

The logo for IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire) features the acronym 'IRSN' in a bold, sans-serif font. The letters 'IR' are red, 'S' is blue, and 'N' is red. The letters are closely spaced and have a slight shadow effect.

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

RECONSTITUTION D'ACCIDENT RADIOLOGIQUE A L'AIDE D'OUTILS NUMERIQUES: VERS UNE REPRESENTATION DE PLUS EN PLUS REALISTE DE LA VICTIME.

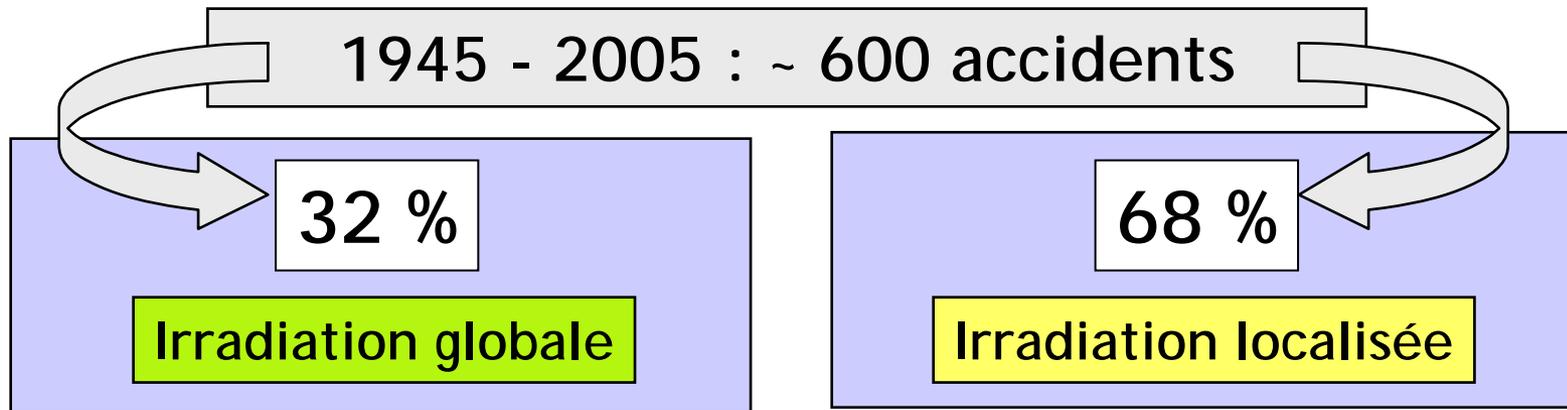
CODES DE CALCUL EN RADIOPROTECTION, RADIOPHYSIQUE ET DOSIMETRIE

28 et 29 AVRIL 2010

Présenté par Estelle COURAGEOT, Rima SAYAH, Christelle HUET.
Laboratoire de Dosimétrie des Rayonnements Ionisants (IRSN)

CONTEXTE (1)

- Augmentation des accidents parallèlement à l'augmentation et la diversification de l'utilisation des rayonnements ionisants

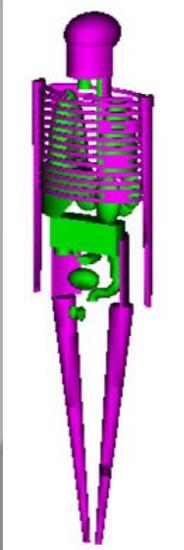


- Nécessité de connaître la dose reçue par les victimes d'accident pour mettre en place la meilleure stratégie thérapeutique possible.
- Différents types de dosimétrie disponibles à l'IRSN :
 - Dosimétrie biologique
 - Mesure sur des matériaux irradiés pendant l'accident (RPE)
 - Reconstitution dosimétrique expérimentale
 - Reconstitution dosimétrique numérique

