

N° d'ordre :

ANNÉE 2022



**THÈSE D'EXERCICE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1**

Thèse en vue du

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée par

**Marie Loisel**

Née le 03/05/1994 à Saint-Herblain

---

**ETUDE RETROSPECTIVE DES**

**PROTHESES TOTALES**

**INVERSEES D'ÉPAULE AVEC**

**BIO-RSA : ETUDE DES**

**FACTEURS ASSOCIES A LA**

**LYSE RADIOGRAPHIQUE DU**

**GREFFON**

**Thèse soutenue à Rennes**

**Le 30/09/2022**

Devant le jury composé de :

**Philippe Violas**

Professeur des universités – Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes  
*Président du jury*

**Hervé Thomazeau**

Professeur des universités- Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes  
*Examineur*

**Luc Favard**

Professeur des universités-Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Tours  
*Examineur*

**Guggenbuhl Pascal**

Professeur des universités -Praticien Hospitalier  
Service de Rhumatologie- CHU de Rennes  
*Examineur*

**Michel Colmar**

Praticien Libéral  
Service de chirurgie orthopédique- CHP Saint Brieuc  
*Examineur*

**Mickaël Ropars**

Professeur des universités- Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes  
*Directeur de thèse*



**THÈSE D'EXERCICE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1**

Thèse en vue du

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée par

**Marie Loisel**

Née le 03/05/1994 à Saint-Herblain

---

**ETUDE RETROSPECTIVE DES PROTHESES TOTALES INVERSEES**

**D'ÉPAULE AVEC BIO-RSA : ETUDE DES FACTEURS ASSOCIES A LA LYSE**

**RADIOGRAPHIQUE DU GREFFON**

**Thèse soutenue à Rennes Le 30/09/2022**

Devant le jury composé de :

**Philippe Violas**

Professeur des universités – Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes  
*Président du jury*

**Hervé Thomazeau**

Professeur des universités- Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes  
*Examineur*

**Luc Favard**

Professeur des universités-Praticien Hospitalier Service de chirurgie orthopédique- CHU de Tours *Examineur*

**Guggenbuhl Pascal**

Professeur des universités -Praticien Hospitalier Service de Rhumatologie- CHU de Rennes  
*Examineur*

**Michel Colmar**

Praticien Libéral  
Service de chirurgie orthopédique- CHP Saint Brieuc  
*Examineur*

**Mickael Ropars**

Professeur des universités- Praticien Hospitalier  
Service de chirurgie orthopédique- CHU de Rennes *Directeur de thèse*

## **Table des matières**

• <b><u>Liste des tableaux, figures et annexes</u></b> .....	11
• <b><u>Résumé de l'étude</u></b> .....	12
• <b><u>Introduction</u></b> .....	14
• <b><u>Matériel et Méthode</u></b> .....	16
- Technique chirurgicale	
- Recueil de données cliniques	
- Recueil de données radiographiques	
- Analyse statistique	
• <b><u>Résultats</u></b> .....	19
- Critère de jugement principal	
- Critère de jugement secondaire	
• <b><u>Discussion /Limites</u></b> .....	24
• <b><u>Conclusion</u></b> .....	30
• <b><u>Bibliographie</u></b> .....	32
• <b><u>Annexes</u></b> .....	38

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Technique de mesure de la densité osseuse en unité Hounsfield au niveau de la tête humérale

Figure 2 : Exemple de bonne intégration du greffon osseux à la glène native

Figure 3. Suivi d'une patiente de 79 ayant bénéficié de la pose d'une PTEI avec BIO-RSA- lyse osseuse

Figure 4. Classification de la lyse du greffon de BIO-RSA en 5 stades.

Figure 5 : Apparition d'un éperon osseux concomitant à un débord de la vis inférieure

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Analyse univariée des facteurs prédictifs de lyse de greffe à 6 mois à l'aide d'une régression logistique

Tableau 2 : Analyse des densités osseuses des zones de prélèvements du BIO-RSA en Unité Hounsfield dans les différents groupes de lyse

Tableau 3 : Eperon et encoche du pilier (Classification de Sirveaux) à 1 an

Tableau 4 : Stadification de la lyse des greffons de BIO-RSA

Tableau 5 : Etude de la littérature concernant la lyse des greffons de BIO-RSA/ autogreffe au dépend de la tête humérale dans les prothèses inversées

## LISTE DES ANNEXES :

Annexe 1 : Technique de latéralisation glénoïdienne osseuse BIO-RSA selon Boileau et al/

Annexe 2 : RSA-Angle et angle Béta

Annexe 3 : Deltoid Wrapping angle

Annexe 4 : Mesure de latéralisation globale (ou excès de latéralisation) des implants

Annexe 5 : Classification utilisée pour analyser la hauteur de la baseplate/ glénosphère

Annexe 6 : Analyse de la concordance dans la mesure de la densité osseuse en Unité Hounsfield de la zone de prélèvement de greffon de BIO-RSA au niveau de la tête humérale, sur scanner pré opératoire

## Résumé

**Introduction** La technique de latéralisation biologique glénoïdienne (BIO-RSA) est utilisée dans les prothèses inversées d'épaule depuis 2011. Dans cette technique, une lyse du greffon est potentiellement associée à une faillite de l'implant glénoïdien. L'objectif principal de cette étude était de rechercher les facteurs pouvant influencer la lyse radiographique du greffon à 6 mois post-opératoire. Les objectifs secondaires étaient la recherche à un an des facteurs associés à la présence d'une lyse radiographique du greffon, d'un éperon osseux glénoïdien inférieur ou d'une encoche du pilier de la scapula.

**Matériel et méthode** Il s'agit d'une étude rétrospective unicentrique portant sur tous les patients ayant bénéficié de la pose d'une prothèse totale inversée d'épaule avec BIO-RSA entre 2015 et 2020. Les radiographies pré et post-opératoires, les antécédents des patients ainsi que la densité osseuse de la tête humérale en préopératoire (mesure scanographique en unité Hounsfield) ont été analysés.

**Résultats** Cinquante-neuf patients ont été inclus avec un suivi moyen de 13 mois. Soixante-quatre pour cent des greffons ne présentaient aucun signe de lyse radiographique à 6 mois et 58% à un an. Aucune encoche du pilier de la scapula n'était retrouvée dans 65% des cas et on observait un éperon du rebord glénoïdien inférieur dans 17% des cas. Aucun facteur significatif n'était retrouvé concernant la lyse du greffon à 6 mois, y compris la densité osseuse préopératoire en Unité Hounsfield. A un an, la lyse radiographique du greffon était significativement associée à sa visibilité initiale sur des clichés post-opératoires immédiats.

**Discussion/ Conclusion** Cette étude de suivi à court terme montre les bons résultats d'intégration des greffons de BIO-RSA à la glène native, mais avec une lyse de la partie inférieure du greffon qui semble se majorer dans le temps. La lyse radiographique semble corrélée à la visibilité du greffon sur les radiographies post-opératoires immédiates. Les patients présentant une densité osseuse diminuée en UH au scanner préopératoire présentent une tendance à la lyse radiographique du greffon à un an. Des études de suivi à plus long terme pourraient permettre de mettre en évidence de nouveaux facteurs associés à la lyse du greffon, permettant de cibler plus précisément quels patients pourraient préférentiellement bénéficier d'une latéralisation glénoïdienne métallique ou biologique.

**Niveau de preuve : IV, étude observationnelle rétrospective**

## Introduction

La prothèse totale d'épaule inversée (PTEI) a été créée par Paul Grammont en 1985. Elle repose sur le concept d'une médialisation et d'un abaissement du centre de rotation de l'épaule permettant d'augmenter le bras de levier abducteur deltoïdien [1]. Cette médialisation a pour conséquence l'apparition d'un potentiel conflit entre le polyéthylène de l'insert huméral et le col de la scapula, appelé « scapular notching » [2,3], créant une encoche du pilier de la scapula, responsable d'une diminution des amplitudes en rotation et parfois source d'instabilité [4]. Afin de palier à ce conflit, Boileau et al. ont donc développé une technique de latéralisation glénoïdienne par greffon osseux autologue prélevé au niveau de la tête humérale : le BIO-RSA (Bony increased offset-reversed shoulder arthroplasty)[5]. Les séries publiées par Boileau, Athwal et Kirzner confirment que cette technique diminue le scapular notching (conflit) et favorise la stabilité[5–7]. Décrite initialement pour optimiser la latéralisation glénoïdienne, la technique a ensuite été orientée vers la réalisation de greffons asymétriques permettant une restauration de l'anatomie glénoïdienne et de palier les pertes de substance osseuses glénoïdienne importantes, notamment postérieures [8–14].

Le problème inhérent à l'utilisation du BIO-RSA est la certitude d'incorporation de la greffe à l'os natif. Plusieurs études ont décrit des faillites d'implants glénoïdiens concomitantes à une lyse du greffon de BIO-RSA [2,10,12,13,15]. Par ailleurs, la diminution du stock osseux causée par cette lyse du greffon peut grever le pronostic d'une éventuelle reprise chirurgicale ; les PTEI représentent désormais 60% des arthroplasties d'épaule et la question des conditions de leur reprise prendra une place majeure dans les années à venir. Plusieurs auteurs ont décrit l'évolution radiographique ou scanographique du greffon de BIO-RSA [2,7,12,15–20], avec un taux d'incorporation de la greffe qui varie entre 27 et 100%. L'équipe de Ferreira en 2015 rapporte une sensibilité très faible (36%) du scanner dans la détection de la résorption de greffe osseuse, du fait d'artéfacts métallique, avec une constante sous-estimation du pourcentage de résorption [21]. La radiographie reste donc encore aujourd'hui le gold standard dans cette analyse.

