

SFRP
Reims 2015

**EVALUATION DE LA DOSE A L'ENTREE
DELIVREE PAR LE SYSTÈME D'IMAGERIE
DU CYBERKNIFE®**

MOAN Gwennaël

Qualiticien

**Manipulateur en électroradiologie médicale DE
Personne Compétente en Radioprotection**

Pôle de radiothérapie

Centre Antoine Lacassagne – NICE -



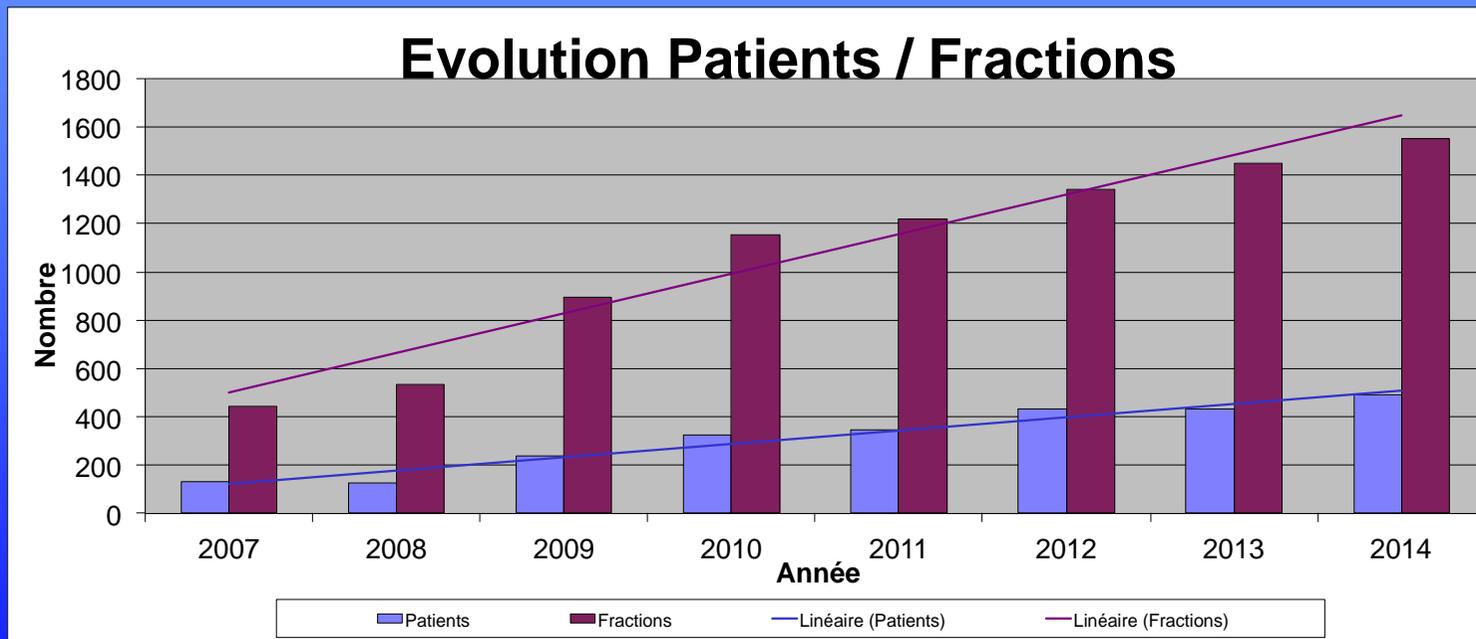
CAL Nice
Centre Antoine-Lacassagne
Centre Régional de Lutte contre le Cancer

PLAN

- **Introduction**
- **Présentation du système Cyberknife®**
- **Mesure de la dose à l'entrée**
- **Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient**
- **Incertitudes de mesure**
- **Conclusion**

Introduction (1)

- 1^{er} Cyberknife en France au CAL (oct 2006)
- + de 1700 patients traités



Introduction (2)

