

« DÉVELOPPEMENT D'UN INDICE RADIOLOGIQUE REPRÉSENTATIF DE LA FONCTION DE L'ÉPAULE CHEZ DES TRAVAILLEURS SOUFFRANT DE RUPTURE DE LA COIFFE DES ROTATEURS



Laboratoire de recherche en imagerie
et orthopédie, Montréal, Canada



Laboratoire de biomécanique
Paris, France

N. Hagemeister Ph.D

Collaborateurs :

PY. Lagacé

C. Zhang M.Sc

W. Skalli Ph.D.

D. Rouleau M.D.

P. Tétreault MSc, M.D.

A. Roy M.D.

N. Bureau M.D.

P. Fauconnier M.Sc

C. Sauret Ph.D.

- ❖ 1/3 des affections musculosquelettiques nécessitant un plan individualisé de réadaptation ont pour siège un membre supérieur (CSST)
- ❖ En l'an 2000, ces problèmes ont engendré des coûts directs de 7 G \$ aux États-Unis (Meislin *et al.*, 2005)
- ❖ Difficulté d'identifier les personnes à risque de développer des problèmes chroniques à la suite d'une lésion à l'épaule

Symptômes

- **Dégénérescence musculaire**
Atrophie musculaire + infiltration graisseuse
- **Douleurs**
- **Biomécanique articulaire anormale**

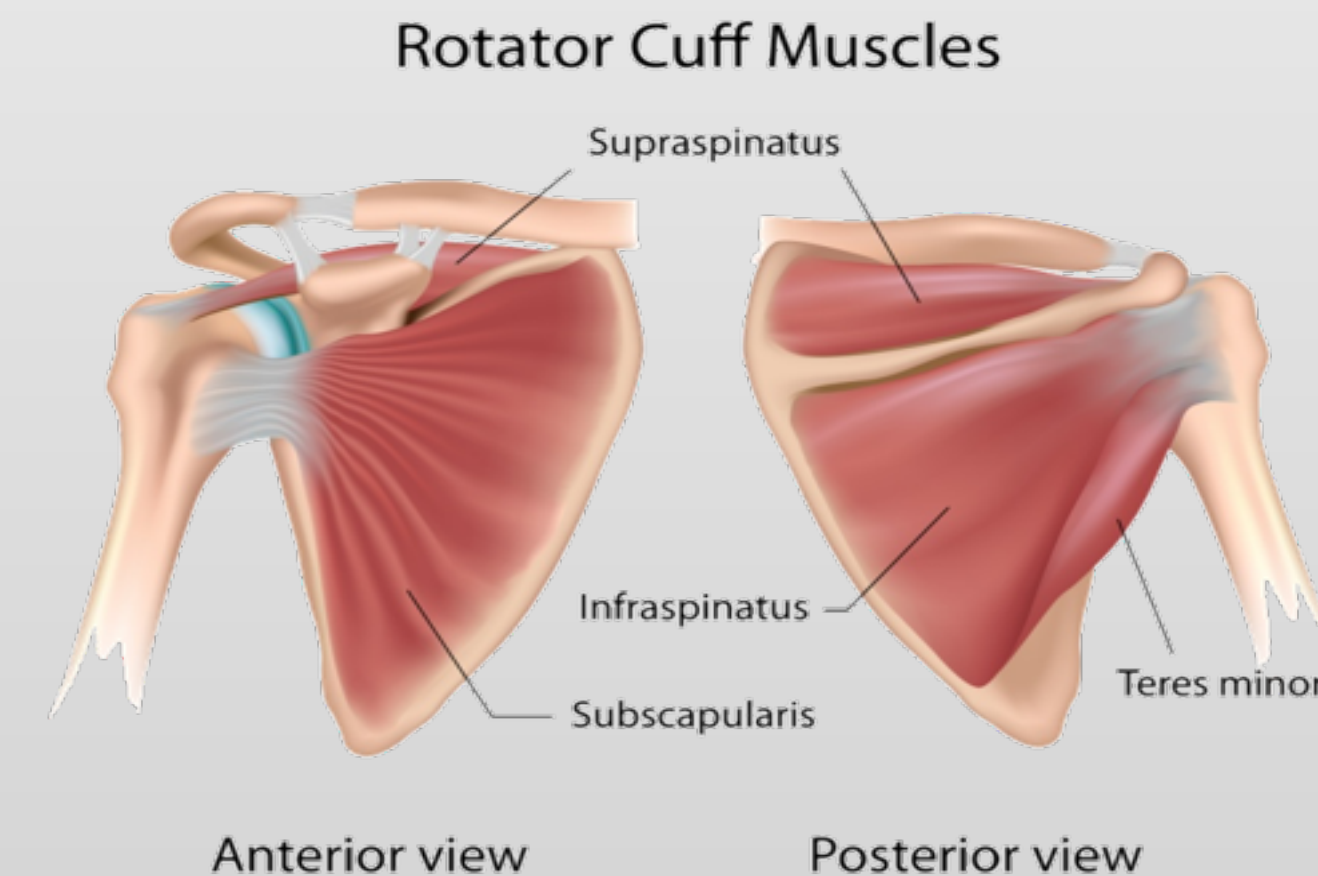


Image source: <http://www.shouldercommunity.com/>

Problème

Le niveau de fonction des patients n'est pas corrélé avec le diagnostic émis par les techniques de diagnostic classiques

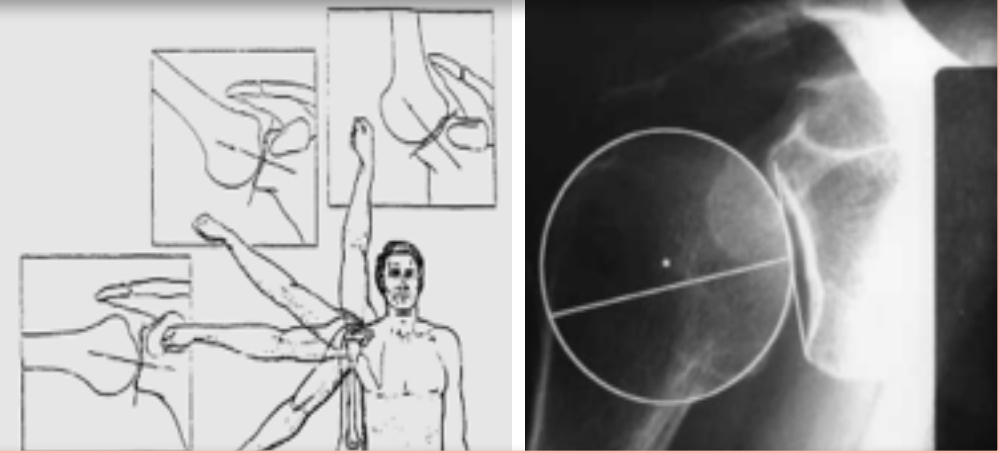
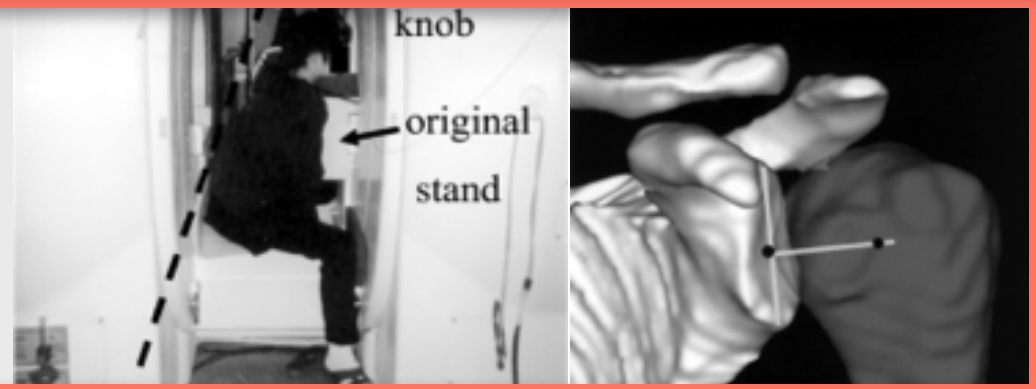
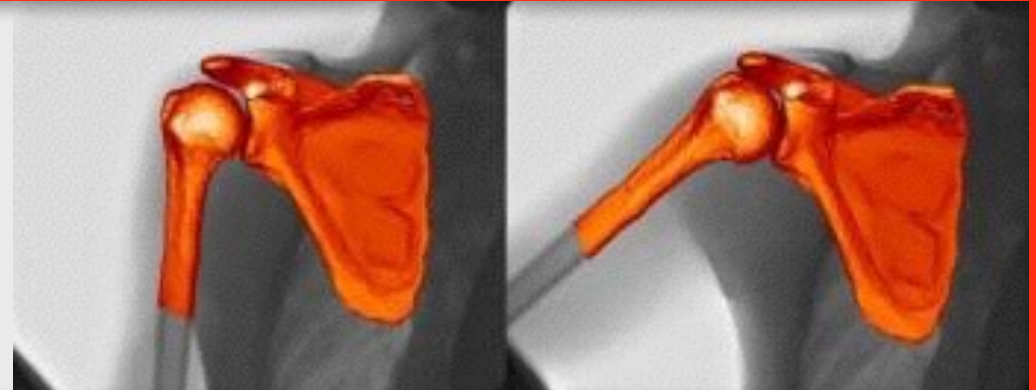
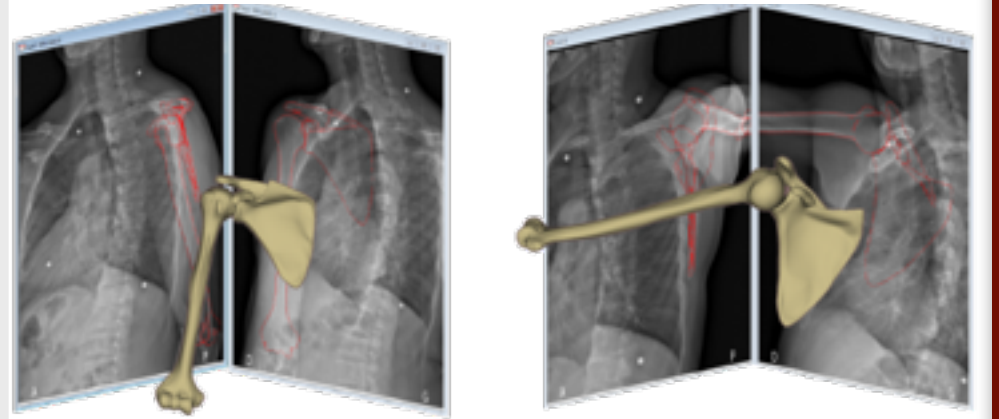
Il n'existe pas de méthode permettant de prédire le niveau fonctionnel de patients atteints de rupture massive de la coiffe des rotateurs