Plusieurs auteurs rapportent une lyse de la partie inférieure du greffon au cours du temps et discutent une analogie avec le phénomène biomécanique de scapular notching des prothèses « Grammont like » médialisées (conflit du pilier avec le bord médial de la tige)[2,22]. Les facteurs favorisant du scapular notching, bien décrits dans la littérature, seraient donc les mêmes facteurs responsables d'une résorption de la greffe. L'équipe de Boileau soutient donc la nécessité de laisser dépasser la glénosphère de 5mm par rapport au rebord inférieur glénoïdien afin de prévenir ce scapular notching [2,6,8,23,24]. Ce conflit est plus souvent retrouvé chez les personnes de faible corpulence [2,25], et est également affecté par le design de l'implant huméral [26]. Le RSA-angle ainsi que l'angle d'inclinaison de la glène par rapport à l'axe de la fosse supra-épineuse (angle  $\beta$ ) sont des facteurs à prendre en compte pour le bon positionnement de l'implant et la diminution des conflits [2,3]. La distance acromio-humérale, si elle est diminuée, est également un facteur favorisant les conflits au bord médial de la tige [3].

Par ailleurs, comme pour toute greffe osseuse autologue, l'incorporation du BIO-RSA peut être influencée par la densité osseuse de la zone de prélèvement. Il existe par ailleurs des facteurs affectant la qualité de la trame osseuse (tabac[27], sexe, âge [15], radiothérapie, antécédent, consommation toxique[28] etc...). Un mauvais stock osseux glénoïdien, en rapport par exemple avec un âge élevé, une arthrose avancée ou une pathologie intercurrente, engendre une moins bonne tenue de l'implant glénoïdien et donc un plus grand risque de descellement [10,14,29]. Le scanner osseux permettrait d'évaluer de façon stable le stock osseux local en utilisant une moyenne de densité en unité Hounsfield [30–33]. Enfin, on peut supposer que, comme toute greffe osseuse, son incorporation dépend de sa mise en compression, principalement orchestrée au sein de l'articulation par le muscle deltoïde (« wrapping effect ») et par la latéralisation plus ou moins importante des implants.

A la lumière de ces éléments, l'objectif premier de cette étude est donc de mettre en évidence des facteurs prédictifs de la lyse du greffon de BIO-RSA à 6 mois. Les critères de jugement secondaire sont les facteurs prédictifs de lyse du greffon à 1 an, les facteurs associés à la présence d'un éperon au niveau du rebord glénoïdien inférieur ou au contraire d'une perte de substance osseuse nommée « scapular notching » ou encoche du pilier de la scapula à un an.



## **Matériel et méthode**

Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective, monocentrique. Les critères d'inclusions étaient : patients ayant bénéficié de la pose d'une prothèse inversée d'épaule avec technique de latéralisation osseuse de type BIO-RSA depuis 2015, sans opposition à la participation à ce travail de recherche. Les patients étaient exclus s'ils avaient présenté un sepsis post-opératoire, s'ils n'avaient pas bénéficié d'un scanner préopératoire et si la qualité des clichés radiographiques était mauvaise. Ils n'étaient pas inclus s'ils faisaient l'objet d'une protection légale.

### ***Technique chirurgicale***

Tous les patients ont été opérés selon une voie d'abord delto-pectorale en position semi-assise, par trois chirurgiens expérimentés. Une ténotomie du sous-scapulaire, lorsqu'il était présent, était pratiquée en début d'intervention. Le greffon de BIO-RSA était prélevé selon la technique opératoire princeps [5] avec une épaisseur de 7 à 10 mm selon les patients. L'opérateur pouvait adapter la forme de son greffon en fonction de l'imagerie préopératoire (notamment en fonction de l'imagerie en coupe). Le greffon était ensuite impacté avec la platine sur la glène et un vissage de l'ensemble à la glène était réalisé. Le nombre de vis implantées était au minimum de deux, en fonction des constatations per-opératoires de l'opérateur. Trois différents types de tiges ont été posés. Il s'agissait de la prothèse Aequalis Reversed (Laboratoire Tornier Wright™, Memphis, TN, USA) avec tige inlay à 155° cimentée, de la prothèse Ascend Flex (Laboratoire Tornier Wright™, Memphis, TN, USA) avec tige onlay courte à 145° non cimentée, et de la prothèse MSS (Laboratoire Medacta™, Castel San Pietro, Switzerland) avec tige semi-onlay courte à 145° non cimentée. La pose d'un implant ou l'autre était à l'appréciation de l'opérateur mais également de l'évolution des concepts du marché. En post-opératoire, tous les patients étaient immobilisés par une attelle en rotation interne pendant 6 semaines, avec un protocole de kinésithérapie standardisé (mobilisation passive et active aidée dans les mouvements de rotation interne et pas de travail en rotation externe au-delà d'une RE1>0° pendant 6 semaines).

### ***Recueil des données cliniques***

Pour chaque patient inclus il a été recueilli, dans le dossier médical, l'âge au moment de la chirurgie, la date de la chirurgie, le sexe, le tabagisme, le diabète, l'indice de masse corporelle, si le côté opéré était le côté dominant, une éventuelle corticothérapie, une ostéoporose ou maladie rhumatismale connue, un alcoolisme chronique, un antécédent de radiothérapie au niveau de la région de la ceinture scapulaire. Dans le compte rendu opératoire, il a été recueilli le modèle de tige, la taille du greffon implanté, le nombre de vis en compression implantées, et la taille de la glénosphère.

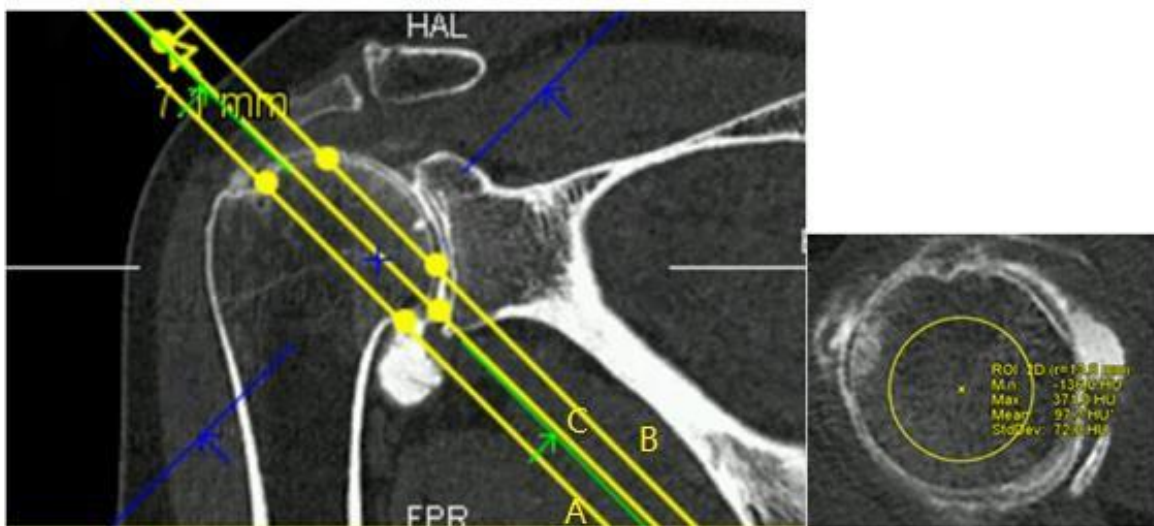
### ***Recueil des données radiographiques***

Les radiographies préopératoires de chaque patient ont été analysées (Logiciel PACS, Telemis™). Il s'agissait d'une incidence de face (en rotation neutre, interne et externe) et d'un faux profil de Lamy. Le rayon incident devait être orthogonal à la glène afin de bien visualiser l'interligne gléno-humérale. Les radiographies ne respectant pas cette condition étaient exclues. Tous les patients disposaient également d'un scanner préopératoire. Toutes les glènes ont été classées selon la classification de Walch [34,35] sur le plan axial des coupes scanographiques, et selon la classification de Favard[36] sur une radiographie de face par deux évaluateurs indépendants, chirurgiens orthopédistes, spécialisés en chirurgie de l'épaule. S'il existait un désaccord entre ces deux évaluateurs, ils discutaient d'un consensus. Le  $\beta$ -Angle préopératoire [37], qui est l'angle d'inclinaison glénoïdienne globale entre le plancher de la fosse supra-épineuse et la ligne reliant le bord supérieur et inférieur de la glène, était mesuré sur la radiographie de face ainsi que le RSA-Angle [38] qui reflète l'inclinaison de la partie inférieure de la glène là où la baseplate sera implantée, afin de détecter une malposition de l'implant glénoïdien. Cet angle doit être inférieur à 5° pour diminuer l'incidence du scapular notching[2].

La mesure de la densité osseuse de la zone de prélèvement du greffon de la tête humérale était réalisée à partir des scanners préopératoires (moyenne de densité en Unité Hounsfield) selon la méthode décrite dans la figure 1.

L'angle  $\beta$ , le RSA -Angle, la distance acromio-humérale, la position verticale de la platine [2] (position high, flush, low et very low) et la présence ou non d'un débord de la vis inférieure étaient analysés sur les radiographies post-opératoires. Le deltoïd-wrapping angle [39] a également été mesuré (il s'agit de l'angle entre la ligne reliant le bord latéral de l'acromion au bord latéral de la grosse tubérosité et la ligne tangente à la métaphyse humérale). Enfin, la mesure de l'excès de latéralisation en comparant les radiographies pré et post-opératoires a été réalisée.

