

Actualités sur les techniques de radiothérapie

Dans le cadre des métastases osseuses



La pitié Salpêtrière



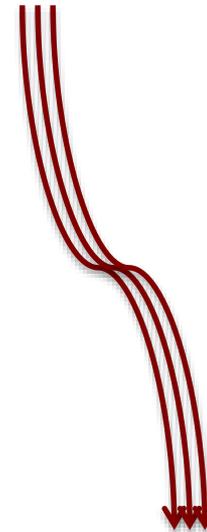
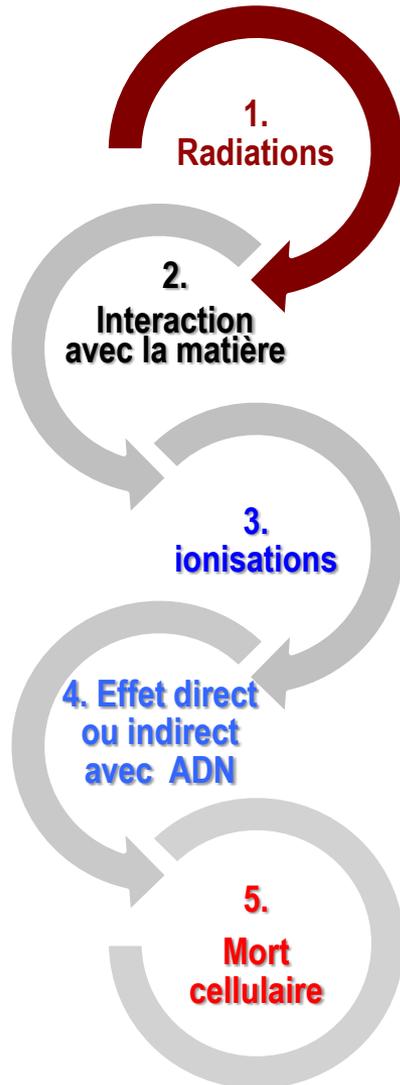
RCP Métastases osseuses, le 13/02/2016