Hypothèse

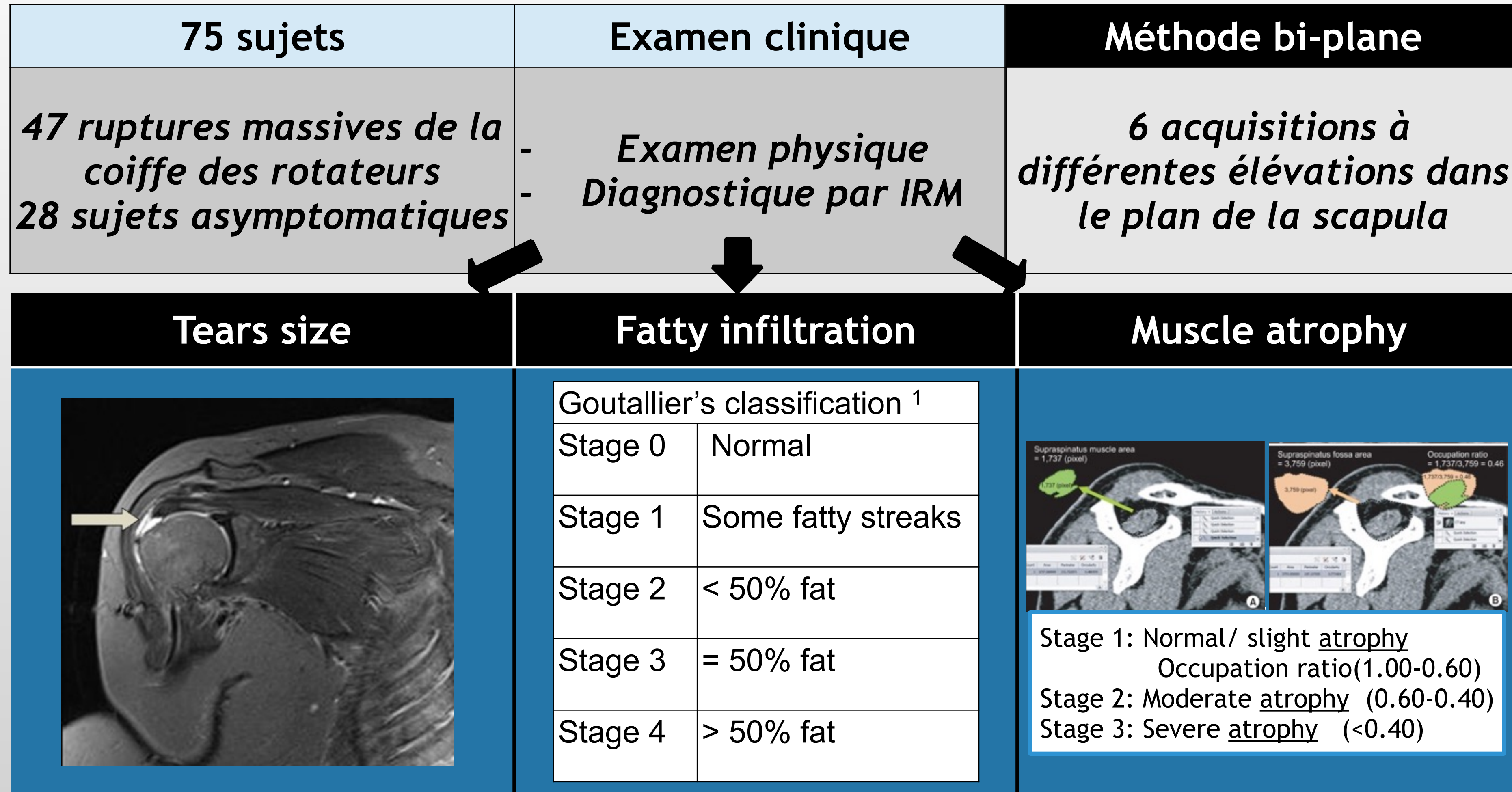
Le déplacement relatif entre la glène et la tête humérale pourrait constituer un indice clinique qui, combiné aux informations d'imagerie, pourrait expliquer le niveau fonctionnel des patients

Objectifs

- développer des méthodes d'analyse des images permettant de détecter le centre de rotation (CDR) de la tête humérale avec une précision sous-millimétrique et une bonne répétabilité
- proposer un protocole d'acquisition d'images en pseudo-cinématique (c.-à-d. pour différentes positions d'élévation du bras) minimisant le nombre d'images sans réduire la précision
- Analyser des patients pour évaluer la validité de la méthode proposée

Méthode	Avantages	Limitations	
<i>Radiographie plane</i> (Poppen & Walker, 1976; Deutsch, 1997; Paletta, 1997, Yamaguchi, 2000)	<i>Accessible</i>	<i>2D</i>	
<i>IRM-ouvert</i> (Graichen, 2000; Sahara, 2007)	<i>Non-irradiant</i>	<i>Cher et peu accessible</i>	
<i>'Model-based X-ray'</i> (Bey, 2008; Nishinaka, 2007)	<i>Précision élevée</i>	<i>Irradiation importante</i>	
<i>Biplanar X-ray EOS™ system</i> (Lagacé et al., 2012)	<i>Irradiation faible</i> <i>Utilisable en clinique</i>	<i>Pseudo-cinématique</i> <i>Validation nécessaire</i>	