CONTEXTE (2) : RECONSTITUTION NUMERIQUE D'UN ACCIDENT RADIOLOGIQUE

MODELISATION DE LA SOURCE ET DE L'ENVIRONNEMENT

CODE DE CALCUL MONTE CARLO:
MCNPX

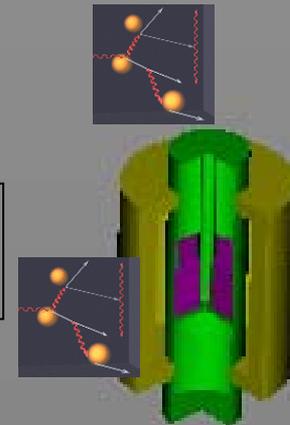


FANTOME VOXELISE

OU

FANTOME MATHEMATIQUE

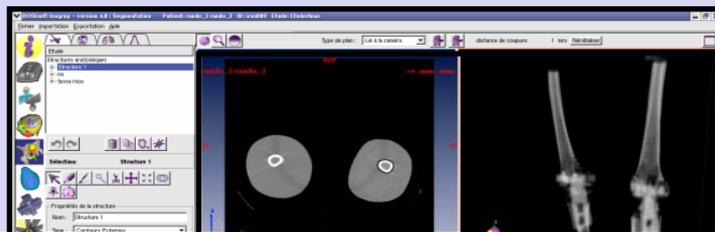
DOSE ABSORBEE PAR LA
VICTIME



SESAME : Etape 1

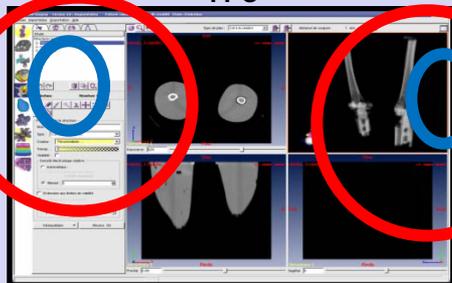


