

# Estimation des cancers secondaires après radiothérapie stéréotactique robotisée de cancer bronchique.

Adel Courdi, Gunther Rucka, Pierre-Yves Bondiau  
*Centre Antoine-Lacassagne*  
*Département de Radiothérapie, Nice*

## Cancers secondaires fonction de:

- âge
- sexe
- facteurs génétiques
- traitements associés
- dose
- fractionnement, débit
- volume
- type de rayonnement
- susceptibilité tissulaire

# La radiothérapie

Arme puissante contre le cancer

Faible risque assumé de cancer radio-induit

## Rth conventionnelle

- Plusieurs séances
- Dose élevée sur volume cible
- Au-delà: dose modérée sur volume modéré
- Cancers radio-induits: données de la littérature

## RSR (Cyberknife®)

- Une ou peu de séances
- Dose très élevée sur volume cible
- Au-delà: dose faible sur grand volume
- Cancers radio-induits: Pas de données

Dans quelle mesure une dose faible sur un grand volume changerait-elle le risque?

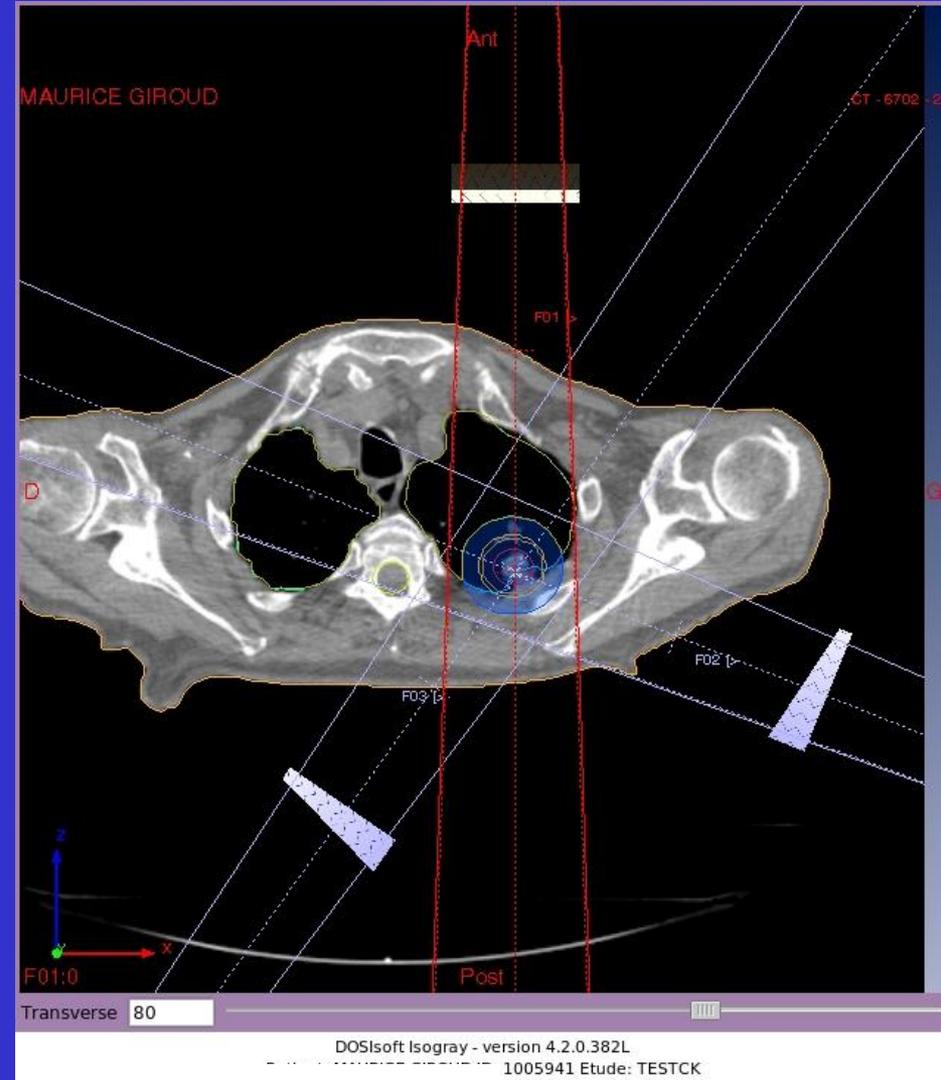
# Radiothérapie stéréotactique robotisée (RSR) Cyberknife®