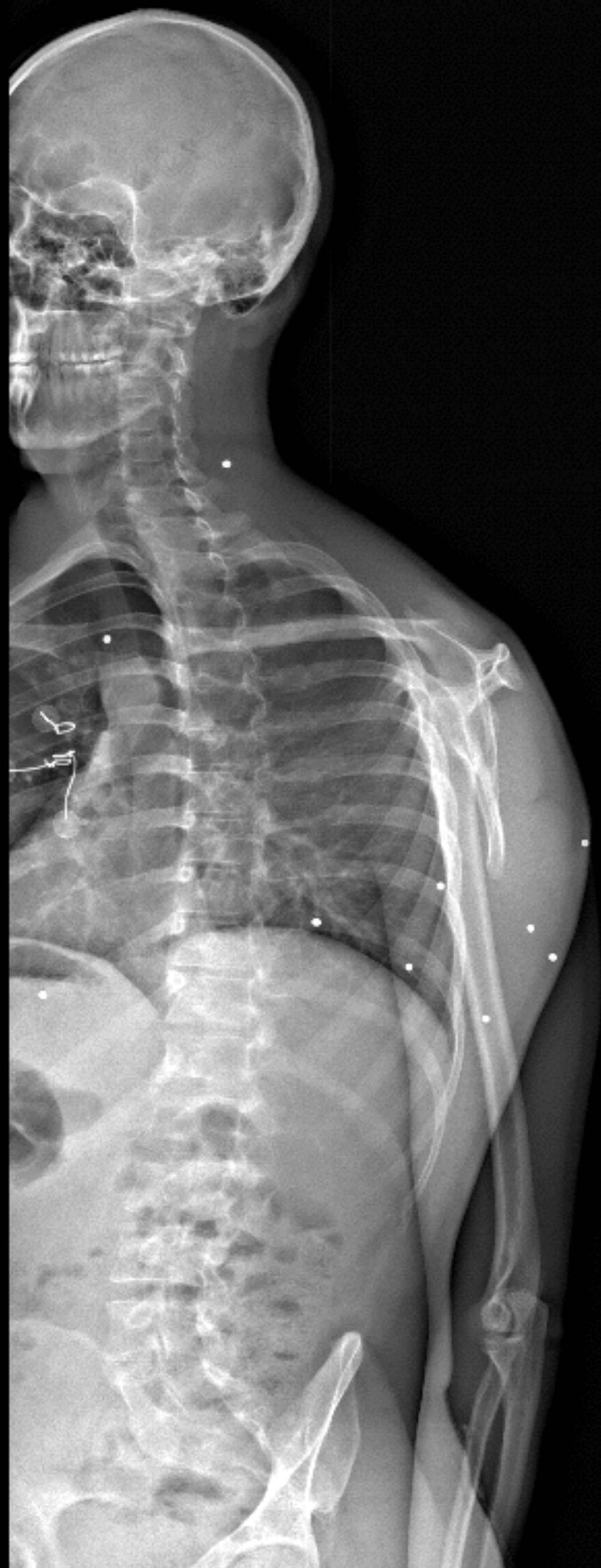
- 1. Présenter la méthode**
- 2. Présenter les résultats de validation**
- 3. Présenter les résultats d'une étude exploratoire sur des patients avec différents niveaux d'infiltration graisseuse**



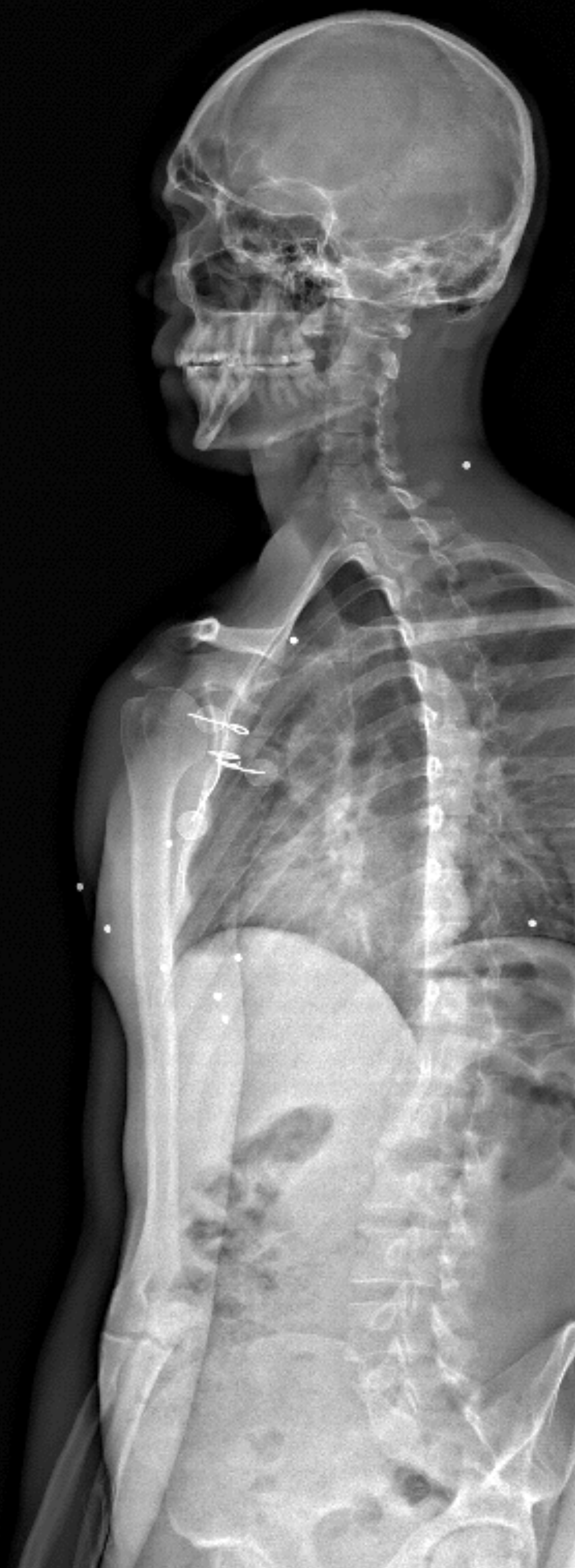
1. Goutallier et al. 1994
2. Thomazeau et al. 1996
3. Chung et al. 2013

Groupes	Infiltration graisseuse	Âge (ans)	IMC (kg/m ²)	Total
Sujets asymptomatiques	Grade 0-2	55.6 ± 7.5	23.1 ± 3.0	28
Patients I	Grade 1-2	56.1 ± 7.4	26.8 ± 4.2	34
Patients II (IG sévère)	Grade 3-4	57.8 ± 5.1	30.0 ± 4.2**	13
Total / Moyenne		56.3 ± 7.0	26.3 ± 4.5	75
**p = 5.77e-07				

