



UNIVERSITÉ LILLE 2 DROIT ET SANTÉ

**FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année 2017

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Analyse de la position de 11 arthrodèses scapulothoraciques :  
comparaison radio-clinique chez des patients atteints de dystrophie  
facio-scapulo-humérale**

Présentée et soutenue publiquement le 24 mai 2017 à 16h

Au Pôle Formation

**Par Elise LOOCK**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION**

**Monsieur le Docteur Vincent TIFFREAU**

**Monsieur le Docteur Olivier COURAGE**

**Directrice de Thèse :**

**Madame le Docteur Elvire GUERRE**

---

## ***Avertissement***

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**

## Liste des abréviations

FSH : facio-scapulo-humérale

AST : Arthrodèses scapulothoraciques

TDM : tomodensitométrie

Les résultats seront retranscrits de la manière suivante : moyenne  $\pm$  écart-type [minimum - maximum]

| Tableau des termes anatomiques équivalents |                  |                      |                   |                             |
|--|------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>Mouvements<br/>De l'épaule</b>          | EA               | Elévation antérieure | Flexion           | Antépulsion                 |
|  | EL               | Elévation latérale   | Abduction         |                             |
|  | RE               | Rotation externe     | Rotation latérale |                             |
|  | RI               | Rotation interne     | Rotation médiale  |                             |
|  |                  |                      |                   |                             |
| <b>Mouvements<br/>De la scapula</b>        |                  |                      |                   | <b>Dans notre protocole</b> |
|  | Abduction        | Sagittalisation      | Latéralisation    | Version diminuée            |
|  | Adduction        | Frontalisation       | Médialisation     | Version augmentée           |
|  | Rotation externe | Bascule latérale     |                   | Bascule augmentée           |
|  | Rotation interne | Bascule médiale      |                   | Bascule diminuée            |

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| RÉSUMÉ .....  | 6  |
| 1- INTRODUCTION .....   | 8  |
| 2- NOTIONS FONDAMENTALES .....                                    | 9  |
| 2.1- LA MYOPATHIE FACIO-SCAPULO-HUMERALE .....                    | 9  |
| 2.2- LE RÔLE DE LA SCAPULOTHORACIQUE : RAPPELS ANATOMIQUES .....  | 12 |
| 2.2.1 Le complexe articulaire de l'épaule.....                    | 12 |
| 2.2.2 L'articulation scapulothoracique .....                      | 16 |
| 3- SCAPULA ALATA : déficit des stabilisateurs de la scapula ..... | 20 |
| 4- ARTHRODÈSE SCAPULOTHORACIQUE : technique chirurgicale.....     | 25 |
| 3- MATÉRIELS ET MÉTHODES .....                                    | 30 |
| 3.1- POPULATION : CARACTÉRISTIQUES .....                          | 30 |
| 3.2- ÉVALUATION CLINIQUE.....                                     | 31 |
| 3.3- ÉVALUATION RADIOLOGIQUE : protocole .....                    | 32 |
| 3.3.1- Radiographies standards .....                              | 32 |
| 3.3.2- Tomodensitométrie.....                                     | 34 |
| 3.3.3- Protocole utilisé pour notre étude.....                    | 34 |
| 3.4- METHODOLOGIE STATISTIQUE .....                               | 41 |

|  |    |
|--|----|
| 4- RÉSULTATS .....   | 42 |
| 4.1- RÉSULTATS CLINIQUES .....   | 42 |
| 4.2- RÉSULTATS RADIOLOGIQUES ET VALIDITÉS INTER ET INTRA-OBSERVATEURS.....   | 45 |
| 4.2.1- Données statiques .....   | 45 |
| 4.2.2- Données dynamiques .....  | 47 |
| 4.3- LIEN ENTRE CLINIQUE ET RADIOLOGIE .....   | 52 |
| 4.3.1- Sur la population entière .....   | 52 |
| 4.3.2- Analyse en sous-groupe .....  | 54 |
| 5- DISCUSSION .....  | 60 |
| 5.1- RÉSULTATS CLINIQUES : .....   | 60 |
| 5.1.1- Comparaison avec la littérature .....   | 60 |
| 5.1.2- Impact de la myopathie.....   | 65 |
| 5.2- ANALYSE DE LA POSITION DE L'ARTHRODÈSE .....  | 67 |
| 5.2.1- Choix des mesures.....  | 67 |
| 5.2.2- Comparaison avec la littérature : quelle position optimale de fixation ?.....                               | 69 |
| 5.2.3- Application clinique sur le lien entre rotations et bascule sur le groupe des arthrodèses médialisées. .... | 73 |
| 5.3- LIMITES ET FORCES DE NOTRE ETUDE .....  | 76 |
| 5.3.1- Limites .....   | 76 |
| 5.3.2- Forces.....   | 77 |
| 6- CONCLUSION.....   | 78 |
| 7- ANNEXES .....   | 79 |
| 8- BIBLIOGRAPHIE .....   | 86 |

## RÉSUMÉ

**Contexte :** Dans la myopathie facio-scapulo-humérale, le déficit des stabilisateurs de la scapula entraîne un tableau de scapula alata. Afin de permettre un gain d'amplitude et d'indolence, une arthrodèse scapulothoracique peut être proposée.

**Méthode :** L'évaluation clinique et radiologique par examen tomodensitométrique a été réalisée pour 11 arthrodèses. Le protocole radiologique permettait l'analyse du positionnement des arthrodèses, concernant la hauteur, la version et la bascule de la scapula par rapport au rachis thoracique et au gril costal. Deux chirurgiens et un radiologue ont réalisé deux lectures différentes des examens d'imagerie, permettant d'étudier la validité inter et intra observateurs de notre protocole. Nous avons ensuite réalisé une étude des corrélations entre résultats cliniques et radiologiques.

**Résultats :** L'étude de la consolidation de la scapula sur les arcs costaux postérieurs a montré une très bonne corrélation intra et inter observateurs, avec un kappa à 0,855. Concernant la version, le coefficient r de Pearson était compris entre 0,82 et 0,95 ( $p < 0.05$ ) selon les observateurs. Concernant la bascule, il était compris entre 0,76 et 0,86 ( $p < 0.05$ ). La bonne corrélation de ces lectures permet de valider nos mesures.

La recherche de corrélation radio-clinique entre les amplitudes résiduelles de l'épaule et la position de fixation de l'arthrodèse n'a pas montré de différence significative sur la population entière. Néanmoins, l'analyse par sous-groupe a montré que, dans le groupe des arthrodèses médialisées, la rotation externe de

l'épaule était positivement corrélée à la bascule médiale, avec un coefficient r de Pearson à -0.909 ( $p = 0,032$ ).

**Conclusion :** Chez les patients atteints de myopathie facio-scapulo-humérale, l'arthrodèse scapulothoracique permet un gain d'amplitude dans les mobilités de l'épaule. Après avoir validé nos mesures tomodensitométriques sur 11 arthrodèses, nous avons vu que le positionnement de la scapula ne semblait pas modifier les amplitudes d'élévation. En revanche, positionner la scapula proche du rachis et en bascule médiale pourrait améliorer la rotation externe des patients. Une immobilisation postopératoire par coussin d'abduction pourrait permettre de maintenir cette position de fixation pendant la durée de consolidation de l'arthrodèse.

# 1- INTRODUCTION

La dystrophie Facio-Scapulo-Humérale (FSH) est une myopathie d'origine génétique dont la fréquence est de 1/20000(1). Elle entraîne, entre autres, un déficit du dentelé antérieur se traduisant par un tableau de scapula alata, ou winging scapula.

Afin de permettre une meilleure utilisation du membre supérieur chez ces patients, une arthrodèse scapulothoracique peut être réalisée. Elle permet un gain d'amplitude et une diminution des douleurs de la ceinture scapulaire en fusionnant la scapula sur le gril costal, à l'aide de plaques et de cerclages et d'une greffe d'os spongieux autologue (2).

Les objectifs de notre travail étaient d'évaluer, de manière rétrospective, le résultat fonctionnel de ces arthrodèses et de tenter d'établir une corrélation entre les mobilités résiduelles de l'épaule et la position de fixation de l'arthrodèse sur des examens radiologiques et tomodensitométriques. L'objectif secondaire était de valider notre protocole radiologique d'analyse de la position de ces arthrodèses, en étudiant les validités intra et inter observateurs de nos mesures.

Notre hypothèse était que l'optimisation de la position de fixation de l'arthrodèse pourrait permettre de diminuer les complications post-opératoires et d'obtenir une meilleur fonction du membre supérieur chez ces patients.

## 2- NOTIONS FONDAMENTALES

### 2.1- LA MYOPATHIE FACIO-SCAPULO-HUMERALE

La dystrophie, aussi appelée myopathie, facio-scapulo-humérale est une des maladies neuro-musculaires d'origine génétique la plus fréquente en France avec une **prévalence de 1/15000 à 1/20000**(1).

L'anomalie génétique se situe sur le chromosome 4, dans la région D4Z4 où il existe une délétion de répétition d'un fragment d'ADN(1,3). Sa pénétrance est variable mais elle se transmet sur un mode autosomique dominant.

L'âge de début des symptômes est généralement compris dans la deuxième décennie bien qu'il ait été décrit des formes infantiles ou des formes plus tardives (1).

Cliniquement, l'atteinte musculaire est **asymétrique** et prédomine sur (4):

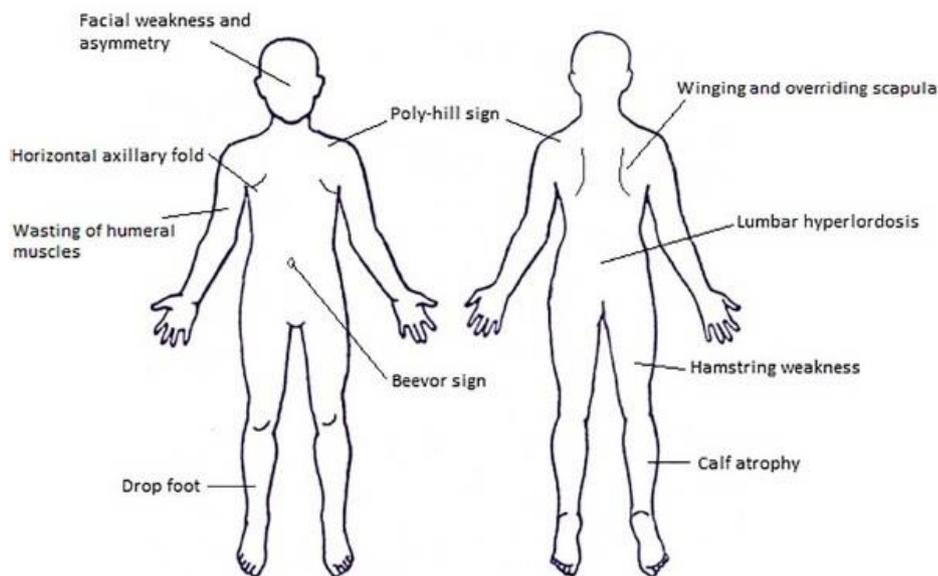
**-les muscles de la face** : orbiculaires des joues et des yeux, entraînant une impossibilité à siffler, à gonfler les joues ou à l'occlusion palpébrale complète lors du sommeil.

**-les muscles de l'épaule** : déficit du dentelé antérieur (serratus anterior) et du rhomboïde, entraînant un tableau de scapula alata qui sera décrit ultérieurement. Le grand dorsal, les grand et petit ronds ainsi que le trapèze sont également atteints. Cette atteinte épargne le deltoïde proximal et les muscles de la coiffe, permettant de garder une force musculaire satisfaisante pour la mobilisation de l'épaule.

**-les muscles du bras** : atteinte des biceps, triceps et de la partie distale du deltoïde entraînant une perte de force avec défaut d'utilisation des membres supérieurs. Les muscles de l'avant-bras et de la main sont globalement respectés.

**-les muscles du tronc** (érecteurs du rachis, droit de l'abdomen) : difficulté à passer de la position allongée à assise, hyperlordose, signe de Beevor (mouvement d'ascension de l'ombilic à la flexion du cou, en position allongée).

**-aux membres inférieurs** (adducteurs, tendons de la patte d'oie, quadriceps, tibial antérieur) : chutes, difficultés à monter les escaliers, pied tombant, boiterie de type Tredelenburg.



Characteristic signs of facioscapulohumeral muscular dystrophy.

*Illustration 1: Signes cliniques dans la FSH, Mul 2015*

Bien que très inconstantes, des atteintes cardiaques, respiratoires et des rétinopathies sont également décrites et nécessitent un dépistage voire un suivi chez les patients(1).

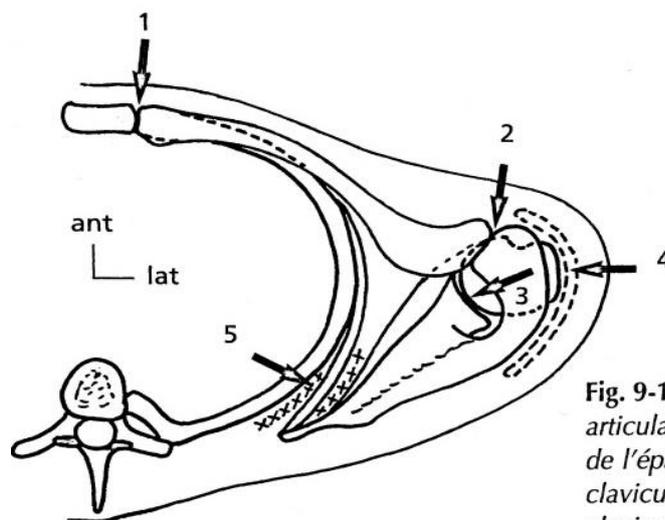
Des douleurs chroniques ainsi qu'une fatigue sont présents chez 75 % des patients et doivent être intégrés dans la prise en charge globale du patient, avec notamment une kinésithérapie au long cours (1).

Les **échelles de Brooke et Vignos** permettent une évaluation des capacités motrices aux membres supérieurs et inférieurs dans le cadre des myopathies. Elles sont applicables à la FSH bien qu'initialement décrites pour les myopathies de Duchenne (annexes). Elles témoignent de l'autonomie du patient en fonction de l'évolution de la maladie(5).

## 2.2- LE RÔLE DE LA SCAPULOTHORACIQUE : RAPPELS ANATOMIQUES

### 2.2.1 Le complexe articulaire de l'épaule

Le complexe articulaire de l'épaule est composé de **5 articulations**(6,7). Trois d'entre elles sont classiquement décrites comme de vraies articulations, il s'agit de la **gléno-humérale** (ou scapulo-humérale), de l'**acromio-claviculaire** et DE la **sterno-claviculaire**. Les deux autres correspondent à des espaces de glissement, à savoir l'**espace sous acromio-delhoïdien** (ou subdeltoïdien) et l'articulation **scapulo-thoracique** (ou scapulo-serato-thoracique). L'unité scapulo-humérale comprend l'articulation gléno-humérale et l'espace sous acromio deltoïdien alors que l'unité scapulothoracique comprend les articulations sterno-claviculaire, acromio-claviculaire et scapulo-thoracique.



**Fig. 9-1** – Les cinq articulations du complexe de l'épaule : sterno-claviculaire (1), acromio-claviculaire (2), scapulo-humérale (3), subdeltoïdienne (4), scapulo-serrato-thoracique (5).

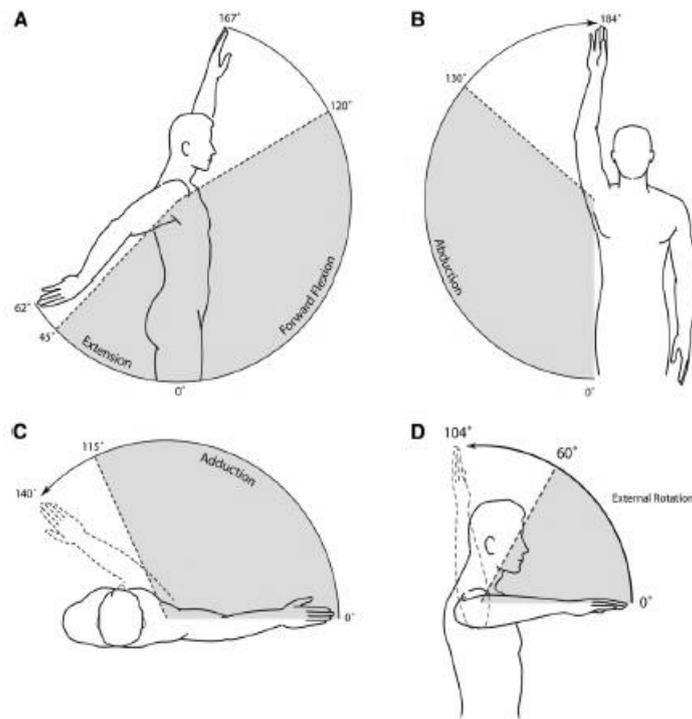
*Illustration 2: Complexe articulaire de l'épaule, Dufour, 2005*

Les mouvements du bras par rapport au thorax permettent l'utilisation du membre supérieur dans un cône de circumduction correspondant à un secteur sphérique d'accessibilité. Ils se déroulent dans les trois plans de l'espace (tableau 1)

*Tableau 1 : amplitudes du complexe articulaire de l'épaule*

| <b>Plan de mobilité</b> | <b>Mouvements</b>                                | <b>Amplitudes maximales (Kapandji (7))</b> | <b>Amplitudes utiles (Namdari (8))</b> |
|-------------------------|--|--|--|
| Sagittal                | Flexion (ou antépulsion ou élévation antérieure) | 180°                                       | 120°                                   |
|                         | Extension (ou rétropulsion)                      | 50°  | 45°                                    |
| Frontal                 | Abduction (ou élévation latérale)                | 180°                                       | 130°                                   |
|                         | Adduction  | 30°  | /                                      |
| Transverse              | Rotation interne                                 | 110°                                       | /                                      |
|                         | Rotation externe                                 | 90°  | 60°                                    |

Les mobilités articulaires maximales de l'épaule et les mobilités fonctionnelles pour les activités de la vie quotidiennes (illustration 3) divergent dans tous les secteurs de mobilités (8). Pour une meilleure fonction possible du membre supérieur, l'abduction et la flexion sont les deux secteurs de mobilité que l'on essaie de restaurer.



*Illustration 3: Secteur de mobilités utiles selon Namdari, 2012*

Récemment, Langer (9) a décrit **l'importance de la restauration de la rotation externe** après les paralysies du plexus brachial. Ainsi, on peut être amené à penser que tous les secteurs de mobilités doivent être au maximum conservés pour un résultat fonctionnel le meilleur possible.

Le **rythme scapulo-huméral** (tableau 2 et illustration 4) est décrit lors de **l'abduction** du membre supérieur et correspond aux mobilités dans l'articulation scapulo-humérale (abduction) et dans l'articulation scapulothoracique (sonnette latérale). On observe ainsi que **la part de l'articulation scapulothoracique dans l'élévation du bras se fait surtout au-delà de 90° d'élévation**, avec un ratio de 2/3(6,10).