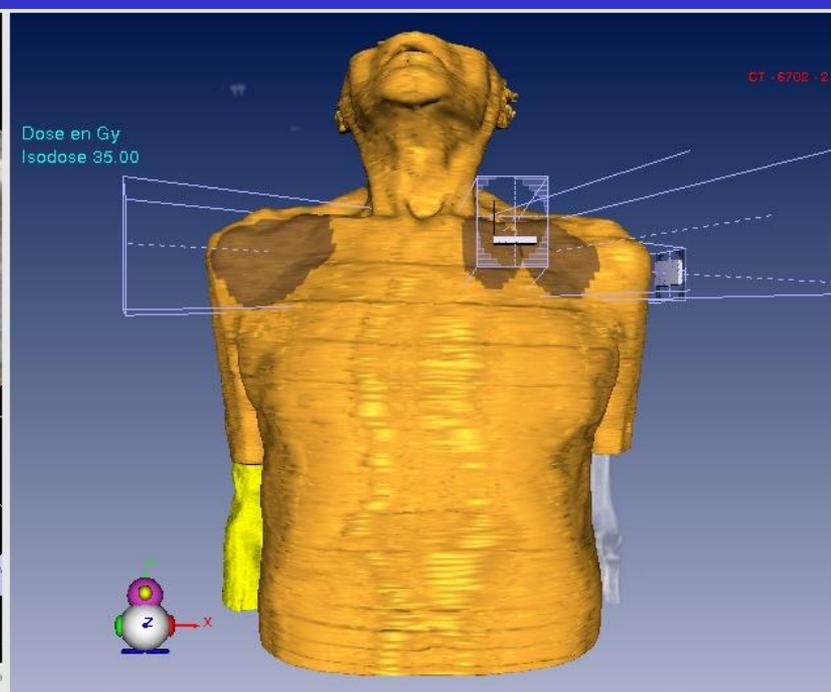
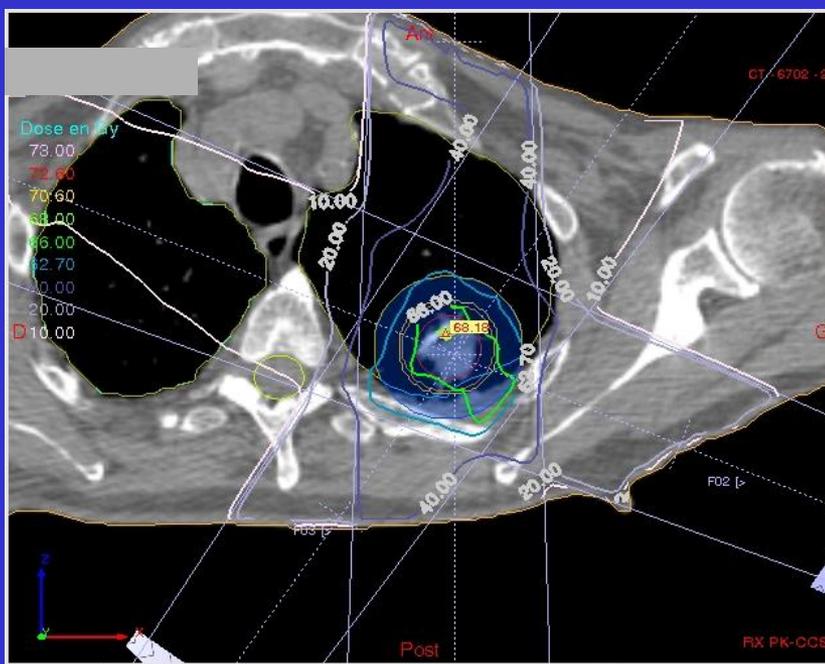
- Multitude de faisceaux non coplanaires
- Permet fortes doses au volume cible
- Très peu de séances
- Réduit la dose aux tissus sains
- Réduit le volume des tissus sains irradiés
- **Augmente le volume recevant une faible dose**