1. Goutallier et al. 1994
2. Thomazeau et al. 1996
3. Chung et al. 2013

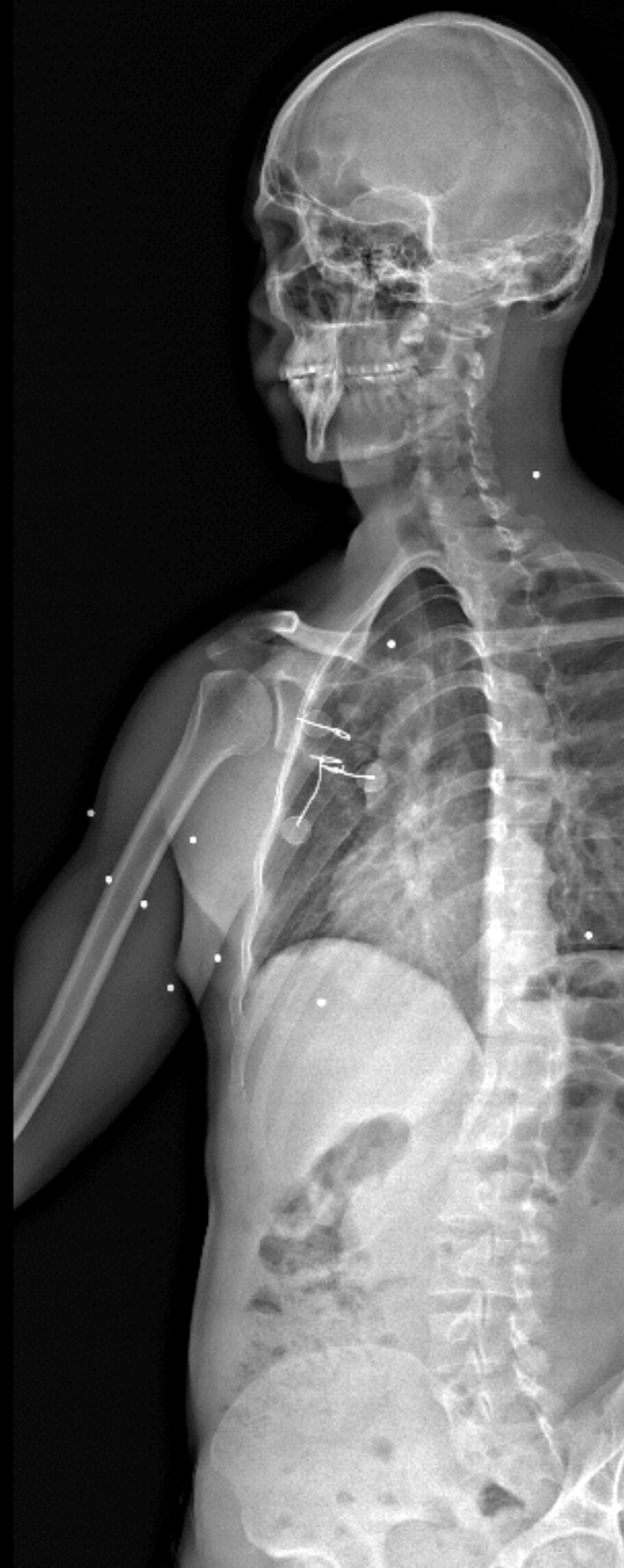


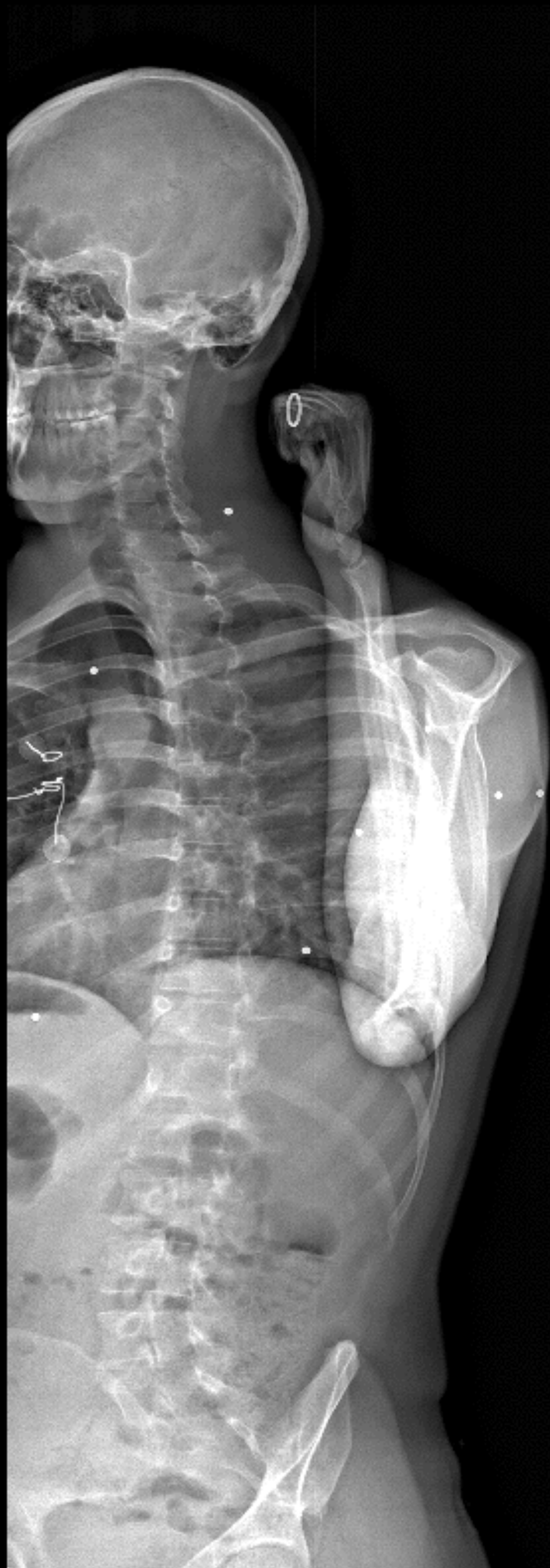
Rest



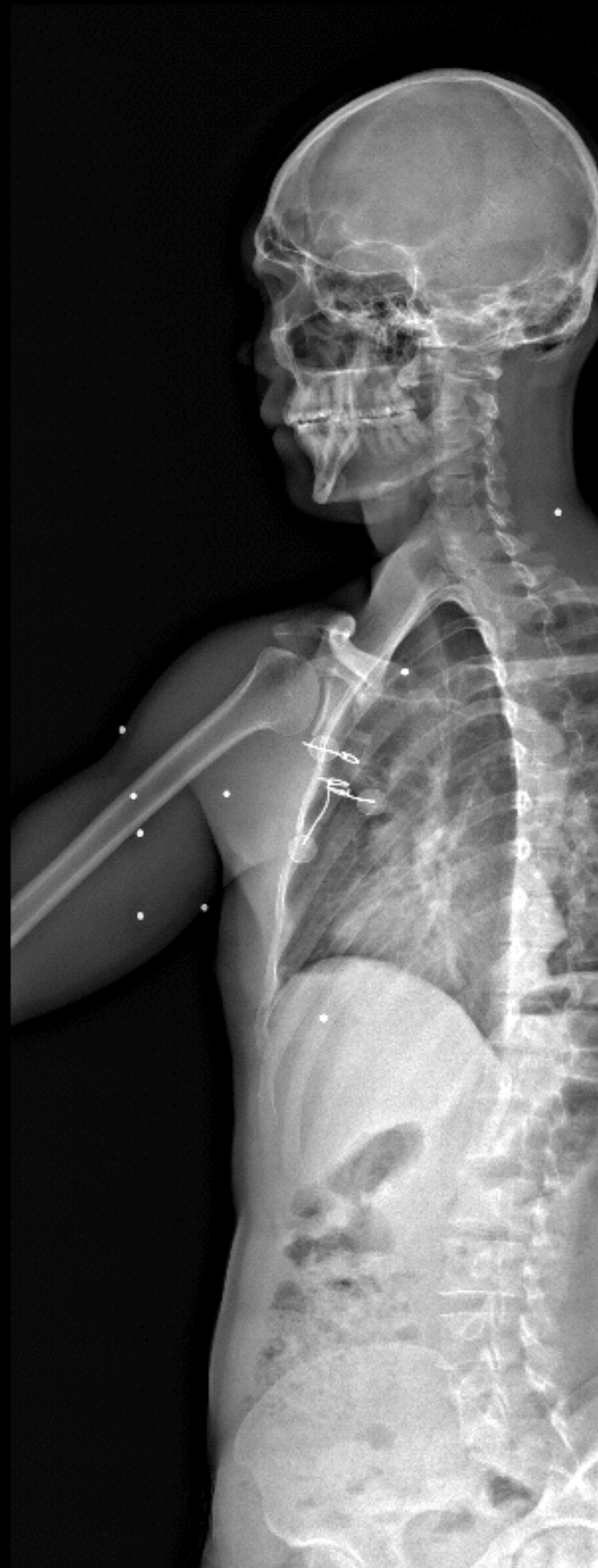


45°



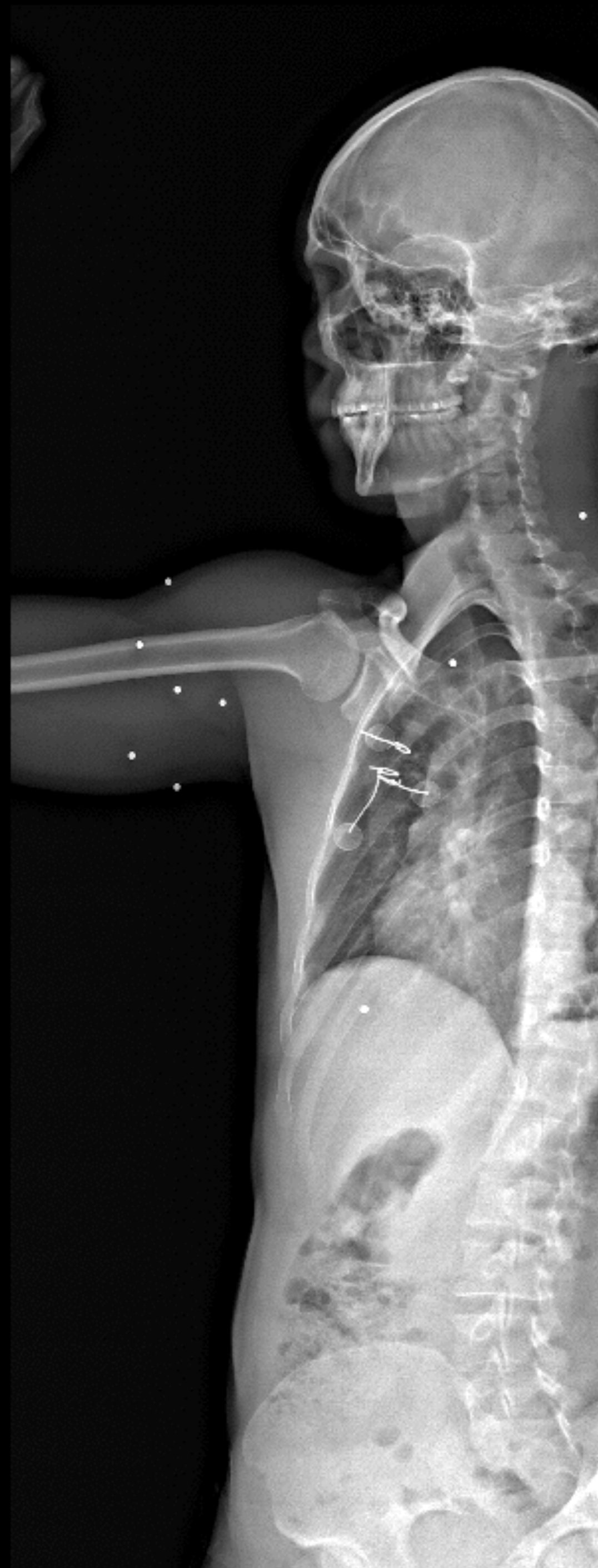


60°





90°



Reconstruction 3D

Identification

(position initiale)