Tableau 2: le rythme scapulo-huméral

| Abduction | Scapulo-humérale  |           |     | Scapulothoracique |           |     |
|-----------|---|-----------|-----|-------------------|-----------|-----|
|           | Secteurs  | Amplitude |     | Fraction          | Amplitude |     |
| 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°              | 40°       | 2/3 |
| 150-180°  | Inclinaison latérale du rachis (ou extension si le mouvement est bilatéral) |           |     |                   |           |     |

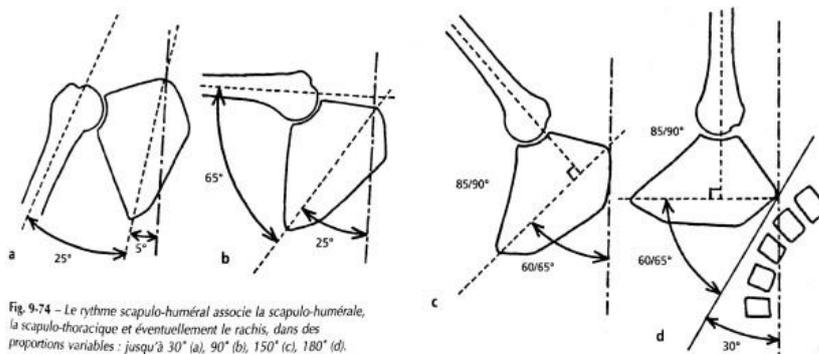
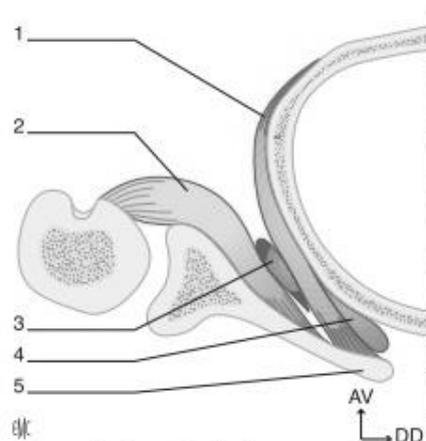


Fig. 9-74 – Le rythme scapulo-huméral associe la scapulo-humérale, la scapulo-thoracique et éventuellement le rachis, dans des proportions variables : jusqu'à 30° (a), 90° (b), 150° (c), 180° (d).

Illustration 4: Le rythme scapulo-huméral, d'après Dufour, 2005

### 2.2.2 L'articulation scapulothoracique

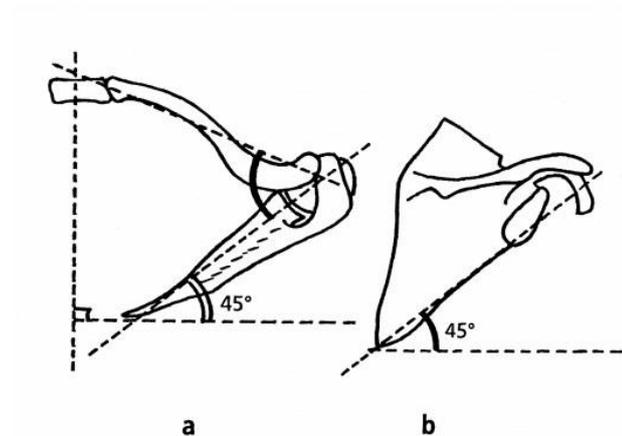
Il s'agit d'une fausse articulation car elle ne comprend pas de surface articulaire cartilagineuse (11), il s'agit d'une syssarcose. C'est le dentelé antérieur (serratus anterior) qui définit deux espaces de glissement (12) : omo-serratique et omo-thoracique (illustration 5). Le muscle sub-scapulaire s'insère sur la face profonde de la scapula.



**Figure 3.** Coupe horizontale de la syssarcose scapulothoracique. 1. Muscle dentelé antérieur; 2. muscle subscapulaire; 3. bourse séreuse serratoscapulaire; 4. bourse séreuse serratothoracique; 5. scapula.

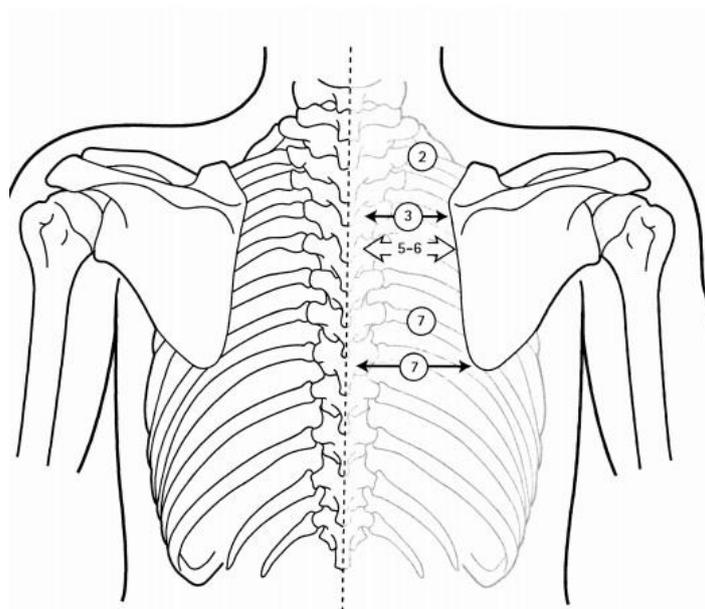
*Illustration 5: L'articulation scapulothoracique, d'après Grignon, 2013*

En position de référence, la scapula est oblique de 30° (7) à 45° (6) en moyenne vers l'avant et le dehors, et l'angle scapulo-claviculaire est de 70° environ, dans le plan axial. Dans le plan sagittal, le bord axillaire de la scapula est orienté de 45° vers le haut et l'avant (illustration 6).



*Illustration 6: Position de la scapula, a- vue supérieure, b- vue frontale, d'après Dufour, 2005*

En **projection sur le thorax** (illustration 7) et en position neutre, la scapula s'étend de la 2<sup>ème</sup> à la 7<sup>ème</sup> côte, le bord médial de l'épine est à la hauteur de la 3<sup>ème</sup> épineuse thoracique et la pointe de la scapula est en regard de la 7<sup>ème</sup> épineuse thoracique. Son bord interne est à 5 - 6 cm de la ligne des épineuses alors que son angle inférieur est distant de 7 cm de cette même ligne. (7)



*Illustration 7: Projection de la scapula sur le thorax, d'après Kapandji, 2011*

Les **mouvements isolés de l'articulation scapulothoracique** (illustration 8) peuvent se décrire dans les différents plans de l'espace (13) :

-plan frontal : **élévation / abaissement**, avec une amplitude totale de 8 à 13 centimètres. L'**abduction / adduction** permet un débattement de 15 centimètre. Il existe aussi des mouvements de **sonnettes latérale et médiale** : bascule de la pointe de la scapula vers le dehors ou vers le dedans, avec un point fixe de rotation (point imaginaire situé en dessous du tubercule trapézien de l'épine, perpendiculaire au plan de la scapula).

-plan sagittal : **tilt antérieur et postérieur** : bascule de la scapula qui la rapproche (tilt antérieur) ou l'éloigne (tilt postérieur) du thorax.

On peut également décrire des mouvements de **sagittalisation** et de **frontalisation** : glissement de la scapula le long du gril costal pour l'amener vers le dehors (donc dans un plan sagittal) ou le dedans (donc dans un plan frontal), ces mouvements s'apparentent aux mouvements d'abduction/adduction.

Lors des mouvements élémentaires de l'épaule, la scapula opère les mouvements suivants(6):

-lors de la **flexion** : la scapula suit premièrement un mouvement de sagittalisation puis de sonnette latérale, tilt postérieure et élévation.

-lors de l'**abduction** : la scapula suit premièrement un mouvement de frontalisation puis de sonnette latérale, tilt postérieure et élévation.

-lors de la **rotation médiale**, la scapula suit un mouvement de sagittalisation, sonnette latérale, tilt antérieur et élévation.

-lors de la **rotation latérale**, la scapula suit un mouvement de frontalisation, sonnette médiale, tilt postérieur et léger abaissement.

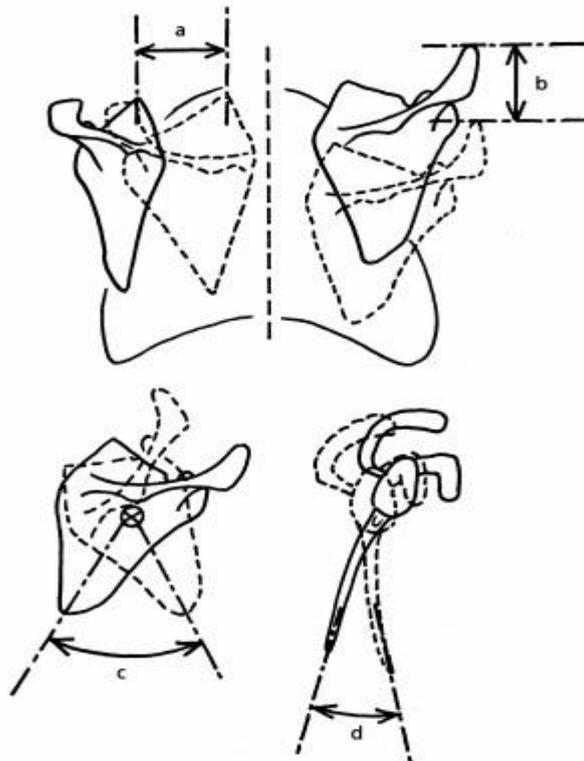


Fig. 9-57 – Mouvements scapulo-thoraciques : en abduction-adduction (a), en élévation-abaissement (b), en sonnette (c), en bascule sagittale (d).

*Illustration 8: mouvements de l'articulation scapulothoracique, d'après Dufour, 2005*

### **3- SCAPULA ALATA : déficit des stabilisateurs de la scapula**

La scapula alata fait partie des dyskinésies scapulaires. Elle est **dynamique**, c'est à dire qu'elle est retrouvée à l'élévation du membre supérieur (illustration 9), et résulte d'une insuffisance de fixation dynamique de la scapula sur le thorax (14). Le bord médial et la pointe de la scapula ne sont donc plus appliqués sur le thorax, et le mouvement de rotation interne de la scapula entraîne un décollement caractéristique (2).



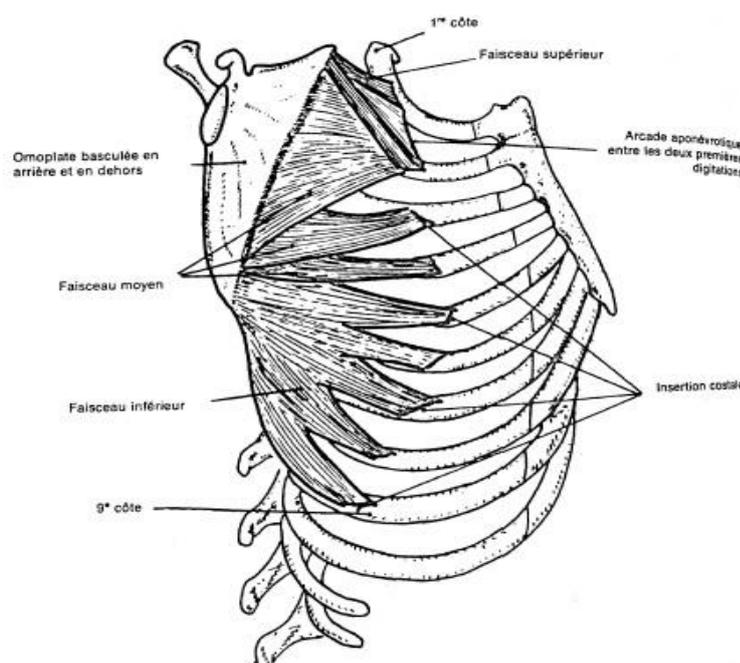
*Illustration 9 : Patiente de notre série, ayant bénéficié d'une arthrodèse à droite. À gauche, on observe le décollement du bord médial et de la pointe de la scapula par rapport au thorax.*

Elle est due à un **déficit des stabilisateurs de la scapula**, majoritairement du dentelé antérieur mais aussi du rhomboïde. La scapula alata peut s'observer dans deux situations :

- une **paralysie** (traumatique, inflammatoire ou idiopathique) **du nerf thoracique long** (anciennement dit « de Charles Bell ») qui entraîne une dégénérescence du dentelé antérieur.

- un **déficit musculaire primaire** du dentelé antérieur et des rhomboïdes, c'est le sujet abordé ici dans le cadre des dystrophie FSH.

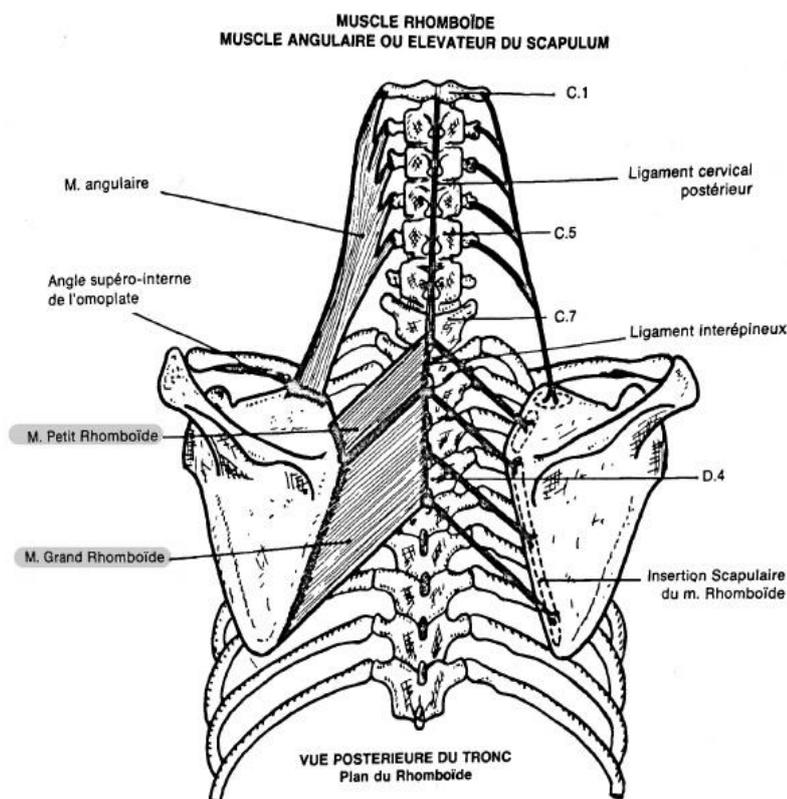
Le **dentelé antérieur** (15,16) est un muscle plat, s'insérant sur le bord latéral des 8 à 9 premières côtes(16). Il se dirige ensuite en haut, en arrière et en dehors, suivant la paroi thoracique pour se terminer sur le bord médial et antérieur de la scapula (illustration 11) . Il est innervé par le **nerf thoracique long**, issu des racines cervicales C5 à C7. Son action est d'appliquer et de stabiliser la scapula sur le



VUE LATÉRALE DU THORAX

thorax. S'il prend son point fixe sur les côtes, il soulève le moignon de l'épaule en attirant la scapula en avant et en dehors.

Le muscle **rhomboïde** (illustration 11) est quadrangulaire et épais. Il s'insère médialement sur les apophyses épineuses de C7 à T4 jusqu'au bord spinal de la scapula. Il est souvent séparé en petit et grand rhomboïdes par un espace celluleux. Sa contraction abaisse le moignon de l'épaule et entraîne une adduction de la scapula.



*Illustration 11: Les rhomboïdes. d'après Depreux. 1995*

L'action conjointe du dentelé antérieur et du rhomboïde est donc de stabiliser la scapula sur le thorax (illustration 12), ce qui est primordial dans l'élévation du membre supérieur.



Le diagnostic étiologique nécessite des examens complémentaires : électromyogramme pour l'origine neurologique, permettant d'évaluer le potentiel de récupération spontanée, et test génétique pour la FSH.

Cliniquement, la **manceuvre d'Horwitz** (18) permet d'évaluer le gain fonctionnel d'une stabilisation chirurgicale de la scapula sur le thorax. Le clinicien applique la scapula sur le thorax et demande au patient d'élever son membre supérieur. Le test est positif si il existe un gain d'amplitude et si le patient ressent une amélioration fonctionnelle (illustration 14).



*Illustration 14 : Giannini 2007(19), gain d'élévation lors de la manœuvre d'Horwitz*

**Ce tableau de scapula alata, par déficit des stabilisateurs de l'épaule, est la source de douleurs chroniques et d'une diminution de fonction du membre supérieur, tant en terme de mobilité que de force.**

#### **4- ARTHRODÈSE SCAPULOTHORACIQUE : technique chirurgicale**

Le principe de l'arthrodèse scapulothoracique est de faire fusionner la scapula sur le thorax afin de stabiliser celle-ci dans les mouvements de la ceinture scapulaire. Elle est réalisée en cas de scapula alata.

Plusieurs techniques ont été décrites :

-soit des **arthrodèses (ou scapulodèses)** visant une fusion complète entre la scapula et le thorax, avec interposition de greffe d'os spongieux autologue, prélevée au dépend de la crête iliaque postérieure ipsilatérale

-soit des **scapulopexies** correspondant à un montage plus souple, sans utilisation de matériel d'ostéosynthèse.

Le tableau suivant recense les différentes techniques.

| Étude et année                                     | Nb épaules | Technique   |
|--|------------|---|
| Andrews, 1998 (20)                                 | 6          | Arthrodèse par fils de cerclage + greffe                        |
| Bunch, 1993 (21)                                   | 17         | Arthrodèse par fils de cerclage + greffe                        |
| Cooney, 2014 (22)                                  | 14         | Arthrodèse par plaques + fils de cerclage + greffe              |
| Delaubier , 1997(23)                               | 25         | Scapulopexie avec Dacron  |
| Demirhan, 2009 (24)                                | 18         | Arthrodèse par cable multifilamentaire + greffe                 |
| Elhassan, 2008(25)                                 | 10         | Arthrodèse par plaques DCP + cerclages + greffe                 |
| Giannini, 2007(19)                                 | 26         | Scapulopexie avec cerclages métalliques souples                 |
| Goel, 2014(26)                                     | 12         | Arthrodèse par plaques DCP + cerclages + greffe                 |
| Griffet 2010(27)                                   | 2          | Scapulopexie au lacet resorbable                                |
| Jeon, 2005 (28)                                    | 6          | Arthrodèse par clou de Rush + cerclages + greffe                |
| Ketenkjian, 1976(29)                               | 5          | Scapulopexie stabilisée au fascia lata                          |
| Krishnan, 2005(30)                                 | 24         | Arthrodèse avec plaque 1/3 tube + cerclage + greffe             |
| Letournel, 1990 (31)                               | 24         | Arthrodèse avec plaque 1/3 tube vissée + cerclage               |
| Rhee, 2006 (32)                                    | 9          | Arthrodèse avec plaque de Letournel1/3 tube + cerclage + greffe |
| Szomor, 2000(33)                                   | 1          | Scapulopexie avec allogreffe de tendon calcanéen                |
| Twyman, 1996(34)                                   | 6          | Arthrodèse par cerclages étagés + greffe                        |
| Van Tongel, 2006(35)                               | 35         | Arthrodèse par vissage simple étagé + greffe                    |
| <b>Notre équipe : Falcone, Chantelot, 2008 (2)</b> | <b>8</b>   | <b>Arthrodèse par plaque1/3 tube + cerclages + greffe</b>       |

Tableau 3 : Différentes techniques d'arthrodèses

Dans notre centre, l'arthrodèse scapulothoracique est réalisée selon la technique suivante, et par le même opérateur (2).