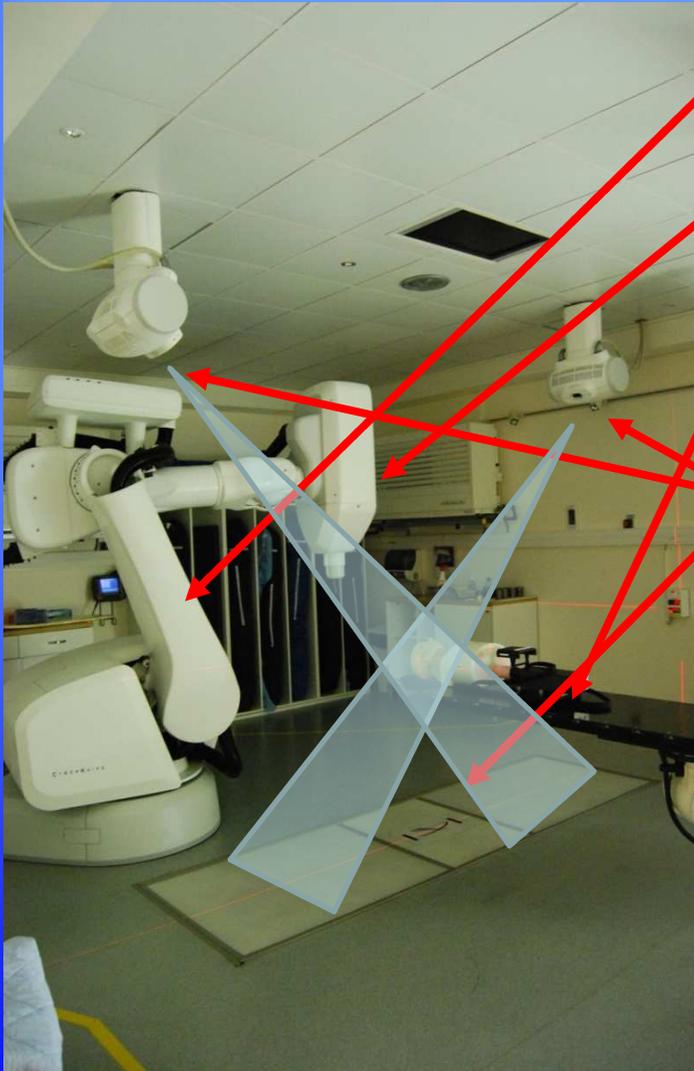
- Nombre élevé d'images RX
- RX déclenchées par un « clic »
- Constantes \neq suivant MER et structure
- \exists NRD en radiologie
- Question récurrente des visiteurs
- Démarche qualité en RTH

Quelle est la dose délivrée par le système d'imagerie du Cyberknife[®]?

PLAN

- Introduction
- Présentation du système Cyberknife®
- Mesure de la dose à l'entrée
- Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient
- Incertitudes de mesure
- Conclusion

Présentation du système Cyberknife® (1)



Bras robotisé 6 axes

Accélérateur de particules 6 MV

Table de traitement robotisée

Système d'imagerie

$100 < kV < 125$; $100 < mA < 250$; $50 < EX < 150$ ms

Système Synchrony®



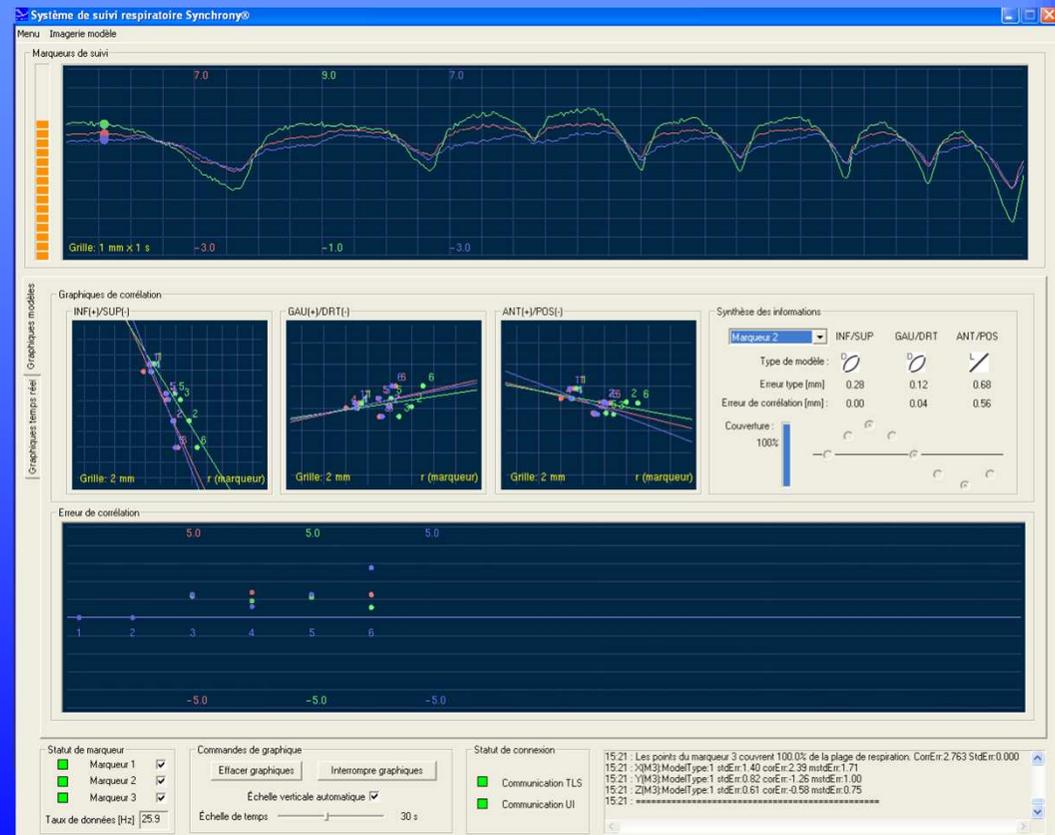
Présentation du système Cyberknife® (2)