L'analyse radiographique du greffon a été réalisée de manière suivante : visibilité à J0, puis à 6 mois, puis à un an. Les greffons ont été séparés entre deux groupes (pas de lyse du greffon/lyse du greffon) afin d'étudier les facteurs prédictifs de lyse. Il était également recherché la présence d'un épéron ou d'une encoche du pilier de la scapula.



**Figure 1 : Technique de mesure de la densité osseuse en unité Hounsfield de la zone de prélèvement du greffon au niveau de la tête humérale.** En utilisant l'option « MPR 4 vues obliques » des coupes osseuses d'un scanner ou arthroscanner d'épaule, se mettre dans le plan de la scapula en axial, dans le plan de la diaphyse humérale en frontal et sagittal. Sur la coupe frontale : il faut tracer en premier lieu la ligne reliant le bord le plus médial de la grosse tubérosité et la jonction métaphyse épiphyse médiale (généralement on retrouve un os cortical épais qui donne suite à un os plus fin à cette jonction). Cette ligne trace l'axe théorique du col anatomique. Ensuite, tracer une ligne B parallèle à la ligne A, coupant la tête humérale en son point le plus haut. Il s'agit ensuite de tracer la ligne C, 7mm (épaisseur moyenne d'un greffon de BIO-RSA) plus latérale et parallèle à la ligne B. Dans le plan des lignes B et C, on peut mesurer sur une zone homogène en axial la densité moyenne en unité Hounsfield. La densité osseuse moyenne de la zone de prélèvement du greffon de BIO-RSA est donc la moyenne des deux valeurs de densité osseuse en unité Hounsfield retrouvées dans le plan des lignes B et C.

### *Analyse statistique*

Pour la description des données, les résultats quantitatifs ont été exprimés en : effectif total (données manquantes), moyenne  $\pm$  écart-type et les tests suivants ont été utilisés : test de Student (S) ou test de Mann-Withney Wilcoxon. Les résultats qualitatifs ont été exprimés en : effectif total (données manquantes), effectifs (%) pour chaque modalité et les tests suivants ont été utilisés : test du Chi2 (K) et test de Fisher (F). Pour l'analyse statistique des facteurs associés à la lyse du greffon, il a été réalisé une analyse univariée première. Les variables significatives à un seuil de 0,20 en univarié ont été incluses dans un modèle multivarié. Puis une sélection descendante pas à pas a été réalisée (régression logistique). Une analyse intra et inter -observateur a été réalisée pour la mesure de la densité en Unité Hounsfield de la zone de prélèvement du greffon de la tête humérale. La concordance a été étudiée à l'aide d'un coefficient de corrélation intra-classe (ICC) avec son IC95% pour les données quantitatives. L'ICC varie entre 0 et 1. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel SAS, v.9.4® (SAS institute, Cary, Nc, USA).

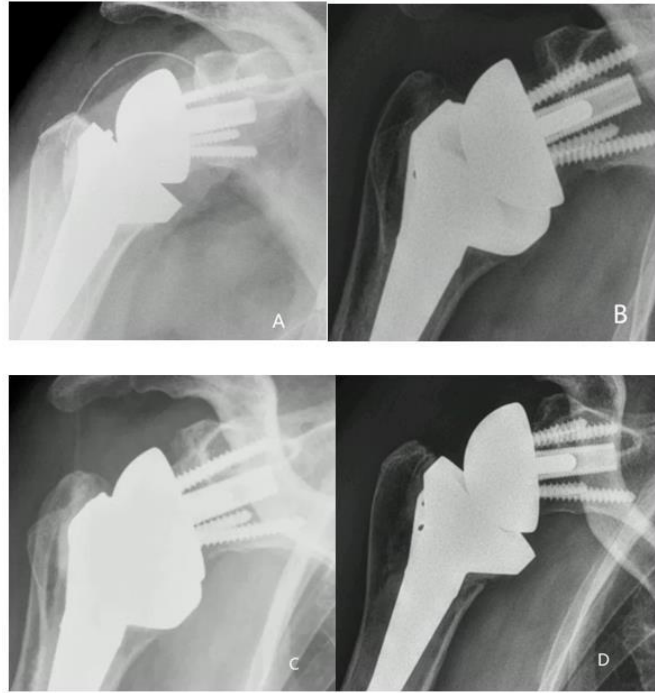
### *Aspects réglementaires*

Cette étude est en accord avec la méthodologie de référence (MR-004) de la CNIL. Le comité d'éthique local a rendu un avis favorable (Avis N°21 .106).

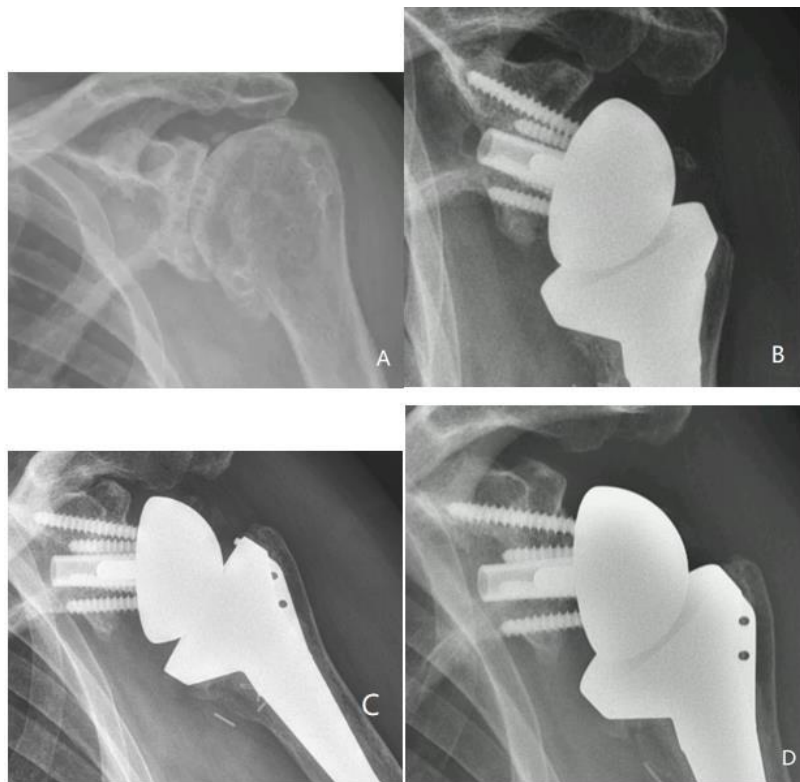
## **Résultats**

Soixante-treize patients ont bénéficié de la pose d'une prothèse inversée d'épaule avec latéralisation BIO-RSA entre 2015 et 2020. Cinquante-neuf patients ont finalement été inclus dans l'étude, après exclusion des patients présentant un bilan radiographique non interprétable. Cette série comprenait 39 femmes et 20 hommes. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 70 ans. Une seule reprise pour faillite de l'implant glénoïdien a été notée, dans un contexte de lyse totale du greffon à 6 mois mais également de tilt supérieur de la platine.

L'incorporation totale du greffon était présente chez 95% des patients (Figure 2). Néanmoins, une lyse osseuse de la partie inférieure de celui-ci (voir une lyse totale) était retrouvée chez 21 patients (36%) à 6 mois et 20 patients (42%) à un an (Figure 3).



**Figure 2 : Exemple de bonne intégration du greffon osseux à la glène native.** (A) Radiographie post-opératoire immédiate avec bonne visibilité du greffon. (B) Deux mois post-opératoire, bonne visibilité du greffon, pas de lyse de sa partie inférieure (C) A 6 mois (D) 1 an : bonne incorporation du greffon avec disparition de l'interface greffon-os et absence de lyse de la partie inférieure



**Figure 3. Suivi d'une patiente de 79 ayant bénéficié de la pose d'une PTEI avec BIO-RSA** (A) Radiographie préopératoire (B) Post-opératoire immédiat : greffon peu visible, de trame inférieure à celle de l'os spongieux du col de la glène (C) Suivi à 6 mois : lyse de la plupart de la partie inférieure du greffon (situé sous le plot) (D) Suivi à 3 an : disparition quasi-complète du greffon.

Concernant le critère de jugement principal : Aucun facteur n'est revenu significatif concernant

la lyse de la greffe à 6 mois en analyse uni et multivariée (Tableau 1).

