Figure 2.** Means ( $\pm$  standard deviation) humerothoracic and scapulothoracic angles (in degrees) at the ball release, at the end of the cocking phase, at the end of the acceleration phase and at the end of the movement for players **with (white dot)** and **without (black dot)** history of shoulder problems.

## Annexe 11 : Tableaux : Moreno-Perez et al (2014)

**Table 1**

Descriptive characteristics (mean ± standard deviation) of the professional tennis players organized by group.

	All tennis players (N = 47)	No pain history (N = 28)	Pain history (N = 19)	F	p
Age (years)	23.2 ± 4.9	22.2 ± 4.3	25.6 ± 3.0	3.624	0.063
Height (cm)	183.6 ± 5.0	184.1 ± 5.8	182.7 ± 3.6	0.886	0.352
Mass (kg)	77.5 ± 6.5	77.60 ± 7.6	77.5 ± 4.8	0.006	0.938
Years of tennis practice	16.2 ± 5.6	15.3 ± 5.2	17.6 ± 6.0	1.883	0.177
Years of professional play	5.9 ± 3.9	5.1 ± 3.3	7.0 ± 4.5	2.914	0.095

**Table 3**

Statistics (mean ± standard deviation) of the different glenohumeral rotation measurements collected.

	All tennis players (N = 47)	No pain history (N = 28)	Pain history (N = 19)
<b>Total arc of motion</b>			
Dominant (°)	136.2 ± 15.4 <sup>a</sup>	139.4 ± 14.5 <sup>a</sup>	131.5 ± 15.8 <sup>a</sup>
Non-dominant (°)	142.3 ± 15.0	146.5 ± 13.0	136.1 ± 15.8 <sup>b</sup>
Diff (°)	6.1 ± 10.3	7.1 ± 9.3	4.6 ± 11.6
Relative diff (%)	4.1 ± 7.0	4.8 ± 6.3	3.1 ± 7.9
<b>External rotation</b>			
Dominant (°)	90.5 ± 9.0 <sup>a</sup>	90.3 ± 9.0 <sup>a</sup>	90.8 ± 9.4 <sup>a</sup>
Non-dominant (°)	84.2 ± 7.7	84.7 ± 6.7	83.6 ± 9.2
Diff (°)	6.3 ± 5.5	5.6 ± 5.6	7.2 ± 5.3
Relative diff (%)	7.6 ± 6.9	6.6 ± 6.8	9.0 ± 7.0
<b>Internal rotation</b>			
Dominant (°)	45.8 ± 12.1 <sup>a</sup>	49.3 ± 11.3 <sup>a</sup>	40.6 ± 11.6 <sup>a,b</sup>
Non-dominant (°)	58.6 ± 11.8	62.6 ± 11.0	52.5 ± 10.6 <sup>b</sup>
Diff (°)	12.8 ± 9.4	13.3 ± 8.6	11.9 ± 10.5
Relative diff (%)	21.6 ± 13.9	20.4 ± 12.5	23.4 ± 15.9

Abbreviations: Diff = absolute (degrees) differences between dominant and non-dominant shoulders.

Relative Diff = relative (%) differences between dominant and non-dominant shoulders.

Pairwise comparisons with Bonferroni adjustment.

<sup>a</sup> Significantly different from non-dominant shoulder ( $p < 0.05$ ).

<sup>b</sup> Significantly different from the no pain history group ( $p < 0.05$ ).

**Table 4**

Bivariate correlations of the different glenohumeral rotation measurements collected.

		Years			Dom		NDom		Diff	
		PP	TP	Age	IR	ER	IR	ER	IR	ER
Years	PP		0.921 <sup>b</sup>	0.904 <sup>b</sup>	-0.325 <sup>a</sup>	-0.341 <sup>a</sup>	-0.472 <sup>b</sup>	-0.426 <sup>b</sup>	-0.211	-0.037
	TP			0.922 <sup>b</sup>	-0.313 <sup>a</sup>	-0.239	-0.426 <sup>b</sup>	-0.424 <sup>b</sup>	-0.166	-0.202
	Age				-0.449 <sup>b</sup>	-0.221	-0.475 <sup>b</sup>	-0.430 <sup>b</sup>	-0.084	-0.238
Dom	IR					0.058	0.691 <sup>b</sup>	0.160	-0.352 <sup>a</sup>	0.129
	ER						0.138	0.795 <sup>b</sup>	0.130	-0.528 <sup>b</sup>
NDom	IR							0.159	0.401 <sup>b</sup>	-0.005
	ER								0.004	0.095
Diff	IR									-0.208
	ER									

PP = Years of professional play; TP = Years of tennis practice; Age = players' age; IR = Internal rotation; ER = External rotation; Dom = Dominant shoulder; NDom = Non-dominant shoulder; Diff = Differences between dominant and non-dominant shoulders.