- Algorithmes de traitement

— 6D skull

Corrections du divan	
DRT:	0.1 mm
SUP:	0.1 mm
ANT:	0.3 mm
GCH:	0.0 deg
T-BAS:	0.0 deg
AVT:	0.1 deg

SPINE
CIRE
LUNG
RONY



Présentation du système Cyberknife® (3)

- Forte dose administrée avec précision
 - 25 à 75 Gy
- 1 à 5 fractions (entre 5 et 20 Gy / fraction)
- Précision
 - 0,5 mm cibles fixes
 - 0,7 mm cibles mobiles
- Entre
 - 50 à 250 fx / séance
 - 30 et 200 clichés RX / séance (centrage + ttt)

Independent de la dose prescrite

Présentation du système Cyberknife® (4)

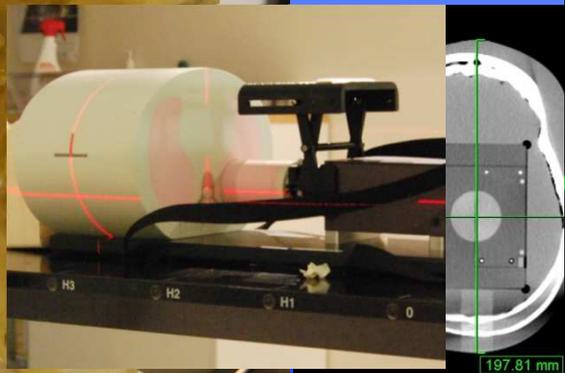
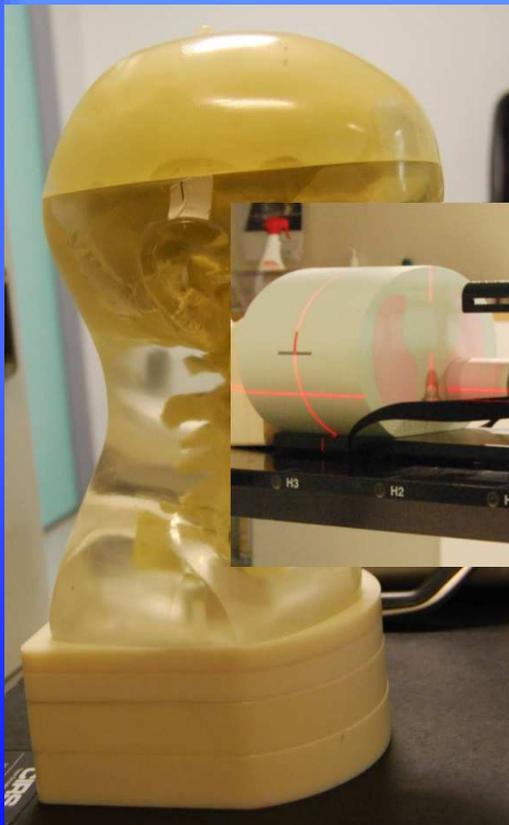
- Réalisation de clichés RX lors
 - Du centrage: obtenir des valeurs de translation et de rotation les plus proches de 0
 - De la réalisation du modèle Synchrony® (au moins 5 clichés et couverture = 80% au minimum) en début et parfois en cours de ttt
 - Du traitement: suivi de la cible et corrections auto (fréquence tous les 3 fx), recentrage (patient qui bouge, lésion difficile à suivre)

PLAN

- Présentation du système Cyberknife®
- Mesure de la dose à l'entrée
- Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient
Méthode
- Incertitudes de mesure
-Résultats
- Conclusion