Le patient est installé en décubitus ventral. L'anesthésie générale peut être complétée par la mise en place d'un cathéter para-vertébral pour l'analgésie post-opératoire. Le champ opératoire inclut la totalité du membre supérieur, la scapula jusqu'au rachis et la crête iliaque postérieure homolatérale.

Dans un premier temps, on réalise le prélèvement d'os spongieux aux dépens de la crête iliaque selon les techniques usuelles.

Ensuite, l'incision cutanée suit le bord médial de la scapula pour s'incurver en dehors dans sa partie distale. Après hémostases sous-cutanées, la face postérieure de la scapula est exposée en désinsérant successivement les muscles trapèze, rhomboïde puis le supra et l'infra épineux.

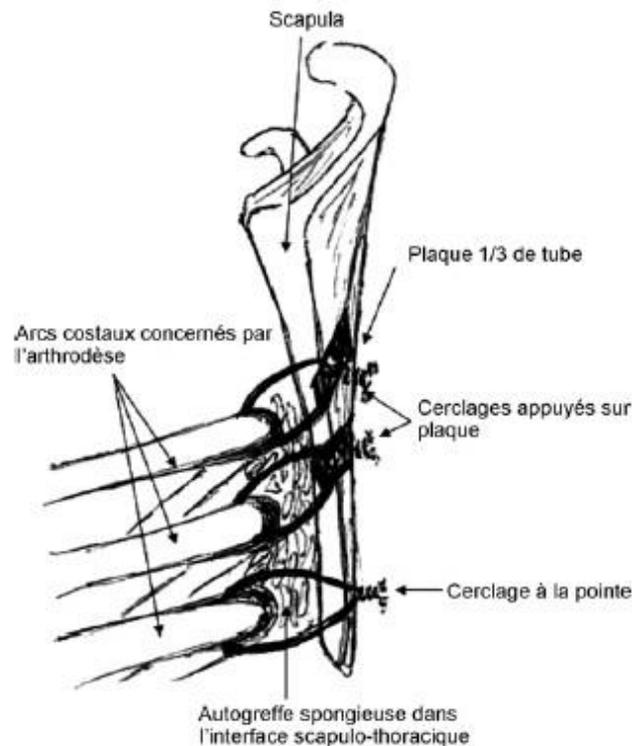
Les insertions scapulaires du dentelé antérieur et du sous-scapulaire sont également libérées. Les arcs postérieurs des côtes en regard de la scapula (généralement de la 2<sup>e</sup> à la 7<sup>e</sup> côte) sont déperioستés pour permettre le passage de fils de cerclage au contact direct de l'os et éviter les lésions du paquet vasculo-nerveux intercostal ou les pneumothorax iatrogènes.

Théoriquement, la position de la scapula est réglée **entre la 3<sup>e</sup> et la 6<sup>e</sup> côte** avec une **rotation externe de 10 à 30° vers le haut et le dehors** en fonction de l'anatomie du patient. En pratique, on applique la scapula sur le thorax à l'endroit que l'on juge le plus adapté pour permettre la meilleure consolidation possible. En per-opératoire, la position et l'angulation exacte de la scapula reste subjective.

Un premier cerclage est positionné sur la pointe de la scapula afin de déterminer sa hauteur, généralement en regard de la 6<sup>e</sup> ou 7<sup>e</sup> côte. Ensuite, on réalise des perforations de la scapula avec une mèche de 3,5 mm de diamètre, pour les fils de cerclages qui ont préalablement été passés autour des côtes. Plusieurs fils peuvent être passés sous une même côte pour permettre une bonne répartition médio-latérale des points d'ancrage. Enfin, les fils de cerclages sont passés à travers des plaques 1/3 de tubes appliquées en console sur la scapula pour éviter toute fracture itérative par hypersollicitation du corps de la scapula (illustration 15).

La greffe d'os spongieux est intercalée entre la face antérieure de la scapula et la face postérieure des côtes et les différents cerclages sont serrés en compression. Les trapèze et rhomboïdes sont réinsérés au bord médial de l'infra-épineux et la fermeture se fait sur redon aspiratif.

Une radiographie de thorax post-opératoire permet le contrôle du matériel d'ostéosynthèse et du montage de l'arthrodèse et permet de dépister un éventuel pneumothorax.



*Illustration 15 : Schéma du montage de l'arthrodèse scapulothoracique, d'après Falcone et Chantelot, 2008*

Dans les suites immédiates, les patients sont immobilisés par gilet orthopédique pendant 6 semaines. La rééducation par mobilisation, passive puis active, débute au décours de cette période d'immobilisation et est réalisée au mieux en centre spécialisé avec balnéothérapie.

**L'arthrodèse scapulothoracique est donc la solution chirurgicale de référence pour le traitement des scapula alata. Elle n'est pas dénuée de risques mais apporte gain d'amplitude, indolence et bénéfice esthétique aux patients.**

## 3- MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 3.1- POPULATION : CARACTÉRISTIQUES

Notre étude **rétrospective** a inclus 14 patients, tous atteints de myopathie FSH, et avaient bénéficié d'une arthrodèse scapulothoracique entre janvier 2004 et septembre 2015 au CHRU de Lille. Les **critères d'inclusion** étaient donc l'atteinte par la myopathie FSH et la réalisation d'une arthrodèse scapulothoracique.

Nos **critères d'exclusion** étaient l'absence de consultation de contrôle récente et/ou l'absence de TDM de contrôle.

Au total, **7 patients** ont pu être effectivement inclus. Il s'agissait de 3 hommes et 4 femmes. Quatre patients (3 hommes et 1 femme) ont bénéficié d'une arthrodèse bilatérale. Notre étude concerne donc **11 arthrodèses**.

Le **recul moyen** entre l'intervention et la consultation était de **6,3 ans** [1,5-11 ans]. L'**âge moyen** était de **29,6 ans** [24-42 ans].

Concernant l'**activité professionnelle**, quatre patients sur sept ont repris leur activité au même niveau et trois patients bénéficient d'un reclassement professionnel. Trois patients exercent une activité professionnelle manuelle, deux sont agriculteurs alors que le troisième est peintre en bâtiment, en cours de reconversion.

L'**indice de masse corporelle** (IMC) moyen était de 25,4 [20-32], notre population était donc globalement de poids normal.

Pour les arthrodèses unilatérales, le côté dominant a été opéré dans deux cas sur trois. Pour les arthrodèses bilatérales, le côté dominant a été opéré en premier dans trois cas sur quatre.

### **3.2- ÉVALUATION CLINIQUE**

Les dix patients ont tous été revus en consultation entre janvier et mai 2016. L'examen clinique comprenait :

- **un interrogatoire** : la satisfaction globale de l'intervention était évaluée en demandant au patient si, à postériori, il choisirait à nouveau de bénéficier de l'intervention chirurgicale. La demande préopératoire était également recherchée avec comme réponses possibles : le gain de mobilité, la diminution des douleurs ou le bénéfice esthétique. Les complications postopératoires précoces ainsi que la durée des douleurs nécessitant la prise régulière d'antalgiques ont été recherchées et évaluées.

- **évaluations cliniques** : par le score de Brooke et Vignos pour évaluer la FSH ; et par le score de Constant pour évaluer la fonction du membre supérieur opéré (voir annexes)

- **un examen physique** : réalisé avec un recueil des mobilités actives de l'épaule à l'aide d'un goniomètre pour la flexion, l'abduction et la rotation externe, et par rapport aux vertèbres pour la rotation interne.

**L'examen clinique a été réalisé par un seul observateur, interne en chirurgie orthopédique, sur une période allant de janvier 2016 à mars 2017.**

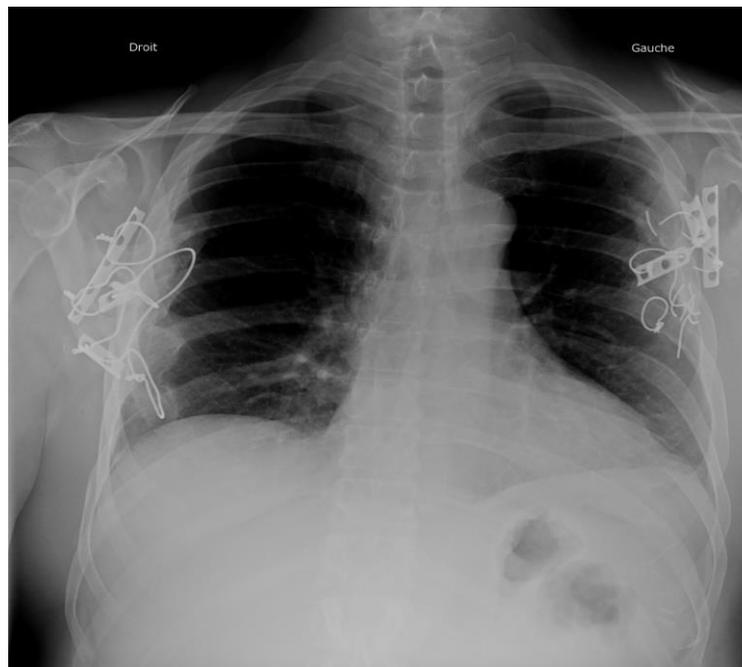
### **3.3- ÉVALUATION RADIOLOGIQUE : protocole**

#### **3.3.1- Radiographies standards**

Dans le cadre du suivi des AST, des radiographies standards ont été utilisées pour évaluer la consolidation et rechercher d'éventuelles complications (bris de matériel, déplacement secondaire). Les radiographies utilisées sont les suivantes :

- Thorax de face : illustration 16
- Épaule de face : illustration 17
- Scapula de profil : en position debout, le patient est placé en position oblique antérieure et l'avant-bras est positionné sur la tête, illustration 18.

**Ces radiographies ont été réalisées lors de la consultation de contrôle clinique, avec un recul post-opératoire moyen de 6,3 ans [1,5-11 ans].**



*Illustration 16 : radiographie de thorax de face*



*Illustration 17 : radiographie d'épaule de face*



*Illustration 17: Radiographie de profil scapulaire*

### 3.3.2- Tomodensitométrie

L'examen tomodensitométrique est l'examen d'imagerie le plus fiable permettant d'évaluer la consolidation de l'AST (2,24).

Il est habituellement demandé chez tous les patients dans le cadre du suivi de leur arthrodeuse. Il permet aussi de rechercher des complications telles que le bris de matériel ou le déplacement secondaire. Nos patients ont donc bénéficié d'un **TDM de l'épaule opérée**, incluant le rachis cervico-thoracique et réalisé les bras en position de repos. **Cet examen a été réalisé dans les suites de la consultation de contrôle, donc entre février 2016 et avril 2017.**

### 3.3.3- Protocole utilisé pour notre étude

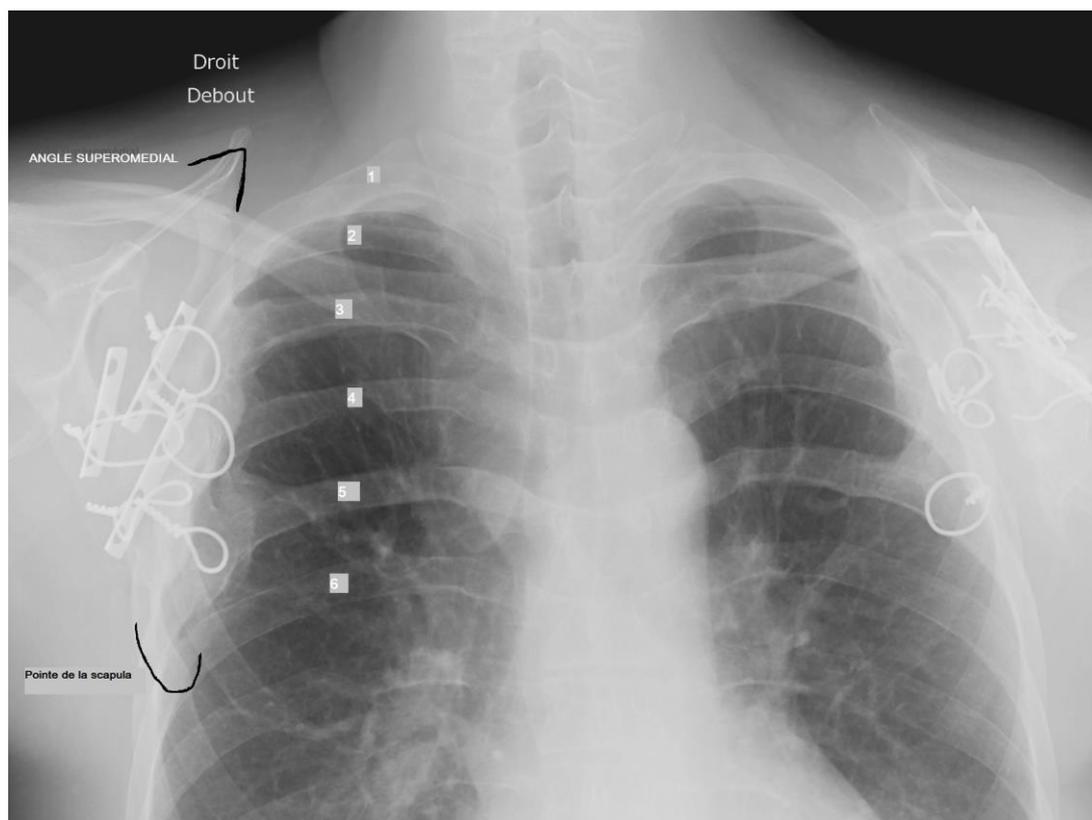
A notre connaissance et après examen de bibliographie, l'étude du positionnement radiologique, , des arthrodeuses scapulothoracique par examen tomodensitométrique et radiographies standards n'a jamais été réalisée. Ainsi, en concertation avec deux radiologues séniors, un orthopédiste sénior et un interne d'orthopédie, nous avons élaboré le protocole suivant pour définir la position de fixation de l'arthrodèse sur la paroi thoracique.

Nous avons différencié des données « statiques » qui ne sont pas corrélées à la mobilité de l'épaule et des données « dynamiques » qui sont le reflet de la position de la scapula et qui, selon notre hypothèse, devrait influencer les mobilités de l'épaule.

**-données statiques :** présence ou absence de consolidation osseuse (visualisée sur le tdm et le profil scapulaire). Présence de bris de matériel, nombre de plaques et longueur, nombre de cerclages, visualisés sur une radiographie de thorax standard.

**-données dynamiques :** l'arthrodèse est, par principe fixée sur la paroi thoracique. Nous avons ici déterminé la position de fixation en rapport avec les mouvements élémentaires de la scapula :

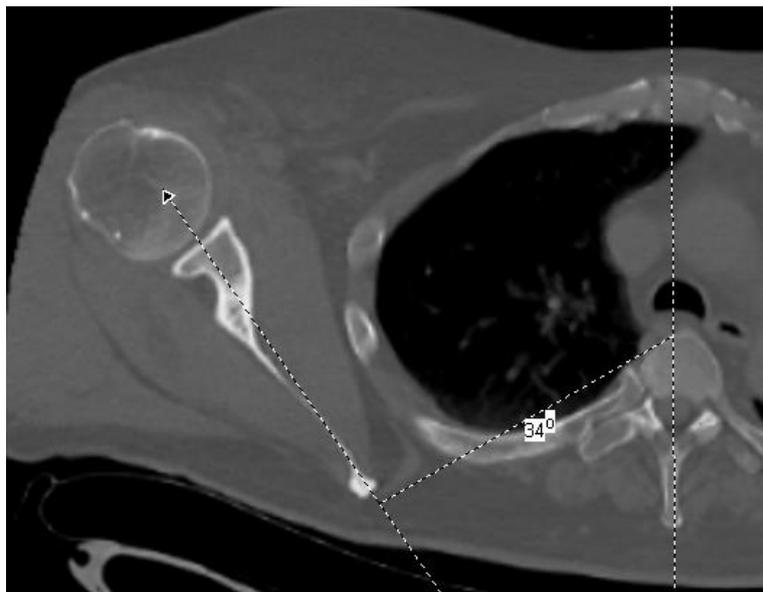
**a- l'élévation ou l'abaissement de la scapula :** peuvent être déterminés par la hauteur de la fixation sur les côtes (illustration 18). Comme vu précédemment, la scapula s'étend de la 2<sup>e</sup> à la 7<sup>e</sup> côte, le bord médial de l'épine est à la hauteur de la 3<sup>e</sup> épineuse thoracique et la pointe de la scapula est en regard de la 7<sup>e</sup> épineuse thoracique. Lors d'une arthrodèse, la fixation se fait dans le corps de la scapula, soit à un niveau inférieur à l'épine.



*Illustration 18: Radiographie de thorax de face. Repères de l'angle posteromédial et de la pointe de la scapula. Numérotation des arcs postérieurs des côtes*

Nous pouvons, grâce au TDM et à la radiographie de thorax, dans les trois plans de l'espace, déterminer sur quelles côtes a été fixée l'arthrodèse, en déterminant le niveau de projection sur les arcs postérieurs du bord supéro-medial et de la pointe de la scapula.

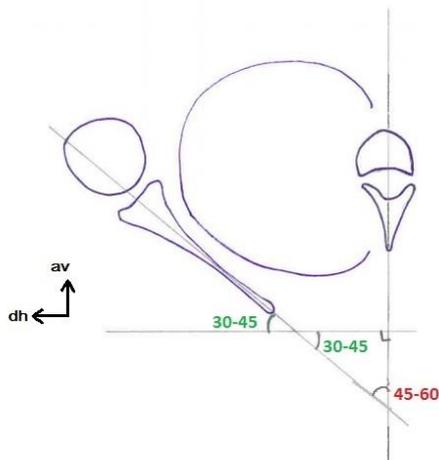
**b- l'abduction / adduction ou sagittalisation / frontalisation ou latéralisation / médialisation** peut être évaluée indirectement par la mesure de l'angle entre la ligne passant par le centre de la glène et la pointe de la scapula et l'axe de l'épineuse de la vertèbre thoracique. Nous appellerons cette mesure « **VERSION** » dont un exemple est donné par l'illustration 19.



*Illustration 19 : mesure de la VERSION*

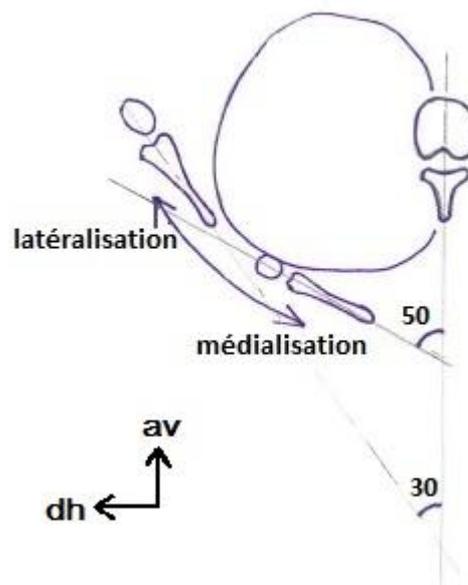
Le plan d'orientation de la scapula est habituellement de 30 à 45° par rapport à l'horizontale en position de fonction (illustration 20). Si on admet que l'axe de l'épineuse est orthogonal par rapport à l'horizontale, alors l'angle mesuré comme décrit ci-dessus devrait être compris entre 45 et 60° (la somme des angles d'un

triangle étant égale à  $180^\circ$ , on effectue le calcul suivant :  $180-90-45 = 45$  ou  $180-90-30 = 60$ ).