<sup>a</sup> Pearson correlation is significant at the 0.05 level.

<sup>b</sup> Pearson correlation is significant at the 0.01 level.

## Annexe 12 : Tableaux : Marcondes et al (2013)

**Table 1.** Baseline characteristics (mean  $\pm$  SD) of the athletes in each group.

	Control group (n=22)	Painful group (n=27)	p-value
Age (y)	26.5 $\pm$ 3.6	25.9 $\pm$ 4.1	p>0.05
Weight (kg)	74.4 $\pm$ 5.7	76.2 $\pm$ 5.1	p>0.05
Height (cm)	176 $\pm$ 0	177 $\pm$ 0	p>0.05
Practice with pain (months) ‡	0	5.7 $\pm$ 2.7	p<0.05
VAS (0-10) ‡	0	4.5 $\pm$ 1.2	p<0.05

GC. control group; GD. painful group; VAS. visual analog scale. ‡ Statistical difference between the 2 groups.

**Table 2.** Athlete's amplitude of movement, posterior shoulder tightness, strength and strength ratio (mean  $\pm$  SD).

	Control group (n=22)	Painful group (n=27)	p-value
<b>ROM</b>			
<b>Dominant</b>			
External Rotation	97.3 $\pm$ 4.6 † ‡	107.1 $\pm$ 7.7 † ‡	p<0.05
Internal Rotation	58.0 $\pm$ 7.7 † ‡	49.2 $\pm$ 8.6 † ‡	p<0.05
<b>Nondominant</b>			
External Rotation	91.8 $\pm$ 2.9 †	90.5 $\pm$ 3.3 †	p<0.05
Internal Rotation	64.1 $\pm$ 4.8 †	65.4 $\pm$ 11.1 †	p<0.05
<b>Posterior Shoulder Tightness</b>			
<b>Tightness</b>			
Dominant	109.3 $\pm$ 5.5 † ‡	101.0 $\pm$ 5.8 † ‡	p<0.05
Nondominant	114.0 $\pm$ 4.7 †	113.7 $\pm$ 4.2 †	p<0.05
<b>Strength</b>			
<b>Dominant</b>			
Internal Rotators	23.0 $\pm$ 4.1	24.0 $\pm$ 3.4 †	p<0.05
External Rotators	19.0 $\pm$ 3.8	17.9 $\pm$ 2.9 †	p<0.05
<b>Nondominant</b>			
Internal Rotators	20.7 $\pm$ 3.8	22.0 $\pm$ 3.5 †	p<0.05
External Rotators	20.5 $\pm$ 3.4	21.4 $\pm$ 2.9 †	p<0.05
<b>Strength Ratio</b>			
Dominant	0.82 $\pm$ 0.1 † ‡	0.74 $\pm$ 0.1 † ‡	p<0.05
Nondominant	0.99 $\pm$ 0.1 †	0.98 $\pm$ 0.1 †	p<0.05

† Statistical difference between dominant vs non dominant side (intragroup). ‡ Statistical difference between groups (intergroup).

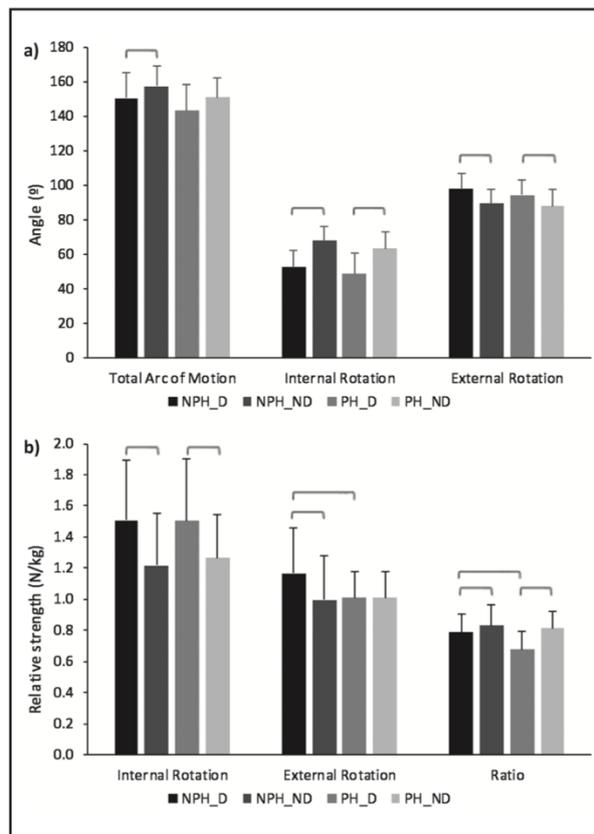
Annexe 13 : Tableaux : Moreno-Perez et al (2018)