I Troussier, L Feuvret, X Cuenca,

Onco-radiothérapie

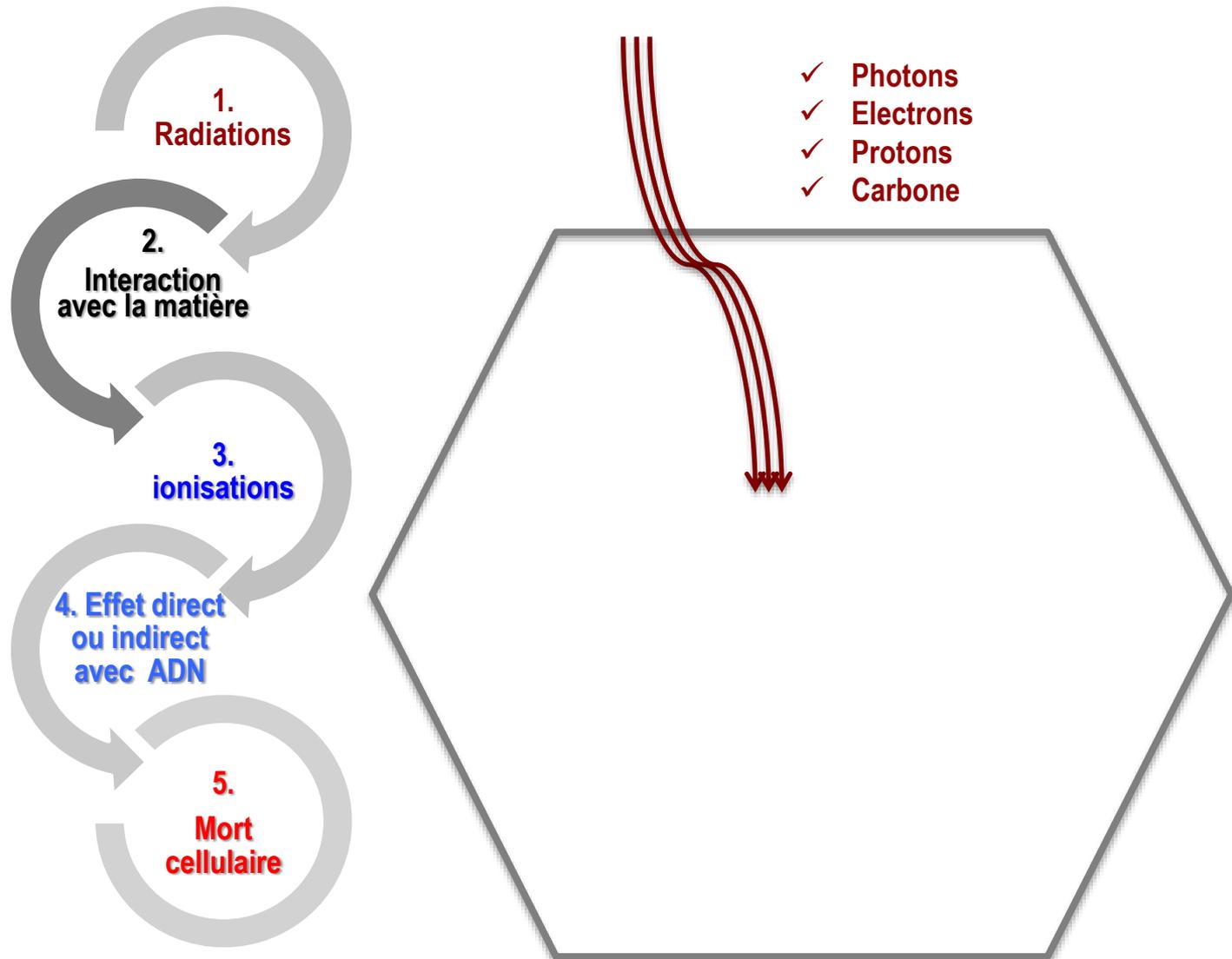
- 1 **Mécanisme d'action des radiations**
 - 2 Différentes techniques RCMI
 - 3 Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée
 - 4 Protons
 - 5 Indications des différentes techniques
- Conclusion