# Carcinome épidermoïde bronchique LSG

3 Fx RC3D



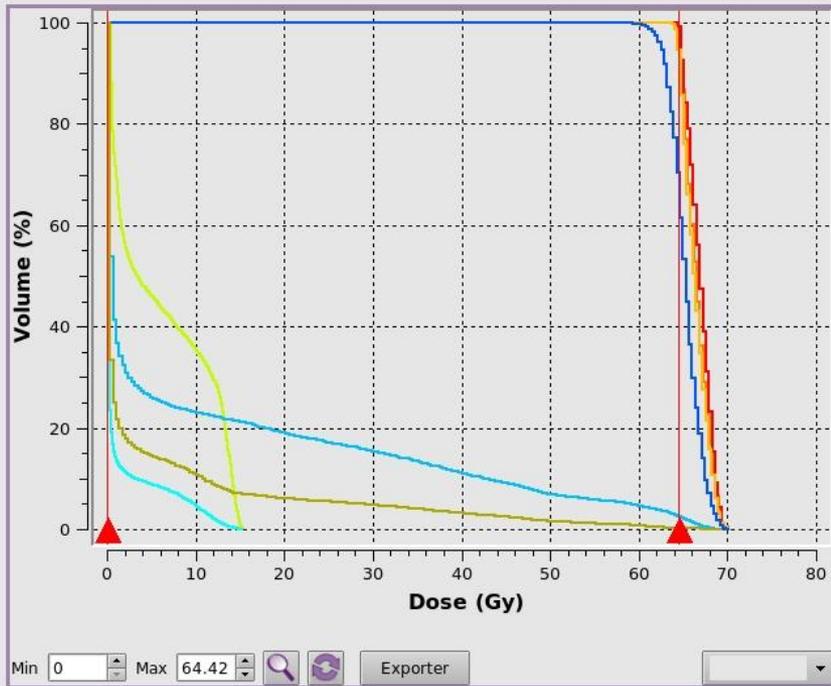




**Statistiques**

Structure	1	2	3	4	5	6	7	8
CTV_1	CTV_1	GTV_1	moelle	PouD	pouG	Pou-PTV	PTVCK	PTV RCD
Vol. Géom. (cm3)	24.0	8.5	27.6	3143.6	1877.4	4967.0	31.8	97.1
Points Aléatoires	4472	3943	4551	10136	8818	10945	4631	5344
Dose Min. (Gy)	63.71	64.29	0.29	0.00	0.00	0.00	63.25	58.20
Dose Max. (Gy)	70.06	70.01	15.45	15.42	69.57	69.41	69.96	70.22
Dose Med. (Gy)	66.34	66.76	3.37	0.07	0.41	0.15	66.13	65.10
Dose Moy. (Gy)	66.42	66.75	6.20	1.11	9.75	3.73	66.26	65.14
Ecart Type	1.38	1.34	5.70	2.95	18.46	10.67	1.39	1.73
Borne Dose Min. (Gy)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Borne Dose Max. (Gy)	64.42	64.42	64.42	64.42	64.42	64.42	64.42	64.42
Vol. sélection (cm3)	1.1	0.1	27.6	3143.5	1831.3	4953.0	2.1	33.1
Vol. sélection (%)	4.5	0.9	100.0	100.0	97.5	99.7	6.8	34.1
Dose à 95% (Gy)	64.44	64.63					64.34	62.41
Dose à 2% (Gy)			14.86	12.19	65.08	47.44		