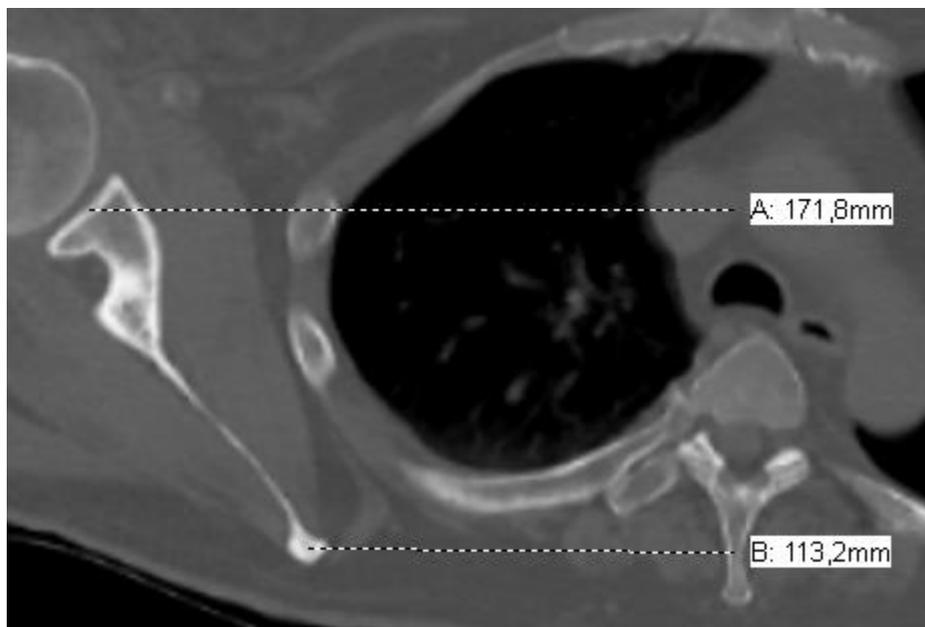
*Illustration 20 : schéma de la VERSION*

Alors qu'il varie peu lors de la frontalisation ou médialisation de la scapula, il diminue en sagittalisation ou latéralisation, lorsque la scapula se déplace le long de la paroi thoracique (illustration 21).



*Illustration 21 : schéma de variation de la version en fonction de la position de la scapula*

Le rapport entre la distance [centre glène – ligne médiane] et la distance [pointe épine – ligne médiane] peut aussi déterminer l'abduction/adduction. Ce rapport augmente avec l'adduction ou la frontalisation mais diminue avec l'abduction ou sagittalisation. Il sera reporté comme « **RAPPORT** », dont l'illustration 22 est un exemple.



*Illustration 22: Rapport pour évaluation de la sagittalisation / frontalisation*

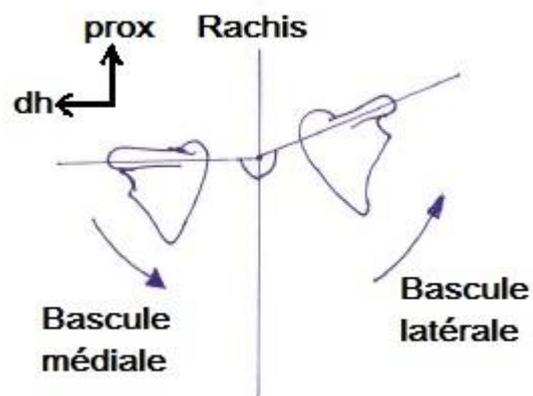
**c- la sonnette latérale ou médiale ou bascule de la scapula** : cette mesure a été la plus difficile à élaborer pour qu'elle soit facilement réalisable et reproductible (voir discussion). Nous avons choisi l'angle entre la ligne des épineuses rachidiennes et l'épine de la scapula sur des coupes TDM épaissies (tranches de 50 à 85mm).

Nous appellerons cet angle « **BASCULE** » dans la suite de notre étude (illustration 23).



*Illustration 23 : mesure de la BASCULE*

L'augmentation de cet angle traduit une bascule latérale ou rotation externe de la scapula, alors que la diminution témoigne de la bascule médiale (illustration 24).



*Illustration 24 : schéma de variation de la bascule scapulaire*

**-données régionales** : retentissement sur le complexe articulaire de l'épaule, l'acromio-claviculaire, la sterno-claviculaire, la gleno-humérale. La présence ou l'absence de signes d'arthrose à été relevée par la recherche des critères suivants : présence de géodes, d'un pincement articulaire, d'une condensation sous-chondrale ou d'ostéophytes.

**Les lectures ont été faites par trois observateurs indépendants**, un chirurgien orthopédiste sénior (juge 1), un interne d'orthopédie (juge 2) et un radiologue ostéo-articulaire sénior (juge 3). Elles ont été réalisées deux fois, avec une semaine d'intervalle minimum. **L'objectif était d'étudier les validités intra- et inter-observateurs de nos mesures radiologiques, afin de pouvoir les utiliser pour la recherche de corrélations radio-cliniques.**

### **3.4- METHODOLOGIE STATISTIQUE**

L'étude statistique a été réalisée grâce aux logiciels SPSS statistics® version 23 et graphpad PRISM® version 6, par une tierce personne titulaire du diplôme universitaire de statistiques biomédicales et non impliquée dans notre étude.

L'étude des corrélations intra et inter-observateurs pour les données quantitatives discrètes a été faite par des tests type kappa de Cohen. L'étude des valeurs quantitatives continues a bénéficié de tests de corrélation  $r$  de Pearson avec réalisation de droites de régression pour les valeurs statistiquement significatives.

La première étape de notre travail a été d'étudier la validité de nos mesures radiologiques, en intra et inter observateurs, permettant de valider l'objectif secondaire de notre étude.

Ensuite, afin de valider notre objectif primaire à savoir la recherche de corrélation radio-clinique, nous n'avons utilisé que les mesures radiologiques qui avaient été validées par la première étape.

Afin de sensibiliser ces corrélations, nous avons réalisé l'analyse pour la population entière mais également en sous-groupes radiologiques qui seront détaillés par la suite. De même, lorsque certains résultats étaient significatifs, nous avons exclu certaines valeurs aberrantes pour confirmer la significativité de nos résultats sur une population plus homogène.

## 4- RÉSULTATS

### 4.1- RÉSULTATS CLINIQUES

Sur l'évolution de la FSH, le score de **Brooke** moyen, évaluant la fonction du membre supérieur, était à **3 pour 5 patients** et à **2 pour 2 patients**. Le score de **Vignos** moyen, pour le membre inférieur, était plus dispersé, avec un score à 1 pour 2 patients, à 2 pour 3 patients, à 3 pour un patient et à 7 pour un autre patient. Au regard de ce score, l'évolution de la myopathie n'était donc pas majeure dans notre population, avec un degré d'autonomie relativement conservé.

Les scores fonctionnels étaient les suivants:

**-Score de Constant moyen: 71,8/100 ± 16 [38-83]**. Le score minimal (38/100) était retrouvé chez une patiente ayant présenté une capsulite rétractile en post-opératoire et dont le recul était de seulement 27 mois. Les pertes de points les plus importantes concernaient la sous-partie du score sur la force, ce qui peut être mis en relation avec le terrain de myopathie sous-jacent. L'âge moyen lors de la consultation était de 36,6 ans. Les valeurs attendues chez des sujets sains entre 30 et 40 ans sont de 93 chez les hommes et 90 chez les femmes. On observe donc une **perte d'environ 20 points du score de Constant** chez les patients opérés d'une arthrodeèse scapulothoracique par rapport aux valeurs attendues chez des sujets sains.

Les mobilités de l'épaule étaient les suivantes (tableau 4) :

- **en flexion d'épaule : moyenne à 113° ± 19,5 [90-140]**
- **en abduction : moyenne à 91,5° ± 12,9 [60-110]**

- **en rotation interne** : en moyenne, le patient amenait la main dans le dos à hauteur de la **9<sup>e</sup> ou 10<sup>e</sup> vertèbre thoracique** (T9 ou T10), avec des extrêmes allant de S1 à T2.
- **en rotation externe** : **moyenne à 43° ± 10** [10-50]. La valeur la plus basse, à savoir une rotation externe de 10° était retrouvée chez la patiente ayant présenté une capsulite rétractile dans les suites opératoires.

Tableau 4 : valeurs des mobilités actives

| patient | sexe | âge | Flexion | Abduction | Rotation interne | Rotation externe |
|---------|------|-----|---------|-----------|------------------|------------------|
| 1       | F    | 34  | 130     | 95        | T12              | 50               |
| 2       | F    | 29  | 90      | 100       | T12              | 10               |
| 3       | F    | 31  | 90      | 90        | T12              | 50               |
| 4       | M    | 25  | 110     | 90        | T2               | 45               |
|         |      | 25  | 110     | 90        | T2               | 45               |
| 5       | M    | 29  | 120     | 110       | T7               | 50               |
|         |      | 29  | 110     | 100       | T7               | 50               |
| 6       | F    | 24  | 140     | 90        | T7               | 50               |
|         |      | 28  | 90      | 60        | T5               | 30               |
| 7       | M    | 42  | 100     | 80        | T12              | 50               |
|         |      | 44  | 90      | 70        | T2               | 30               |

Les **complications** retrouvées dans notre série étaient les suivantes :

-une patiente a présenté une **capsulite rétractile**, en cours d'amélioration après un recul de 27 mois. Elle se dit néanmoins satisfaite de l'intervention en terme d'esthétique et de perte de douleur globale.

-deux patients ont présenté des **douleurs neuropathiques**, un sur la prise de crête iliaque et l'autre sur le matériel de cerclage. Une patiente a présenté des douleurs de

névralgies intercostales qui se sont spontanément amendées au bout de quelques mois.

-un patient a présenté un **pneumothorax** post-opératoire immédiat qui n'a pas nécessité de drainage thoracique.

La **demande initiale des patients** pour l'arthrodèse était pour obtenir un **gain d'amplitude** dans cinq cas, et pour des raisons esthétiques dans trois cas. La recherche de l'indolence n'était évoqué qu'en deuxième ou troisième raison par les patients.

**Les résultats cliniques de notre étude montrent que l'arthrodèse permet une élévation acceptable, car elle dépasse l'horizontale et permet presque d'atteindre les 120° d'élévation utile. Les rotations sont plus limitées mais ne semblent pas représenter une gêne pour le patient. La satisfaction globale et le nombre limité de complications post-opératoires graves, font de cette intervention une solution à apporter pour les patients atteints de scapula alata dans le cadre des dystrophies FSH.**

## 4.2- RÉSULTATS RADIOLOGIQUES ET VALIDITÉS INTER ET INTRA-OBSERVATEURS

L'ensemble des résultats se situe en annexes.

### 4.2.1- Données statiques

Le **bris de matériel** a été retrouvé chez 4 à 5 patients selon les observateurs. Huit patients ont été arthrodésés avec 3 plaques alors que 4 patients l'ont été avec 4 plaques. Le nombre de cerclages utilisés étaient de 4 à 6 cerclages.

Les corrélations inter- et intra- observateurs étaient de bonnes ( $\kappa > 0.6$ ) à très bonne ( $\kappa > 0,8$ ) concernant l'évaluation du bris de matériel (tableau 5).

Tableau 5 : Corrélation sur le bris de matériel

| Juge         | Valeur       |
|--------------|--------------|
| 1            | 0,814        |
| 2            | 0,607        |
| 3            | 0,621        |
| <b>total</b> | <b>0,678</b> |

Tableau 6 : Corrélation sur le nombre de plaques

| Juge         | kappa        |
|--------------|--------------|
| 1            | 0,744        |
| 2            | 0,560        |
| 3            | 1,000        |
| <b>Total</b> | <b>0,780</b> |

La corrélation intra-observateur du juge 2 n'était que modérée pour le nombre de plaques (tableau 6) mais pour les autres juges et la corrélation inter-observateurs, les résultats étaient bons à très bons.

Enfin, concernant le **nombre de cerclages**, le juge 1 a observé un nombre constant de cerclages, la corrélation intra-observateur ne peut donc être établie. Pour le juge 2 (kappa à 0,283) et le juge 3 (kappa à 0,633), les corrélations étaient respectivement mauvaise et bonne. Cela peut s'expliquer par la difficulté à évaluer précisément le matériel d'ostéosynthèse qui se superpose sur une radiographie de thorax standard.

**La consolidation** a été jugée :

- Complète dans 5 ou 6 cas pour le juge 1 et 2 et dans 4 cas pour le juge 3.

- Partielle dans 3 ou 4 cas pour l'ensemble des juges

- Absente dans 2 cas pour les juges 1 et 2 et dans 4 cas pour le juge 3.

Les corrélations concernant la consolidation étaient de bonnes à très bonnes, tant en intra- qu'en inter-observateurs (tableau 7).

*Tableau 7 : Corrélation sur la consolidation*

| juge         | kappa       |
|--------------|-------------|
| 1            | 0,841       |
| 2            | 0,694       |
| 3            | 1,000       |
| <b>Total</b> | <b>,855</b> |

On peut donc penser que l'évaluation de la consolidation diffère en fonction de la spécialité, avec une tendance pour les chirurgiens à observer plus de consolidation que le radiologue.

#### 4.2.2- Données dynamiques

**-Hauteur de côtes = élévation/abaissement** : les arthrodèses ont été fixées sur la 1<sup>e</sup> ou 2<sup>e</sup> côte, avec nettement **plus d'arthrodèses fixées en position haute sur la 1<sup>e</sup> côte**, car, pour rappel, la projection de la scapula sur le thorax se situe généralement sur la 2<sup>e</sup> côte.

Bien qu'il ne s'agisse que de variations sur une hauteur de côtes, les corrélations intra et inter-observateurs n'étaient pas bonnes pour les juges 1 et 2 bien que la corrélation intra-observateur soit meilleure pour le juge 3 (tableaux 8 et 9). Ainsi, l'évaluation de l'élévation ou l'abaissement de la scapula sur des radiographies de thorax n'est pas fiable et nous ne recommandons pas de l'appliquer en pratique quotidienne. **Nous n'avons donc pas utilisé ce critère pour la recherche des corrélations radio-cliniques.**

*Tableaux 8 et 9 : Corrélations pour les côtes supérieure et inférieure*

| Corrélation pour<br>côte supérieure |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Juge                                | kappa        |
| 1                                   | 0,179        |
| 2                                   | 0,542        |
| 3                                   | 1,000        |
| <b>Total</b>                        | <b>0,528</b> |

| Corrélation pour<br>côte inférieure |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Juge                                | kappa        |
| 1                                   | -,196        |
| 2                                   | 0,633        |
| 3                                   | 0,690        |
| <b>total</b>                        | <b>0,360</b> |

**-Version ou rapport = médialisation / latéralisation**

Les **moyennes des versions** par observateur étaient entre comprises 36.2° et 38°, avec une moyenne globale à **37 ± 0.93**. Les valeurs physiologiques attendues étant de 45 à 60°, les scapulae ont été **fixées de manière plus latéralisées** que la position physiologique de repos.

La version minimale était à 27°, correspondant à une scapula très latéralisée et donc sagittalisée, alors que la maximale était à 57°, correspondant à une scapula médialisée et donc orientée plutôt dans le plan frontal.

L'analyse par droite de régression montre une très bonne **relation linéaire positive** forte intra-observateur entre les différents lecteurs (le nuage de points forme une droite) mais aussi **inter-observateur** avec des droites superposées (figure 1). Le **coefficient r de Pearson est de 0,9542 pour le juge 1, 0,9527 pour le juge 2 et 0,8169 pour le juge 3**, de manière statistiquement significative ( $p < 0.05$ ).

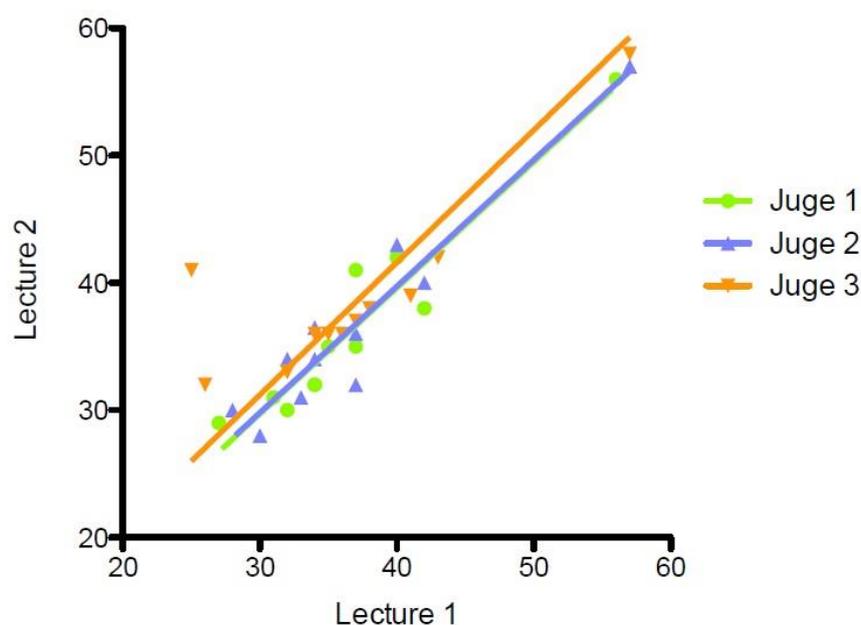


Figure 1 : Corrélation sur la lecture de la VERSION

La **moyenne** inter et intra-observateurs des **rapports** était de **1,72 [1,68-1.77]**. Les rapports les plus petits étaient à 1,3 traduisant la latéralisation (sagittalisation/abduction) de la scapula. Alors que les valeurs les plus élevées étaient aux alentours de 2,2, traduisant alors la médialisation (frontalisation/adduction).