**Tableau 1 : Analyse univariée des facteurs prédictifs de lyse de greffe à 6 mois à l'aide d'une régression logistique**

Variable	Global	Pas de lyse (n=43)	Lyse (n=16)	P value
Age au moment de la chirurgie*	70 ±11	70	69	p = 0,8418
Sexe **				p= 0,7217
- Femme	39 (66%)	49	10	
- Homme	20 (34%)	53	6	
Tabac**	5 (9%)	2	3	p = 0,2742
Diabète **	7 (12%)	3	4	p = 0,0729
IMC*	29 ± 5	29	30	p = 0,2436
Côté opéré dominant**	35 (59%)	26	9	p = 0,7696
Classification de Favard**				P = 0,8418
E0				
E1	27 (46%)	21	6	
E2	23(39%)	16	7	
E3	5(9%)	3	2	
E4	2(3%)	1	1	
	2(3%)	2	0	
Classification de Walch**				p = 0,6699
A1	19 (32%)	16	3	
A2	6 (10%)	5	1	
B1	3 (5%)	3	0	
B2	22 (37%)	14	8	
B3	6 (10%)	3	3	
C	2(3%)	1	1	
D	1(2%)	1	0	
PAR/rhumatisme **	12 (20%)			p= 1
PAR	3(5%)	2	1	
Goutte	3(5%)	3	0	
Hémochromatose	4(6%)	3	1	
Corticothérapie **	3 (5%)	2	1	p=0,6997
Ostéoporose **	2 (3%)	1	1	p = 0,4767
Radiothérapie**	1(2%)	1	0	p= 0,9371
Ethylisme chronique **	3(5%)	3	0	p = 0,9797
RSA angle préopératoire*	25 ± 8	26	23	p = 0,2710
Inclinaison glénoïdienne préopératoire (Béta angle) *	77 ± 7	77	77	p = 0,7990
Implant **				p = 0,6482
Aequalis	32(54%)	22	10	
Ascend Flex	20 (34%)	15	5	
Medacta MSS	7 (12%)	6	1	
-				
Taille glénosphère (mm)*	36			p = 0,6672
Epaisseur greffon (mm)**				p= 0, 6498
7	50 (85%)	37	13	
10	9 (15%)	6	3	

Position verticale de la baseplate **				p = 0,2058
Flush	10(17%)	6	4	
Low	23(39%)	15	8	
Very Low	26(44%)	22	4	
Nombre de vis en compression**				p = 0,8470
0	4 (7%)	3	1	
1	10(17%)	8	2	
2	45 (76%)	32	13	
Excès de latéralisation (mm)*	4 ±3	4	5	p= 0,2203
Distance acromio-humérale post-op (mm)*	44± 8	44	45	p=0,7805
Deltoid Wrapping angle post-op (degrés)*	15±6	15	15	p = 0,8824
Angle Béta post-op (degrés)*	87±10	88	84	p= 0,1752
RSA angle post-op (degrés)*	7±8	6	8	p = 0,4877
Visibilité initiale du greffon **	52 (88%)	39	13	p =0 ,3275
Débord de la vis inférieure **	10 (17%)	6	4	p = 0,3209
*Moyennes (± écart-type)				
** Nombre (proportion)				
PAR = polyarthrite rhumatoïde				

La densité osseuse moyenne de la tête humérale en préopératoire en unité Hounsfield était de 117 UH. L'analyse intra et inter-observateur concernant la mesure de densité osseuse de la tête humérale selon la technique scanographique précitée montrait un bon coefficient de corrélation intra classe, avec respectivement 0,90 et 0,92 (IC95%). On ne retrouvait pas non plus de différence significative entre les deux groupes à 6 mois et à un an concernant cette densité osseuse (Tableau 2). En revanche, il existait une tendance à une densité osseuse plus basse pour les greffons lysés à un an.

**Tableau 2 : Analyse des densités osseuses des zones de prélèvements du BIO-RSA en Unité Hounsfield dans les différents groupes de lyse**

Variable	Global	Pas de lyse du greffon	Lyse du greffon	P value
<b>UH pré-op 6 mois</b>	59 117± 54 (3 ; 89 ; 112 ; 147 ; 286)	43 118± 54 (3 ;92 ;112 ;147 ;286)	16 113±55 (30 ;65 ;114 ;155 ;209)	p= 0,7784
<b>UH pré-op 1 an</b>	59 117±54 (3 ;89 ;112 ;147,286)	14 118±45 (9 ;100 ;121 ;147 ;240)	34 108±56 (3 ;69 ;114 ;143 ;194)	p=0,5553

Les résultats quantitatifs sont exprimés en : effectif total (données manquantes), moyenne ± écart-type (min ; Q1 ; médiane ; Q3 ; max) et les tests suivants ont été utilisés : test de Student (S) ou test de Mann-Whitney Wilcoxon (W)

Les critères de jugement secondaires ont été évalués à un an de suivi. Il y avait significativement plus de greffons non visibles sur la radiographie postopératoire immédiate dans le groupe lyse (analyse uni et multivariée). Il n'était pas retrouvé de scapular notching dans 65% des cas (30 patients), et s'il était présent il s'agissait le plus souvent d'un stade 1 selon la classification de Sirveaux (Tableau 3). Il semblait y avoir plus d'encoche du pilier dans le groupe sans lyse du greffon (13 vs 3 patients). La présence d'un éperon au niveau du rebord glénoïdien inférieur à 1 an avait été également recherché et retrouvé dans 17% des cas. On retrouvait une association statistiquement significative entre la présence d'un éperon à un an et le débord de la vis inférieure de la platine sous le rebord glénoïdien inférieur. Il n'a pas été retrouvé de facteurs associés de manière statistiquement significative à la présence d'une encoche du pilier à un an.

**Tableau 3 : Eperon et encoche du pilier (Classification de Sirveaux) à 1 an**

Variable	Global	Pas de lyse (n=43)	Lyse du greffon(N=16)	
Eperon	9 (17%)	5	4	
Encoche du pilier	16 (35%)	13	3	
- <b>Stade 1</b>	12 (26%)	10	2	
- <b>Stade 2</b>	3(6,5%)	3	0	
- <b>Stade 3</b>	0	0	0	
- <b>Stade 4</b>	1(2%)	0	1	

\*Les résultats qualitatifs sont exprimés en : effectif total (données manquantes), effectifs (%) pour chaque modalité et les tests suivants ont été utilisés : tests Chi2 (K) ou Fisher (F)

Parallèlement à l'analyse statistique à proprement parler, il a été réalisé une classification de la lyse des greffons de BIO-RSA, à partir des constatations radiographiques réalisées (Figure 4). La répartition des différents stades est retrouvée dans le tableau 4.



**Figure 4. Classification de la lyse du greffon de BIO-RSA en 5 stades.** *Stade 0 : pas de lyse du greffon. Stade 1 : plus de la moitié du greffon restant sous le plot. Stade 2 : Moins de la moitié du greffon restant sous le plot. Stade 3 : plus de greffon sous le plot. Stade 4 : disparition totale du greffon*



**Tableau 4 : Stadification de la lyse des greffons de BIO-RSA**

Variable	6 mois (n=59)	1 an (n=48)
Stade 0 *	38 (64%)	28 (58%)
Stade 1*	5 (9%)	6(13%)
Stade 2*	10 (17%)	4 (8%)
Stade 3 *	3 (5%)	6 (13%)
Stade 4*	3 (5%)	4 (8%)

\*nombre (proportion%)

## Discussion

Totalisant 59 patients, avec un suivi moyen de 8 mois, cette étude retrouve à un an 42% de lyse de la partie inférieure du greffon mais une greffe incorporée à la glène native dans 95% des cas. Il existe également une tendance à l'aggravation de la lyse du greffon BIO-RSA dans le temps (36% à 6 mois puis 42% à 1 an). Ce travail ne met pas en évidence de facteurs favorisants associés à la lyse d'un greffon de BIO-RSA à 6 mois. En revanche, il semble qu'un greffon peu visible sur le cliché post-opératoire immédiat annonce une lyse radiographique plus fréquente à un an.

De nombreux travaux ont analysé l'évolution dans le temps des greffons de BIO-RSA (Tableau 5). Boileau et al, dans leur étude inaugurale en 2011 [5], avaient retrouvé un taux de 98% d'incorporation de la greffe dans une analyse radiographique et scanographique à deux ans chez 42 patients. Ils décrivaient chez 2% des patients un liséré de radioluscence à l'interface greffon-os natif glène, à la partie supérieure du plot, en faveur d'une absence d'incorporation de la greffe à la glène native. Nous n'avons pas retrouvé de liséré de radioluscence à cette interface mais une disparition totale du greffon à 6 mois pour les greffons en échec d'incorporation. Le suivi de la série de Boileau à plus de 5 ans, avec 143 patients, retrouvait un taux d'incorporation du greffon de 96% avec néanmoins des signes de lyse du greffon dans 56% des cas (scapular notching et lyse de la greffe n'étant pas différenciés). Il semble donc important de bien différencier les termes de lyse et d'incorporation du greffon osseux de BIO-RSA. L'incorporation survient dans la plupart des cas, il s'agit de la fusion de l'os spongieux provenant de la tête humérale avec l'os sous chondral glénoïdien. La lyse du greffon semble survenir secondairement à l'incorporation de celui-ci et est probablement expliquée par des facteurs mécaniques de conflit qu'il

reste encore à définir. Cette lyse survient essentiellement à la partie inférieure du greffon, ce que nous avons voulu mettre en évidence dans la classification des différents stades de lyses réalisées. Par ailleurs, un suivi dans le temps des radiographies est nécessaire, notamment car certains greffons peuvent avoir un aspect ostéolysé à 6 mois et réapparaître totalement intégrés à 1 an. Certains auteurs l'expliquent par des phénomènes de remodelage osseux secondaire de la greffe [17].

De façon originale et non rapportée, cette étude a tenté de corréler la qualité osseuse de l'os céphalique et le degré d'incorporation ou la lyse du greffon à l'aide d'une mesure scanographique. L'étude de Pervaiz et al., met en évidence une bonne corrélation entre cette mesure en unité Hounsfield et le T score mesuré en ostéodensitométrie[30]. Il s'agit essentiellement d'un outil de dépistage et non diagnostic [31], facilement utilisable, qui permet d'évaluer une qualité osseuse à l'aide d'un simple scanner. Il peut d'ailleurs entrer dans le cadre d'une stratégie de planification pré opératoire. Dans l'analyse de la densité osseuse à l'aide des coupes axiales scanner centrées sur la zone de prélèvements de greffon, nous avons retrouvé une moyenne de densité en UH de 117. Selon Pervaiz et al [30], cette valeur en UH correspond à une densité osseuse normale (limite de 115.8-126.7). La densité osseuse moyenne du groupe « lyse » à 1 an n'est pas incluse dans cet intervalle de densité normale, pour devenir ostéopénique (intervalle de densité 98,2-108,7) selon les intervalles de densité de Pervaiz. On peut donc observer une tendance à l'ostéopénie dans le groupe des greffons lysés qui pourrait donner lieu à une significativité en cas d'étude avec plus de puissance.