$33 \times 2 = 66 \text{ Gy}$



- Afficher isocentres
- Afficher faisceau sur 3D

Afficher VOI 3D

- | Mon...                   | VOI              |
|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | PTV_1            |
| <input type="checkbox"/> | CTV_1            |
| <input type="checkbox"/> | GTV_1            |
| <input type="checkbox"/> | Poumon D         |
| <input type="checkbox"/> | poumonG          |
| <input type="checkbox"/> | Canal médullaire |
| <input type="checkbox"/> | Skin             |

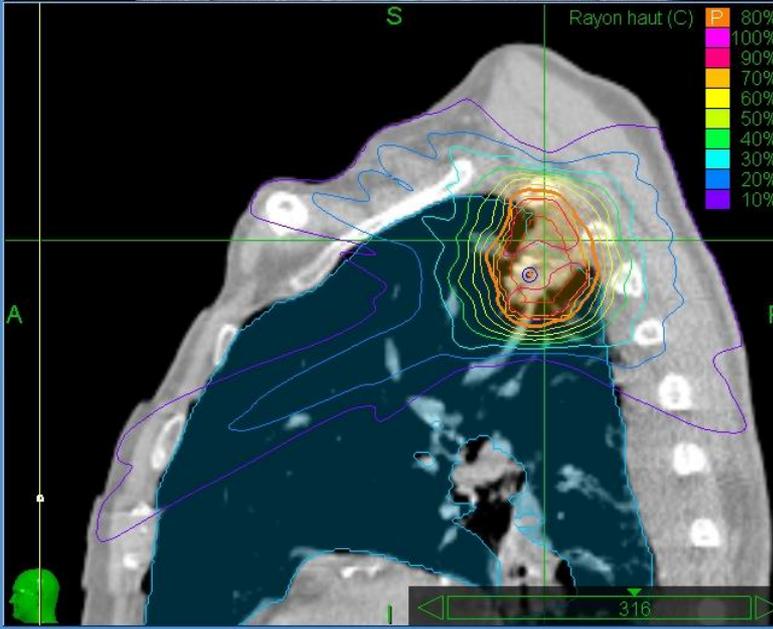
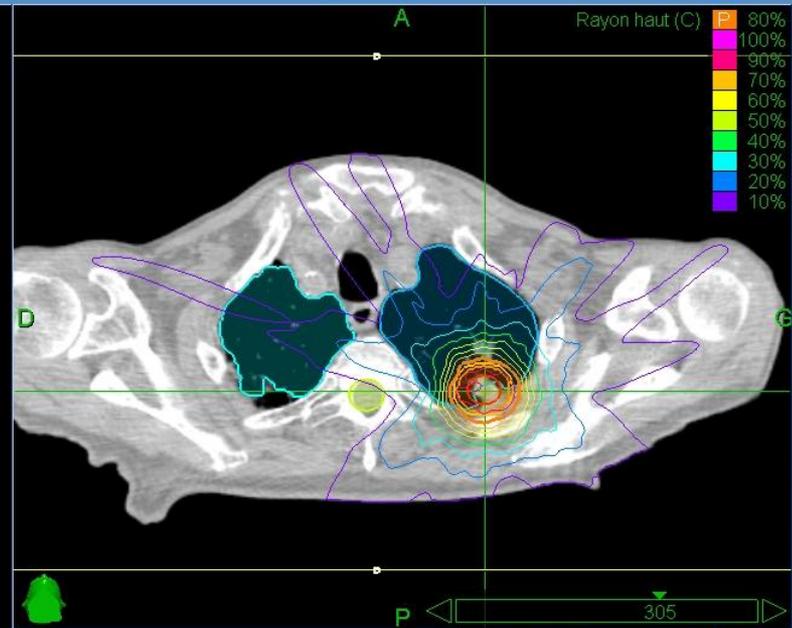
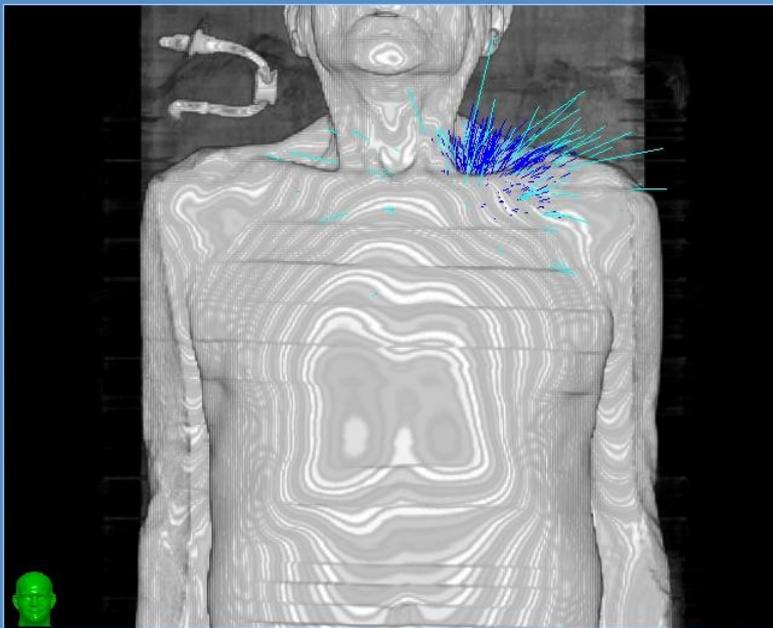
145 Fx