L'analyse par droite de régression montre également ici une **relation linéaire positive forte**, traduisant une bonne corrélation inter et intra-observateur (figure 2). Le **coefficient r de Pearson est de 0,8571 pour le juge 1, 0,8876 pour le juge 2 et 0,9875 pour le juge 3**, de manière statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

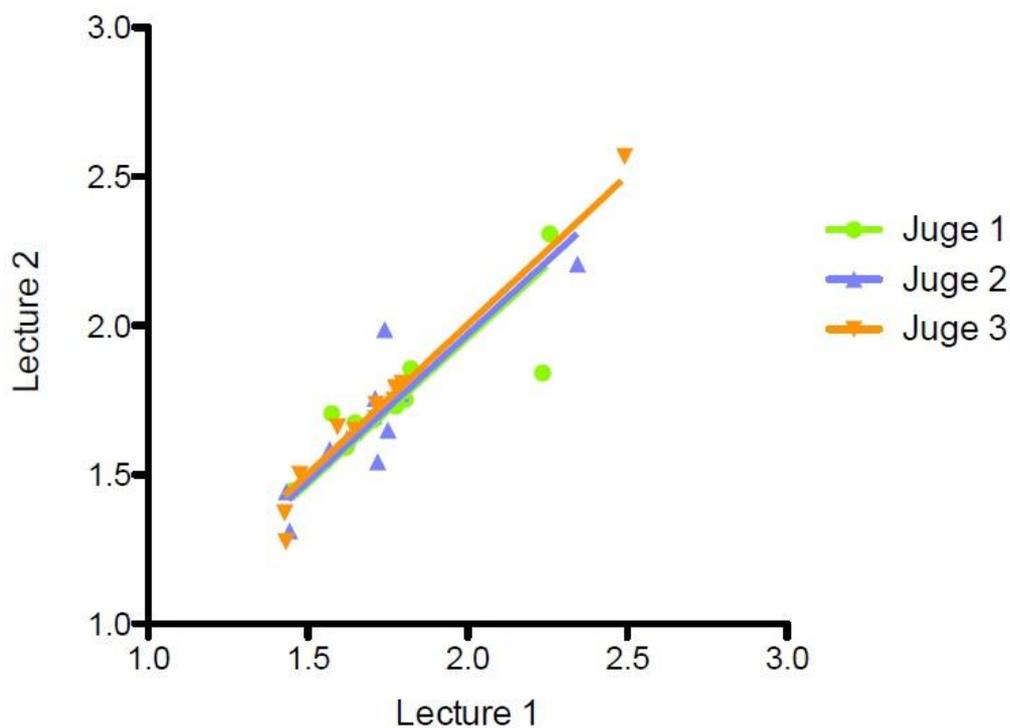


Figure 2 : Corrélation sur la lecture du RAPPORT

De manière attendue, nous avons trouvé une **corrélation à 0,815** ( $p < 0.05$ ), donc bonne entre les valeurs de **version et rapport**. En effet, la version et le rapport permettent tous les deux d'évaluer la latéralisation ou la médialisation de la scapula.

- **Bascules ou sonnettes latérale ou médiale**

En **moyenne inter-observateur**, la moyenne de la bascule était de **60° ± 4.6**.

Concernant la bascule, les mesures retrouvées allaient de **42° (sonnette médiale) à 75° (sonnette latérale)**. Le juge 2 a trouvé une valeur à 100° qui a été exclue car considérée anormalement haute.

Ici aussi, l'analyse en droite de régression (figure 3) a trouvé une relation linéaire forte de la mesure de la bascule en intra et inter observateur. Pour le juge 2, la corrélation était moins bonne et peut être expliquée par une expérience moins importante en lecture d'imagerie que celles des juges 1 et 3. Le **coefficient r de Pearson est de 0,8664 pour le juge 1, 0,7584 pour le juge 2 et 0,8158 pour le juge 3**, de manière statistiquement significative ( $p < 0.05$ ).

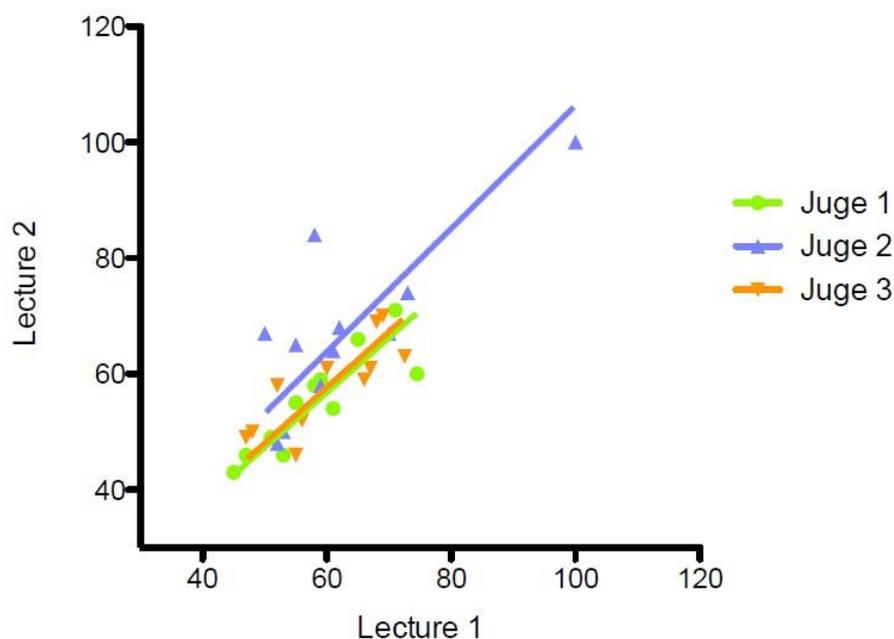


Figure 3 : Corrélation sur la lecture de la BASCULE

- **Aucune corrélation statistiquement significative n'a été retrouvée entre les valeurs de version et de bascule.**

**Enfin**, concernant les données régionales, **aucun signe franc d'arthrose** n'a été retrouvé à l'examen tomodensitométrique, qu'il s'agisse de l'articulation gleno-humérale, acromio-claviculaire ou sterno-claviculaire.

**En conclusion de ces résultats radiologiques, on peut dire que notre protocole a montré une bonne validité inter et intra observateurs pour les observations suivantes :**

- **Présence de bris de matériel, nombre de cerclages**
- **Consolidation**
- **Version ou rapport mesurées dans un plan axial**
- **Bascule mesurée dans un plan coronal**

**Ces deux dernières mesures pourront donc être utilisées pour la recherche de relation radio-clinique entre la position de fixation de l'arthrodèse et les mobilités résiduelles.**

**Par contre, l'analyse du positionnement en hauteur basée sur la projection de la scapula sur le thorax n'a pas montré une bonne reproductibilité et ne sera pas utilisé pour la recherche de lien radio-clinique.**

### 4.3- LIEN ENTRE CLINIQUE ET RADIOLOGIE

#### 4.3.1- Sur la population entière

La recherche de corrélation radioclinique entre les valeurs radiologiques validées (version et bascule) et les mobilités en élévation antérieure, élévation latérale et rotation interne ne sont pas significatives.

Tableau 10: corrélation radio clinique

| Corrélations radio-cliniques sur la population entière |                        |       |       |       |             |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------------|
|  |                        | EA    | EL    | RI    | RE          |
| <b>version</b>   | Corrélation de Pearson | -,537 | ,056  | -,423 | -,676       |
|  | Sig. (bilatérale)      | ,089  | ,870  | ,195  | <u>,022</u> |
| <b>bascule</b>   | Corrélation de Pearson | -,141 | -,042 | ,048  | -,608       |
|  | Sig. (bilatérale)      | ,680  | ,902  | ,889  | <u>,047</u> |

En rotation externe, les valeurs sont significatives (avec un  $p=0,022$  en version et  $0,047$  en bascule qui sont inférieurs au risque biologique à  $0,05$ ) mais l'analyse des droites de régression ne permet pas de conclusion clinique car il existe une valeur extrême qui entraîne à elle seule une corrélation positive (figures 4 et 5).

**Ainsi, nous n'avons pas pu montrer de différence significative sur les amplitudes cliniques en fonction de la position de fixation de l'arthrodèse sur la population entière.**

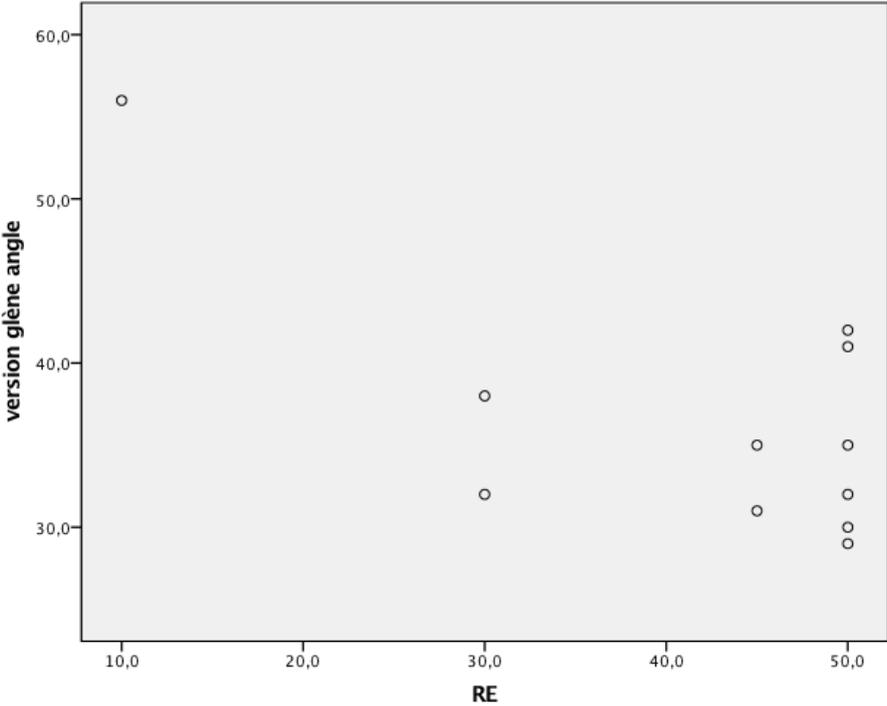


Figure 4 : Analyse de régression entre version et rotation externe pour la population générale

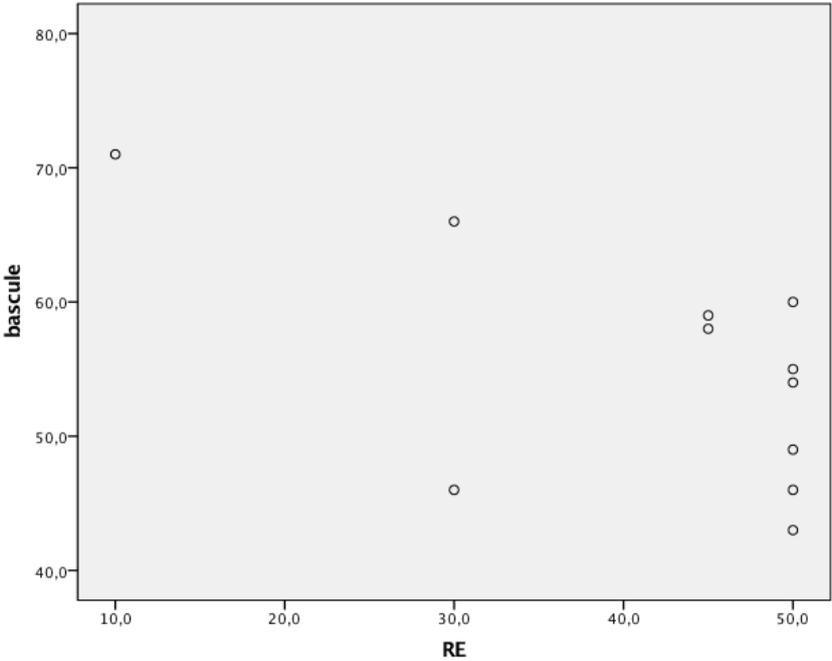


Figure 5 : Analyse de régression entre bascule et rotation externe pour la population générale

### 4.3.2- Analyse en sous-groupe

Les résultats sur la population entière ne permettant pas de dégager des tendances, nous avons décidé de réaliser des sous-groupes radiologiques, que nous avons comparés aux résultats cliniques.

Nous avons donc déterminé 2 sous-groupes pour la version et la bascule, en prenant la valeur médiane comme limite (tableau 5).

Tableau 5 : répartition par sous-groupes radiologiques

| Epaule | version |   | bascule |  |
|--------|---------|---|---------|--|
| 1      | 29      | Le groupe version 0 comprenait les valeurs comprises entre 29 et 32°, correspondant aux <b>ARTHRODESES LATERALISEES</b> | 60      | Le groupe bascule 0 correspond aux valeurs comprises entre 43 et 55°, les arthrodèses sont en <b>BASCULE MEDIALE</b> |
| 2      | 56      |   | 71      |  |
| 3      | 42      |   | 49      |  |
| 4      | 35      |   | 59      |  |
| 5      | 31      |   | 58      |  |
| 6      | 32      | Le groupe version 1 correspond aux valeurs comprises entre 35 et 56°. Il s'agit des <b>ARTHRODESES MEDIALISEES.</b>     | 46      | Le groupe bascule 1 regroupait les valeurs entre 58 et 71°, correspondant aux <b>BASCULES LATERALES</b>              |
| 7      | 30      |   | 43      |  |
| 8      | 35      |   | 55      |  |
| 9      | 32      |   | 46      |  |
| 10     | 41      |   | 54      |  |
| 11     | 38      |   | 66      |  |

- **Sur les élévations**

L'analyse par sous-groupe n'a pas non plus montré de différence significative ou de tendance sur les valeurs de l'élévation par sous-groupe version ou bascule.

Dans les sous-groupes versions (tableaux 6 et 7), la significativité n'était pas obtenue ( $p > 0.05$ ) pour les élévations antérieures (EA) ou latérales (EL). Les corrélations ne peuvent donc pas être analysées.

Tableau 6 : corrélation pour l'élévation dans le groupe des arthrodèses latéralisées

| groupe VERSION LATERALISEE |                        |       |       |
|----------------------------|------------------------|-------|-------|
|                            |                        | EA    | EL    |
| <b>version</b>             | Corrélation de Pearson | -,621 | -,295 |
|                            | Sig. (bilatérale)      | ,264  | ,630  |
| <b>bascule</b>             | Corrélation de Pearson | ,506  | ,029  |
|                            | Sig. (bilatérale)      | ,385  | ,963  |

Tableau 7 : corrélation pour l'élévation dans le groupe des arthrodèses médialisées

| groupe VERSION MEDIALISEE |                        |       |       |
|---------------------------|------------------------|-------|-------|
|                           |                        | EA    | EL    |
| <b>version</b>            | Corrélation de Pearson | -,722 | -,205 |
|                           | Sig. (bilatérale)      | ,168  | ,741  |
| <b>bascule</b>            | Corrélation de Pearson | -,110 | -,713 |
|                           | Sig. (bilatérale)      | ,860  | ,176  |

Dans les sous-groupes bascules, il en était de même sur la significativité (tableaux 8 et 9).

*Tableau 8 : corrélation pour l'élévation dans le groupe bascule médiale*

| <b>Groupe BASCULE MEDIALE</b> |                        |           |           |
|-------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
|                               |                        | <b>EA</b> | <b>EL</b> |
| <b>version</b>                | Corrélation de Pearson | -,340     | -,176     |
|                               | Sig. (bilatérale)      | ,509      | ,738      |
| <b>bascule</b>                | Corrélation de Pearson | ,340      | -,198     |
|                               | Sig. (bilatérale)      | ,509      | ,707      |

*Tableau 9: corrélation pour l'élévation dans le groupe bascule latérale*

| <b>Groupe BASCULE LATERALE</b> |                        |           |           |
|--------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
|                                |                        | <b>EA</b> | <b>EL</b> |
| <b>version</b>                 | Corrélation de Pearson | -,756     | ,273      |
|                                | Sig. (bilatérale)      | ,140      | ,657      |
| <b>bascule</b>                 | Corrélation de Pearson | -,766     | ,016      |
|                                | Sig. (bilatérale)      | ,131      | ,980      |

**Ainsi, dans notre série, nous n'avons pas montré de différence significative sur l'élévation de l'épaule en fonction des positions de fixations des arthrodèses.**

- **Sur les rotations**

De la même manière que pour les élévations, **les sous-groupes bascule n'ont pas montré de différence significative (tableau 10)** ni même de tendance entre la version et les rotations externe ou interne des patients. Il en est de même pour le groupe version latéralisée :

*Tableau 10 : corrélation sur les rotations pour le groupe version latéralisée*

| <b>Groupe VERSION LATERALISEE</b> |                        |       |       |
|-----------------------------------|------------------------|-------|-------|
|                                   |                        | RE    | RI    |
| <b>version</b>                    | Corrélation de Pearson | -,554 | -,096 |
|                                   | Sig. (bilatérale)      | ,333  | ,878  |
| <b>bascule</b>                    | Corrélation de Pearson | ,204  | 1     |
|                                   | Sig. (bilatérale)      | ,743  |       |

En revanche, le sous-groupe version médialisée (tableau 11) nous apporte des corrélations significatives ( $p < 0.05$ ) pour la rotation externe et proches de la significativité ( $p = 0,054$ ) pour la rotation interne.

*Tableau 11 : corrélation sur les rotations pour le groupe version médialisée*

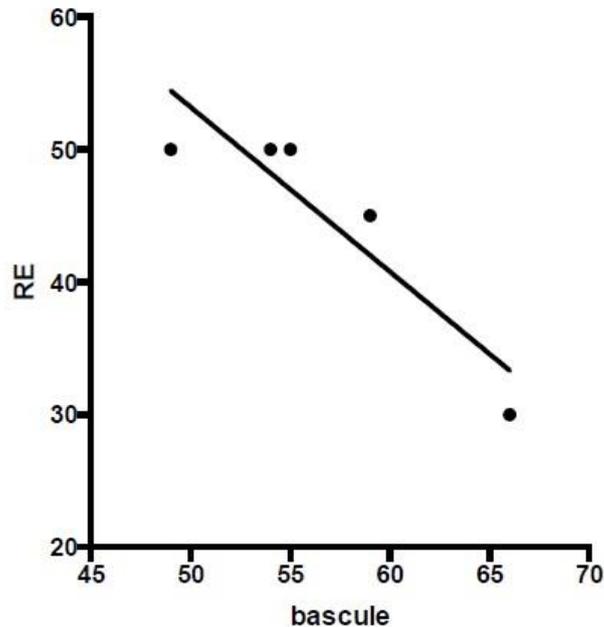
| <b>Groupe VERSION MEDIALISEE</b> |                        |             |             |
|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|
|                                  |                        | RI          | RE          |
| <b>bascule</b>                   | Corrélation de Pearson | ,872        | -,933       |
|                                  | Sig. (bilatérale)      | <u>,054</u> | <u>,006</u> |

Il existe une valeur aberrante dans notre population, avec une version à 57°, que nous avons choisi d'exclure afin de sensibiliser notre corrélation (tableau12).

*Tableau 12 : corrélation sur les rotations pour le groupe version médialisées, après exclusion d'une valeur aberrante.*

| Groupe VERSION MEDIALISEE |                        |             |             |
|---------------------------|------------------------|-------------|-------------|
|                           |                        | RI          | RE          |
| <b>bascule</b>            | Corrélation de Pearson | ,872        | -,827       |
|                           | Sig. (bilatérale)      | <u>,054</u> | <u>,032</u> |

En excluant cette valeur, il existe toujours une corrélation à -0,827 ( $p = 0.032$ ) entre la bascule et la rotation externe (figure6).



*Figure 6 : droite de régression entre bascule et rotation externe pour le groupe version médialisée, après exclusion valeur aberrante.*

On continue d'observer la tendance à la corrélation entre la bascule et la rotation interne (figure 7), avec un coefficient de corrélation  $r$  égal à 0,76 ( $p=0,054$ ).