L'évaluation de la qualité d'un greffon ne repose donc pas uniquement sur l'analyse de sa densité au scanner préopératoire. Une autre hypothèse de facteur de lyse reste l'influence de la technique chirurgicale elle-même. Il pourrait être intéressant de se poser la question de la cartographie du prélèvement du greffon au sein de la tête humérale, identifier la zone la plus dense où pourrait être réalisé le prélèvement. L'équipe d'Alidousti et al. ont réalisé cette cartographie de la densité osseuse de la tête humérale et retrouvent qu'elle est plus importante dans la région du col anatomique et décroît quand on s'éloigne vers le col chirurgical de l'humérus [40]. Il semblerait donc que la zone de prélèvement du greffon de BIO-RSA soit adaptée car il s'agit de la zone de densité osseuse la plus importante de la tête.

Un autre axe de recherche en rapport avec la technique chirurgicale est la fixation du greffon, le caractère marginal ou transfixiant des vis, le nombre de vis et leur incidence sur la vitalité du greffon.

Aucune association statistique significative n'est retrouvée dans cette étude entre le nombre de vis en compression et la lyse du greffon. De la même façon, le deltoïd wrapping angle qui représente l'enroulement du deltoïde autour du tubercule majeur, avec une augmentation des forces de compression au niveau du greffon lorsque cet angle est diminué, ne montrait aucune différence entre les deux groupes. L'excès de latéralisation pré versus postopératoire du tubercule majeur ainsi que la taille du greffon en mm ne montraient pas de différence significative entre les deux groupes. Le degré de mise en compression du greffon ne semble donc pas influencer la lyse de celui-ci. Pourtant, plusieurs études soutiennent que la fixation en compression du greffon (plot long, impaction per-opératoire, vissage en compression) semble améliorer l'intégration du greffon en minimisant les micromouvements de la platine et au niveau de l'interface implant-os [21,41]. Costantini et al., dans une étude biomécanique, ont aussi montré que la latéralisation du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale était à l'origine de force surtout en compression au sein de celle-ci [42].

L'un des objectifs majeurs de cette étude était de mettre en évidence des facteurs associés à une mauvaise évolution radiographique du greffon de BIO-RSA, permettant de sélectionner la technique de latéralisation glénoïdienne (biologique ou métallique) en fonction des patients (planification pré opératoire). Un autre enjeu majeur de la chirurgie prothétique d'épaule est aussi de plus en plus la chirurgie de reprise et plusieurs auteurs, à travers leurs publications [9,43], posent la question de la reprise chirurgicale des prothèses inversées, notamment dans le cadre d'un descellement glénoïdien avec une perte de substance glénoïdienne. La bonne incorporation du greffon de BIO-RSA semble être un argument en faveur de la latéralisation biologique chez les patients ne présentant pas de facteurs prédictifs négatifs, car elle augmente le stock osseux. Dans une étude randomisée prospective récente, avec 41 patients suivis pendant deux ans, une analyse radio stéréométrique de deux cohortes (BIO-RSA versus glène avec latéralisation métallique de la platine) a montré qu'il n'y avait pas de différence clinique significative entre les deux groupes (exceptée la rotation externe qui semble être significativement meilleure dans le groupe BIO-RSA)[44]. Il n'y avait pas non plus de différence

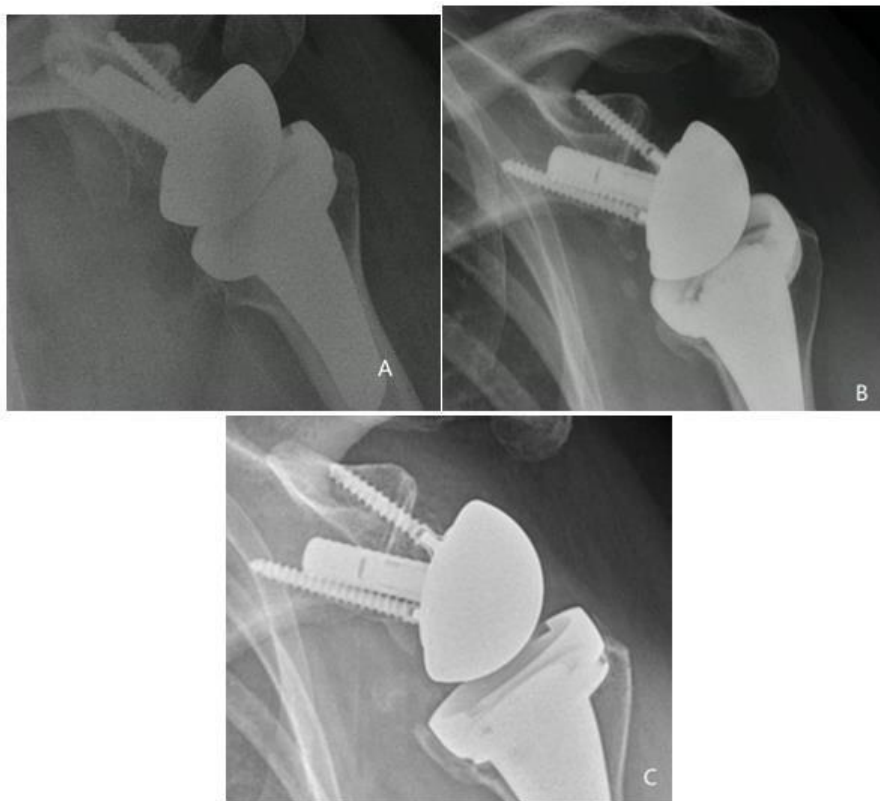
significative dans les deux cohortes concernant la fixation initiale des implants, et au dernier recul. Boileau et al. restent cependant critiques concernant cette latéralisation métallique, du fait d'une augmentation des forces de cisaillement et compressives au niveau de la jonction os implant et un risque plus élevé de descellement glénoïdien[2,41].

Aucun facteur favorisant le scapular notching n'a été retrouvé significatif. Le faible taux de scapular notching (35%) peut être expliqué dans notre série par la position basse voir très basse de la plupart des platine implantées [2,8,23]. Il ne semblait pas exister plus de tilt supérieur chez les patients présentant une encoche et la présence d'une encoche et sa taille ne semblaient pas associée à la présence d'une lyse du greffon. Par ailleurs, on retrouvait plus d'encoches du pilier dans le groupe sans lyse du greffon. On peut donc questionner la pertinence d'associer ces deux phénomènes et leurs facteurs favorisants.

La présence d'un éperon osseux à 1 an sur les clichés radiographiques semble être favorisée par le débord de la vis inférieur par rapport au rebord glénoïdien et par la non-visibilité du greffon sur les clichés post-opératoires initiaux (Figure 5). La mise en évidence d'un éperon inférieur a été rapportée à plusieurs reprises dans les séries de prothèse avec latéralisation osseuse type BIO-RSA [2,16]. Il semblerait, d'après les résultats de cette étude, que le débord inférieur d'une vis de la platine soit à l'origine de la production de tissu osseux et de l'apparition d'un éperon. Il peut s'agir d'une nouvelle forme de conflit a priori non décrite jusqu'à présent. L'explication rapportée dans la littérature concernant la présence d'un tel éperon est essentiellement le défaut de libération du tendon tricipital lors du release glénoïdien inférieur[45]. La présence d'une vis sous le rebord glénoïdien pourrait donc être responsable d'une irritation du tendon favorisant l'apparition d'un « ostéophyte de traction » [46].

Une des limites de cette étude est l'interprétation uniquement radiographique de la lyse du greffon de BIO-RSA. Dans l'étude de Colin et al [22], il est rapporté que l'analyse de la partie supérieure de la greffe (au-dessus du plot) est difficile du fait de la coracoïde qui se projette souvent au niveau de cette partie de l'interligne. Ce phénomène n'a pas été retrouvé, mais plutôt une difficulté parfois à la vision de la partie inférieure du greffon, notamment lorsque l'implant semblait très antéversé. Par ailleurs, comme dit-plus haut, l'analyse radiographique du greffon osseux semble être de nos jours le

moyen le plus fiable d'évaluer l'incorporation et la lyse du greffon du fait d'artéfacts importants liés à l'implant au scanner [21]. Une autre limite reste l'échantillon de patients qui est sans doute trop faible pour pouvoir mettre en évidence certains résultats, notamment en lien avec des patients exclus du fait d'une analyse radiographique du greffon impossible. Le caractère rétrospectif de cette étude est également source de biais, en raison de l'absence de contrôle des données cliniques et radiographiques a posteriori.



**Figure 3 : Apparition d'un éperon osseux concomitant d'un débord de la vis inférieure (A) post-opératoire immédiat (B) 6 mois (C) 1 an**

Ce travail n'a pas mis en évidence de facteurs impactant la lyse du greffon. Il serait intéressant d'analyser un sous-groupe de population d'une série plus large et à potentiel statistique afin de tester une nouvelle fois ces facteurs, avec notamment la densité osseuse. Il s'agirait par exemple d'étudier l'impact de la densité osseuse en unité Hounsfield de la zone du prélèvement du greffon sur la lyse osseuse de celui-ci chez les femmes de plus de 70 ans, connues pour être plus à risque d'ostéoporose et ostéopénie.