Dispositions

3D	DVH	3D	DVH
A	Dose	S	Dose
3D	DVH	3D	A
C	Dose	S	C

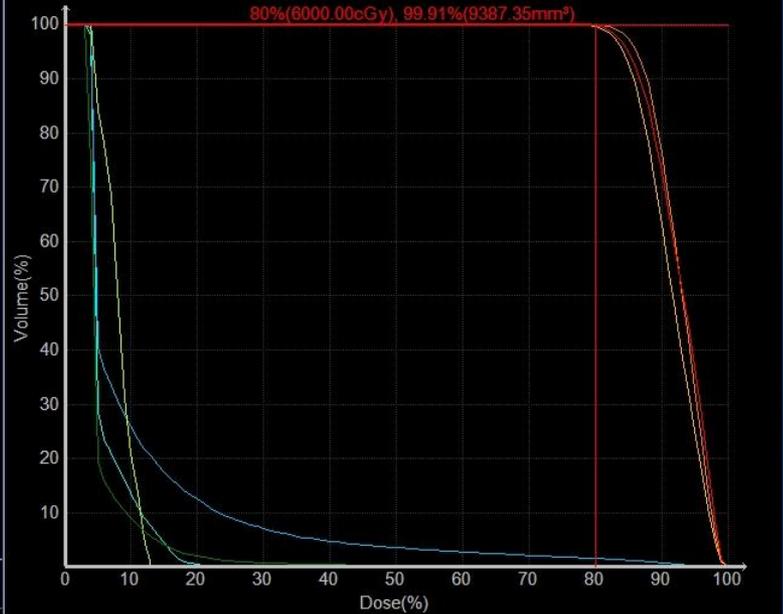
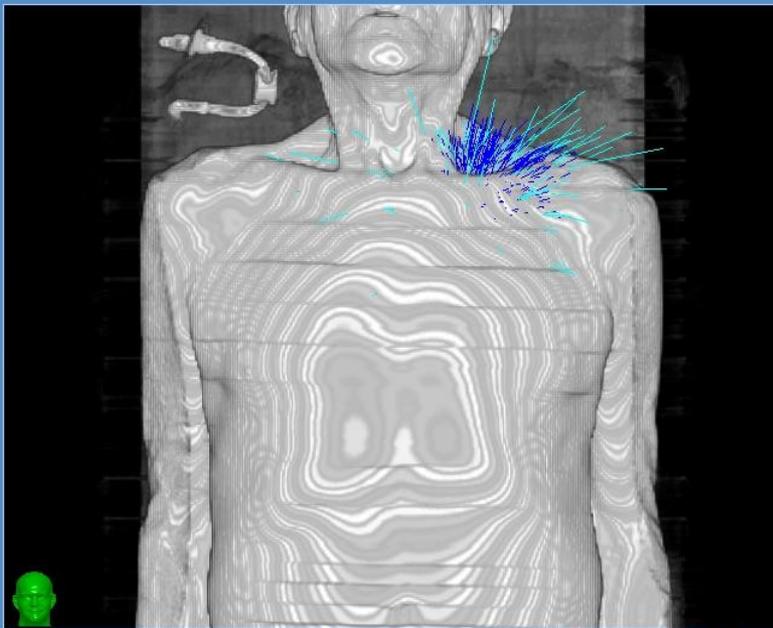
Standard Afficher