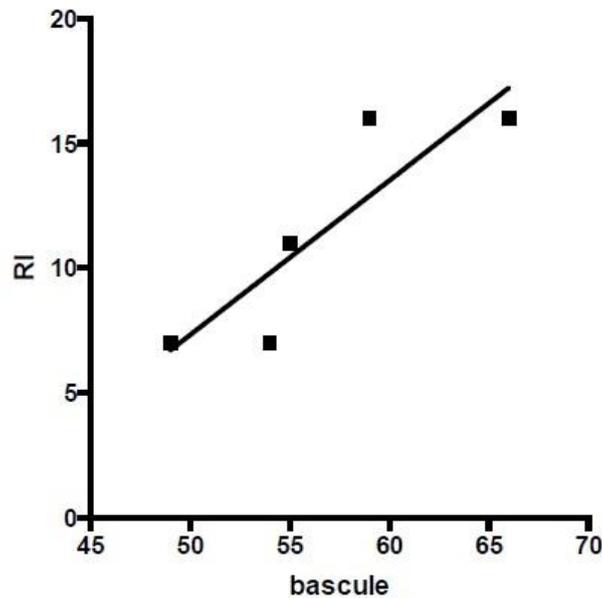


Figure 7 : droite de régression entre bascule et rotation interne dans le groupe version médialisée.

**En conclusion**, nous avons pu montrer qu'il existe une relation entre les rotations et la sonnette médiale. **Chez les patients dont les arthrodèses sont médialisées** (ou fixées en adduction), **plus la sonnette médiale** (diminution de l'angle de bascule) **est marquée, plus la rotation externe augmente et plus la rotation interne diminue.**

## 5- DISCUSSION

### 5.1- RÉSULTATS CLINIQUES :

#### 5.1.1- Comparaison avec la littérature

Initialement traités de manière orthopédique par le port d'attelle avec des résultats médiocres, les patients atteints de scapula alata ont pu bénéficier d'un traitement chirurgical dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle (36).

Initialement, les **scapulopexies** (fixation scapulothoracique sans consolidation osseuse recherchée) étaient préférées afin d'éviter les complications respiratoires, les fractures de stress ou la pseudarthrodèse(36). On a ainsi observé des scapulopexies avec fixation biologique autologue (fascia lata, (29)), hétérologue (tendon calcanéen (33)) ou matériau synthétique (Dacron,(23,27)). Ces moyens de fixation se sont révélés inefficaces sur du long terme avec une tendance à la perte d'élasticité et l'étirement des structures utilisées(36).

Les **scapulodèses** (ou arthrodèses scapulothoraciques) ont donc trouvé leur place avec des moyens de fixation variées : cerclages simples(24,34), clou de Rush (28), vissage simple (35), cerclages appuyés sur plaque DCP (dynamic compression plate) (22,25,26) ou sur plaque 1/3 de tube (2,30–32), comme dans le tableau 3, vu précédemment dans le paragraphe « notions fondamentales ».

**Dans notre centre**, nous avons préféré **l'arthrodèse par cerclage sur plaque 1/3 de tube** afin de **diminuer le risque de fracture de stress** de la scapula. En effet, il s'agit d'un os plat et mince, avec une épaisseur de 3mm en moyenne au niveau de la fosse infra-épineuse (37) où les cerclages sont habituellement passés

lors de l'arthrodèse. L'application d'une plaque 1/3 tube en console permet de répartir les forces exercées sur la scapula et donc de diminuer le risque de fracture.

L'analyse de la littérature concernant les arthrodèses scapulothoraciques retrouve un **nombre moyen d'épaules opérées par étude à 13,7** [1-35]. Avec 11 arthrodèses, notre étude est donc sensiblement inférieure à la moyenne.

Sur les dix-neuf articles retrouvés, douze concernaient des patients atteints exclusivement de dystrophie FSH (19–24,27,29–31,34,35), les autres associaient également des paralysies du dentelé antérieur sur atteinte du nerf thoracique long(2,25,26,28,30,33). Nous avons choisi d'évaluer uniquement les patients FSH afin de ne pas entraîner de biais de sélection. En effet, l'évaluation des mobilités actives doit tenir compte de la myopathie sous-jacente.

Concernant la population de notre étude, elle était comparable à celles de la littérature avec un âge moyen à l'intervention de 29,6 ans [24-42] contre 31,5 ans [23,3-55] pour ces dix-neuf articles.

En terme de mobilités, les articles décrivent tous une amélioration des mobilités en **abduction** avec une moyenne post-opératoire à **111° [87-128]** ainsi qu'en **flexion** avec une moyenne de **105° [90-125]** (voir tableau 13). Avec des moyennes respectivement de 113° et 91.5°, notre série est comparable bien que légèrement inférieure sur la flexion.

Tableau 12 : comparaison des résultats cliniques : revue de la littérature

| Étude et année              | Nb épaules | Flexion post-op | Abduction post-op | Satisfaction  |
|-----------------------------|------------|-----------------|-------------------|---|
| Andrews, 1998(20)           | 6          | 111             | 103               | Bonne, 8/10 referait intervention                     |
| Bunch, 1993(21)             | 17         | ?               | 125               | ?   |
| Cooney, 2014(22)            | 14         | 117             | 109               |   |
| Delaubier , 1997(23)        | 25         | 127             | 122               | 82 % d'amélioration sur la fonction / 86 % esthétique |
| Demirhan, 2009(24)          | 18         | 126             | 102               | Dash 34->12   |
| Elhassan, 2008(25)          | 10         | 120             | 90                | bonne   |
| Giannini, 2007(19)          | 26         | 120             | 98                | Bonne (12 très bon) cosmétique > fonction             |
| Goel, 2014(26)              | 12         | 117             | ?                 |   |
| Jeon, 2005(28)              | 6          | 98              | ?                 | bonne   |
| Ketenkjian, 1976(29)        | 5          | 88              | ?                 | bonne   |
| Krishnan, 2005(30)          | 24         | 87              | ?                 | bonne   |
| Letournel, 1990(31)         | 24         | 108             | 102               | 1 mécontent   |
| Rhee, 2006(32)              | 9          | 128             | 121               | ?   |
| Szomor, 2000(33)            | 1          | ?               | ?                 | symétrie retrouvée, bonne                             |
| Twyman, 1996(34)            | 6          | 96              | 91                | bonne   |
| Van Tongel, 2006(35)        | 35         | 119             | ?                 | bonne   |
| Notre équipe :              |            |                 |                   |   |
| Falcone, Chantelot, 2008(2) | 8          | 111             | 110               | bonne   |
| Notre étude                 | <b>12</b>  | <b>113</b>      | <b>94</b>         | <b>Bonne, sur gain d'amplitude</b>                    |

En cumulant tous les articles (tableau 14) , on obtient 260 patients dont les **complications** rapportées sont les suivantes : voir tableau 14, page suivante

-33 complications **pulmonaires** le plus souvent mineures et réversibles sans geste invasif associé, soit 12,6 % des interventions. Parmi ces complications pulmonaires, on note 15 pneumothorax, pour lesquels la prise en charge (surveillance simple ou drainage) n'a pas été précisée dans les articles.

-14 **pseudarthroses** : soit 5.3% des interventions. Les articles ne précisent pas tous l'examen permettant de confirmer la pseudarthrose, ni quelles étaient les critères positifs. Avec 2 à 4 défauts de consolidation dans notre série, nous avons un taux plus important de pseudarthroses que dans la littérature (18 à 36%), mais ce critère a été recherché précisément dans notre analyse tomodensitométrique, ce qui n'était pas forcément le cas des autres études.

-3 **paralysies plexiques transitoires**, de résolution spontanée, soit 1,2%

-12 complications liées au **matériel** : nécessité d'ablation du matériel car gêne pour le patient ou bris de matériel, soit 4.6% des interventions.

Tableau 13 : complications post-opératoires : revue de la littérature

| Étude et année                             | Complications post opératoires  |
|--|---|
| Andrews, 1998(20)                          | 3 complications pulmonaires   |
| Bunch, 1993(21)                            | 1 paralysie plexique transitoire + 1 capsulite rétractile   |
| Cooney, 2014(22)                           | 1 paralysie plexique transitoire + 1 pseudarthrodèse + 5 ablations de matériel  |
| Delaubier , 1997(23)                       | 7 réactions pleurales 3 pneumothorax  |
| Demirhan, 2009(24)                         | 2 pseudarthrodèses + 1 bris de matériel   |
| Elhassan, 2008(25)                         | ?   |
| Giannini, 2007(19)                         | 1 pneumothorax + 2 bris de matériel   |
| Goel, 2014(26)                             | 4 complications pulmonaires (33%) + 1 pseudarthrodèse + 6 ablation de matériel + 1 infection parties molles                   |
| Griffet 2010(27)                           | ?   |
| Jeon, 2005(28)                             | 1 pseudarthrodèse   |
| Ketenkjian, 1976(29)                       | 1 perte d'abduction post chute  |
| Krishnan, 2005(30)                         | 5 pseudarthrodèses + 46 complications pulmonaires dont 6 pneumothorax   |
| Letournel, 1990(31)                        | 4 complications pulmonaires (dont 3 pno) + 2 pseudarthrodèses   |
| Rhee, 2006(32)                             | 1 atélectasie   |
| Szomor, 2000(33)                           | ?   |
| Twyman, 1996(34)                           | 1 pneumothorax + 1 paralysie plexique transitoire + 1 pseudarthrodèse   |
| Van Tongel, 2006(35)                       | 1 pneumothorax + 1 infection des parties molles + 1 pseudarthrodèse   |
| Notre équipe : Falcone, Chantelot, 2008(2) | 1 pneumothorax + 3 dysesthésies cicatricielles  |
| Notre étude                                | 1 capsulite rétractile + 2 douleurs neuropathiques résiduelles + 1 pneumothorax + 2 à 4 cas de pseudarthrodèses radiologiques |

### 5.1.2- Impact de la myopathie

L'atteinte musculaire de la myopathie facio-scapulo-humérale est asymétrique et évolutive. Ainsi, l'évaluation des mobilités actives de l'épaule doit tenir compte de cette atteinte.

En effet, la position de fixation de l'arthrodèse ne peut expliquer, à elle seule, les mobilités résiduelles de l'épaule en élévation car la FSH atteint les fibres distales du deltoïde. En revanche, il est décrit que les muscles rotateurs de l'épaule (supra et infra épineux, petit rond) ne sont pas atteints(4). **L'évaluation des rotations** externe et interne peut donc être considérée comme **fiable** par rapport à la myopathie.

De plus, notre **population est assez homogène** concernant le membre supérieur avec des scores de **Brooke à 2 et 3** sur une cotation allant jusque 6. Ainsi, l'évolution de la myopathie ne correspond pas à un biais majeur dans l'évaluation des résultats cliniques.

Dans notre étude, nous avons pu **analyser l'évolution sur les périodes de rééducation fonctionnelle** en hôpital de jour pour 2 patientes, correspondant à 3 interventions. Les autres patients n'avaient pas bénéficié de rééducation dans ce centre, ou leur dossier n'a pas pu être retrouvé.

Chez ces patientes, la période de rééducation s'étalait de 20 jours à 2 mois. Nous avons pu analyser l'évolution des amplitudes au cours du temps (tableau 15).

L'évolution en pourcentage par rapport aux mobilités finales allait de 32 à 66%. Les mobilités obtenues en fin de période de rééducation étaient globalement

similaires aux mobilités constatées pour ces patientes au moment de la consultation de contrôle.

Il n'est pas possible de conclure sur la durée de rééducation qui serait nécessaire car le nombre de patient est faible. Cependant, on observe une **amélioration sur tous les secteurs d'amplitude** dont on peut conclure l'importance d'une prise en charge spécifique.

*Tableau 14 : évolution des amplitudes lors de la rééducation*

| <b>Patiente 1</b> |        |        |            |        |           |                       |   |
|-------------------|--------|--------|------------|--------|-----------|-----------------------|---|
| date              | 23-nov | 26-nov | 02-déc     | 30-déc | 19-janv   | Evolution<br>chiffrée | Evolution<br>en % des mobilités finales |
| EA                | 20     | 40     | 60         | 85     | <b>90</b> | 60                    | 66%                                     |
| EL                | 25     | 35     | 50         | 60     | <b>65</b> | 40                    | 62%                                     |
| RI                | NE     | NE     | NE         | NE     | <b>NE</b> | NE                    | NE                                      |
| RE                | -40    | -10    | -10        | 5      | <b>10</b> | 50                    |   |
| <b>Patiente 2</b> |        |        |            |        |           |                       |   |
| date              | 22-nov | 25-nov | 30-nov     | 08-déc | 12-déc    | évolution<br>chiffrée | évolution<br>en % des mobilités finales |
| EA                | 60     | 75     | 80         | 90     | <b>95</b> | 35                    | 36%                                     |
| EL                | 50     | 55     | 70         | 70     | <b>70</b> | 20                    | 40%                                     |
| RI                | 25     | 30     | 30         | 35     | <b>40</b> | 20                    | 50%                                     |
| RE                | -20    | -20    | -15        | 0      | <b>10</b> | 30                    |   |
| <b>Patiente 3</b> |        |        |            |        |           |                       |   |
| date              | 09-déc | 17-déc | 30-déc     |        |           | Evolution<br>chiffrée | Evolution<br>en % des mobilités finales |
| EA                | 85     | 130    | <b>130</b> |        |           | 40                    | 32%                                     |
| EL                | 80     | 90     | <b>120</b> |        |           | 40                    | 33%                                     |
| RI                | S1     | L3     | <b>T12</b> |        |           | NE                    | NE                                      |
| RE                | 15     | 25     | <b>30</b>  |        |           | 30                    |   |

## **5.2- ANALYSE DE LA POSITION DE L'ARTHRODÈSE**

### **5.2.1- Choix des mesures**

Concernant le premier critère, à savoir **l'élévation ou l'abaissement** de la scapula, celle-ci s'exerce dans un plan frontal strict. Ainsi, le repère de projection sur les côtes nous a paru la mesure la plus simple et la plus fiable. D'après Kapandji (7), la projection de la scapula sur le thorax sur un bras au repos est entre le 2<sup>e</sup> (coin supéro-médial de la scapula) et le 7<sup>e</sup> (pointe de la scapula) arc postérieur de côte. Dans notre série, nous avons constaté un positionnement haut mais avec une mauvaise corrélation intra et inter-observateur. Cette mesure, effectuée sur des radiographies de thorax de face, pourrait être réalisée sur **examen tomодensitométrique** pour en améliorer la reproductibilité.

Concernant le deuxième critère, **l'abduction / adduction ou sagittalisation / frontalisation**, nous nous sommes basés sur le l'inclinaison physiologique de la scapula par rapport à l'horizontale qui est de 30° à 45 ° selon les auteurs (6,7). Lors des mouvements de sagittalisation ou d'abduction, cet angle augmente.

Les mesures proposées, nommées VERSION et RAPPORT (à savoir l'angle entre la ligne passant par le centre de la glène et la pointe de la scapula et la ligne passant par les épineuses sur une coupe axiale de TDM) sont facilement calculées sur des coupes axiales de TDM et reproductibles.

Concernant **la bascule** de la scapula, le choix de la mesure a été le plus compliqué. En effet, il nous a fallu trouver des repères fiables, reproductibles et situés dans le même plan. Les bords médial ou latéral de la scapula ne se situent pas dans un plan purement frontal et ne permettent donc pas la mesure avec l'angle des épineuses. Les tentatives de mesures réalisées ne se sont pas révélées reproductibles. L'orientation de la glène par rapport à l'horizontale varie lors des mouvements de bascule mais est aussi sujette à des variations inter-individuelles importantes. Elle ne nous a pas paru être une mesure extrapolable à la bascule de la scapula.

Ainsi, après discussion collégiale avec des radiologues et des orthopédistes, nous avons décidé de prendre la mesure de l'angle entre la ligne des épineuses rachidiennes et l'épine de la scapula sur des coupes TDM épaissies. Cette technique nous a paru simple et reproductible.

Afin d'avoir des valeurs de références, nous avons relevé les mesures de cet angle sur des examens tomodensitométriques réalisés chez des patients en état de mort cérébrale qui avaient bénéficié de cet examen en vue de prélèvements multi-organes. En effet, ces sujets nous permettaient une base de données accessibles sans irradiation de volontaires sains et avec des examens réalisés les bras en position de repos comme pour notre protocole. Quatorze mesures ont donc été relevés, avec une **moyenne à  $78,3^\circ \pm 9,9$  [60-90]**. Selon Rhee (32) l'angle moyen post opératoire entre l'épine de la scapula et la ligne des épineuses est de  **$79^\circ$** . Si cet angle augmente, la scapula est positionné en rotation externe ou sonnette latérale. A l'inverse, une diminution de cet angle est en faveur d'un **positionnement en**

**rotation interne ou sonnette médiale**, comme dans notre étude où la moyenne de la bascule était de **60° ±4.6°**

Enfin, concernant la **répercussion sur les autres articulations de l'épaule**, nous n'avons pas retrouvé de signe tomodensitométrique d'arthrose débutante sur les articulations gleno-humérales, acromio-claviculaires et sterno-claviculaires. Atmaca et al (38) ont montré une augmentation des charges sur les articulations gleno-humérales et acromio-claviculaires grâce à une modélisation d'arthrodèse scapulothoracique réalisée à partir de TDM de sujets sains. Celle-ci pourrait entraîner une dégénérescence arthrosique, mais elle n'a pas été mise en évidence dans notre étude.

### **5.2.2- Comparaison avec la littérature : quelle position optimale de fixation ?**

L'analyse de la littérature sur les positions conseillées de fixations des arthrodèses scapulothoraciques nous donne les informations suivantes :

**- sur les rotations ou bascule** : dès 1976, Ketenjian (29) parle de «scapula winging et malrotation», la notion de trouble de rotation semble primordiale. En effet, 14 articles sur les 19 retrouvés concernant les techniques d'arthrodèses scapulothoraciques, évoquent le degré de rotation externe (ou bascule latérale) comme un repère pour la fixation de l'arthrodèse (tableau 16). Une rotation externe de **15 à 20° entre le bord médial de la scapula et le rachis** est conseillée dans 10 cas sur 19. Les extrêmes vont de 10 à 30°.

Pour Griffet (27), une bascule latérale de 15 à 20° correspond à une position du bord médial de la scapula à mi-chemin entre le rachis et le bord latéral du thorax. Dans les autres articles, aucun repère per-opératoire n'est décrit précisément pour évaluer la rotation externe, le positionnement de la scapula reste à l'appréciation de l'opérateur.

La justification de la **position en bascule latérale** de la scapula est commune à tous les articles. L'absence de bascule latérale limite l'abduction de l'épaule (21) car le mouvement s'effectue alors uniquement dans l'articulation glénohumérale (32). Alors que la bascule permettrait de **potentialiser l'action du deltoïde et du supra-épineux** (21) mais aussi de **compenser la perte du mouvement de l'articulation scapulothoracique** alors fusionnée, dans le rythme scapulothoracique. À l'inverse, l'excès de rotation externe entraîne une scapula dysesthétique et une mauvaise congruence entre la scapula et le gril costal(19,21,29,34)

**- sur la hauteur :** deux articles(21,33) conseillent de positionner la pointe de la scapula sur la 7<sup>ème</sup> côte et un sur la 6<sup>ème</sup> côte (2). Deux autres articles prennent comme repère l'épine de la scapula à positionner sur la 3<sup>ème</sup> (39) ou la 4<sup>ème</sup> (36) côte. Le repère de la hauteur des côtes est rendu facile, selon Fogarty(36), en repérant la 7<sup>ème</sup> vertèbre cervicale.

Si l'arthrodèse est fusionnée **trop caudalement**, le risque est **l'étirement de plexus brachial** avec des séquelles neurologiques permanentes ou transitoires (19,21,29,39). Bhatia et al(39) ont décrit l'utilisation de potentiels évoqués per-opératoires afin de dépister immédiatement les étirements plexiques et d'adapter la hauteur de fixation de l'arthrodèse.