SYSTEME DE PLANIFICATION DE TRAITEMENT

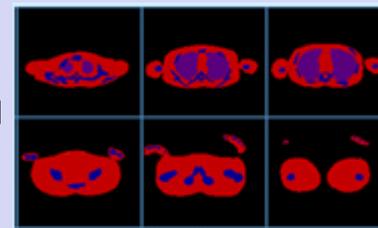
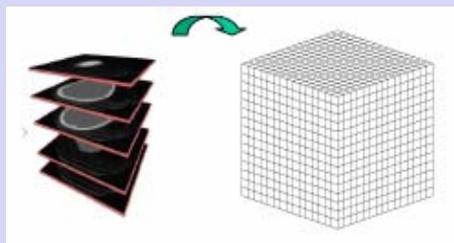


SESAME : Etape 2

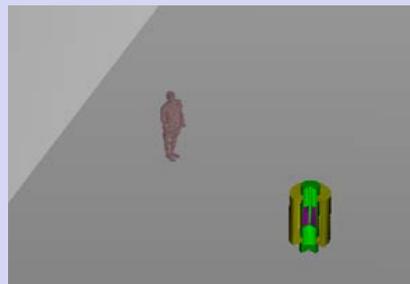
TPS



SESAME



Construction et segmentation du fantôme
voxélisé



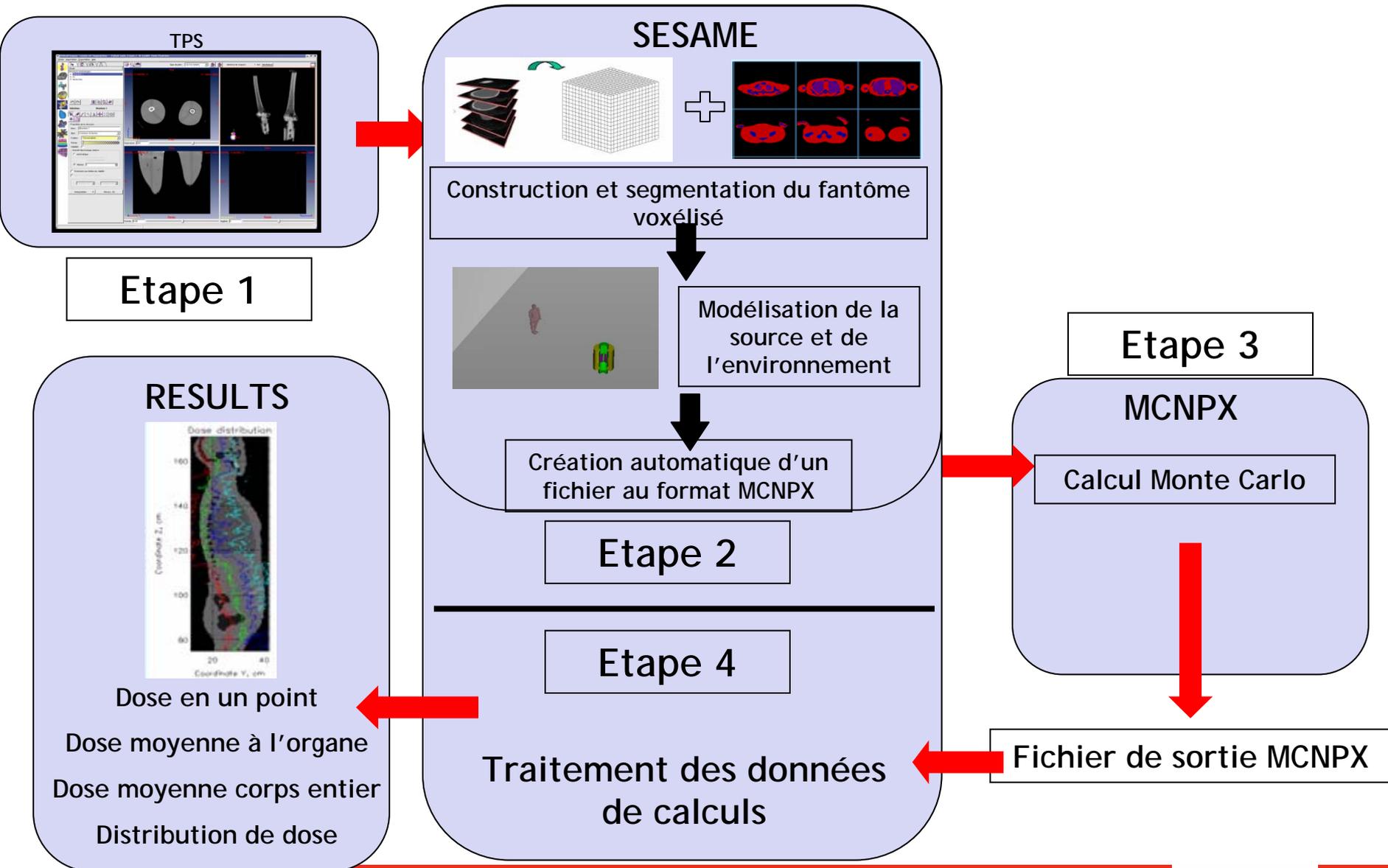
Modélisation de la
source et de
l'environnement