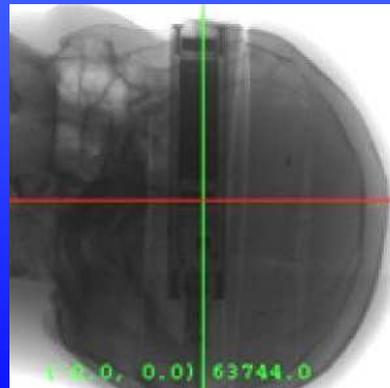
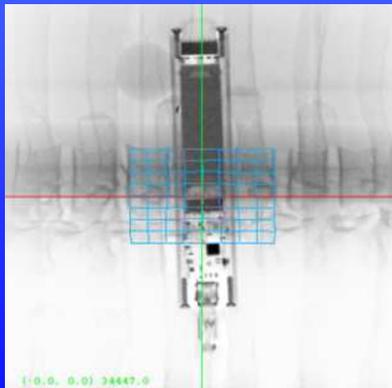
Mesure de la dose à l'entrée (1)

- Matériels
 - Fantôme anthropomorphique Crâne
 - anthropomorphique Poumons /



Mesure de la dose à l'entrée (2)

- Méthode
 - Pré alignement en salle
 - Centrage de précision au pupitre
 - Ajustement position détecteur Unfors
 - Tirs RX avec ttes constantes possibles
 - Lecture directe de la DE sur système Unfors



Mesure de la dose à l'entrée (3)

- Résultats
 - Simulation lésion encéphale

Constantes:

$110 < \text{kV} < 125$

$\text{mAs} = 7.5$

DE (mGy) par tube RX

$0.15 < \text{DE} < 0.17$

Mesure de la dose à l'entrée (4)

- Résultats

- Simulation lésion du rachis

Constantes:

$110 < \text{kV} < 125$

$7.5 < \text{mAs} < 37.5$

DE (mGy) par tube RX

$0.16 < \text{DE} < 0.78$

Mesure de la dose à l'entrée (4)

- Résultats

- Simulation lésion du poumon

Constantes:

$110 < \text{kV} < 125$

$5 < \text{mAs} < 11.25$

DE (mGy) par tube RX

$0.12 < \text{DE} < 0.32$

PLAN

- Mesure de la dose à l'entrée
- Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient
 - Méthode
- Incertitudes de mesure
 - Traitement de lésions de l'encéphale
- Conclusion
 - Traitement de lésions du rachis
 - Traitement de lésions pulmonaires
 - ✓ Patients
 - ✓ Résultats
 - ✓ Bilan

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (1)

- Méthode

- Corrélation avec nb de clichés RX réalisés pour chaque patient

- Dose à l'Entrée TOTale:

$$DE_{TOT} = DE \times \text{Clichés}_{TOT} \text{ tube A} + \text{tube B}$$

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (2) - Lésions de l'encéphale -

- Patients

- ✓ 30 traitements, 30 patients différents
- ✓ 1 cliché tous les 3 faisceaux d'irradiation
- ✓ 5 séances
- ✓ Tube RX A +B (centrage + traitement)

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (3)

- Lésions de l'encéphale -

- Résultats

	Min	Max	Moy
Nbre de clichés 5 séances (centrage + ttt)	150	960	555
DE _{TOT} (mGy)	33.6	158	90
Nbre équivalent de scanner de l'encéphale (*)	0.5	2.4	1.4

* d'après les niveaux de référence diagnostiques donnés par l'IRSN (Indice de Dose en Scannographie Pondérée, IDSP = 65 mGy)

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (4) - Lésions de l'encéphale -

- Bilan
 - ✓ Grande disparité
 - ✓ Non liée aux constantes RX
 - ✓ Liée au nombre de fx d'irradiation
 - ✓ Patient dépendant

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (5)

- Lésions du rachis -

- Patients
 - ✓ 40 traitements, 40 patients différents
 - Etage cervical: 10 patients
 - Etage thoracique: 20 patients
 - Etage lombaire: 4 patient
 - Sacrum: 6 patients
 - ✓ 1 cliché tous les 3 faisceaux d'irradiation
 - ✓ 5 séances
 - ✓ Tube RX A +B (centrage + traitement)

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (6)

- Lésions du rachis -

- Résultats

	Min		Max		Moy
Nbre de clichés	200		935		571
DE _{TOT} (mGy)	46.8		348.9		140.5
Nbre équivalent de scanner (*)	2.3 IDSP 20	1 IDSP 45	17.4 IDSP 20	7.8 IDSP 45	7 3

* d'après les niveaux de référence diagnostiques donnés par l'IRSN (Indice de Dose en Scannographie Pondérée, $20 < \text{IDSP} < 45 \text{ mGy}$)

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (7)