Modèle 3D approximé



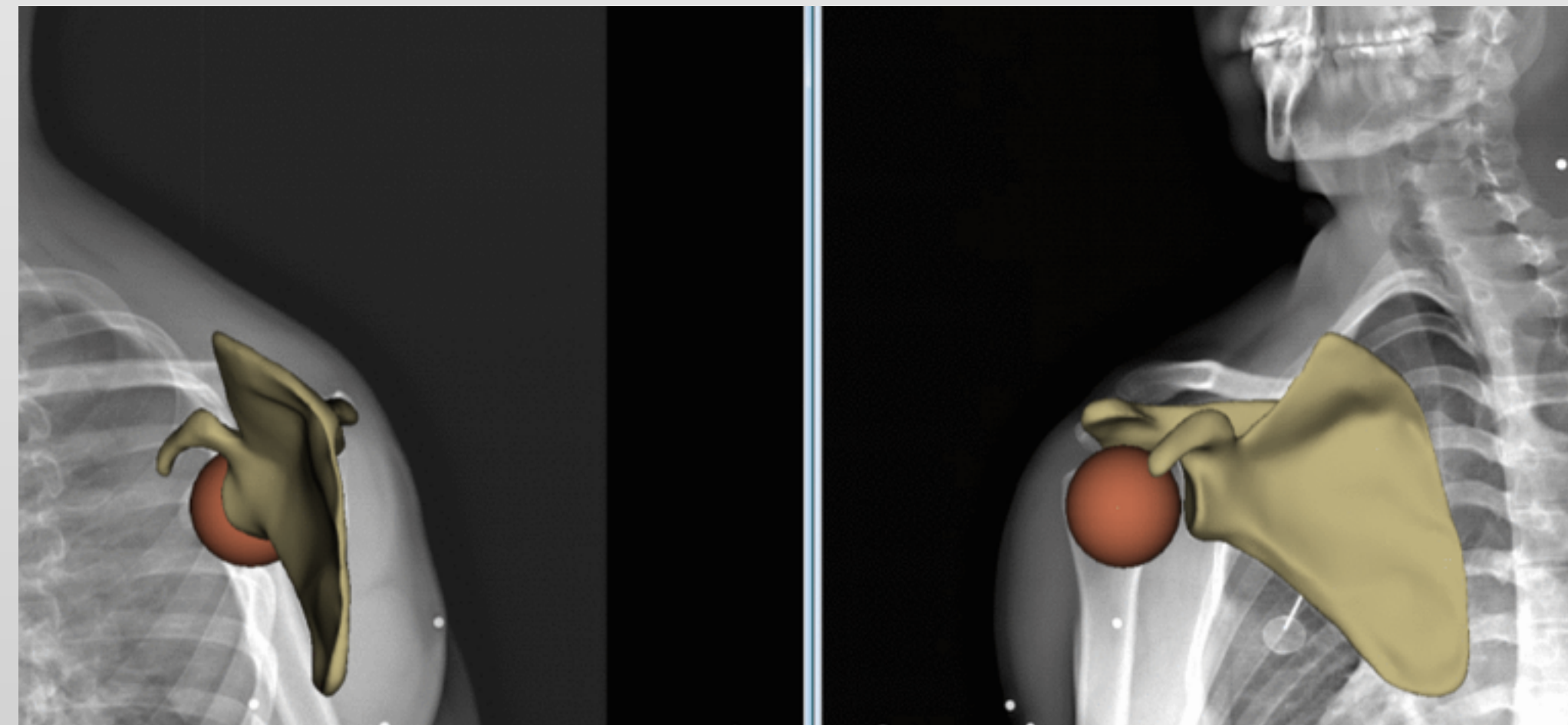
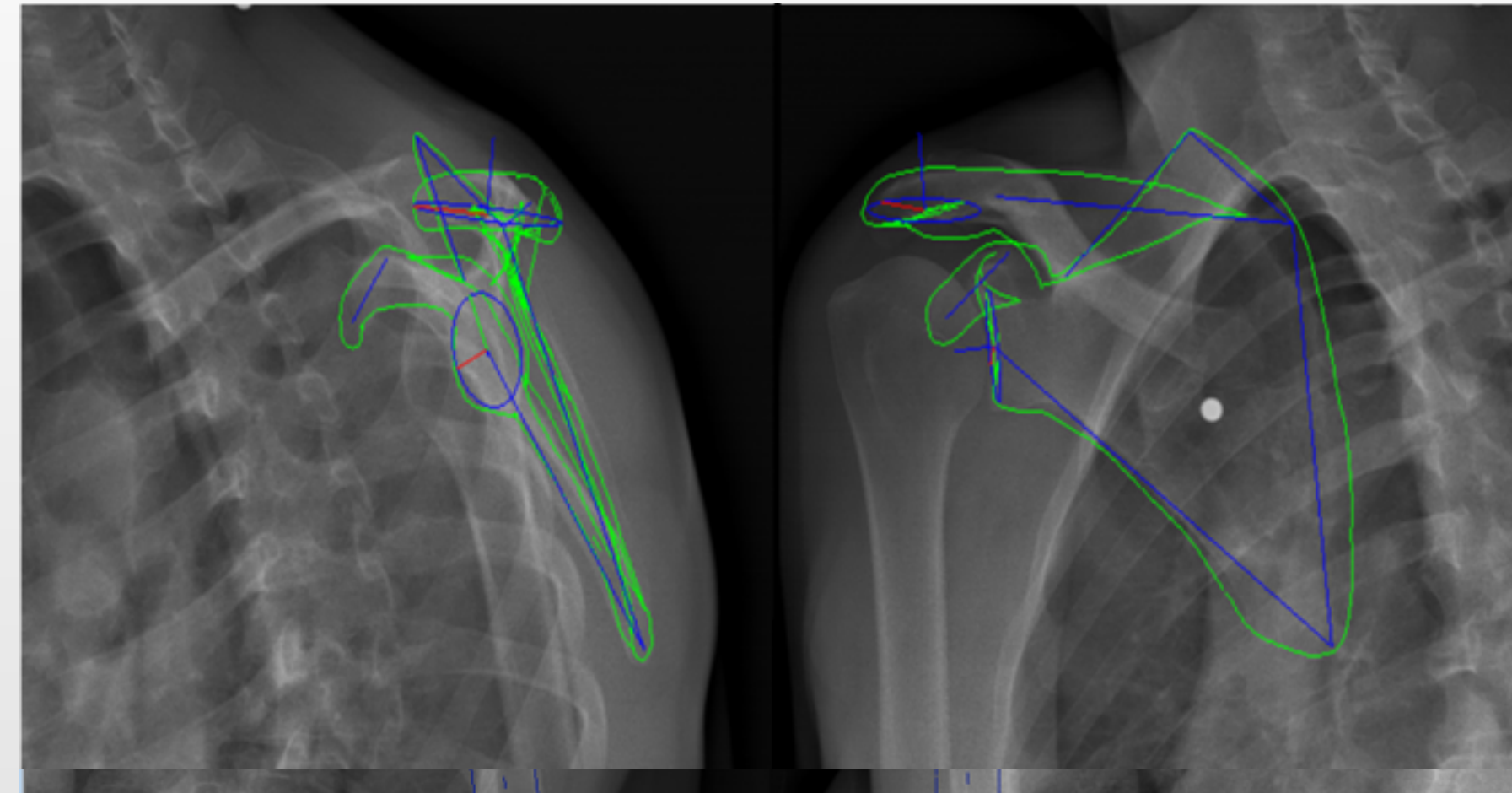
Modifications fines

(Algorithme MLS)