Plan  
 f145i80v100  
 2010-10-28 17:16:25  
 Rx  
 80%, 6000.00 cGy



Vertical toolbar with navigation and control icons: mouse, zoom, pan, rotate, and other standard software controls.

Propriétés DVH DVH actif : GTV\_1



Calcul de dose

Algorithme Traçage des

Résolution Haut

Calculer

Prescription

Prescription

Point de référence

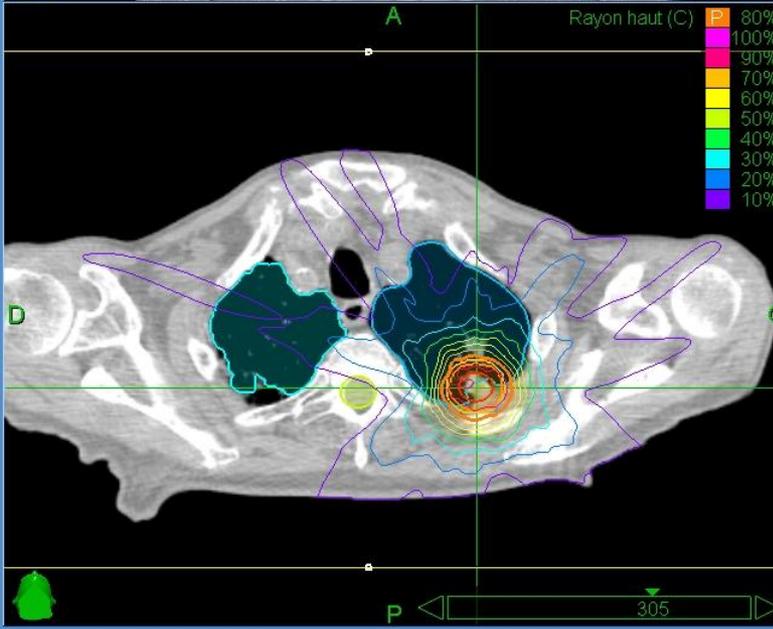
Utiliser pt. de dose max

Dose (cGy) 7500.00

Point : Aller à >>

52.64,32.23,64.50

Déf sur point de réticule



Noeuds	77	MU Total	61770.38
Faisceaux	145	MU Min	14.25
Dose max (cGy)	7500.00	MU Max	970.48

Table des statistiques de dose

VOI	Min (cGy)	Moyenne (cGy)	Max (cGy)	CI	nCI	HI	Couvert...
PTV_1	5843.90	6864.82	7500.00	1.28	1.28	1.25	99.70%
CTV_1	5976.13	6961.35	7500.00	1.68	1.68	1.25	99.97%
GTV_1	5976.13	6953.90	7499.44	4.64	4.65	1.25	99.91%
Poumon D	276.24	459.46	2316.97	s/o	s/o	s/o	s/o
poumonG	287.83	816.18	7500.00	s/o	s/o	s/o	s/o
Canal medullaire	327.79	603.45	1000.97	s/o	s/o	s/o	s/o
[PTV_1] Shell 1	1989.82	3514.90	4433.07	s/o	s/o	s/o	s/o
[PTV_1] Shell 2	389.29	1788.31	2863.45	s/o	s/o	s/o	s/o