**Tableau 5 : Etude de la littérature concernant la lyse des greffons de BIO-RSA/ Autogreffe au dépend de la tête humérale dans les prothèses inversées**

Etude	Nombre de Patients	Suivi moyen	Imagerie	Indication	Angulation tige	Incorporation greffon (% patients)	Lyse greffon (% patients)	Encoche du pilier (% patients)
Boileau et al., 2011 [41] Etude observationnelle rétrospective	42 BIO-RSA	28 mois	TDM, Rx	« Cuff tear arthropathy » uniquement	155°	Totale 98%, partielle 2%	0	19
Edwards et al., 2013 [18] Etude randomisée prospective	18 BIO-RSA, 20 RSA standard	1 an	Rx	« Cuff tear arthropathy » uniquement	155°	Totale 67%, partielle 22%, aucune 11%	/	78% groupe contrôle, 70% BIO-RSA (NS)
Greiner et al., 2015 [47] Etude randomisée prospective	17 BIO-RSA, 17 RSA standard	22 mois	TDM	Variée		Totale 100%	0 %	Pas de haut grade (pas de %)
Ascione et al., 2017 [16] Etude observationnelle rétrospective	100 dont 53 BIO-RSA	32 mois	Rx	Variée	145°	/	74%	37%
Lanzone et al., 2017 [48] Etude observationnelle rétrospective	16 (technique similaire BIO-RSA)	24 mois	TDM	« Cuff tear arthropathy », rétroversion glénoïdienne > 15° (Walch* B2, C)	155°	Totale 100%	25%	/
Tashjian et al., 2018 [49] Etude observationnelle rétrospective	14 patients (technique similaire BIO-RSA)	2,6 ans	Rx	Glène avec perte de substance osseuse importante (Walch* A2, B3, défaut osseux antérieur)	155°	Totale 100%	/	74%
Kirzner et al. 2018 [7] Etude observationnelle rétrospective	22 prothèse standard, 18 BIO-RSA	20 mois	Rx	Glène Walch* A1, A2 et B2 essentiellement	155°	Totale 100%	0%	33% BIO-RSA vs 68% standard (S)
Colin et al., 2019 [50] Etude observationnelle rétrospective	16	7 ans	Rx	Arthrose gléno humérale Walch* B1, B2, B3 ou C	155°	Totale 100 %	50% (lyse inférieure)	43%
Franschetti et al., 2019 [20] Etude observationnelle rétrospective	30 BIO-RSA, 29 RSA Standard	25 mois	Rx	« Cuff tear arthropathy »	145°	Totale 100%, Partielle 10%	/	13% vs 17% standard (NS)
Boileau et al, 2020 [2] Etude observationnelle rétrospective	143	75 mois	Rx, TDM	« Cuff tear arthropathy »	155°	Totale 96%	56% (regroupé avec scapular notching)	56% (Non différencié de la lyse de la partie inférieure du greffon)
Dimock et al., 2021 [51] Méta-analyse	235	20-36 mois	Rx, TDM	« Cuff tear arthropathy » essentiellement	155°	Totale 92%	6,6 %	5-46% BIO-RSA / 17-82% standard RSA (S)

TDM = scanner, Rx= radiographie, NS = non significatif, S = significatif, BIO-RSA = Bony increased offset reversed shoulder arthroplasty, RSA= reversed shoulder arthroplasty, « cuff tear arthropathy » = entité spécifique d'arthropathie sur rupture massive de la coiffe des rotateurs

\*Walch : selon la classification de Walch de l'usure des glènes sur coupe axiale de scanner

## **Conclusion**

La latéralisation osseuse selon la technique de BIO-RSA montre un taux élevé d'incorporation du greffon à la glène native, mais avec une lyse de la partie inférieure du greffon qui semble se majorer avec le temps. On peut prédire l'évolution d'un greffon dès la radiographie post-opératoire immédiate en fonction de la visibilité de celui-ci. La densité osseuse du greffon ne semble pas être le seul facteur explicatif concernant la survie du greffon, même si une tendance statistique est retrouvée. D'autres facteurs prédictifs de lyse du greffon pourraient être mis en évidence dans une étude de suivi plus longue et avec un plus grand échantillon de patients.



SCOLARITE SANTE  
BUREAU 3EME CYCLE

Imprimé n° 5

## FACULTE DE MEDECINE

NOM et Prénom : LOISEL MARIE

### TITRE DE LA THESE d'EXERCICE

(Ce document sera à insérer dans les thèses définitives)

Titre :

Peut-on prédire la survie d'un greffon de BIO-RSA dans les prothèses inversées d'épaule ?

ETUDE RETROSPECTIVE DES PROTHESES TOTALES INVERSEES D'ÉPAULE AVEC BIO-RSA - ETUDE DES FACTEURS ASSOCIES A LA LYSÉ RADIOGRAPHIQUE DU GREFFON.

Rennes, le

20/6/2022



Le Directeur de thèse

Rennes, le 20/06/2022

Pr Philippe VIOLAS



Le Président de jury

Vu et permis d'imprimer

Rennes, le

- 5 JUL. 2022

Le Président de l'Université  
de Rennes 1

P/le Président et par délégation  
Le Vice-Président

D. ALIS



## Bibliographie

- [1] GRAMMONT P, TROUILLOUD P, LAFFAY JP, DERIES X. Etude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Etude Réalis Une Nouv Prothèse Dépaule* 1987;39:407–18.
- [2] Boileau P, Morin-Salvo N, Bessière C, Chelli M, Gauci M-O, Lemmex DB. Bony increased-offset-reverse shoulder arthroplasty: 5 to 10 years' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29:2111–22. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.02.008>.
- [3] Lévigne C, Boileau P, Favard L, Garaud P, Molé D, Sirveaux F, et al. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17:925–35. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2008.02.010>.
- [4] Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:147S-161S. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.10.006>.
- [5] Boileau P, O'Shea K, Moineau G, Roussane Y. Bony Increased-Offset Reverse Shoulder Arthroplasty (BIO-RSA) for Cuff Tear Arthropathy. *Oper Tech Orthop* 2011;21:69–78. <https://doi.org/10.1053/j.oto.2010.11.003>.
- [6] Athwal GS, MacDermid JC, Reddy KM, Marsh JP, Faber KJ, Drosdowech D. Does bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty decrease scapular notching? *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24:468–73. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.015>.
- [7] Kirzner N, Paul E, Moaveni A. Reverse shoulder arthroplasty vs BIO-RSA: clinical and radiographic outcomes at short term follow-up. *J Orthop Surg* 2018;13:256. <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0955-2>.
- [8] Boileau P, Morin-Salvo N, Gauci M-O, Seeto BL, Chalmers PN, Holzer N, et al. Angled BIO-RSA (bony-increased offset-reverse shoulder arthroplasty): a solution for the management of glenoid bone loss and erosion. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:2133–42. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.05.024>.

- [9] Klein SM, Dunning P, Mulieri P, Pupello D, Downes K, Frankle MA. Effects of Acquired Glenoid Bone Defects on Surgical Technique and Clinical Outcomes in Reverse Shoulder Arthroplasty: *J Bone Jt Surg-Am* Vol 2010;92:1144–54. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00778>.
- [10] Jones RB, Wright TW, Zuckerman JD. Reverse total shoulder arthroplasty with structural bone grafting of large glenoid defects. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25:1425–32. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.01.016>.
- [11] Neyton L, Boileau P, Nové-Josserand L, Edwards TB, Walch G. Glenoid bone grafting with a reverse design prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:S71–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.02.002>.
- [12] Ho JC, Thakar O, Chan WW, Nicholson T, Williams GR, Namdari S. Early radiographic failure of reverse total shoulder arthroplasty with structural bone graft for glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29:550–60. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.07.035>
- [13] Malahias M-A, Chytas D, Kostretzis L, Brilakis E, Fandridis E, Hantes M, et al. Bone grafting in primary and revision reverse total shoulder arthroplasty for the management of glenoid bone loss: A systematic review. *J Orthop* 2020;20:78–86. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.12.005>.
- [14] Wagner E, Houdek MT, Griffith T, Elhassan BT, Sanchez-Sotelo J, Sperling JW, et al. Glenoid Bone-Grafting in Revision to a Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 2015;97:1653–60. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.00732>.
- [15] Wagner ER, Muniz AR, Chang MJ, Hunt T, Welp KM, Woodmass JM, et al. Neuroapraxia and early complications after reverse shoulder arthroplasty with glenoid bone grafting. *J Shoulder Elbow Surg* 2021;30:258–64. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.004>.
- [16] Ascione F, Bugelli G, Domos P, Neyton L, Godeneche A, Bercik MJ, et al. Reverse Shoulder Arthroplasty with a New Convertible Short Stem: Preliminary 2- to 4-year Follow-up Results. *J Shoulder Elb Arthroplasty* 2017;1:2471549217746272. <https://doi.org/10.1177/2471549217746272>.