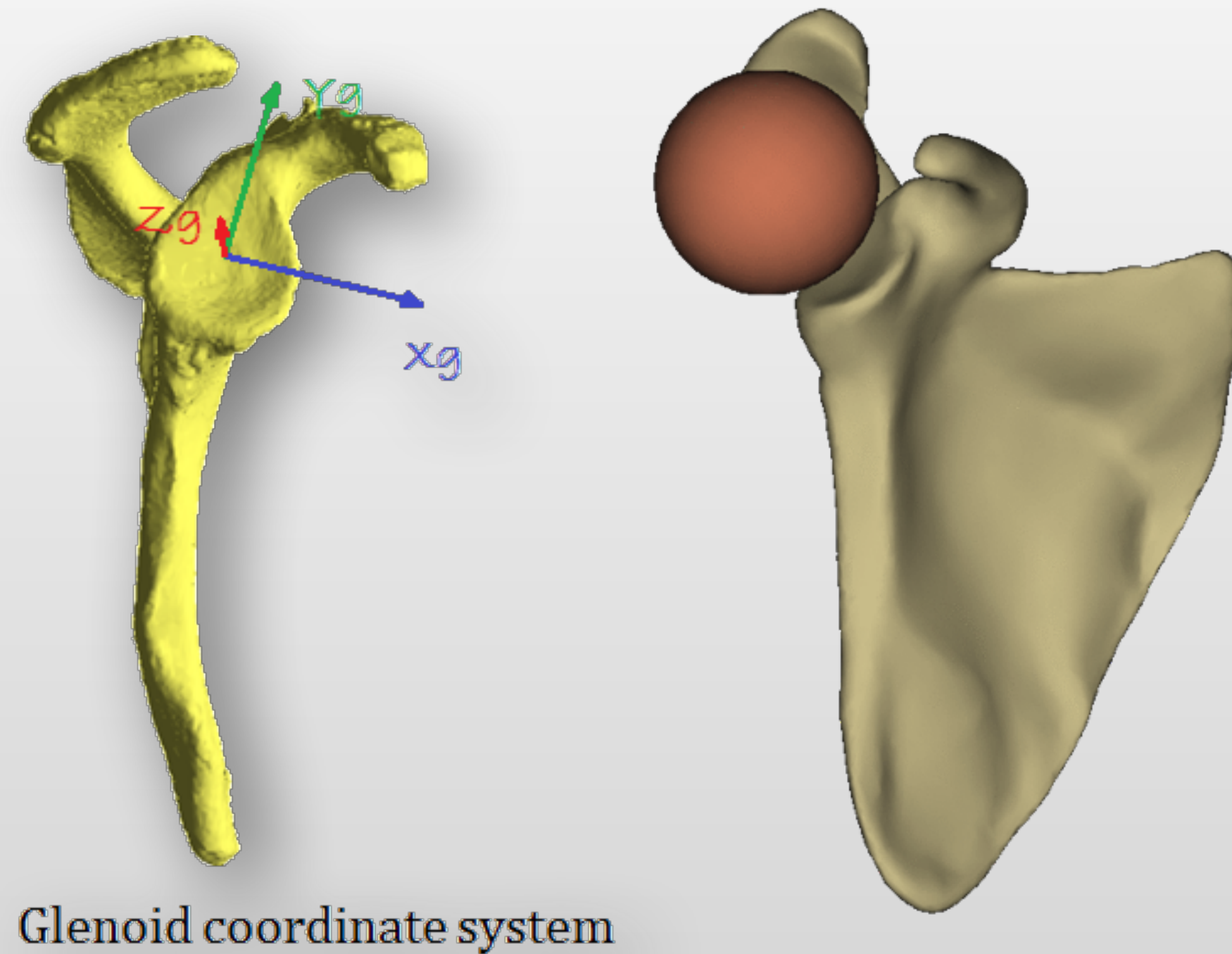
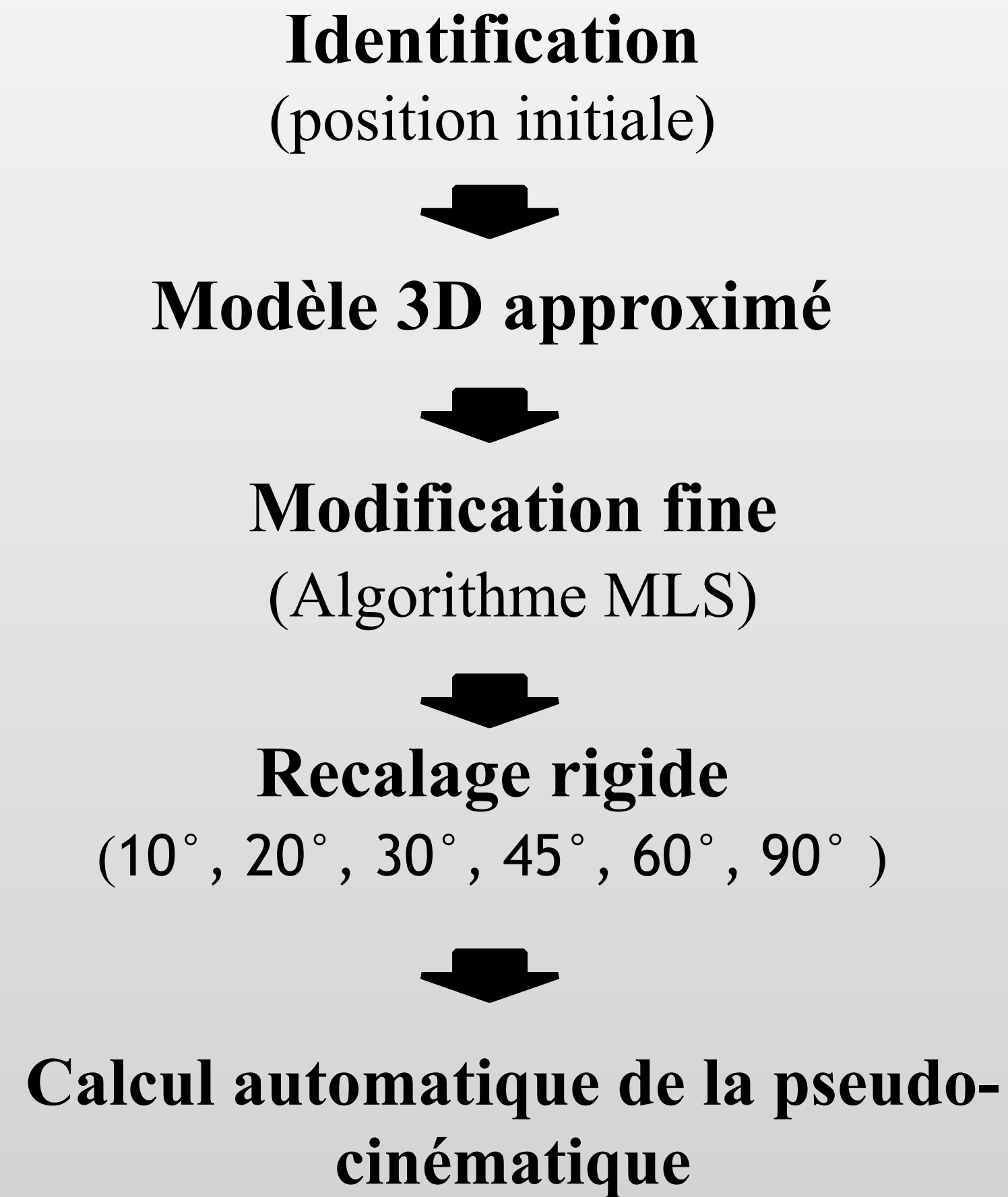


**Recalage rigide à
différentes positions**

(10° , 20° , 30° , 45° , 60° , 90°)



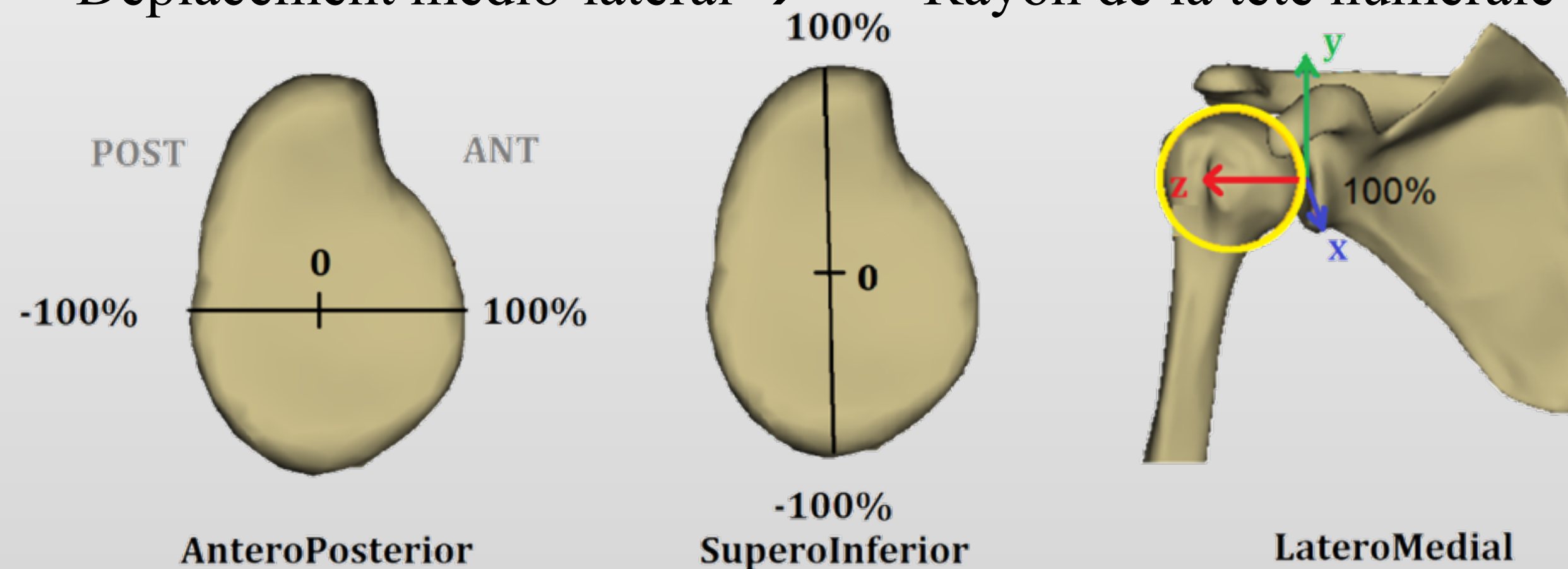
Reconstruction 3D



Matériel et méthodes

- **Déplacements 3D normalisés par rapport à la taille des os du sujet :**

- Déplacement inféro-supérieur → Hauteur de la glénoïde
- Déplacement antéro-postérieur → Largeur de la glénoïde
- Déplacement médio-latéral → Rayon de la tête humérale