Mécanismes d'action des radiations

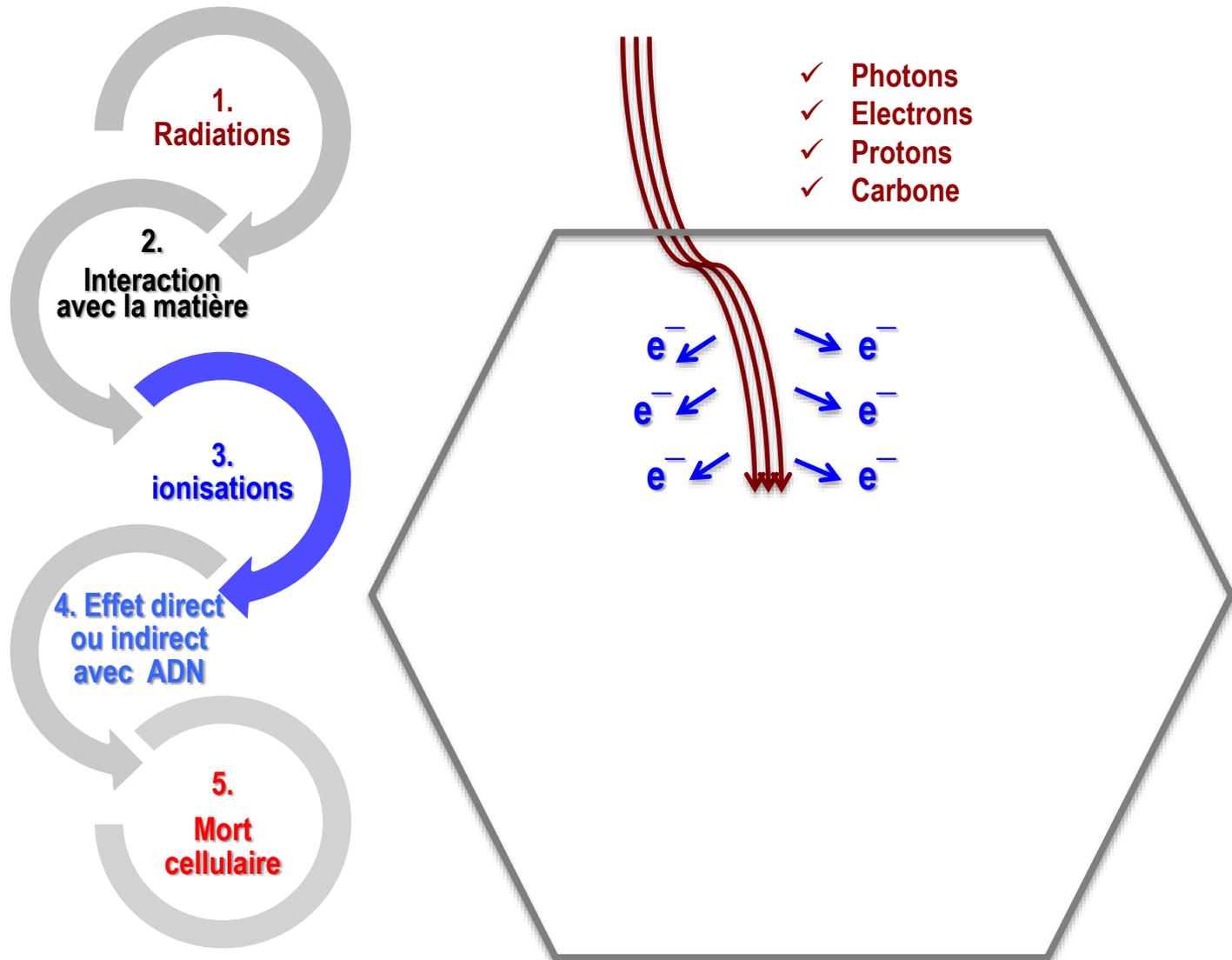


- ✓ Photons
- ✓ Electrons
- ✓ Protons
- ✓ Carbone

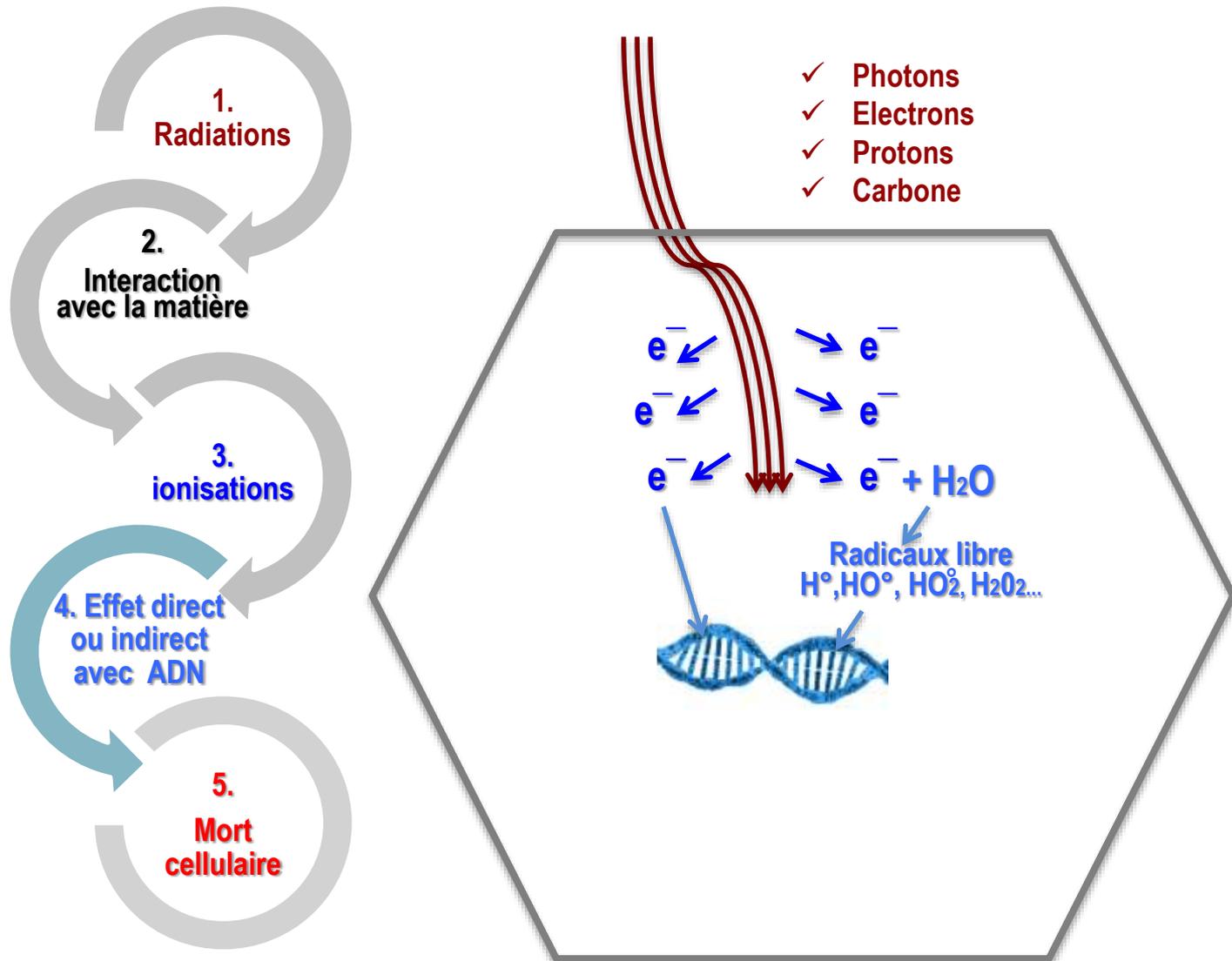