**Table 1.** Descriptive characteristics (mean  $\pm$  standard deviation) of the tennis players organized by group.

	All tennis players (N = 58)	NPH (N = 38)	PH (N = 20)	t	p
Age (years)	20.7 $\pm$ 4.9	20.9 $\pm$ 5.3	20.2 $\pm$ 4.3	0.469	0.641
Mass (kg)	73.2 $\pm$ 8.8	73.2 $\pm$ 9.2	73.1 $\pm$ 8.1	0.043	0.966
Height (cm)	181.3 $\pm$ 6.5	180.5 $\pm$ 7.0	182.9 $\pm$ 5.2	-1.397	0.168
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.2 $\pm$ 1.7	22.4 $\pm$ 1.6	21.8 $\pm$ 2.0	1.182	0.242
Tennis experience (years)	12.8 $\pm$ 5.7	13.4 $\pm$ 5.9	11.6 $\pm$ 5.3	1.138	0.260
Training volume (h/week)	17.0 $\pm$ 3.0	16.8 $\pm$ 2.9	17.4 $\pm$ 3.2	-0.767	0.447

Independent measures t-test with between-subject factor with 2 levels (without history of shoulder pain (NPH) and with shoulder pain (PH)).

Tableau 1. Caractéristiques descriptives (moyenne  $\pm$  écart-type) des joueurs de tennis organisés par groupe.



**Figure 3.** Range of motion (a) and strength (b) in the injured (dominant or D) and non-injured (non dominant or ND) limbs in both pain history (PH) and no pain history (NPH) groups (brackets denote  $p < 0.05$  and effect size confidence interval out of zero).

Figure 3. Amplitude de mouvement (a) et force (b) dans les membres blessés (dominants ou D) et non blessés (non dominants ou ND) dans les groupes avec antécédents de douleur (PH) et sans antécédents de douleur (NPH) (les parenthèses indiquent  $p < 0,05$  et l'intervalle de confiance de l'ampleur de l'effet hors de zéro).

**Table 2.** Average  $\pm$  standard deviation of the different glenohumeral rotation ROM ( $^{\circ}$ ), isometric strength relative to body mass (N/kg) and serve speed (km/h) comparing between subjects with no pain history (NPH) and with pain history (PH), and within-subject dominant and non-dominant sides in both groups.