- **Statistiques :** test Kruskal-Wallis pour comparer les différents groupes

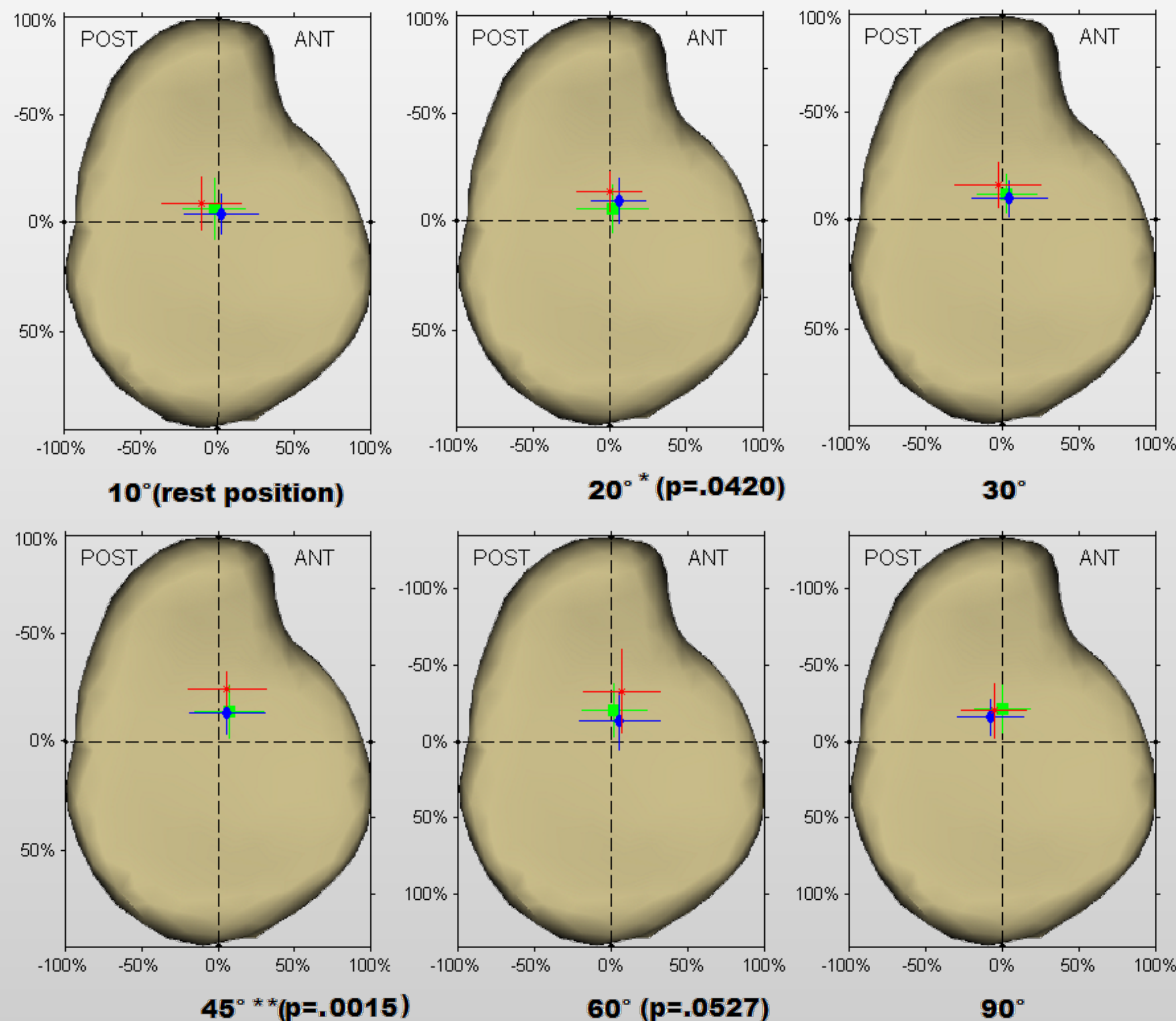
Résultats de validation et reproductibilité

Erreur de calcul sur le déplacement GH : comparasion avec CT scan sur 5 cadavres						
<i>Élévation du bras</i>	<i>A/P (mm)</i>		<i>S/I (mm)</i>		<i>L/M (mm)</i>	
10	-1.4±1.6		0.1±0.8		0.6±0.6	
30	-1.3±2.9		-0.5±0.6		0.5±1.5	
90	-0.5±2.0		-0.9±0.3		0.3±1.4	
<i>Analyse de reproductibilité : 6 sujets, 2 opérateurs et 3 répétitions</i>						
Élévation du bras	95 % CI	ICC	95 % CI	ICC	95 % CI	ICC
10	3.6	0.84	2.3	0.86	1.8	0.74
30	2.9	0.87	2.1	0.94	1.9	0.66
90	3.4	0.96	2.5	0.98	3.0	-0.06

Résultats I : Dégénérescence musculaire

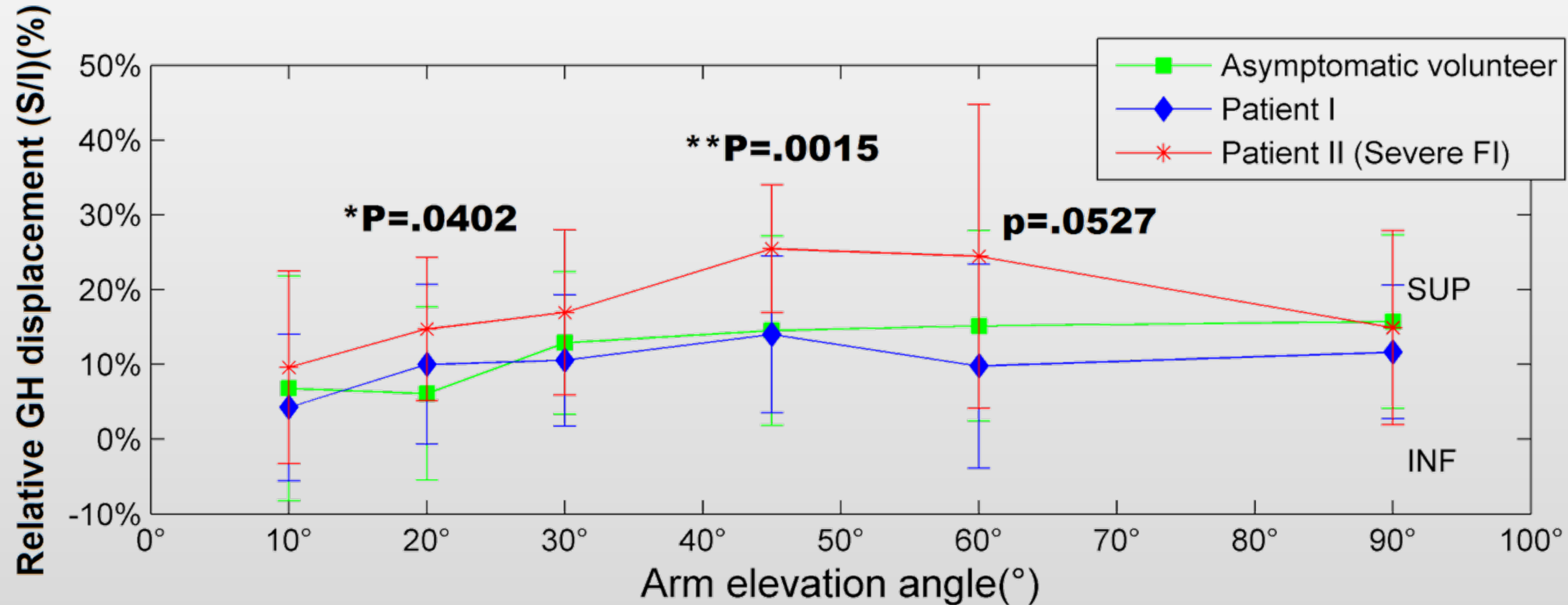
- **Sujets asymptomatiques (n=28)**
 - 22 avaient en fait un grade 2 d'infiltration graisseuse (Goutallier)
 - 7 avaient des ruptures partielles
 - Peu d'atrophie du muscle supraépineux (grade 1 : atrophie normale / légère)
- **Patients avec infiltration graisseuse grade 1-2 (n=34)**
 - La plupart avaient une atrophie du supraépineux grade 1-2, 1 exception avec un grade 3
- **Patients avec infiltration graisseuse 3-4 (n=13)**
 - Atrophie musculaire sévère ($p = 3.17e-11$)
 - Tailles de rupture plus importantes ($p = 0.0067$)