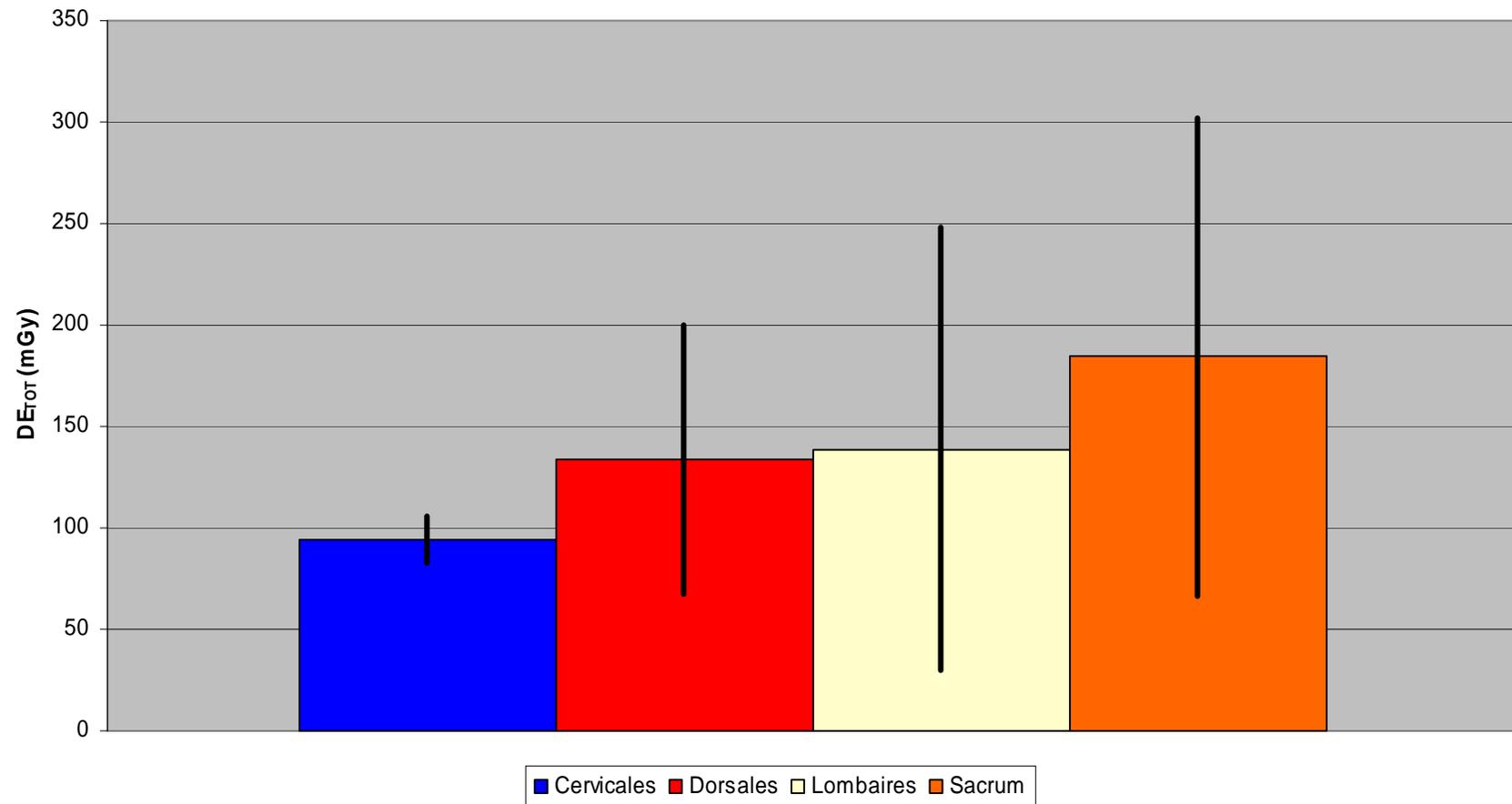
- Lésions du rachis -

- Résultats par étage

	Cervical	Thoracique	Lombaire	Sacrum
Nbre de clichés (Min; Max; Moy)	473	354	522	200
	726	802	790	935
	585	536	662	606
DE _{TOT} (mGy). (Min; Max; Moy)	75.3	68.8	88.7	46.8
	115.5	335.2	322.3	348.9
	93.1	140	172.2	196.6

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (8) - Lésions du rachis -

Mediane des DE_{TOT} délivrées lors de 5 séances, en fonction de la localisation rachidienne
Algorithme de suivi Xsight Spine



Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (9)