Standard Afficher

Plan  
f145i80v100  
2010-10-28 17:16:25  
Rx  
80%, 6000.00 cGy

3 x 20 = 60 Gy

# 5000 survivants de cancer pédiatrique. Suivi moyen: 29 ans

Dose reçue à l'endroit du cancer secondaire	Cancers secondaires (n = 369)		p
	Cas/témoins	RR* (IC 95%)	
0	58/356	1 (réf)	
0 - 1	40/331	0,75 (0,47-1,2)	n.s.
1 - 5	42/135	2,2 (1,3-3,6)	0,01
5 - 10	36/76	3,8 (2,2-6,5)	<0,001
10 - 20	67/93	6,2 (3,8-10,0)	<0,0001
20 - 40	84/83	9,1 (5,6-14,8)	<0,0001
> 40	42/35	15,3 (7,9-29,5)	<0,0001

*\* Ajusté sur type de 1<sup>er</sup> cancer, chimiothérapie (o/n), agents alkylants (o/n), anthracycline (o/n), et stratifié sur le sexe, date et âge du diagnostic et durée du suivi*

# Cancers 2<sup>aires</sup> par kg, dose intégrales et doses moyennes correspondantes

1                      2                      3                      2 ÷ 3                      1 ÷ 3

Dose (Gy)	Tous cancers 2 <sup>aires</sup>	Dose intégrale (J)	Masse tissulaire (kg)	Dose moyenne (Gy)	Nombre de cancers 2 <sup>aires</sup> par unité de masse* (kg <sup>-1</sup> )
Pas de RT	43	0	803	0,00	0,051
0-0,5 Gy	45	704	3664	0,19	0,018
0,5 -5 Gy	34	2111	892	2,37	0,043
5 Gy-10 Gy	27	2092	291	7,18	0,108
10 Gy-20 Gy	45	5886	392	14,99	0,123
20 Gy-30 Gy	34	6993	284	24,63	0,125
30 Gy-40 Gy	30	8104	233	34,72	0,147
> 40 Gy	39	10160	200	50,59	0,232

\* mêmes ajustements

# Méthodologie

- Dosimétrie effectuée avec RC3D et CK pour le même cas
- Les volumes ayant reçu une dose comprise entre 2 valeurs sont calculés. Mêmes tranches utilisées
- Masses calculés avec densité pulmonaire = 0,3
- Somme des estimations sur tout le thorax

## Estimations des cancers secondaires après Rth par CK en fonction des masses ayant reçu une certaine dose

Dose (Gy)	Volume (cc)	Masse (kg)	Cancer secondaire par kg (MT)	Cancer secondaire
> 40	49,8	0,0149	0,232	0,0035
30 - 40	30,0	0,0090	0,147	0,0013
20 - 30	61,8	0,0185	0,125	0,0023
10 - 20	146,7	0,0440	0,123	0,0054
5 - 10	401,8	0,1205	0,108	0,0130
0 - 5	4304	1,2912	0,043	0,0555
			<b>Total</b>	<b>0,0811</b>

## Estimations des cancers secondaires après Rth classique en fonction des masses ayant reçu une certaine dose

Dose (Gy)	Volume (cc)	Masse (kg)	Cancer secondaire par kg (MT)	Cancer secondaire
> 40	209	0,0627	0,232	0,0145
30 - 40	80	0,0240	0,147	0,0035
20 - 30	66	0,0198	0,125	0,0025
10 - 20	228	0,0684	0,123	0,0084
5 - 10	194	0,0582	0,108	0,0063
0 - 5	4198	1,2594	0,043	0,0542
			<b>Total</b>	<b>0,0894</b>

## Discussion

- Pas de cancer 2<sup>aire</sup> dans un volume recevant une dose ablative (pas de cellules à risque)
- Les risques ont été élaborés à partir de vieilles techniques de Rth
- Débit plus élevé au CK
- Effet âge: RR 5 fois plus faible chez les adultes
- Il existe indéniablement un effet « dose » et un effet « volume »
- Volume (> 40 Gy) plus petit après CK, RR plus important
- Volume (5 - 10 Gy) plus grand après CK, mais RR plus faible
- Au total, malgré une distribution de doses différente entre Rth classique et CK, les estimations des cancers secondaires sont très proches (environ 2% chez l'adulte)

*Merci de votre attention*