Variables	NPH (N = 38)	PH (N = 20)	p	ES [95% CI]
<b>Total arc of motion (<math>^{\circ}</math>)</b>				
Dominant	150.3 $\pm$ 14.9	143.1 $\pm$ 15.1	.089	0.47 [-.09, 1.03]
Non-dominant	157.1 $\pm$ 12.0	150.8 $\pm$ 11.2	.055	0.53 [-.03, 1.10]
Diff	6.8 $\pm$ 12.1	7.7 $\pm$ 12.2	.807	-0.07 [-.62, .49]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.001, 0.45 [.09, .80] *	.011, 0.49 [-.04, 1.01]		
<b>Internal rotation ROM (<math>^{\circ}</math>)</b>				
Dominant	52.5 $\pm$ 9.7	48.7 $\pm$ 12.0	.204	0.35 [-.21, .91]
Non-dominant	67.8 $\pm$ 7.9	63.2 $\pm$ 9.7	.056	0.53 [-.03, 1.09]
Diff	15.3 $\pm$ 9.2	14.5 $\pm$ 8.8	.728	0.10 [-.46, .65]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.000, 1.55 [1.04, 2.06] *	.000, 1.16 [.50, 1.82] *		
<b>External rotation ROM (<math>^{\circ}</math>)</b>				
Dominant	97.8 $\pm$ 8.5	94.4 $\pm$ 8.5	.151	0.40 [-.16, .95]
Non-dominant	89.3 $\pm$ 8.3	87.6 $\pm$ 9.5	.476	0.20 [-.36, .75]
Diff	-8.5 $\pm$ 7.4	-6.8 $\pm$ 9.5	.454	-0.21 [-.76, .35]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.000, -0.97 [-1.39, -.56] *	.005, -0.77 [-1.34, -.19] *		
<b>Relative internal rotation strength (N/kg)</b>				
Dominant	1.51 $\pm$ 0.38	1.50 $\pm$ 0.40	.953	0.02 [-.54, .57]
Non-dominant	1.22 $\pm$ 0.34	1.26 $\pm$ 0.28	.610	-0.14 [-.70, .42]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.000, -0.75 [-1.14, -.36] *	.001, -0.58 [-1.12, -.04] *		
<b>Relative external rotation strength (N/kg)</b>				
Dominant	1.17 $\pm$ 0.29	1.01 $\pm$ 0.17	.028	0.62 [.05, 1.19] †
Non-dominant	1.00 $\pm$ 0.29	1.01 $\pm$ 0.17	.848	-0.05 [-.61, .50]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.000, -0.59 [-.96, -.21] *	.999, 0.00 [-.49, .50]		
<b>External rotation/Internal rotation strength ratio</b>				
Dominant	0.79 $\pm$ 0.12	0.68 $\pm$ 0.11	.001	0.94 [.34, 1.53]
Non-dominant	0.83 $\pm$ 0.13	0.81 $\pm$ 0.11	.643	0.13 [-.43, .68]
Within-subject comparison p, ES [95% CI]	.037, 0.38 [.02, .73] *	.001, 1.16 [.48, 1.85] *		
<b>Serve speed (km/h)</b>				
Dominant	167.9 $\pm$ 11.7	171.6 $\pm$ 12.4	.273	-0.30 [-.86, .25]
ES = Effect size [95% confidence limits]; Diff = difference between shoulders (non-dominant – dominant). * and † Statistically significant within-subject and between groups difference respectively (p < 0.05 and effect size confidence interval out of zero).				

Tableau 2. Moyenne  $\pm$  écart-type des différentes ROM de rotation gléno-humérale ( $^{\circ}$ ), de la force isométrique par rapport à la masse corporelle (N/kg) et de la vitesse de service (km/h) en comparant les sujets sans antécédents de douleur (NPH) et avec antécédents de douleur (PH), et les côtés dominant et non dominant dans les deux groupes.

## Annexe 14 : Tableaux : Johansson et al (2021)

Table 2. The association between aspects of external workload and the incidence of shoulder injuries

Training Profile	Shoulder Complaints (OSTRC-0 Score $\geq 20$ )		Shoulder Injury (OSTRC-0 Score $\geq 40$ )	
	HRR	95% CI	HRR	95% CI
External workload spikes				
Accumulated external workload spikes in tennis training/match play, continuous variable	1.26 <sup>a</sup>	1.13-1.40	1.26 <sup>a</sup>	1.15-1.39
Accumulated external workload spikes in fitness training, continuous variable	1.11 <sup>a</sup>	1.02-1.20	1.18 <sup>a</sup>	1.09-1.27
Accumulated external workload spikes in fitness training and/or tennis training/match play, continuous variable	1.23 <sup>a</sup>	1.12-1.36	1.22 <sup>a</sup>	1.12-1.34
Workload/age ratio <sup>b</sup>				
0.9-1.1	1	—	1	—
<0.9	1.06 <sup>a</sup>	0.40-2.82	0.66 <sup>a</sup>	0.36-1.21
>1.1	1.64 <sup>a</sup>	0.60-4.49	0.77 <sup>a</sup>	0.39-1.54

—, no data; HRR, hazard rate ratio; OSTRC-0, Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire.

<sup>a</sup>Adjusted for age, sex, level of competition, number of days with training/match per week in the preceding 4 weeks.

<sup>b</sup>The ratio between number of training hours in the preceding 4 weeks and age.

Table 3. Incidence and 95% CI of shoulder complaints/injuries per 1000 hours of tennis training/match play for all and stratified by sex and level of play