Création automatique d'un fichier
d'entrée au format MCNPX

DONNEES D'ENTREE:
Fichiers contenant les
coordonnées des
contours

SESAME : Etapes 3 et 4

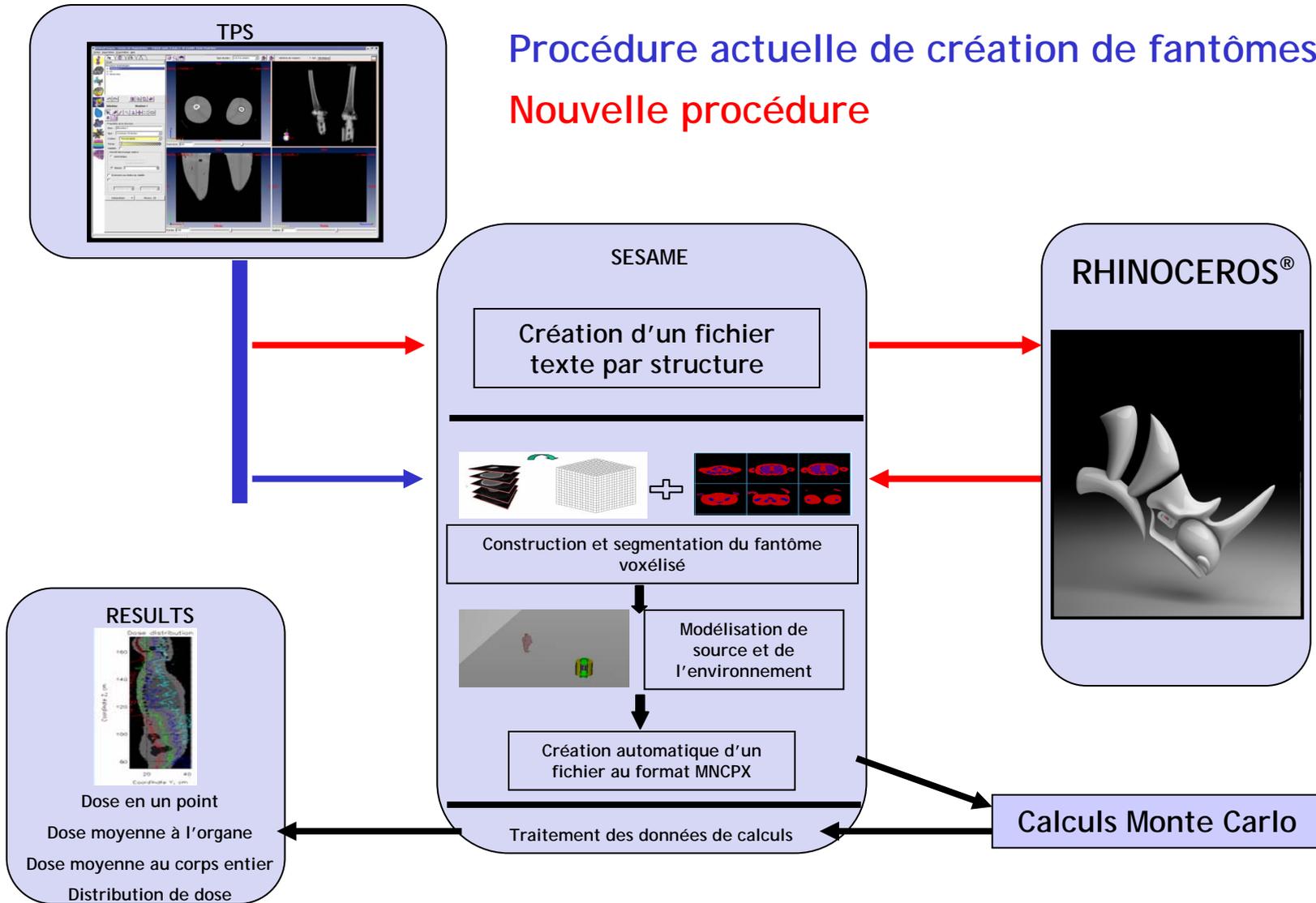


Problématique

Comment modifier la posture et la morphologie de la victime pour que le fantôme voxélisé personnalisé soit dans la même position que la victime au moment de l'accident?

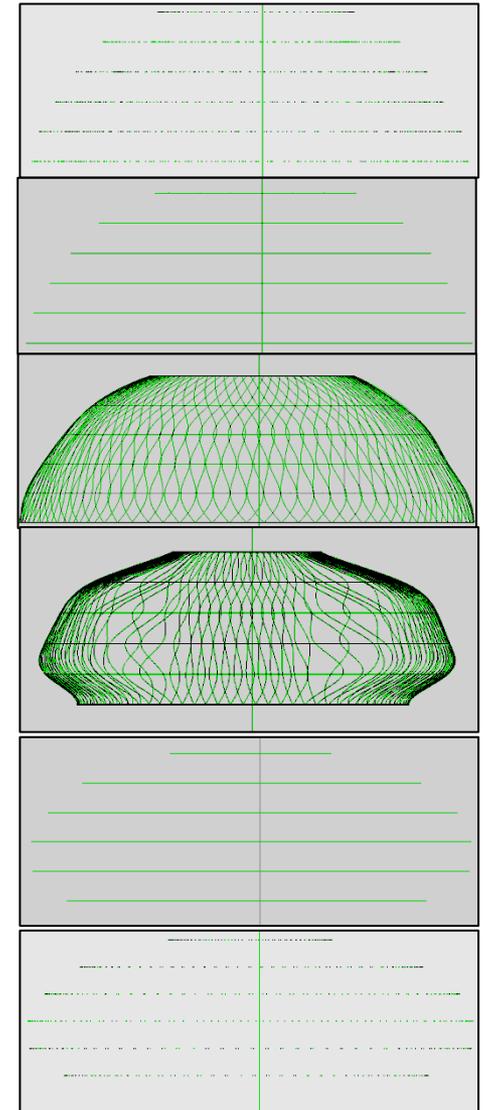
La nouvelle implémentation (1)

Procédure actuelle de création de fantômes voxelisés
Nouvelle procédure



La nouvelle implémentation (2) (dans Rhinoceros®)

- 1- Lecture des fichiers texte dans Rhinoceros
- 2- Construction de courbes
- 3- Construction du fantôme NURBS
- 4- Modification de la forme des structures NURBS
- 5- Découpage en courbes
- 6- Sauvegarde en fichier texte lisibles par SESAME

