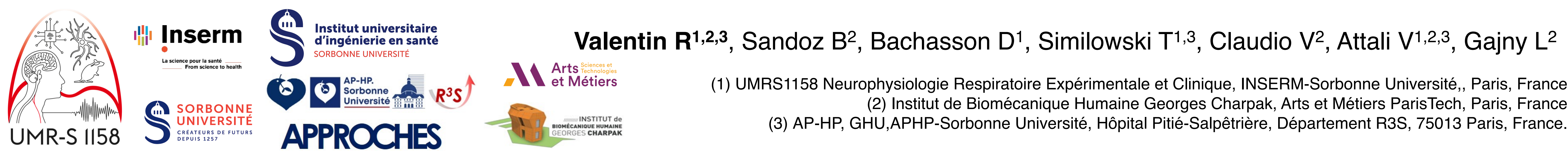


VALIDATION D'UNE MÉTHODE DE RECONSTRUCTION 3D DU DIAPHRAGME A PARTIR D'IMAGERIE BIPLANAIRE



Valentin R^{1,2,3}, Sandoz B², Bachasson D¹, Similowski T^{1,3}, Claudio V², Attali V^{1,2,3}, Gajny L²

(1) UMRS1158 Neurophysiologie Respiratoire Expérimentale et Clinique, INSERM-Sorbonne Université,, Paris, France

(2) Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, Arts et Métiers ParisTech, Paris, France

(3) AP-HP, GHU,APHP-Sorbonne Université, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Département R3S, 75013 Paris, France.

INTRODUCTION

Le diaphragme est un muscle avec une **fonction ventilatoire et posturale**. Les méthodes d'exploration fonctionnelle ou d'imagerie actuelle ne prennent pas en compte **l'action posturale du diaphragme en position debout**.

La **modification de conformation du diaphragme** dans les maladies respiratoires est associé à **l'altération de la fonction ventilatoire** et au handicap. Dans la littérature, cette conformation du diaphragme est majoritairement décrite par des méthodes **IRM/Scanner** (réalisé en position allongée) ou par **échographie** (standardisation du repère 3D difficile).

C'est pourquoi notre objectif est de développer une méthode de reconstruction du diaphragme à partir de **cliché radiographiques biplanaires EOS®** en position debout.

Notre hypothèse est que l'identification des repères anatomiques radiologiques pour la reconstruction du diaphragme est fiable et reproductible.