Type of Incidence	All (n = 252)	National (n = 41)	Regional (n = 211)	Girls (n = 142)	Boys (n = 110)
	n, Incidence (95% CI)				
Shoulder complaints (cutoff $\geq 20$ ) (including recurrent complaints) across 52 weeks per 1000 hours	312, 2.68 (2.40-2.99)	21, 0.85 (0.55-1.31)	291, 3.17 (2.82-3.55)	98, 2.10 (1.73-2.56)	214, 3.06 (2.68-3.50)
Shoulder injuries (cutoff $\geq 40$ ) (including recurrent complaints) across 52 weeks per 1000 hours	130, 1.12 (0.94-1.32)	8, 0.32 (0.16-0.65)	122, 1.33 (1.11-1.59)	46, 0.99 (0.74-1.32)	84, 1.20 (0.97-1.49)
First shoulder complaint (cutoff $\geq 20$ ) per 1000 hours	90, 0.77 (0.67-0.85)	11, 0.45 (0.29-0.69)	79, 0.87 (0.79-0.93)	36, 0.77 (0.66-0.90)	54, 0.77 (0.68-0.88)
First shoulder injury (cutoff $\geq 40$ ) per 1000 hours	44, 0.38 (0.30-0.48)	5, 0.20 (0.09-0.44)	39, 0.42 (0.34-0.54)	16, 0.34 (0.23-0.51)	28, 0.40 (0.30-0.53)

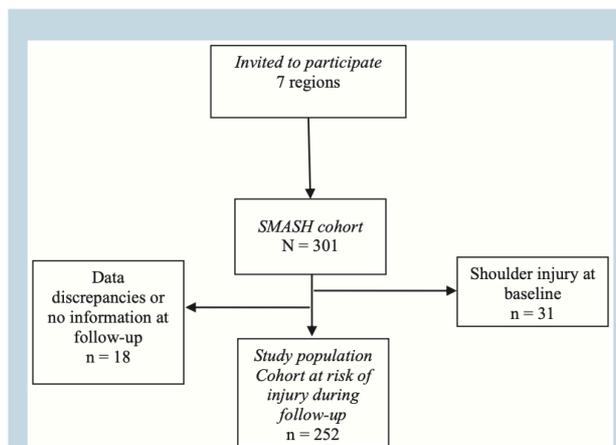


Figure 1. Flowchart describing the inclusion process.

Table 1. Baseline characteristics by shoulder injury status (injury the preceding 3 months or not) at baseline

Baseline Characteristics	Shoulder Injury at Baseline (OSTRC-O score $\geq 40$ ) (n = 31)	No Shoulder Injury at Baseline (n = 270)	P	All (N = 301)
Age, y, mean (SD)	15.4 (2.0)	14.4 (2.0)	0.01	14.5 (2.0)
Sex, male, % (n)	68 (21)	57 (155)	0.26	58 (176)
Height, cm, mean (SD)	173.5 (12.6)	169.3 (11.2)	0.05	169.8 (11.2)
Weight, kg, mean (SD)	62.7 (13.8)	57.8 (12.5)	0.04	58.3 (12.7)
BMI, kg/m <sup>2</sup> , mean (SD)	20.6 (2.8)	19.9 (2.5)	0.15	20.0 (2.5)
Passion for sport (AIMS), mean (SD) <sup>a</sup>	29.8 (3.3)	28.9 (3.7)	0.20	29.0 (3.7)
Quality of sleep, mean (SD) <sup>b</sup>	7.6 (2.0)	8.0 (1.7)	0.22	8.0 (1.7)
No. of hours of sleep per night, mean (SD)	7.7 (1.6)	8.2 (1.5)	0.08	8.1 (1.5)
General health, mean (SD) <sup>b</sup>	7.8 (1.7)	8.4 (1.7)	0.06	8.3 (1.7)
No. of matches in year 2017, mean (SD)	75.9 (44.7)	63.1 (33.7)	0.05	64.5 (35.1)
Hours per week of tennis training in year 2017, mean (SD)	10.6 (4.0)	9.4 (3.8)	0.10	9.5 (3.8)
Hours per week of fitness training in year 2017, mean (SD)	4.2 (2.4)	3.8 (2.5)	0.40	3.8 (2.5)
Normal racket tension, mean (SD)	23.8 (1.3)	23.4 (1.3)	0.11	23.4 (1.3)
One responsible tennis coach, yes, % (n)	58 (18)	68 (184)	0.26	67 (202)
One responsible fitness coach, yes, % (n)	45 (14)	64 (173)	0.04	62 (187)
Regularly performing rotation exercises for shoulder, yes, % (n)	65 (20)	56 (152)	0.34	57 (172)
Shoulder injury characteristics (n = 31), % (n)				
Injury onset: <u>Gradual</u> , mean (SD)	77 (23)	—		—
Injury onset: <u>Acute</u> , mean (SD)	23 (7)	—		—
Impairment on daily activities, mean (SD)	40 (12)	—		—
Impairment on sleep, mean (SD)	20 (6)	—		—
Stiffness in the shoulder, mean (SD)	73 (22)	—		—
Sought care for shoulder injury, mean (SD)	70 (21)	—		—

—, no data; AIMS, Athletic Identity Measurement Scale; BMI, body mass index; OSTRC-O, Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire.