Résultats II : Position de la tête humérale par rapport à la glène



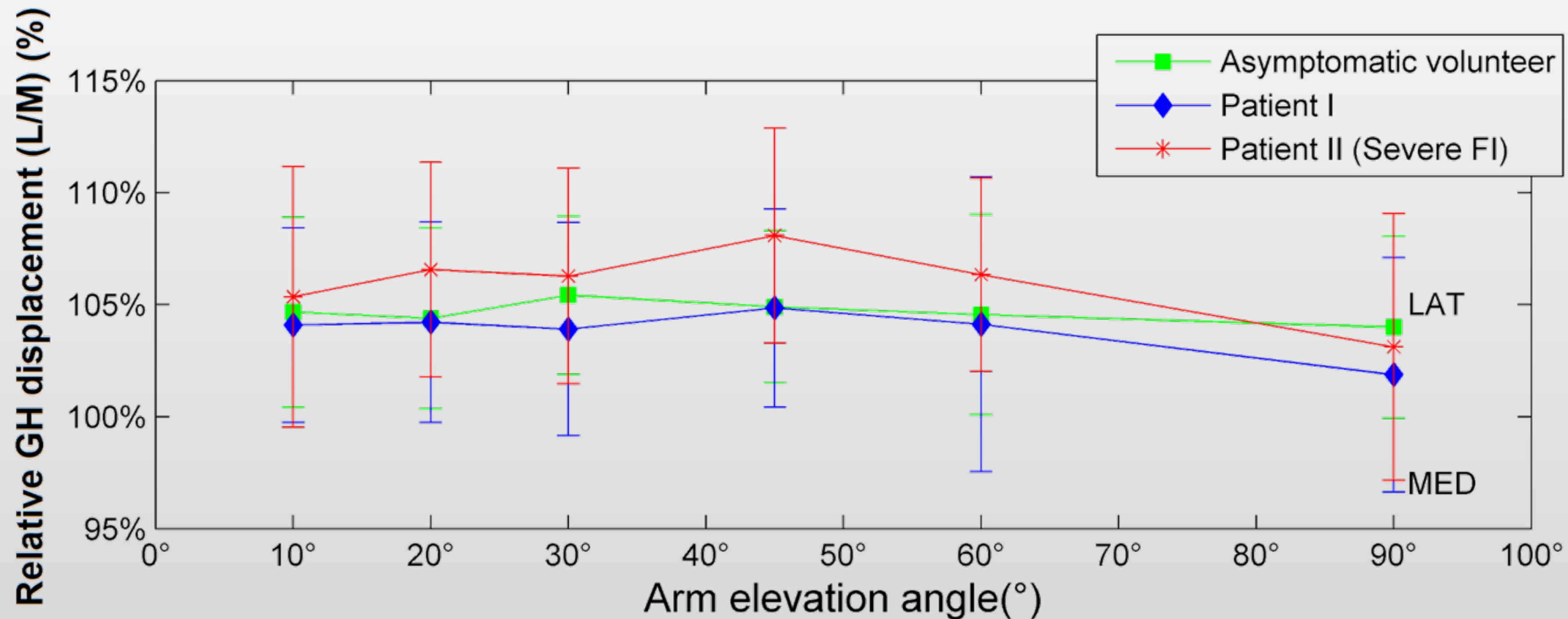
- Déplacement antéro-postérieur similaire pour les trois groupes
- Déplacement supérieur plus important à 20°, 45° et 60° chez les **patients avec infiltration graisseuse sévère** comparés aux **patients I**.

Résultats II : Position de la tête humérale par rapport à la glène



➤ Déplacement plus important à 20 °, 45° et 60° pour les **patients avec infiltration graisseuse sévère** comparés aux **patients I**.

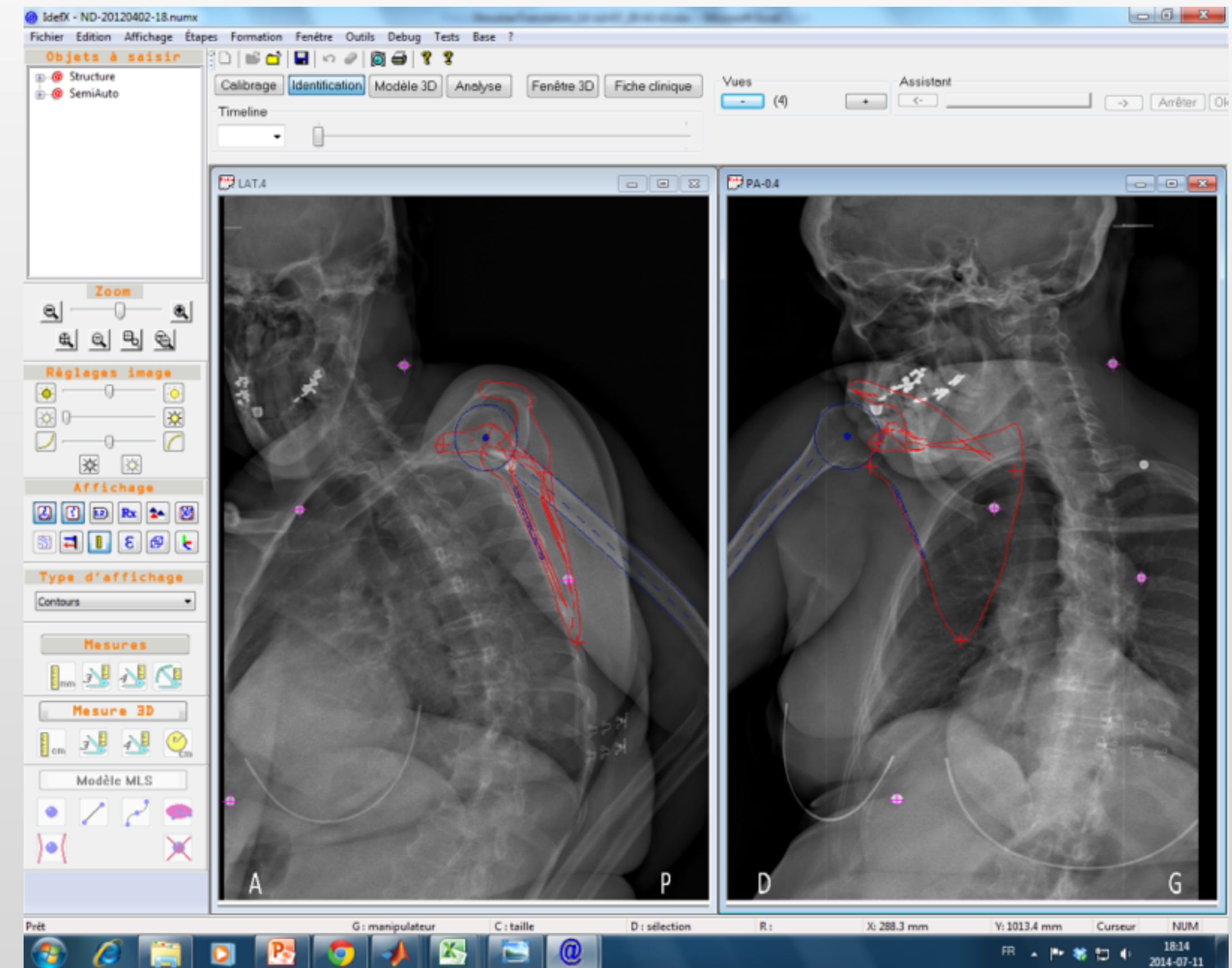
Résultats II : Position de la tête humérale par rapport à la glène



➤ Pas de différence significative en direction médio-latérale entre les groupes

- Cette recherche inclut un nombre important de sujets
- La validation *in vitro* a montré une précision sous-millimétrique
- La reproductibilité de la méthode est satisfaisante en inféro-supérieur
- Le protocole d'acquisition en radiologie basse dose et pseudo-cinématique permet d'observer des différences entre des groupes d'atteinte différente

- Le protocole peut varier d'un sujet à l'autre (douleur, technologie)
- Les sujets asymptomatiques ne sont pas des sujets sains (âge...)
- L'analyse d'images est encore relativement longue (30-45min)
- La superposition des structures rend parfois l'exploitation des images difficile



- Corrélation multivariée entre les anomalies pseudo-cinématiques, les types et les tailles de rupture et la morphologie de la scapula
- Simplification du protocole pour une utilisation clinique : choix des acquisitions donnant le plus d'informations fonctionnelles; automatisation de la méthode

Remerciements

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et
sécurité du travail (IRSST) du Québec



Fondation ParisTech - Programme BIOMECAM
Chaire ParisTech



LIO
laboratoire de recherche
en imagerie et orthopédie