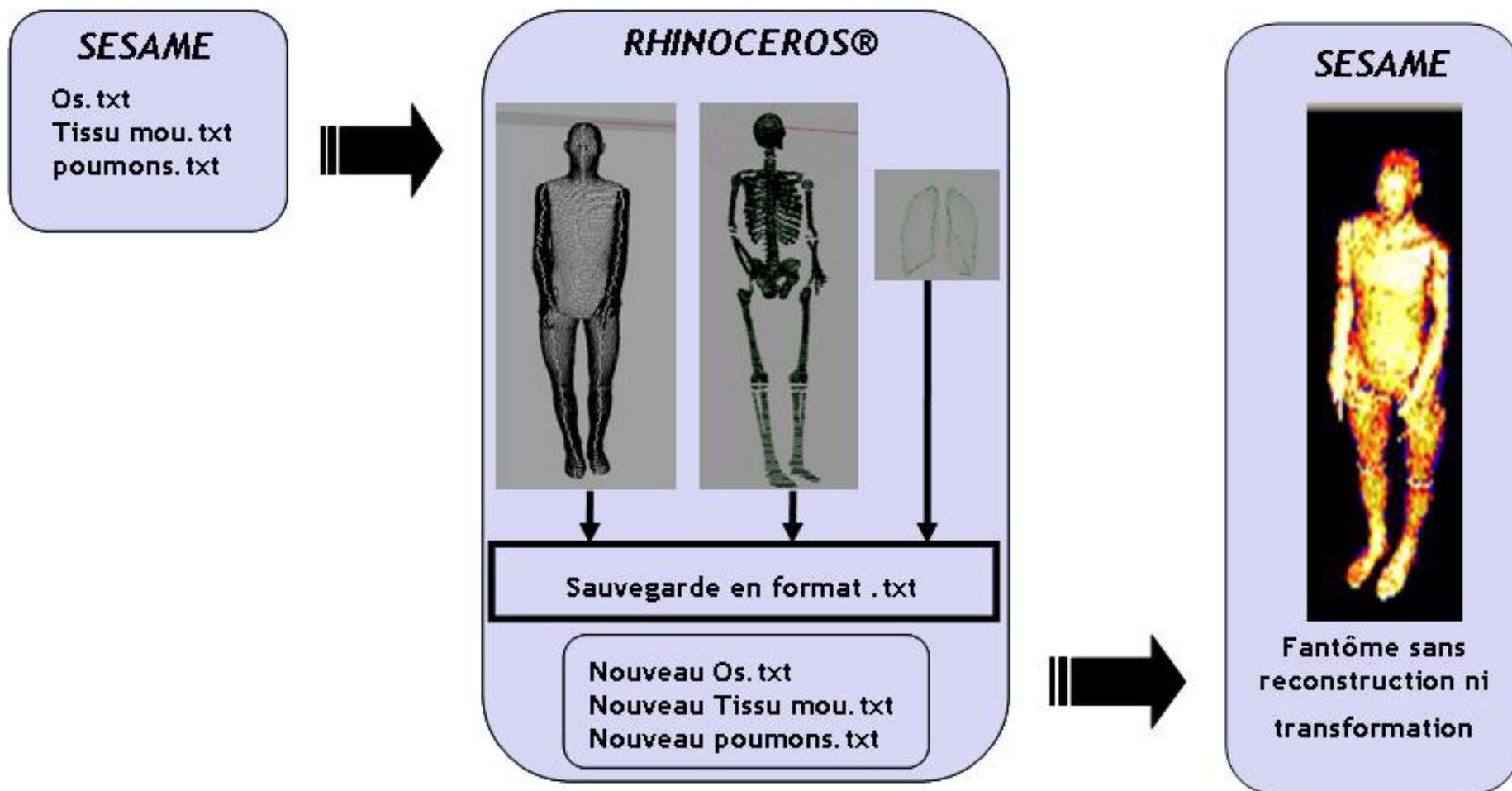


La validation numérique

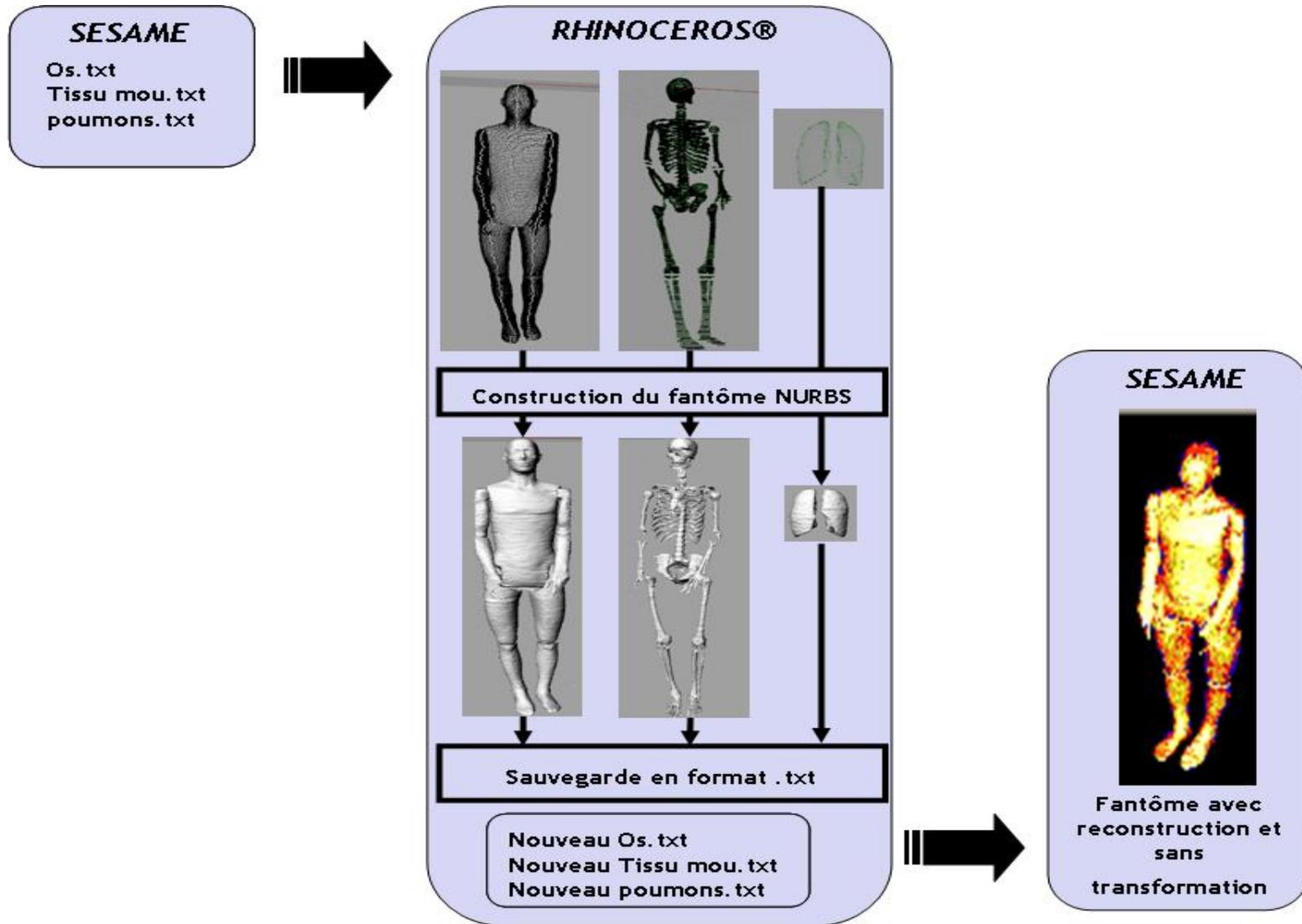
Validation numérique : Géométrie et calcul de dose (différence en %)

- Comparaison entre un fantôme construit avec la procédure actuelle et deux autres fantômes construits avec la nouvelle procédure:
 - Fantôme sans reconstruction ni transformation
 - Fantôme avec reconstruction mais sans transformation

La construction du fantôme sans reconstruction ni transformation



La construction du fantôme avec reconstruction et sans transformation



La validation numérique

Validation numérique : Géométrie et calcul de dose (différence en %)

- Comparaison entre un fantôme construit avec la procédure actuelle et deux autres fantômes construits avec la nouvelle procédure:
 - Fantôme sans reconstruction ni transformation
 - Fantôme avec reconstruction mais sans transformation

	Fantômes	
	Procédure actuelle	Nouvelle procédure
Nombre de coupes	Pas de différence	
Taille des voxels	2%	
Volume de l'os	10%	
Volume des poumons	1%	
Volume du tissu mou	1.2%	
Taille des structures sur les coupes 10, 125, 150	5%	
Dose moyenne à l'os	6.5%	
Dose moyenne au tissu mou	1%	
Dose moyenne au poumon	0.2%	
Dose moyenne au corps entier	1%	