<sup>a</sup>Sum of total score of 7 items of the AIMS questionnaire (minimum 7, maximum 35) where high scores correspond to a high passion for sport.

<sup>b</sup>Rated on a numerical rating scale of 1 to 10 where 1 = very bad and 10 = very good.

Tableau 1 : Caractéristiques de base en fonction de l'état de la blessure à l'épaule (blessure au cours des 3 mois précédents ou non) au début de l'étude

- LES FACTEURS DE RISQUE DES BLESSURES À L'ÉPAULE CHEZ LE JOUEUR DE TENNIS
- RISK FACTORS FOR SHOULDER INJURIES IN TENNIS PLAYERS

**Contexte** : Le tennis est l'un des sports les plus populaires avec 87 millions de pratiquants à travers le monde. Les blessures à l'épaule sont très répandues chez les joueurs de tennis de tous niveaux. L'épaule est une articulation très touchée à cause de la grande amplitude de mouvement, des contraintes et des charges imposées lors de la pratique du tennis. Ces blessures sont le plus souvent chroniques et associées à des douleurs. L'étude des facteurs de risque des blessures à l'épaule dans ce sport est complexe mais essentielle afin de prévenir leur survenue car elles retentissent sur la progression des joueurs de tennis.

**Objectif** : Identifier les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez le joueur de tennis.

**Participants** : Joueurs de tennis de tout âge, tout niveau et tout sexe.

**Méthodologie** : Une recherche a été effectuée sur les bases de données PubMed, PEDro et Cochrane Library afin de sélectionner des articles éligibles dans notre revue de littérature. Au préalable, nous avons défini des critères d'inclusion et d'exclusion précis afin de sélectionner les articles à inclure dans notre revue.

**Résultats** : Après notre sélection, nous avons retenu 5 articles pour notre revue de littérature : 4 études transversales et une étude de cohorte. Malgré des méthodes et des résultats parfois différents, plusieurs facteurs ont été identifiés. Les facteurs de risque les plus étudiés par nos articles étaient les différences d'amplitudes articulaires de l'épaule, les déficits de force musculaire, l'intensité de la pratique du tennis et les données anthropométriques (âge, taille, poids). Néanmoins certaines limites des articles ne permettent pas d'extrapoler les résultats à l'ensemble de la population étudiée.

**Discussion et Conclusion** : Bien que certains facteurs de risque aient été associés à la douleur d'épaule par les différents auteurs, le faible niveau de preuve ne permet pas de conclure sur leurs impacts dans le cadre des pathologies d'épaules. D'autres études supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre l'implication des facteurs de risques et aider les praticiens dans leur prise en charge.

**Background**: Tennis is one of the most popular sports with 87 million players worldwide. Shoulder injuries are very common among tennis players of all levels. The shoulder is a very affected joint due to the large range of motion, stress and loads imposed during the practice of tennis. These injuries are most often chronic and associated with pain. The study of risk factors for shoulder injuries in this sport is complex but essential in order to prevent their occurrence because they affect the progress of tennis players.

**Objective**: To identify the risk factors of shoulder injuries in tennis players.

**Participants**: Tennis players of all ages, levels and genders.

**Methodology**: A review of scientific literature was performed on the PubMed, PEDro and Cochrane Library databases to select eligible articles for our literature review. Beforehand, we defined specific inclusion and exclusion criteria to select articles.

**Results**: After our selection, we retained 5 articles for our literature review: 4 cross-sectional studies and one cohort study. Although the methods and results sometimes differed, several factors were identified. The risk factors most studied by our articles were differences in shoulder joint range of motion, muscle strength deficits, intensity of tennis practice and anthropometric data (age, height, weight). Nevertheless, some limitations of the articles do not allow the results to be extrapolated to the entire study population.

**Discussion and Conclusion**: Although some risk factors were associated with shoulder pain by the various authors, the low level of evidence does not allow us to conclude on their impact in the context of shoulder pathologies. Further studies are needed to better understand the involvement of risk factors and to help practitioners in their management.

**MOTS CLÉS** : Blessure à l'épaule, Douleur à l'épaule, Joueurs de tennis, Facteurs de risque

**KEYWORDS**: Shoulder injury, Shoulder pain, Tennis players, Risk factors