- Le nombre de côtes à fusionner est également controversé, selon Demirhan (24), la fusion de plus de 5 côtes entraînerait des difficultés de consolidation par mauvaise congruence entre le thorax et la scapula. Pour les mêmes raisons, 3 côtes suffisent pour Van Tongel (35).

- La médialisation ou latéralisation de la scapula n'est pas analysée dans la littérature.

Tableau 15 : comparaison des positions théoriques de fixation

| étude                             | nombre cas   | position hauteur (ND : non détaillé)            | position rotation (RE = rotation externe entre le bord médial de la scapula et le rachis) | EA         | évaluation position   |
|-----------------------------------|--------------|---|---|------------|---|
| Bhatia, 2012 (39)                 | 1            | épine scapula sur 3e côte                       | 15 à 20° de RE  | 100        | contrôle par potentiels évoqués per opératoire  |
| Bunch 1993 (21)                   | 17           | pointe scapula sur 7° côte                      | 15 à 20° de RE  | 125        | évaluation per opératoire   |
| Demirhan 2009 (24)                | 18           | ND fusion sur 5 côtes                           | 20 à 30°  | 125        | évaluation per opératoire   |
| El Hassan 2008 (25)               | 2            | ND 3-4-5-6e côtes sans repère précis            | bras à 100° abduction et 20° d'antépulsion (plan de la scapula)                           | 110        | position per opératoire du bras   |
| Fogerty 2012(36)                  | méta analyse | épine 4e côte                                   | 20 à 30° de RE  |            | épaule à 90° d'abduction et de RE, dans le plan de la scapula                             |
| Giannini 2007(19)                 | 13           | ND, côtes correspondantes à la position du bras | 15 à 20° de RE  | 120        | épaule à 60° d'abduction, 20° de flexion  |
| Goel 2014(26)                     | 12           | ND 3-4-5-6e côtes sans repère précis            | ND  | 117        | épaule en flexion pour appliquer au mieux la scapula sur les côtes, pas de repère précisé |
| Griffet 2010(27)                  | 2 pexies     | ND  | 15 à 20° de RE  |            |   |
| Jeon 2005(28)                     | 6            | ND  | 15 à 20° de RE  | 100        | épaule en abduction pour avoir les 2 mains à la tête en décubitus ventral                 |
| Ketenjian 1976(29)                | 5 pexies     | ND  | 20° de RE   | 100        |   |
| Krishnan 2005(30)                 | 24           | ND  | 20-25° de RE  | 90         | cerclages serrés en maintenant la position  |
| Rhee 2006 (32)                    | 9            |   | 20° de RE   | 120        | contrôle radio post op  |
| Smozor 2000(33)                   | 1 pexie      | pointe scapula sur 7e côte                      | 15° de RE   | NC         |   |
| Twyman 1996(34)                   | 6            | pôle supérieur sur 2° côte                      | 15° de RE avec bord médial à 7cm des épineuses  | 90         | initialement, position le plus esthétique = 7cm bord médial – épineuses                   |
| Van Tongel 2013(35)               | 35           | épine 4e côte                                   | ND  | 120        | bras à 90° abduction et RE  |
| <b>Falcone, Chantelot 2008(2)</b> | <b>8</b>     | <b>pointe 6° côte</b>                           | <b>10 à 30° de RE</b>   | <b>110</b> | <b>position scapula où elle est la mieux appliquée sur le thorax</b>                      |

### **5.2.3- Application clinique sur le lien entre rotations et bascule sur le groupe des arthrodèses médialisées.**

Nous avons montré précédemment que pour les arthrodèses médialisées plus la sonnette médiale est marquée, plus la rotation externe augmente et plus la rotation interne diminue.

Physiologiquement, la rotation externe d'épaule nécessite un mouvement de médialisation, de sonnette médiale et d'abaissement de la scapula. La rotation interne nécessite un mouvement de latéralisation et de sonnette latérale. Nos résultats trouvent donc une explication logique en comparaison avec l'anatomie fonctionnelle.

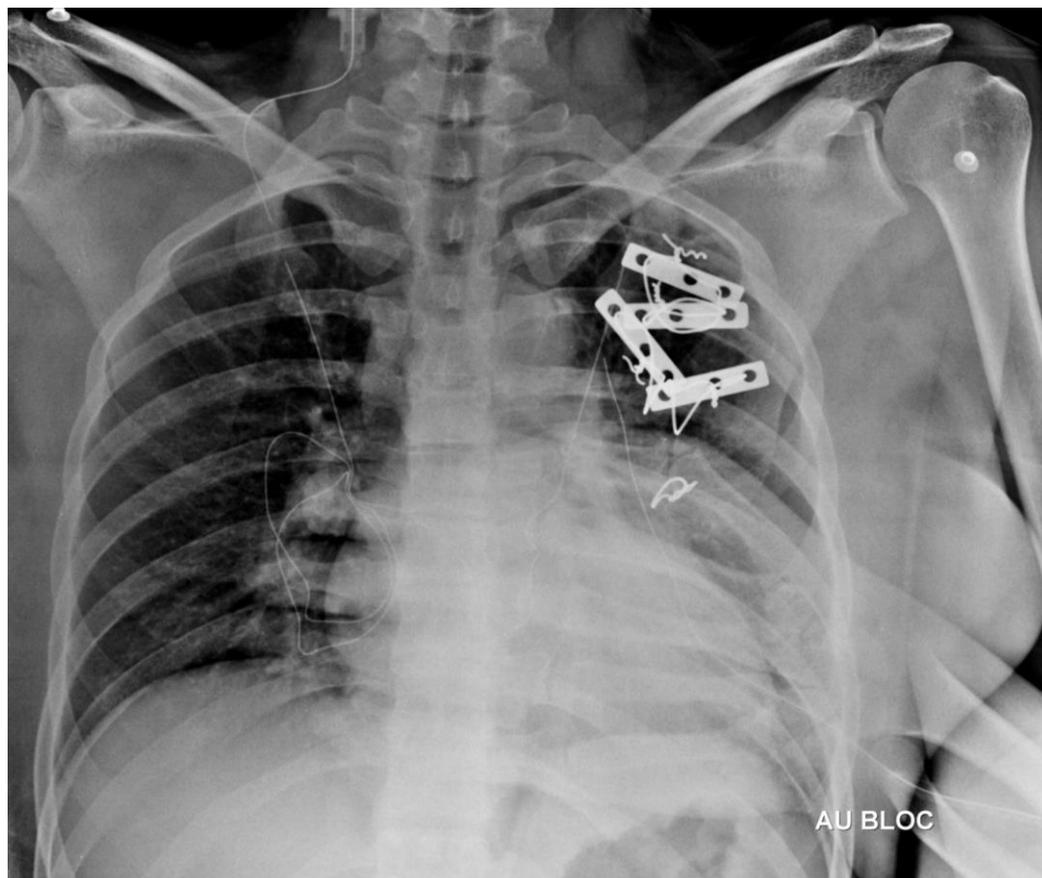
La conservation de la rotation externe dans la cinématique de l'épaule est primordiale. Dans la chirurgie du plexus (sur paralysie obstétricale ou post-traumatique), la **restauration de la rotation externe** est aussi importante que l'élévation (9,40), avec une amélioration significative des scores fonctionnels concordante avec l'augmentation de la rotation externe.

En accord avec nos résultats, **il faut donc que la scapula soit médialisée et positionnée en bascule médiale pour améliorer la rotation externe, sans lien retrouvé sur les amplitudes d'élévation.**

Prenons l'exemple d'une patiente de notre série, l'arthrodèse était initialement fixée en position médiale, comme l'atteste la radiographie de thorax (Illustration 23). Lors des radiographies de contrôle, on a pu observer une tendance à la latéralisation de la scapula (Illustration 24). L'évolution de la bascule ne peut cependant pas être évaluée sur des radiographies de thorax.

Chez cette patiente, la rotation externe est limitée à 10°, avec une version à 57° et une bascule à 68°. On peut se dire, que l'immobilisation post-opératoire par un gilet type Dujarrier, a pu entraîner un glissement des fils de cerclage sur les côtes, avec une latéralisation et peut-être une perte de bascule médiale (valeur supérieure à la moyenne de notre série).

**Ainsi, une immobilisation per-opératoire par coussin d'abduction, maintenant la rotation externe, pourrait être envisagée chez les patients pour éviter de perdre le positionnement choisi de médialisation et bascule médiale de la scapula.**



*Illustration 25 : radiographie postopératoire immédiate*



*Illustration 26 : radiographie à 1 an postopératoire*

## **5.3- LIMITES ET FORCES DE NOTRE ETUDE**

### **5.3.1- Limites**

Il s'agit ici d'une **étude rétrospective**, pour laquelle l'objectif initial était de comparer les valeurs pré et post-opératoires des amplitudes de l'épaule et des scores fonctionnels. Malheureusement, le caractère rétrospectif ne nous a pas permis de recueillir les données préopératoires de manière fiable. Nous avons donc décidé de réaliser cette étude sur des critères radiologiques et sur des critères cliniques.

**Un seul observateur** était présent lors des **consultations** de contrôle. Les mesures des amplitudes cliniques, ainsi que la réalisation des scores fonctionnels n'ont donc été réalisés qu'une fois et par un seul médecin. Alors que la mesure des amplitudes actives avec un goniomètre est fiable, la partie du score de Constant sur la force musculaire l'est moins. . Il existe donc une part de subjectivité dans le cadre de l'évaluation des critères cliniques. Cela étant, un seul médecin a réalisé l'intégralité des consultations de contrôle ce qui amoindrit le biais de mesure à ce niveau.

Comme l'arthrodèse scapulothoracique chez les patients atteints de FSH est une intervention peu fréquente, **le nombre d'épaules opérées est faible** et ne nous permet pas de réaliser tous les tests statistiques souhaités. Néanmoins, le CHRU de Lille est le centre de références pour les maladies neuro-musculaires et il s'agit d'une intervention uniquement réalisée dans ce centre pour la région Nord-Ouest, ce qui ne nous permet pas d'élargir notre cohorte à l'inter-région. La validation des critères radiologiques était donc indispensable avant d'envisager une étude à l'échelle nationale.

### 5.3.2- Forces

Notre étude est novatrice car, à la lumière de la revue de la littérature, l'évaluation de la fixation des arthrodèses scapulothoraciques par examen tomodensitométrique de la position n'avait jamais été réalisée.

L'évaluation subjective des patients sur leur arthrodèse est positive. Malgré les complications post-opératoires et la période assez longue de rééducation, les patients se sentent améliorés par cette intervention. Notre étude confirme donc l'utilité de cette chirurgie fonctionnelle chez ces patients atteints de myopathie FSH.

La bonne validité inter et intra observateurs sur les mesures de version et de bascule permet de valider ces mesures pour des analyses ultérieures. De plus, ces mesures peuvent être réalisées par des chirurgiens orthopédistes et pas uniquement par des radiologues, ce qui permet une certaine autonomie dans notre pratique hospitalière.

Enfin, nous avons pu trouver, de manière significative, un lien entre la rotation externe et le positionnement de la scapula. Alors que l'élévation ne semble pas dépendre de facteur de positionnement, il nous est possible d'améliorer la rotation externe. Nous trouvons ici une **application clinique concrète per et post-opératoire**.

## 6- CONCLUSION

Notre étude du positionnement de onze arthrodèses scapulothoraciques chez des patients atteints de myopathie facio-scapulo-humérale, permet de valider les mesures radiologiques du positionnement de l'arthrodèse en terme de version et de bascule, avec de bonnes validités inter et intra observateurs.

De plus, la recherche de corrélation radio-clinique nous permet, dans notre série, d'éliminer le positionnement de la scapula comme facteur prédictif des résultats d'élévations antérieure et latérale de l'épaule. Par contre, elle permet d'observer un gain de rotation externe quand la scapula est positionnée médialement et en bascule médiale.

Ainsi, en per-opératoire, nous pourrions choisir de fixer la scapula plus proche du rachis et en bascule médiale d'environ 55° entre l'épine de la scapula et les épineuses rachidiennes. En post-opératoire, une immobilisation par coussin d'abduction pourrait être envisagée afin de maintenir la rotation externe déterminée et éviter le déplacement précoce.

## 7- ANNEXES

### Échelle de Brooke

#### 2.8.2 *Score de Brooke (Brooke Upper Extremity Rating Scale)*

Évaluation des membres supérieurs (déficience, incapacité).

Évaluation des capacités motrices des membres supérieurs, validé uniquement pour la dystrophie musculaire de Duchenne de Boulogne.

Ce score a été sélectionné comme examen de référence lors de la conférence de consensus sur les maladies neuro-musculaires non acquise en Septembre 2001 à Paris.

Constitué de six épreuves (chacune constituant un grade) de passation rapide, ne nécessite qu'un verre d'eau, un stylo et une pièce de monnaie.

- 1 : Partant de la position bras le long du corps, le sujet peut pratiquer une abduction des membres supérieurs afin que les mains se rejoignent au-dessus de la tête à la verticale.
- 2 : Le sujet peut joindre les deux sur la tête en fléchissant les coudes ou en utilisant des compensations musculaires.\*
- 3 : Ne peut mettre les mains sur la tête, mais peut porter un verre d'eau à la bouche (à deux mains si nécessaire).
- 4 : Le sujet peut porter les mains à la bouche, mais ne peut y porter un verre d'eau.
- 5 : Le sujet ne peut pas porter les mains à la bouche, mais peut tenir un crayon ou ramasser une pièce de monnaie sur la table.
- 6 : Aucune fonction usuelle des mains.

\* Il est précisé pour les niveaux 1 et 2 s'ils sont réalisés, le poids que le patient peut porter avec une seule main et déposer sur une étagère située à la hauteur des yeux.

*Référence :*

*Brooke M., 1983.*

## Échelle de Vignos

**2.8.3** *Grades Fonctionnels de Vignos*

Cette classification correspond à une analyse en 10 grades des capacités de la marche. Elle a été mise au point afin d'évaluer les bénéfices de la rééducation chez des patients atteints de dystrophinopathies.

En revanche, la graduation ne prend pas en compte l'utilisation du fauteuil roulant ni la fréquence des chutes. Il est souvent associé au score de Brooke.

- 1 : Marche et monte les escaliers sans aide.
- 2 : Marche et monte les escaliers à l'aide d'une rampe.
- 4 : Marche et monte les escaliers lentement à l'aide d'une rampe (plus de 12 secondes pour 4 marches standard).
- 4 : Marche sans aide technique et se lève d'une chaise, mais ne peut pas monter les escaliers.
- 5 : Marche sans aide technique ne peut pas monter les escaliers ni se lever d'une chaise.
- 6 : Marche avec une aide technique ou marche indépendamment avec des orthèses longues.
- 7 : Marche avec des orthèses longues mais a aussi besoin d'une aide technique pour préserver son équilibre.
- 8 : Se tient debout avec des orthèses mais ne peut pas marcher même avec aide technique.
- 9 : Est astreint au fauteuil roulant.
- 10 : Est confiné au lit.

*Référence :*

*Vignos P.J. et al., 1963.*

## Score de Constant



## Score de Constant

D'après Constant CR, Murley AHG. *A clinical method of functional assessment of the shoulder*. Clin Orthop Relat Res 1987;(214):160-4. Traduction de M. Dougados, avec son aimable autorisation.

## ► Fiche de recueil des résultats

|   |  |   |                |                |           |     |
|---|--|---|----------------|----------------|-----------|-----|
| Nom :   |  | Date :  |                |                |           |     |
| Prénom :  |  | Médecin traitant :                              |                |                |           |     |
| Date de naissance :                                     |  | Médecin prescripteur :                          |                |                |           |     |
| Date  |  |   |                | Début          | Milieu    | Fin |
| Douleur<br>(note sur 15 points)                         | A. Echelle verbale<br>0 = intolérable 5 = moyenne 10 = modérée 15 = aucune                             |   |                |                |           |     |
|   | B. Echelle algométrique<br>Sous-trainez le chiffre obtenu du nombre 15<br>0 _____ 15                   |   |                |                |           |     |
|   |  | Absence de douleur                              |                | douleur sévère |           |     |
| Niveau d'activités quotidiennes<br>(note sur 12 points) | Total  |   | A + B / 2 (15) |                |           |     |
|   | Activités professionnelles/<br>occupationnelles  | travail impossible ou non repris                |                | 0 point        |           |     |
|   |  | gêne importante                                 |                | 1 point        |           |     |
| Niveau de travail avec la main<br>(note sur 10 points)  | Activités de loisirs   | impossible                                      |                | 0 point ;      |           |     |
|   |  | gêne importante                                 |                | 1 point ;      |           |     |
|   |  | gêne moyenne                                    |                | 2 points       |           |     |
|   | Gêne dans le sommeil<br>exemple : aux changements de position  | douleurs insomniantes                           |                | 0 point        |           |     |
|   |  | gêne modérée                                    |                | 1 point        |           |     |
|   |  | aucune gêne                                     |                | 2 points       |           |     |
|   | À quelle hauteur le patient peut-il<br>utiliser sa main sans douleur et<br>avec une force suffisante ? | taille  |                | 2 points ;     |           |     |
|   |  | xiphoïde  |                | 4 points ;     |           |     |
|   |  | cou   |                | 6 points       |           |     |
|   |  | tête  |                | 8 points       |           |     |
|   |  | au dessus de la tête                            |                | 10 points      |           |     |
| Mobilité<br>(note sur 40 points)                        | Antéflexion (total / 10)   | 0°-30°  | 0 point        | 91°-120°       | 6 points  |     |
|   |  | 31°-60°   | 2 points       | 121°-150°      | 8 points  |     |
|   |  | 61°-90°   | 4 points       | >150°          | 10 points |     |
|   | Abduction (total / 10)   | 0°-30°  | 0 point        | 91°-120°       | 6 points  |     |
|   |  | 31°-60°   | 2 points       | 121°-150°      | 8 points  |     |
|   | 61°-90°  | 4 points  | > 150°         | 10 points      |           |     |
|   | Rotation latérale (total / 10)   | main derrière la tête, coude en avant           |                | 2 points       |           |     |
|   |  | main derrière la tête, coude en arrière         |                | 4 points       |           |     |
|   |  | main sur la tête, coude en avant                |                | 6 points       |           |     |
|   |  | main sur la tête, coude en arrière              |                | 8 points       |           |     |
|   |  | évaluation complète depuis le sommet de la tête |                | 10 points      |           |     |
|   | Rotation médiale (total / 10)  | dos de la main niveau fesse                     |                | 2 points       |           |     |
|   |  | dos de la main niveau sacrum                    |                | 4 points       |           |     |
|   |  | dos de la main niveau L3                        |                | 6 points       |           |     |
|   |  | dos de la main niveau T12                       |                | 8 points       |           |     |
|   |  | dos de la main niveau T7-T8                     |                | 10 points      |           |     |
| Force musculaire<br>(note sur 25 points)                | Abduction isométrique<br>(élévation antéro-latérale de 90°<br>dans le plan de l'omoplate)              | si 90° n'est pas atteint en actif               |                | 0 point        |           |     |
|   |  | si maintien de 5 s, par 500g                    |                | 1 point        |           |     |
| Total<br>(0/100 sur 100 points)                         | Valeur absolue (en points/100)   |   |                |                |           |     |
|   | Valeur pondérée (%)  |   |                |                |           |     |

|           | coté | bris matériel | Consolidation | nb plaques | nb cerclages | côte sup | côte inf | version |     |     | rapport | bascule | arthrose GH | arthrose AC | Arthrose SC |
|-----------|------|---------------|---------------|------------|--------------|----------|----------|---------|-----|-----|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Lecture 1 | Dt   | 0             | 2             | 3          | 5            | 3        | 5        | 27      | 151 | 104 | 1,45    | 74,5    | 0           | 0           | 0           |
| Juge 1    | G    | 1             | 2             | 4          | 5            | 1        | 6        | 56      | 149 | 66  | 2,26    | 71      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 4          | 5            | 1        | 6        | 40      | 152 | 68  | 2,24    | 51      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 37      | 162 | 98  | 1,65    | 59      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 1             | 0             | 3          | 6            | 1        | 5        | 31      | 162 | 95  | 1,71    | 58      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 1             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 34      | 164 | 90  | 1,82    | 47      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 1             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 32      | 157 | 87  | 1,80    | 45      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 7        | 35      | 150 | 91  | 1,65    | 55      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 0             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 34      | 149 | 92  | 1,62    | 53      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 3        | 9        | 37      | 178 | 113 | 1,58    | 61      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 1        | 6        | 42      | 174 | 98  | 1,78    | 65      | 0           | 0           | 0           |
| Lecture 2 | Dt   | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 29      | 149 | 103 | 1,45    | 60      | 0           | 0           | 0           |
| Juge 1    | G    | 1             | 2             | 4          | 5            | 1        | 5        | 56      | 150 | 65  | 2,31    | 71      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 4          | 5            | 2        | 7        | 42      | 151 | 82  | 1,84    | 49      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 7        | 35      | 164 | 100 | 1,64    | 59      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 1        | 6        | 31      | 160 | 95  | 1,68    | 58      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 1             | 2             | 4          | 5            | 1        | 6        | 32      | 167 | 90  | 1,86    | 46      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 0             | 1             | 3          | 5            | 1        | 6        | 30      | 149 | 85  | 1,75    | 43      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 35      | 149 | 89  | 1,67    | 55      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 0             | 1             | 3          | 5            | 2        | 6        | 32      | 148 | 93  | 1,59    | 46      | 0           | 0           | 0           |
|           | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 3        | 9        | 41      | 179 | 105 | 1,70    | 54      | 0           | 0           | 0           |
|           | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 2        | 7        | 38      | 173 | 100 | 1,73    | 66      | 0           | 0           | 0           |