La validation expérimentale (1): l'expérience

■ Fantôme physique anthropomorphe

- Fantôme équivalent tissu RANDO

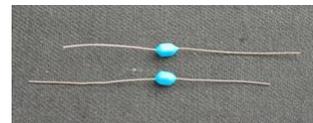
■ Source de neutrons

- $^{241}\text{AmBe}$
- Activité: 5 Ci (1.85×10^{11} Bq)
- Sous le bras



■ Mesures

- Diodes en silicium
- Poudre de LiF



■ Durée de l'irradiation

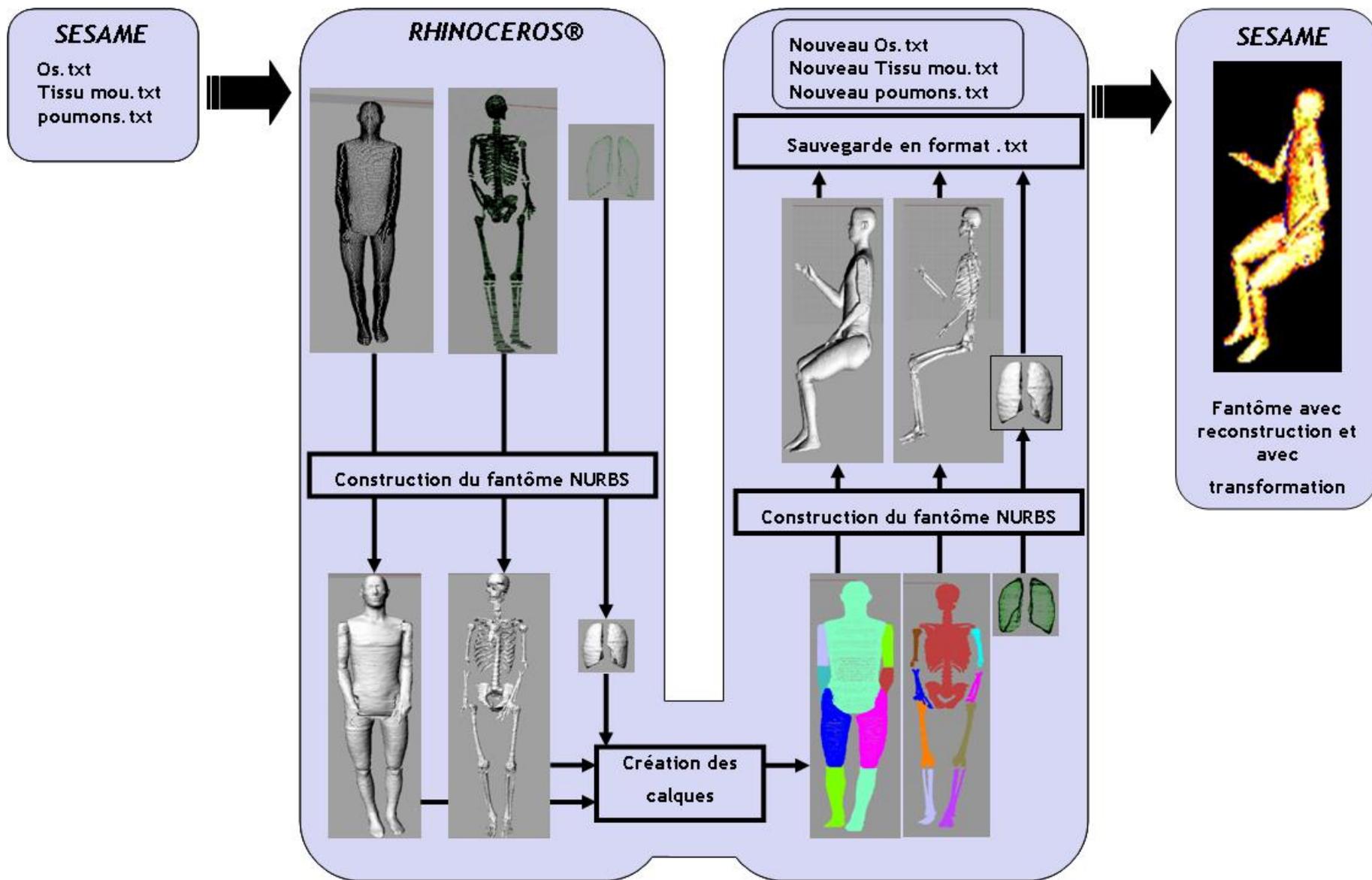
- 8 jours (210 heures)

La validation expérimentale (2): la modélisation

■ La fantôme voxélisé

- Le fantôme voxélisé est construit à partir des images tomographiques du fantôme physique RANDO
- Transformation de la posture du fantôme par la nouvelle procédure; fantôme placé en position assise avec un bras levé.

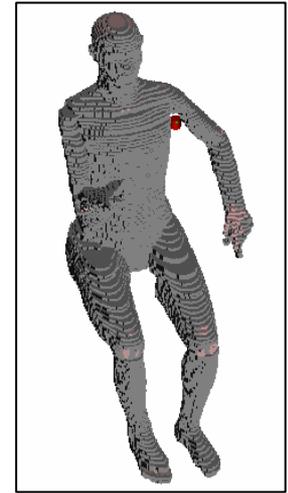
La construction du fantôme voxélisé modifié



La validation expérimentale (2): la modélisation

■ La fantôme voxélisé

- Le fantôme voxélisé est construit à partir des images tomographiques du fantôme physique RANDO
- Transformation de la posture du fantôme par la nouvelle procédure; fantôme placé en position assise avec un bras levé.