- Lésions du rachis -

- Bilan

- ✓ Epaisseur ↑ constantes ↑ DE ↑

MAIS

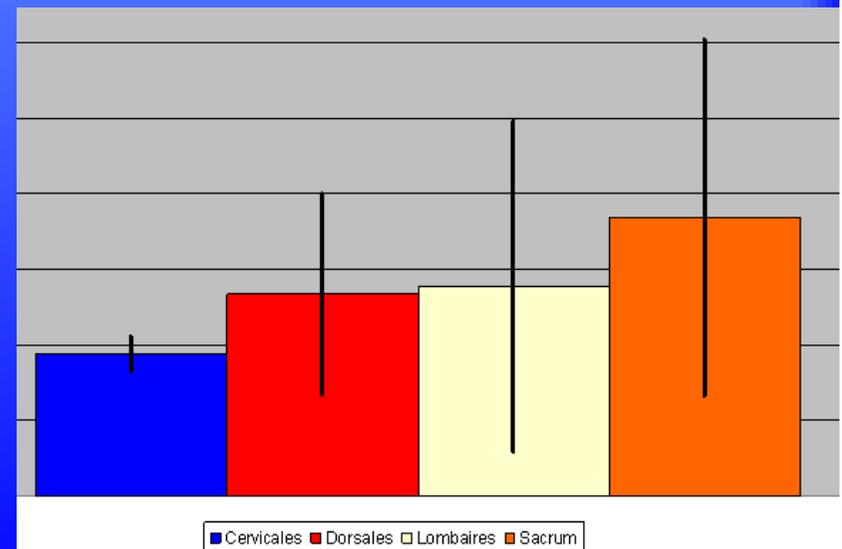
- ✓ Gde disparité pour même loc

- ✓ Corpulence

- ✓ Agitation

- ✓ Douleur

- ✓ Mauvaises DRRs



Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (10)

- Lésions du poumon -

- Patients

- ✓ 80 traitements, 80 patients différents
 - Fiduciaire + synchrony: 30 patients
 - Xsight Lung: 20 patients
 - Xsight Spine: 30 patients (Lobe sup exclusivement)
- ✓ 1 cliché tous les 3 faisceaux d'irradiation
- ✓ 3 séances
- ✓ Tube RX A +B (centrage + traitement)

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (11)