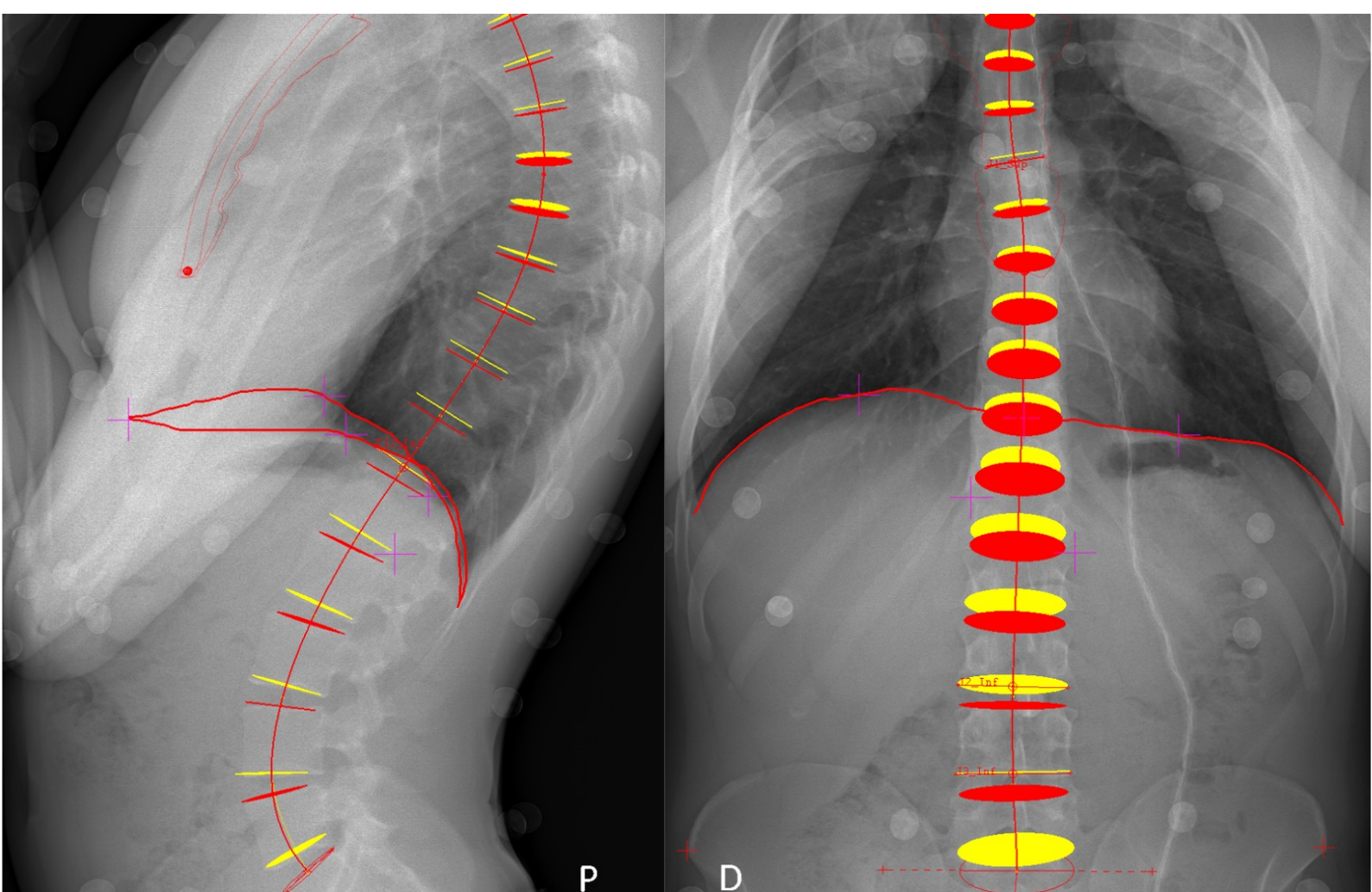
MATERIELS & METHODES

Etude 1 : Justesse du modèle

- Distance moyenne entre 12 diaphragmes reconstruit par scanner et méthode biplanaire EOS
- Comparaison de la distance moyenne entre les deux méthodes

Etude 2 : Reproductibilité de la méthode

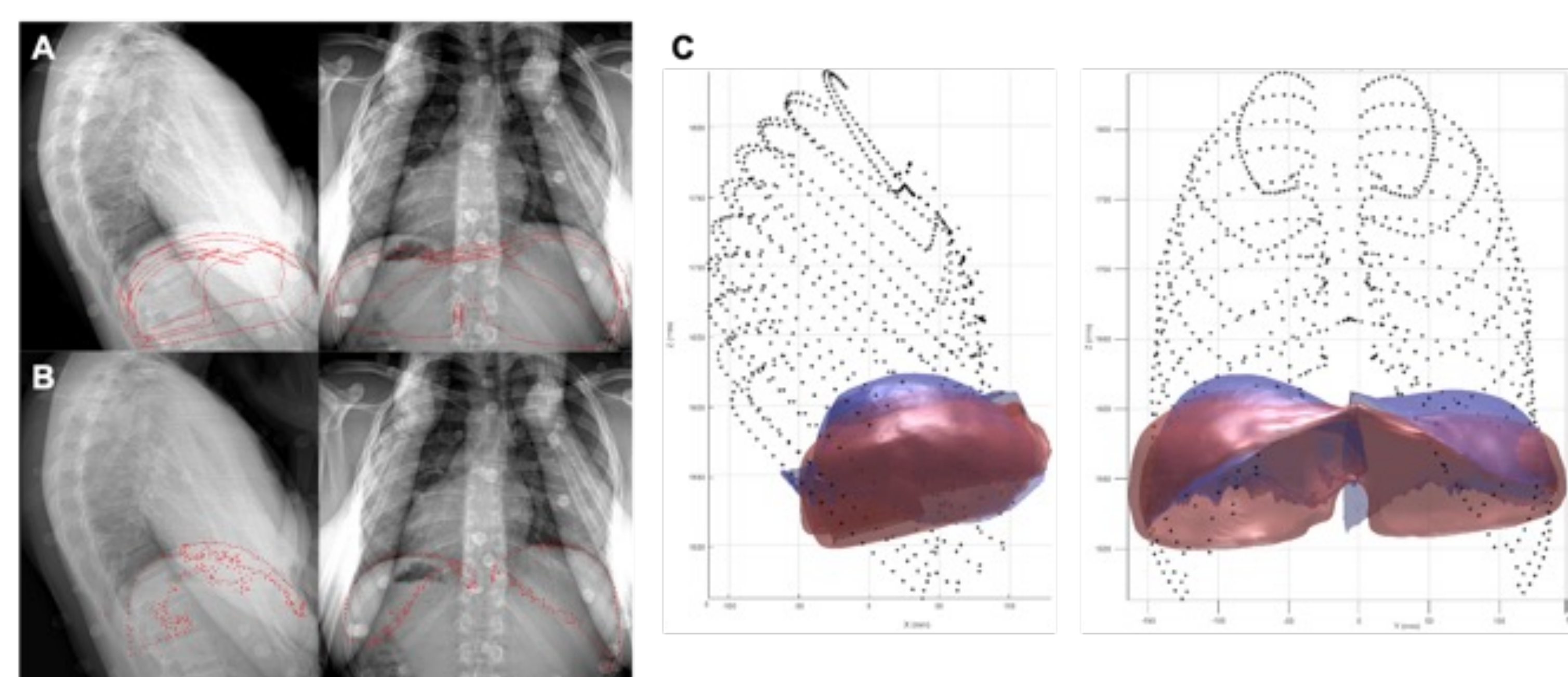
- 3 opérateurs ont identifiés les points d'intérêt anatomique pour la reconstruction de 3 x 12 diaphragmes
- Calcul de la reproductibilité intra et inter-opérateur selon norme ISO 5725-2