Tableau des résultats de lectures radiologiques pour le juge 1

|                        | coté | bris matériel | Consolidation | nb plaques | nb cerclages | côte sup | côte inf | version |     |     | rapport | bascule | arthrose GH | arthrose AC | arthrose SC |
|------------------------|------|---------------|---------------|------------|--------------|----------|----------|---------|-----|-----|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Lecture<br>1<br>Juge 2 | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 33      | 149 | 104 | 1,43    | 73      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 0             | 2             | 4          | 5            | 2        | 7        | 57      | 150 | 64  | 2,34    | 70      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 1             | 4          | 5            | 1        | 5        | 42      | 154 | 86  | 1,79    | 59      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 34      | 160 | 102 | 1,57    | 55      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 1             | 0             | 3          | 6            | 1        | 6        | 32      | 168 | 96  | 1,75    | 61      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 1             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 37      | 165 | 96  | 1,72    | 52      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 28      | 154 | 90  | 1,71    | 53      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 7        | 37      | 150 | 88  | 1,70    | 50      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 1             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 30      | 150 | 104 | 1,44    | 58      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 4            | 2        | 8        | 34      | 172 | 106 | 1,62    | 62      | 0           | 0           | 1           |
|                        | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 1        | 7        | 40      | 174 | 100 | 1,74    | 100     | 0           | 0           | 0           |
| Lecture<br>2<br>Juge 2 | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 31      | 150 | 104 | 1,44    | 74      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 1             | 2             | 4          | 5            | 1        | 5        | 57      | 150 | 68  | 2,21    | 67      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 4          | 5            | 1        | 5        | 40      | 149 | 84  | 1,77    | 58      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 34      | 160 | 101 | 1,58    | 65      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 1             | 0             | 3          | 6            | 1        | 7        | 34      | 165 | 100 | 1,65    | 64      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 1             | 1             | 4          | 5            | 1        | 5        | 32      | 162 | 105 | 1,54    | 48      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 0             | 1             | 4          | 5            | 1        | 6        | 30      | 158 | 90  | 1,76    | 50      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 7        | 36      | 146 | 86  | 1,70    | 67      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 0             | 1             | 3          | 4            | 1        | 5        | 28      | 143 | 109 | 1,31    | 84      | 0           | 0           | 0           |
|                        | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 36,5    | 180 | 111 | 1,62    | 68      | 0           | 0           | 0           |
|                        | G    | 1             | 0             | 3          | 4            | 1        | 7        | 43      | 149 | 75  | 1,99    | 100     | 0           | 0           | 0           |

*Tableau des résultats des lectures radiologiques pour le juge 2*

|                     | épaule | coté | bris matériel | Consolidation | nb plaques | nb cerclages | côte sup | côte inf | version |     |     | rapport | bascule | arthrose GH | arthrose AC | arthrose SC |
|---------------------|--------|------|---------------|---------------|------------|--------------|----------|----------|---------|-----|-----|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Lecture 1<br>Juge 3 | 1      | Dt   | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 7        | 26      | 149 | 101 | 1,48    | 72,5    | 0           | 0           | 0           |
|                     | 2      | G    | 0             | 1             | 4          | 5            | 1        | 6        | 57      | 152 | 61  | 2,49    | 68      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 3      | D    | 0             | 1             | 4          | 5            | 1        | 6        | 43      | 149 | 83  | 1,80    | 48      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 4      | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 36      | 166 | 101 | 1,65    | 66      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 5      | G    | 1             | 0             | 3          | 3            | 1        | 6        | 34      | 165 | 93  | 1,77    | 67      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 6      | D    | 1             | 0             | 4          | 5            | 1        | 6        | 35      | 164 | 103 | 1,59    | 55      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 7      | G    | 0             | 0             | 3          | 5            | 1        | 5        | 32      | 157 | 110 | 1,43    | 47      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 8      | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 6        | 37      | 149 | 87  | 1,71    | 60      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 9      | G    | 0             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 25      | 146 | 102 | 1,43    | 52      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 10     | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 38      | 178 | 104 | 1,71    | 56      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 11     | G    | 1             | 0             | 4          | 4            | 1        | 6        | 41      | 177 | 100 | 1,77    | 69      | 0           | 0           | 0           |
| Lecture 2<br>Juge 3 | 1      | Dt   | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 32      | 150 | 100 | 1,5     | 63      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 2      | G    | 1             | 1             | 4          | 5            | 1        | 6        | 58      | 154 | 60  | 2,56    | 69      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 3      | D    | 0             | 1             | 4          | 5            | 1        | 6        | 42      | 150 | 83  | 1,8     | 50      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 4      | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 1        | 6        | 36      | 165 | 100 | 1,65    | 59      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 5      | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 1        | 6        | 36      | 163 | 91  | 1,79    | 61      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 6      | D    | 1             | 0             | 4          | 5            | 1        | 5        | 36      | 166 | 100 | 1,66    | 46      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 7      | G    | 1             | 0             | 3          | 5            | 1        | 5        | 33      | 155 | 113 | 1,37    | 49      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 8      | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 6        | 37      | 151 | 87  | 1,73    | 61      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 9      | G    | 0             | 1             | 3          | 5            | 1        | 5        | 41      | 144 | 113 | 1,27    | 58      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 10     | D    | 0             | 2             | 3          | 5            | 2        | 8        | 38      | 179 | 106 | 1,68    | 52      | 0           | 0           | 0           |
|                     | 11     | G    | 1             | 0             | 4          | 4            | 1        | 6        | 39      | 175 | 100 | 1,75    | 70      | 0           | 0           | 0           |



## 8- BIBLIOGRAPHIE

1. Tawil R, Kissel JT, Heatwole C, Pandya S, Gronseth G, Benatar M. Evidence-based guideline summary: Evaluation, diagnosis, and management of facioscapulohumeral muscular dystrophy Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Issues Review Panel of the American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine. *Neurology*. 2015;85(4):357–364.
2. Falcone M-O, Sauvage A, Wavreille G, Tiffreau V, Fontaine C, Chantelot C. Consolidation et fonction après huit arthroèses scapulothoraciques. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 2008 Nov;94(7):649–58.
3. Van der Maarel SM, Frants RR, Padberg GW. Facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Biochim Biophys Acta BBA - Mol Basis Dis*. 2007 Feb;1772(2):186–94.
4. Mul K, Lassche S, Voermans NC, Padberg GW, Horlings CG, van Engelen BG. What's in a name? The clinical features of facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Pract Neurol*. 2016 Jun;16(3):201–7.
5. Rapin A, Boyer F. Actualités de l'évaluation clinique dans les maladies neuromusculaires lentement progressives à l'âge adulte. *Journal de Réadaptation Médicale: Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation*. Elsevier Masson. 2011;
6. Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle : membres - tête - tronc*. Masson; 2005.
7. Kapandji. *Anatomie fonctionnelle I : membre supérieur*. 6e édition. Maloine; 2011.
8. Namdari S, Yagnik G, Ebaugh DD, Nagda S, Ramsey ML, Williams GR, et al. Defining functional shoulder range of motion for activities of daily living. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012 Sep;21(9):1177–83.
9. Langer JS, Sueoka SS, Wang AA. The importance of shoulder external rotation in activities of daily living: improving outcomes in traumatic brachial plexus palsy. *J Hand Surg*. 2012 Jul;37(7):1430–6.
10. Srour F, Nephtali J. Examen clinique et tests de la scapula. *Kinesither rev*. 2012;2012–12:40–9.
11. Terry GC, Chopp TM. Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train*. 2000 Jul;35(3):248–55.
12. Grignon B. Imagerie normale de la ceinture scapulaire, du sternum et des côtes. In: *Radiologie et imagerie médicale - musculosquelettique - neurologique - maxillofaciale*. 3rd ed. Elsevier - Masson; 2013. (EMC; vol. 8).

13. Seth A, Matias R, Veloso AP, Delp SL. A Biomechanical Model of the Scapulothoracic Joint to Accurately Capture Scapular Kinematics during Shoulder Movements. *PLoS One*. 2016;11(1):e0141028.
14. Nguyen C, Guérini H, Roren A, Zauderer J, Vuillemin V, Seror P, et al. [Neuromuscular dynamic scapular winging: Clinical, electromyographic and magnetic resonance imaging diagnosis]. *Presse Medicale Paris Fr* 1983. 2015 Dec;44(12 Pt 1):1256–65.
15. Paine R, Voight ML. The role of the scapula. *Int J Sports Phys Ther*. 2013 Oct;8(5):617–29.
16. Depreux A. Anatomie Schémas de travaux pratiques. Les parois du tronc. Vigot. Vol. Fascicule 5 : myologie / angéiologie / névrologie. 1995.
17. Roren A, Fayad F, Poiraudéau S, Fermanian J, Revel M, Dumitrache A, et al. Specific scapular kinematic patterns to differentiate two forms of dynamic scapular winging. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2013 Oct;28(8):941–7.
18. Horwitz M, Tocantins L. Isolated paralysis of the serratus anterior (magnus) muscle. *J Bone Joint Surg Am*. 1938;720–5.
19. Giannini S, Faldini C, Pagkrati S, Grandi G, Digennaro V, Luciani D, et al. Fixation of Winged Scapula in Facioscapulohumeral Muscular Dystrophy. *Clin Med Res*. 2007 Oct 1;5(3):155–62.
20. Andrews CT, Taylor TC, Patterson VH. Scapulothoracic arthrodesis for patients with facioscapulohumeral muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord*. 1998;8(8):580–584.
21. Bunch WH, Siegel IM. Scapulothoracic arthrodesis in facioscapulohumeral muscular dystrophy. Review of seventeen procedures with three to twenty-one-year follow-up. *J Bone Jt Surg Am*. 1993;75(3):372–376.
22. Cooney AD, Gill I, Stuart PR. The outcome of scapulothoracic arthrodesis using cerclage wires, plates, and allograft for facioscapulohumeral dystrophy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Jan;23(1):e8–13.
23. Delaubier A, Duport G, Rideau Y. Stabilisation chirurgicale souple des omoplates dans la myopathie facio-scapulo-humérale. *Ann Readaptation Med Phys*. Elsevier, Paris. 1997;535–41.
24. Demirhan M, Uysal O, Atalar AC, Kilicoglu O, Serdaroglu P. Scapulothoracic Arthrodesis in Facioscapulohumeral Dystrophy with Multifilament Cable. *Clin Orthop Relat Res*. 2009 Aug;467(8):2090–7.
25. Elhassan B, Chung ST, Ozbaydar M, Diller D, Warner JJP. Scapulothoracic Fusion for Clavicular Insufficiency: A Report of Two Cases. *J Bone Jt Surg-Am Vol*. 2008 Apr;90(4):875–80.
26. Goel DP, Romanowski JR, Shi LL, Warner JJP. Scapulothoracic fusion: outcomes and complications. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Apr;23(4):542–7.

27. Griffet J, Fournier M. Scapulopexie dans la myopathie facio-scapulo-humérale. *J Réadapt Médicale Prat Form En Médecine Phys Réadapt*. 2010;30(2):66–70.
28. Jeon I-H, Neumann L, Wallace WA. Scapulothoracic fusion for painful winging of the scapula in nondystrophic patients. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005 Jul;14(4):400–6.
29. Ketenjian AY. Scapulocostal stabilization for scapular winging in facioscapulo-humeral muscular dystrophy. *J Bone Joint Surg Am*. 1978 Jun;60(4):476–80.
30. Krishnan SG, Hawkins RJ, Michelotti JD, Litchfield R, Willis RB, Kim YK. Scapulothoracic Arthrodesis: Indications, Technique, and Results. *Clin Orthop*. 2005 Jun;NA;(435):126–33.
31. Letournel E, Fardeau M, Lytle JO, Serrault M, Gosselin RA. Scapulothoracic arthrodesis for patients who have facioscapulo-humeral muscular dystrophy. *J Bone Jt Surg Am*. 1990;72(1):78–84.
32. Rhee YG, Ha JH. Long-term results of scapulothoracic arthrodesis of facioscapulo-humeral muscular dystrophy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2006 Jul;15(4):445–50.
33. Szomor ZL, Fermanis G, Murrell GAC. Scapulothoracic fusion for a stroke patient with Achilles tendon allograft. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000 Jul;9(4):342–3.
34. Twyman RS, Harper GD, Edgar MA. Thoracoscapular fusion in facioscapulo-humeral dystrophy: clinical review of a new surgical method. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5(3):201–205.
35. Van Tongel A, Atoun E, Narvani A, Sforza G, Copeland S, Levy O. Medium to Long-Term Outcome of Thoracoscapular Arthrodesis with Screw Fixation for Facioscapulo-humeral Muscular Dystrophy: *J Bone Jt Surg-Am Vol*. 2013 Aug;95(15):1404–8.
36. Fogarty S. (iv) Scapulothoracic fusion. *Orthop Trauma*. 2012;26(6):385–390.
37. Burke CS, Roberts CS, Nyland JA, Radmacher PG, Acland RD, Voor MJ. Scapular thickness--implications for fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2006 Oct;15(5):645–8.
38. Atmaca H, Uğur L, Özkan A, Grassi Mantelli A, Erzincanli F. Changes in the loadings on the shoulder girdle in the case of scapulothoracic fusion. *Int J Med Robot Comput Assist Surg MRCAS*. 2016 Sep;12(3):538–46.
39. Bhatia S, Hsu AR, Harwood D, Toleikis JR, Mather RC, Romeo AA. The value of somatosensory evoked potential monitoring during scapulothoracic arthrodesis: case report and review of literature. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012 Jul;21(7):e14–8.
40. Boe CC, Elhassan BT. Restoration of Shoulder Function. *Hand Clin*. 2016 Aug;32(3):303–10.

**AUTEUR : LOOCK Elise**

**Date de Soutenance : 24 mai 2017**

**Titre de la Thèse : Analyse de la position de 11 arthrodèses scapulothoraciques : comparaison radio-clinique chez des patients atteints de dystrophie facio-scapulo-humérale**

**Thèse - Médecine - Lille 2017**

**Cadre de classement : chirurgie orthopédique et traumatologique**

**DES + spécialité : DES de chirurgie générale / DESC de chirurgie orthopédique et traumatologique**

**Mots-clés : arthrodèse scapulothoracique, myopathie facio-scapulo-humérale, scapula alata, positionnement radiologique**

**Résumé :**

**Contexte :** Dans la myopathie facio-scapulo-humérale, le déficit des stabilisateurs de la scapula entraîne un tableau de scapula alata. Afin de permettre un gain d'amplitude et d'indolence, une arthrodèse scapulothoracique peut être proposée.

**Méthode :** L'évaluation clinique et radiologique par examen tomodensitométrique a été réalisée pour 11 arthrodèses. Le protocole radiologique permettait l'analyse du positionnement des arthrodèses, concernant la hauteur, la version et la bascule de la scapula par rapport au rachis thoracique et au gril costal. Deux chirurgiens et un radiologue ont réalisé deux lectures différentes des examens d'imagerie, permettant d'étudier la validité inter et intra observateurs de notre protocole. Nous avons ensuite réalisé une étude des corrélations entre résultats cliniques et radiologiques.

**Résultats :** L'étude de la consolidation de la scapula sur les arcs costaux postérieurs a montré une très bonne corrélation intra et inter observateurs, avec un kappa à 0,855. Concernant la version, le coefficient r de Pearson était compris entre 0,82 et 0,95 ( $p < 0.05$ ) selon les observateurs. Concernant la bascule, il était compris entre 0,76 et 0,86 ( $p < 0.05$ ). La bonne corrélation de ces lectures permet de valider nos mesures.

La recherche de corrélation radio-clinique entre les amplitudes résiduelles de l'épaule et la position de fixation de l'arthrodèse n'a pas montré de différence significative sur la population entière. Néanmoins, l'analyse par sous-groupe a montré que, dans le groupe des arthrodèses médialisées, la rotation externe de l'épaule était positivement corrélée à la bascule médiale, avec un coefficient r de Pearson à -0.909 ( $p = 0,032$ ).

**Conclusion :** Chez les patients atteints de myopathie facio-scapulo-humérale, l'arthrodèse scapulothoracique permet un gain d'amplitude dans les mobilités de l'épaule. Après avoir validé nos mesures tomodensitométriques sur 11 arthrodèses, nous avons vu que le positionnement de la scapula ne semblait pas modifier les amplitudes d'élévation. En revanche, positionner la scapula proche du rachis et en bascule médiale pourrait améliorer la rotation externe des patients. Une immobilisation postopératoire par coussin d'abduction pourrait permettre de maintenir cette position de fixation pendant la durée de consolidation de l'arthrodèse.

**Composition du Jury :**

**Président : Professeur CHANTELOT Christophe**

**Assesseurs : Professeur DEMONDION Xavier**

**Docteur TIFFREAU Vincent**

**Docteur COURAGE Olivier**

**Directrice de thèse : Docteur GUERRE Elvire**