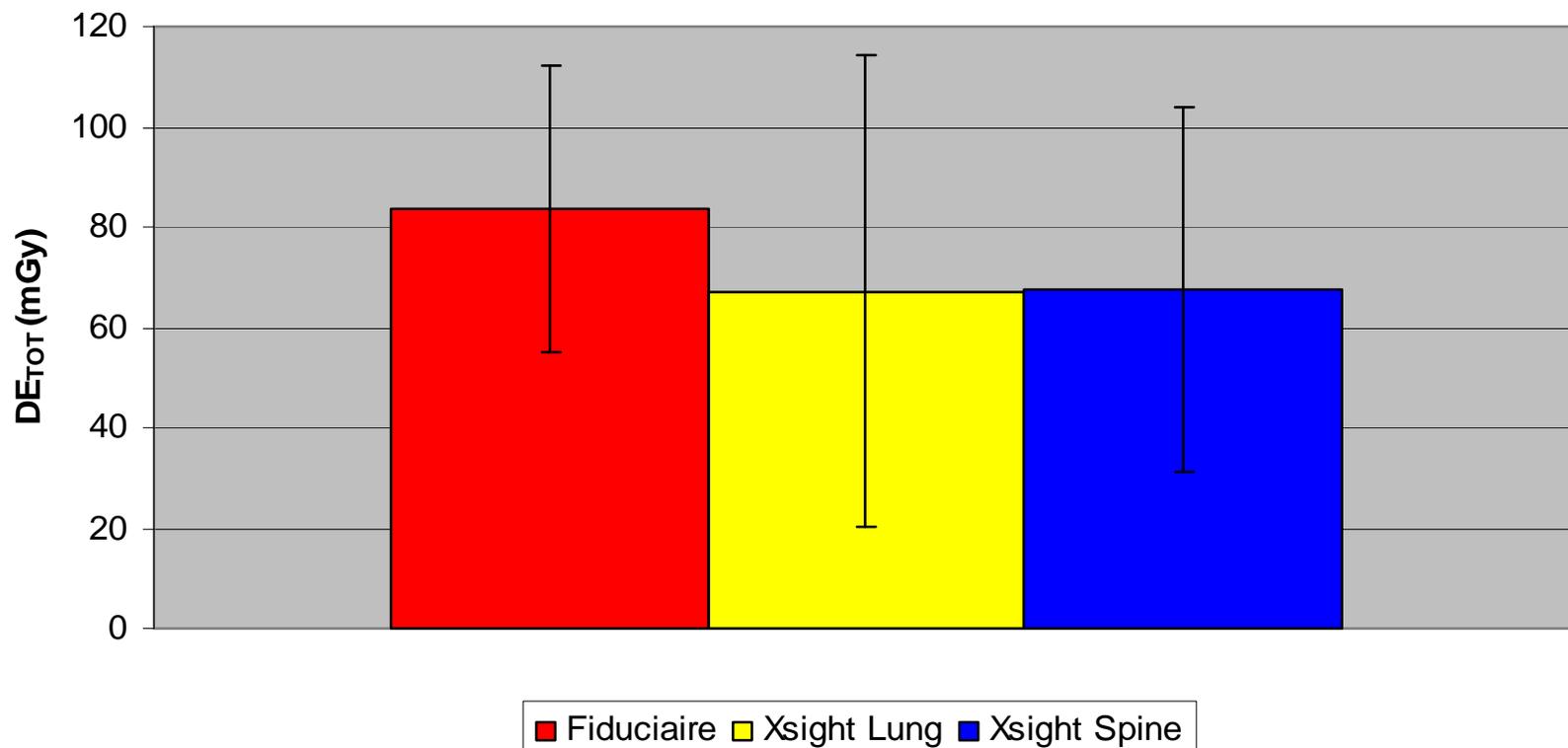
- Lésions du poumon -

- Résultats en fonction de l'algorithmme de suivi

	Min (mGy)	Max (mGy)	Médiane (mGy)
Fiduciaire + Syn	24.8	168.4	83.6
Xsight Lung	32.9	188.5	67.3
Xsight Spine	34.9	201.2	67.7

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (12) - Lésions du poumon -

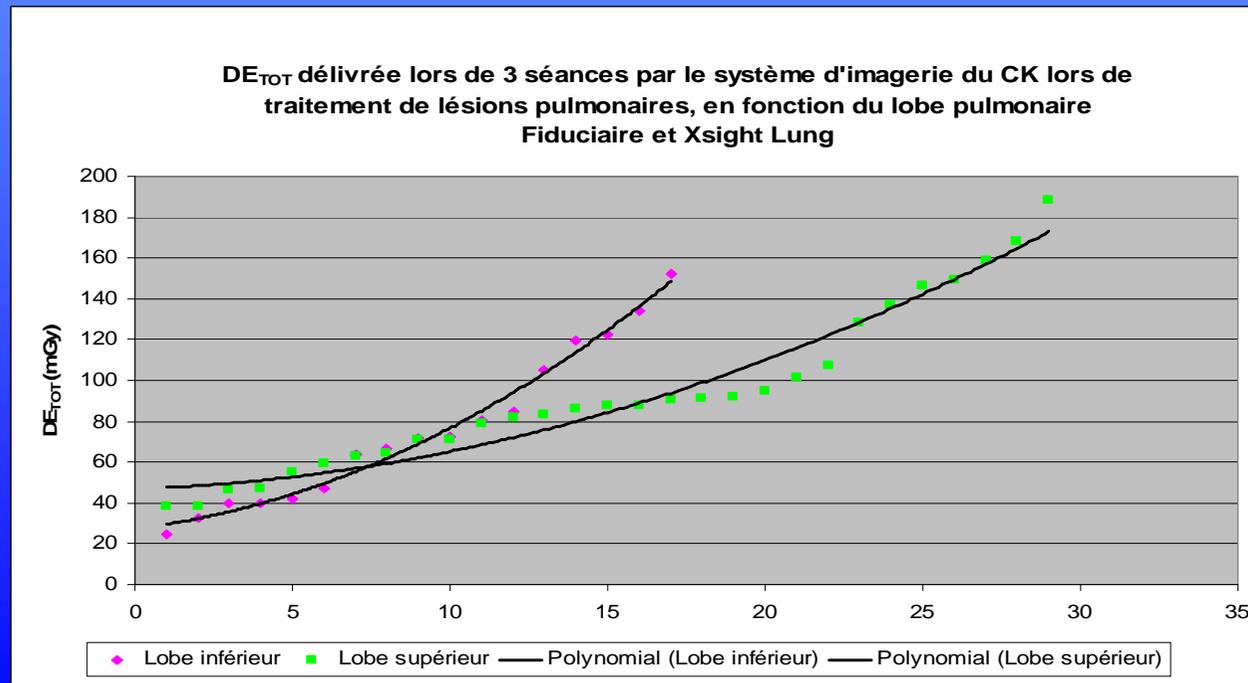
Médiane des DE_{TOT} délivrées pour 3 séances par le système d'imagerie du CK lors du traitement de lésions pulmonaires, en fonction de l'algorithme de suivi



Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (13) - Lésions du poumon -

- Résultats en fonction du lobe pulmonaire traité

	Min (mGy)	Max (mGy)	Médiane (mGy)
Lobe supérieur	38.4	188.5	87.7
Lobe inférieur	24.8	152.3	71.6



Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (14)