- [17] Imai S. A Sequential Approach to the Management of Posterior Glenoid Defects in RSA: Angulated BIO Versus Multiple Bioresorbable Pinning-Assisted Structural Bone-Grafting. *JB JS Open Access* 2021;6:e21.00049. <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.21.00049>.
- [18] Edwards TB, Riley C, Shani RH, O'Connor DP, Elkousy HA, Gartsman GM. Bony Increased Offset Reverse Shoulder Arthroplasty: Does It Make a Difference? Results of a Prospective Randomized Control Trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:e35. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.07.026>.
- [19] Ernstbrunner L, Werthel J-D, Wagner E, Hatta T, Sperling JW, Cofield RH. Glenoid bone grafting in primary reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1441–7. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.01.011>.
- [20] Franceschetti E, Ranieri R, Sanctis EG de, Palumbo A, Franceschi F. Clinical results of bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty (BIO-RSA) associated with an onlay 145° curved stem in patients with cuff tear arthropathy: a comparative study. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29:58–67. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.05.023>.
- [21] Ferreira LM, Knowles NK, Richmond DN, Athwal GS. Effectiveness of CT for the detection of glenoid bone graft resorption following reverse shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:427–30. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.03.010>.
- [22] Collin P, Liu X, Denard PJ, Gain S, Nowak A, Lädermann A. Standard versus bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty: a retrospective comparative cohort study. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:59–64. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.020>.
- [23] Nyffeler RW, Werner CML, Gerber C. Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:524–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.09.010>.
- [24] Gutiérrez S, Luo Z-P, Levy J, Frankle MA. Arc of motion and socket depth in reverse shoulder implants. *Clin Biomech* 2009;24:473–9. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.02.008>.

- [25] Falaise et al. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasties: The influence of glenometaphyseal angle n.d. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.06.007>.
- [26] Kontaxis A, Chen X, Berhouet J, Choi D, Wright T, Dines DM, et al. Humeral version in reverse shoulder arthroplasty affects impingement in activities of daily living. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1073–82. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.11.052>.
- [27] Trevisan C, Alessi A, Girotti G, Zanforlini BM, Bertocco A, Mazzochin M, et al. The Impact of Smoking on Bone Metabolism, Bone Mineral Density and Vertebral Fractures in Postmenopausal Women. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom* 2020;23:381–9. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2019.07.007>.
- [28] López-Larramona G, Lucendo AJ, González-Delgado L. Alcoholic liver disease and changes in bone mineral density. *Rev Espanola Enfermedades Dig Organo Of Soc Espanola Patol Dig* 2013;105:609–21. <https://doi.org/10.4321/s1130-01082013001000006>.
- [29] Frankle M, Levy JC, Pupello D, Siegal S, Saleem A, Mighell M, et al. The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. a minimum two-year follow-up study of sixty patients surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 1 Pt 2:178–90. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00123>.
- [30] Pervaiz K, Cabezas A, Downes K, Santoni BG, Frankle MA. Osteoporosis and shoulder osteoarthritis: incidence, risk factors, and surgical implications. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:e1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.05.029>.
- [31] Gausden EB, Nwachukwu BU, Schreiber JJ, Lorich DG, Lane JM. Opportunistic Use of CT Imaging for Osteoporosis Screening and Bone Density Assessment: A Qualitative Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:1580–90. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00749>.

- [32] Choi MK, Kim SM, Lim JK. Diagnostic efficacy of Hounsfield units in spine CT for the assessment of real bone mineral density of degenerative spine: correlation study between T-scores determined by DEXA scan and Hounsfield units from CT. *Acta Neurochir (Wien)* 2016;158:1421–7. <https://doi.org/10.1007/s00701-016-2821-5>.
- [33] Krappinger D, Roth T, Gschwentner M, Suckert A, Blauth M, Hengg C, et al. Preoperative assessment of the cancellous bone mineral density of the proximal humerus using CT data. *Skeletal Radiol* 2012;41:299–304. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1174-7>.
- [34] Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. Morphologic study of the Glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. *J Arthroplasty* 1999;14:756–60. [https://doi.org/10.1016/S0883-5403\(99\)90232-2](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(99)90232-2).
- [35] Bercik MJ, Kruse K, Yalozis M, Gauci M-O, Chaoui J, Walch G. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25:1601–6. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.03.010>.
- [36] Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huquet D, Walch G, Mole D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff: RESULTS OF A MULTICENTRE STUDY OF 80 SHOULDERS. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86-B:388–95. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.86B3.14024>.
- [37] Maurer A, Fucntese SF, Pfirrmann CWA, Wirth SH, Djahangiri A, Jost B, et al. Assessment of glenoid inclination on routine clinical radiographs and computed tomography examinations of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1096–103. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.07.010>.
- [38] Boileau P, Gauci M-O, Wagner ER, Clowez G, Chaoui J, Chelli M, et al. The reverse shoulder arthroplasty angle: a new measurement of glenoid inclination for reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:1281–90. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.11.074>.
- [39] Flurin P-H, Werthel J-D. La latéralisation humérale : pourquoi ?, 2020, p. 217–21. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-76591-9.00026-6>.

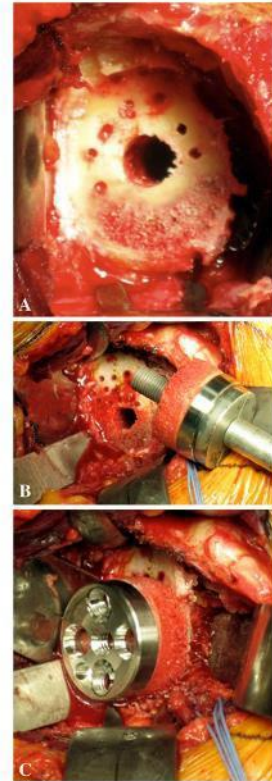
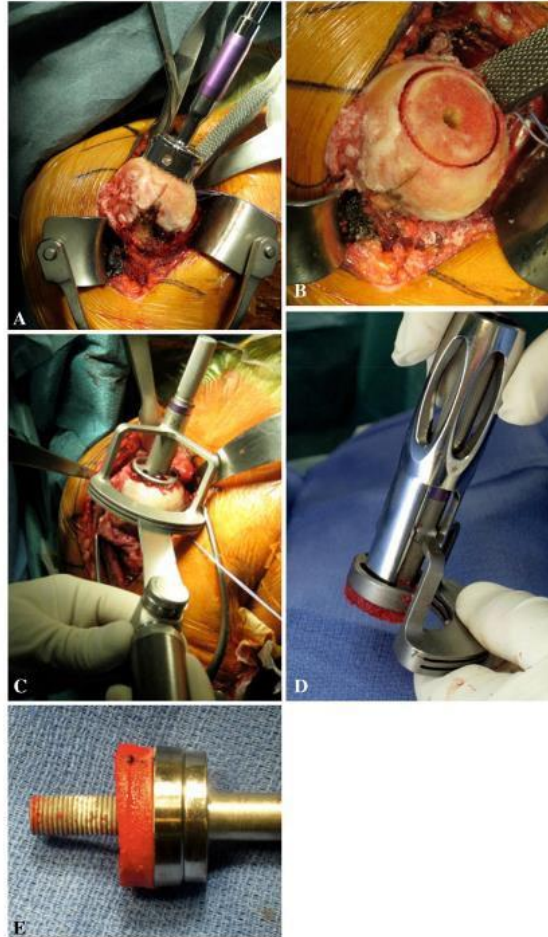
- [40] Alidousti H, Giles JW, Emery RJH, Jeffers J. Spatial mapping of humeral head bone density. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1653–61. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.03.006>.
- [41] Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O’Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty: minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop* 2011;469:2558–67. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1775-4>.
- [42] Costantini O, Choi DS, Kontaxis A, Gulotta LV. The effects of progressive lateralization of the joint center of rotation of reverse total shoulder implants. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24:1120–8. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.11.040>.
- [43] Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102:S33–43. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.06.031>.
- [44] Kleut MLV de, Yuan X, Teeter MG, Athwal GS. BIO-RSA versus Metal Augments in Reverse Shoulder Arthroplasty: A Prospective, Randomized Clinical Trial with Two-year Follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2021;0. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.11.007>.
- [45] Melis B, DeFranco M, Lädermann A, Molé D, Favard L, Nérot C, et al. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93:1240–6. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B9.25926>.
- [46] Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E, Helmy N, Gerber C. Predictors of Scapular Notching in Patients Managed with the Delta III Reverse Total Shoulder Replacement. *JBJS* 2007;89:588–600. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00226>.
- [47] Greiner S, Schmidt C, Herrmann S, Pauly S, Perka C. Clinical performance of lateralized versus non-lateralized reverse shoulder arthroplasty: a prospective randomized study. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24:1397–404. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.05.041>.
- [48] Lanzzone R, Carbone S, Albino P, Cassio J-B, Métais P. Retroverted glenoid reconstruction using glenoid plate in reverse shoulder arthroplasty. *Musculoskelet Surg* 2017;101:121–7. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0481-0>.

- [49] Tashjian RZ, Martin BI, Ricketts CA, Henninger HB, Granger EK, Chalmers PN. Superior Baseplate Inclination Is Associated With Instability After Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Clin Orthop* 2018;476:1622–9. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000340>.
- [50] Collin P, Hervé A, Walch G, Boileau P, Muniandy M, Chelli M. Mid-term results of reverse shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis with posterior glenoid deficiency and humeral subluxation. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:2023–30. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.03.002>.
- [51] Dimock R, Fathi Elabd M, Imam M, Middleton M, Godenèche A, Narvani AA. Bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty: A meta-analysis of the available evidence. *Shoulder Elb* 2021;13:18–27. <https://doi.org/10.1177/1758573220916848>.