■ La modélisation de la source d' $^{241}\text{AmBe}$

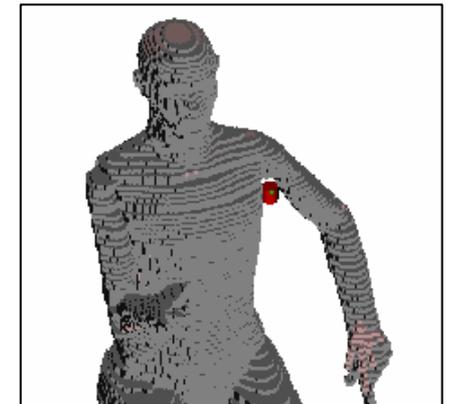
■ Cylindre

- Hauteur: 2.7 cm
- Diamètre: 2.7 cm
- Encapsulation en acier

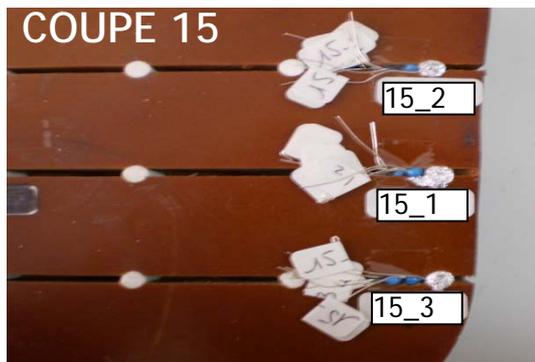
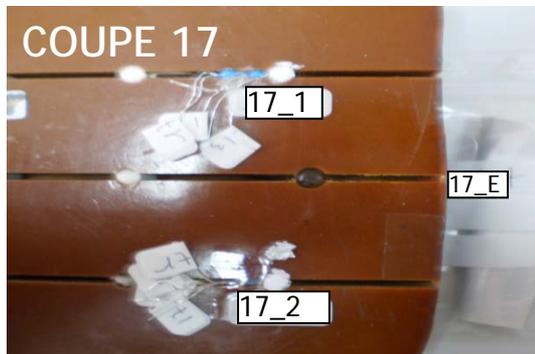
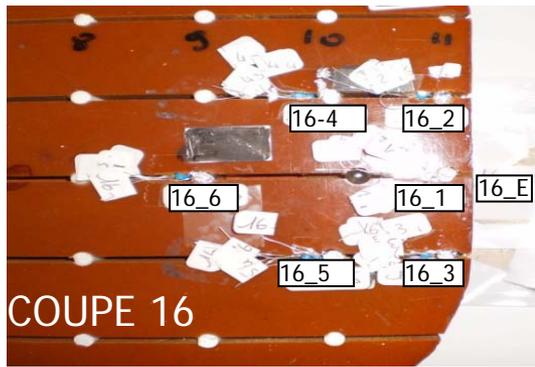
- Spectre d'émission basé sur le spectre ISO8529
- Validation numérique de la modélisation de la source: comparaison entre $H^*(10)$ mesuré et $H^*(10)$ calculé dans les mêmes conditions.

■ Le calcul

- Code de calcul Monte Carlo MCNPX
- Tally F6:n et F6:p



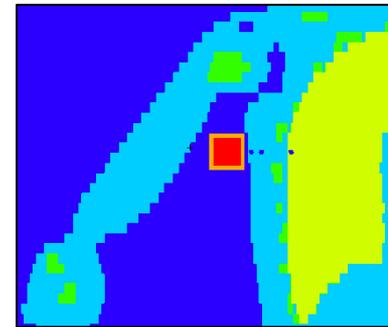
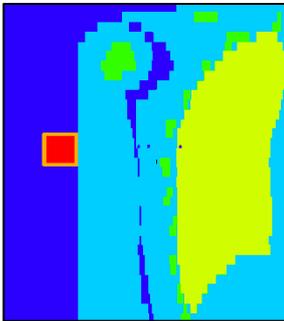
La validation expérimentale (3): résultats



Numéro du dosimètre	PHOTONS		NEUTRONS	
	Dose calculée (Gy)	Dose mesurée (Gy)	Dose calculée (Gy)	Dose mesurée (Gy)
16_1	1,61	1,790	2,20	2,048
16_2	0,54	0,616	0,81	0,786
16_3	1,75	1,800	2,37	2,189
16_4	0,24	0,288	0,38	0,351
16_5	0,46	0,494	0,61	0,578
16_6	0,17	0,176	0,28	0,260
16_E	2,13	2,121	4,40	4,868
17_1	0,20	0,166	0,36	0,332
17_2	0,28	0,284	0,61	0,460
17_E	0,65	0,692	2,39	2,874
15_1	0,63	0,967	1,31	0,966
15_2	0,42	0,503	0,65	0,550
15_3	0,65	0,763	1,17	0,882
INT_BRAS	1,17	1,408	2,98	3,128
EXT_BRAS	0,05	0,028	0,13	0,059

Discussion et conclusion

- Adéquation entre les doses photons et neutrons mesurées et calculées
- Procédure de modification de posture des fantômes voxélisés validée



Perspectives

- Modification de fantômes voxélisés réalisés à partir de scanner de patients
- Création d'une bibliothèque de fantômes et de postures

MERCI DE VOTRE ATTENTION