Identification des points d'intérêt anatomique :

- Bord antérieur (aligné. processus xiphoïde)
- Sommet des coupes diaphragmatiques
- Coin postéro-supérieur droit de la vertèbre adjacente
- Coin postéro-inférieur gauche de la vertèbre adjacente
- Contours des coupes diaphragmatiques

RESULTATS



Projection surfacique du modèle de diaphragme après reconstruction utilisant (A) la méthode GR, (B) la méthode BCPD. (C) Comparaison visuelle de la méthode GR (red) et BCPD (bleu).

DRR vs CT (mm)	Dome gauche	Dome droit	Hemidiaph. gauche	Hemidiaph droit
Méthode avec recalage global	5,9 [4;12]	9 † [5;10]	6,2 [4;11]	8,1 † [5;10]
Méthode avec Dérive Cohérente Bayésienne	4,9 [4;6]	4,4 † [4;5]	4,3 [3;5]	3,9 † [3;4]

Comparaison de la distance Moyenne entre le DRR (digitally reconstructed radiograph) et la segmentation réalisée sur scanner (mm). † différence significative au test de Wilcoxon $p < 0.05$

Distance (mm)	Right dome						Left dome					
	somet			amp AP	amp ML	amp CC	somet			amp AP	amp ML	amp CC
	x	y	z	mm	mm	mm	x	y	z	mm	mm	mm
Intra-operator repeatability	6,6	4,0	1,5	0,9	20,8	0,4	6,7	3,4	1,4	1,7	24,1	0,4
Inter-operator reproducibility	8,0	8,2	1,8	1,3	32,7	0,5	13,9	11,8	2,4	2,1	29,7	0,5
Eval 1 repeatability (SD)	7,9	4,9	4,2	0,6	35,6	0,4	12,2	4,1	2,9	0,8	39,9	0,4
Eval 2 repeatability (SD)	8,7	4,1	1,1	1,5	7,7	0,6	5,5	4,0	1,5	1,1	8,0	0,3
Eval 3 repeatability (SD)	5,1	3,4	0,7	0,5	14,8	0,7	4,0	2,6	0,4	6,3	19,1	0,4

Reproductibilité intra-opérateur et inter-opérateur de l'identification des sommets des coupes diaphragmatiques et du calcul d'amplitude (amp) antero-postérieur (AP), médio-lateral (ML) et cranio-caudal (CC).

Résultats principaux :

- Développement de la méthode de reconstruction (logiciel Python)
- Implémentation d'un recalage par BCPD : meilleure précision
- Bonne reproductibilité de la méthode

CONCLUSIONS

Etude 1 :

La **méthode de reconstruction** d'un modèle de diaphragme personnalisé est fiable avec une **erreur moyenne inférieur à 1cm** en comparaison avec une modèle de segmentation réalisé par scanner.

L'implémentation d'une déformation par Dérive Cohérente Bayésienne **améliore la précision de la méthode**.

Etude 2 :

L'identification des marqueurs anatomiques préliminaires à la reconstruction est reproductible avec une **erreur moyenne inférieure à 1 cm**.

Le calcul de **paramètres d'amplitudes antéro-postérieure et cranio-caudal est reproductible mais pas le calcul d'amplitude médio-latéral**. L'erreur moyenne importante s'explique par le manque de visibilité en regard de la colonne vertébrale.