## Annexes

### Annexe 1 : Technique de latéralisation glénoïdienne osseuse BIO-RSA selon Boileau et al.

**Fig. 3A-E** Photographs illustrate the cancellous bone graft being harvested from the humerus. (A) A bell saw is used to create a cylinder of cancellous bone. (B) The cylinder of cancellous bone is shown. (C) A cutting guide is inserted to harvest the desired thickness of bone graft. The disc of cancellous bone graft is (D) retrieved from the cutting guide and (E) inserted along the lengthened central peg of the baseplate.



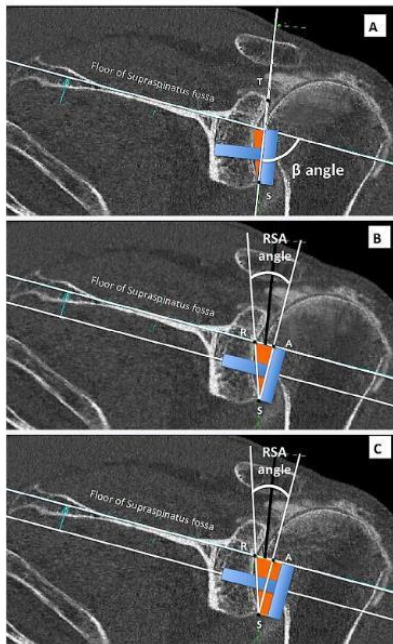
**Fig. 4A-C** Photographs illustrate glenoid preparation. (A) The glenoid surface must be reamed until the subchondral plate is reached (this represents an approximate 5-mm deep reaming) and with some inferior tilt. In addition to glenoid reaming, small drill holes (2.5 mm) are made at the periphery of the glenoid to obtain a complete bleeding bone surface and the central hole is overdrilled with an 8-mm drill bit. (B) The baseplate, with the disc of cancellous bone graft inserted along the lengthened central peg. (C) It is impacted until it reaches the cancellous glenoid surface and then fixed with four (two compressive and two locking) screws.

D'après: Boileau P, O'Shea K, Moineau G, Roussane Y. Bony Increased-Offset Reverse Shoulder Arthroplasty (BIO-RSA)

for Cuff Tear Arthropathy. Oper Tech Orthop 2011;21:69-78.



## Annexe 2 : RSA-Angle et angle $\beta$



**Figure 2** The reverse shoulder arthroplasty angle (*RSA angle*) is the angle between the inferior part of the glenoid fossa (where the baseplate is going to be implanted) and the perpendicular to the floor of the supraspinatus fossa. It can be measured on an anteroposterior radiograph, on a coronal slice of a reformatted computed tomography scan (like here), or on a 3-dimensional computed tomography scan reconstruction (A). The  $\beta$  angle measures the global glenoid inclination, whereas the RSA angle measures the inferior glenoid inclination (B); when this reference is used for correction of glenoid inclination, the center peg must be parallel to the supraspinatus fossa line and the baseplate perpendicular to it. (Notice that the graft planned with the RSA angle is larger than the graft planned with the  $\beta$  angle.) (C) To provide glenoid baseplate lateralization, the graft must become trapezoidal in shape (instead of triangular).

D'après : Boileau P, Morin-Salvo N, Gauci M-O, Seeto BL, Chalmers PN, Holzer N, et al. Angled BIO-RSA (bony-increased offset-reverse shoulder arthroplasty): a solution for the management of glenoid bone loss and erosion. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:2133–42.

## Annexe 3 : Deltoid Wrapping angle

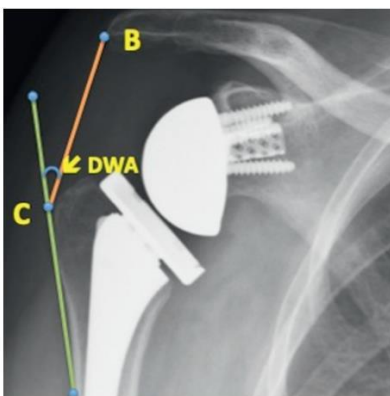


Figure 26.6 L'angle *deltoid wrapping angle* (DWA) est l'angle formé par la ligne joignant le bord latéral de l'acromion au bord latéral du tubercule majeur avec la tangente à la métaphyse humérale. © PH Flurin.

D'après : Flurin P.-H., Werthel J.-D., La latéralisation humérale : pourquoi ? Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, Prothèse totale d'épaule inversées, 2020

#### **Annexe 4 : Mesure de latéralisation globale (ou excès de latéralisation) des implants**



Figure 9.7 La latéralisation globale native de l'articulation glénohumérale correspond au diamètre de la sphère humérale (ligne rouge en pointillés). La latéralisation globale prothétique est la distance entre le centre de l'embase métallique et le bord latéral du trochiter (ligne bleue en pointillés). Pour éviter une latéralisation excessive ou insuffisante de la prothèse inversée, celle-ci doit rester la même que la latéralisation globale native + 5mm.

D'après : Walch.G, Collotte.P, Omarthroses primitives, Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, Prothèse totale d'épaule inversées, 2020

#### **Annexe 5 : Classification utilisée pour analyser la hauteur de la baseplate/ glénosphère**

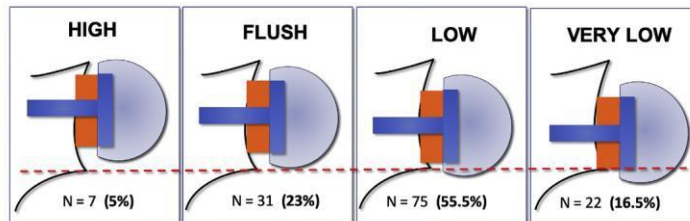


Figure 4 Evaluation of vertical position of glenosphere.

D'après Boileau P, Morin-Salvo N, Bessière C, Chelli M, Gauci M-O, Lemmex DB. Bony increased-offset-reverse shoulder arthroplasty: 5 to 10 years' follow-up. J Shoulder Elbow Surg 2020;29:2111–22.

#### **Annexe 6 : . Analyse de la concordance dans la mesure de la densité osseuse en Unité Hounsfield de la zone de prélèvement de greffon de BIO-RSA au niveau de la tête humérale, sur scanner pré-opératoire**

Variable	Coefficient de corrélation intra-classe (IC 95%)
UH pré-op M1 et M2= analyse intra -observateur	0.90 (0.83, 0.94)
UH pré-op M2 et VAN= analyse inter-observateur	0.92 (0.86, 0.95)

LOISEL,Marie- Titre de la thèse : Etude rétrospective des prothèses totales inversées d'épaule avec BIO-RSA : étude des facteurs associés a la lyse radiographique du greffon .

Thèse : Médecine ; Université de Rennes 1; 2022

**Introduction** La technique de latéralisation biologique glénoïdienne (BIO-RSA) est utilisée dans les prothèses inversées d'épaule depuis 2011. Dans cette technique, une lyse du greffon est potentiellement associée à une faillite de l'implant glénoïdien. L'objectif principal de cette étude était de rechercher les facteurs pouvant influencer la lyse radiographique du greffon à 6 mois post-opératoire. Les objectifs secondaires étaient la recherche à un an des facteurs associés à la présence d'une lyse radiographique du greffon, d'un éperon osseux glénoïdien inférieur ou d'une encoche du pilier de la scapula.

**Matériel et méthode** Il s'agit d'une étude rétrospective unicentrique portant sur tous les patients ayant bénéficié de la pose d'une prothèse totale inversée d'épaule avec BIO-RSA entre 2015 et 2020. Les radiographies pré et post-opératoires, les antécédents des patients ainsi que la densité osseuse de la tête humérale en préopératoire (mesure scanographique en unité Hounsfield) ont été analysés.

**Résultats** Cinquante-neuf patients ont été inclus avec un suivi moyen de 13 mois. Soixante-quatre pour cent des greffons ne présentaient aucun signe de lyse radiographique à 6 mois et 58% à un an. Aucune encoche du pilier de la scapula n'était retrouvée dans 65% des cas et on observait un éperon du rebord glénoïdien inférieur dans 17% des cas. Aucun facteur significatif n'était retrouvé concernant la lyse du greffon à 6 mois, y compris la densité osseuse pré-opératoire en Unité Hounsfield. A un an, la lyse radiographique du greffon était significativement associée à sa visibilité initiale sur des clichés post-opératoires immédiats.

**Discussion/ Conclusion** Cette étude de suivi à court terme montre les bons résultats d'intégration des greffons de BIO-RSA à la glène native, mais avec une lyse de la partie inférieure du greffon qui semble se majorer dans le temps. La lyse radiographique semble corrélée à la visibilité du greffon sur les radiographies post-opératoires immédiates. Les patients présentant une densité osseuse diminuée en UH au scanner préopératoire présentent une tendance à la lyse radiographique du greffon à un an. Des études de suivi à plus long terme pourraient permettre de mettre en évidence de nouveaux facteurs associés à la lyse du greffon, permettant de cibler plus précisément quels patients pourraient préférentiellement bénéficier d'une latéralisation glénoïdienne métallique ou biologique.

Rubrique de classement : Chirurgie orthopédique

Mots-clés français : Prothèse, épaule, BIO-RSA, greffe, orthopédie

Mots-clés anglais : Prothesis, shoulder, BIO-RSA, graft, orthopedics

Président : Monsieur le Professeur Philippe Violas

JURY :

Assesseurs : Monsieur le Professeur Mickael Ropars, directeur de thèse

Monsieur le Professeur Hervé Thomazeau

Monsieur le Professeur Luc Favard

Monsieur le Professeur Guggenbuhl Pascal

Monsieur le Docteur Michel Colmar