- Lésions du poumon -

- Résultats en fonction de l'algorithmme et du lobe pulmonaire traité

	Min (mGy)	Max (mGy)	Médiane (mGy)
Fiduciaire Lobe sup	46.6	168.4	87.8
Fiduciaire Lobe inf	24.8	134.4	76.4
Xsight Lung Lobe sup	38.4	188.5	86.1
Xsight Lung Lobe inf	32.9	152.3	42.1

Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient (15)

- Lésions du poumon -

- Bilan

- ✓ Grande disparité

- Etat du patient (angoisse, dl, agitation, difficultés respiratoires)
- Qualité des DRRs

✓ DE délivrées = 1.7 à 12.6 TDM* thoraciques

Médiane 4.8 TDM*

* d'après les niveaux de référence diagnostiques donnés par l'IRSN (Indice de Dose en Scannographie Pondérée, IDSP = 15 mGy)

PLAN

- Calcul de la dose à l'entrée reçue par le patient
- Incertitudes de mesure
- Conclusion

Incertitudes de mesure

- Fantôme
 - Fantôme \neq patient
 - Taille, volume, corpulence
 - Emplacement de la lésion pulmonaire
- Matériel de mesure
 - $\pm 5\%$ pour la dose mesurée

PLAN

- **Incertitudes de mesure**
- **Conclusion**

CONCLUSION (1)

- Cyberknife®
 - Grande précision
 - Contrôle positionnement
 - Suivi de la cible
- Attention à la dose
 - Constantes utilisées
 - Cumul d'images
 - Patient
 - Qualité DRR
 - TTT difficile (liste diffusion CK)

CONCLUSION (2)

- Sensibiliser les MER
- Adapter les constantes RX (Clips: EX=50)
- Adapter la fréquence du contrôle par imagerie (ttt encéphale, patient immobile)
- Si suivi difficile, chercher pourquoi (mauvais scanner, patient qui bouge, mauvaises constantes...)

CONCLUSION (3)

A court terme au CAL: suivi des doses scanner de simulation + ttt Cyberknife®

PATIENT			Centrage					Traitement					Somme des DE CK (mGy)		PDL (mGy) Scanner de simulation	DE totale (mGy) Scanne	
Nom	Séances	IPP	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	Séance	Traitement			
TEST	1	1001010	110	110	5	0,15	0,15	110	110		51	0,15	0,15	16,8	93,43	120	213,43
	2		110	110	5	0,15	0,15	112	111		52	0,16	0,15	17,62			
	3		110	110	6	0,15	0,15	111	112		55	0,15	0,16	18,85			
	4		111	112	10	0,15	0,16	111	112		49	0,15	0,16	18,29			
	5		111	113	21	0,15	0,16	112	112		48	0,16	0,16	21,87			
Nom	Séances	IPP	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	Séance	Traitement			
	1					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	2					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	3					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	
	4					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	5					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
Nom	Séances	IPP	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	Séance	Traitement			
	1					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	2					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	3					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	
	4					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	5					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
Nom	Séances	IPP	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	Séance	Traitement			
	1					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	2					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	3					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	
	4					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	5					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
Nom	Séances	IPP	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	kV_A	kV_B	Nbre clichés / caméra	DE_A (mGy)	DE_B (mGy)	Séance	Traitement			
	1					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	2					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				
	3					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A	#N/A		#N/A	
	4					#N/A	#N/A				#N/A	#N/A	#N/A				

CONCLUSION (4)

Edition d'un rapport pour chaque patient



Estimation du PDL¹ du scanner de simulation et de la DE² délivrée par les tubes RX du TLS³ lors du traitement par Cyberknife

Nom: TEST
IPP: 1001010

Acte	Dose (mGy)
Scanner de simulation	120
Traitement Cyberknife	93,43
Dose totale	213,43

L'estimation de la DE est basée sur des mesures établies dans les conditions de traitement. Elle prend en compte le nombre de clichés effectué et les constantes (kV ; mAs) utilisées. Les valeurs de DE mesurées sont directement cumulées sur la surface d'entrée du patient en regard de la localisation traitée et ce quelque soit la source RX d'émission. Le détecteur utilisé pour ces mesures est dédié aux dispositifs de radiologie. En conséquence, la DE estimée dans ce rapport ne peut être ni comparée, ni cumulée à la planification dosimétrique établie.

¹ Produit dose longueur.

² Dose à l'Entrée du patient

³ Système de localisation de la cible (Target Locating System)

EPILOGUE

- Sujet de recherche multicentrique
- Qualité des soins / Gestion des risques
- Volontaires pour participer?
 - Groupe de travail
 - Elaboration de NRD?



Merci de votre attention

Et merci à la
SFRP

gwennael.moan@nice.unicancer.fr
04 92 03 12 17