Mécanismes d'action des radiations



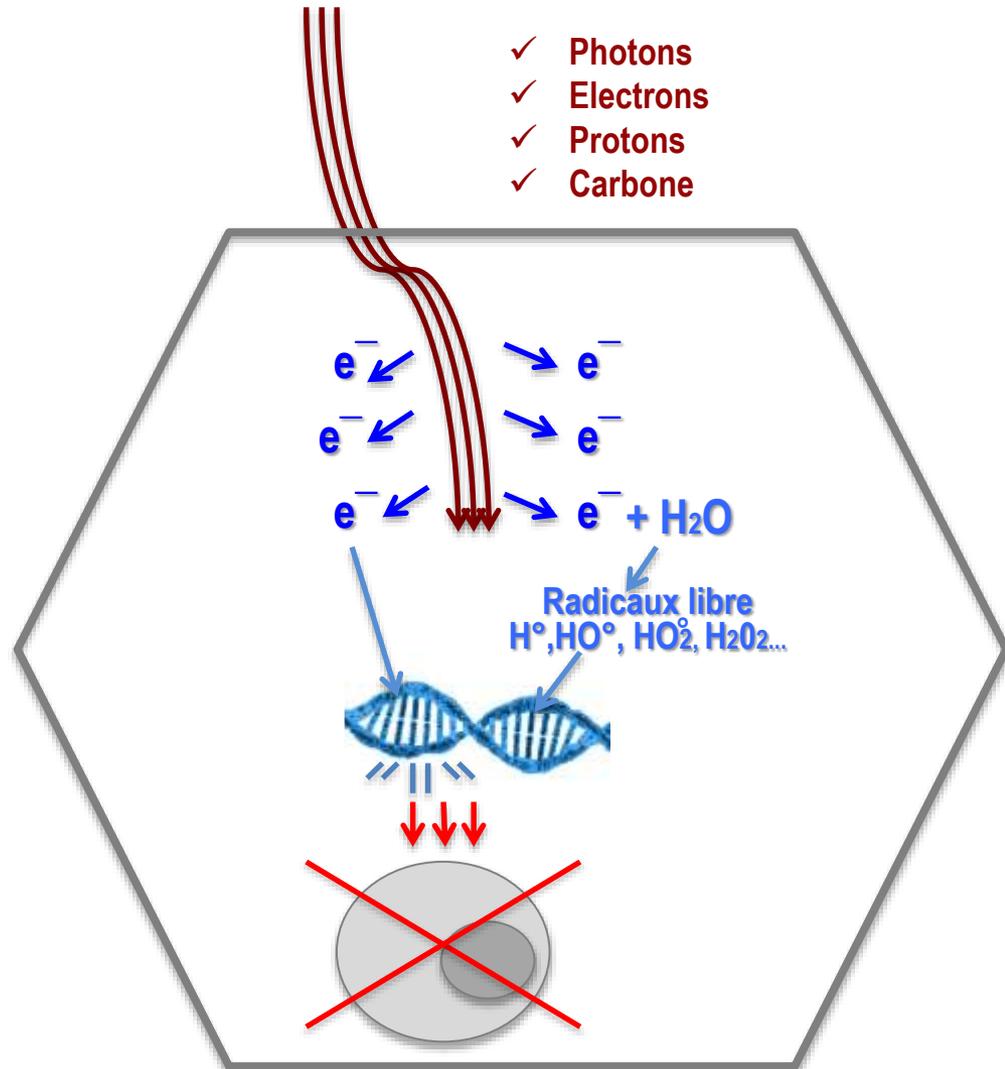
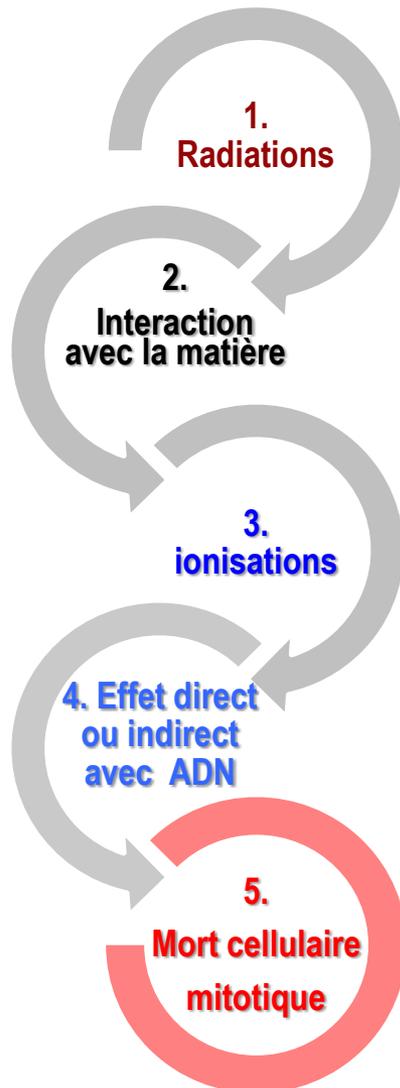
Mécanismes d'action des radiations



Mécanismes d'action des radiations



Mécanismes d'action des radiations



1

Mécanisme d'action des radiations

2

Différentes techniques RCMI

3

Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée

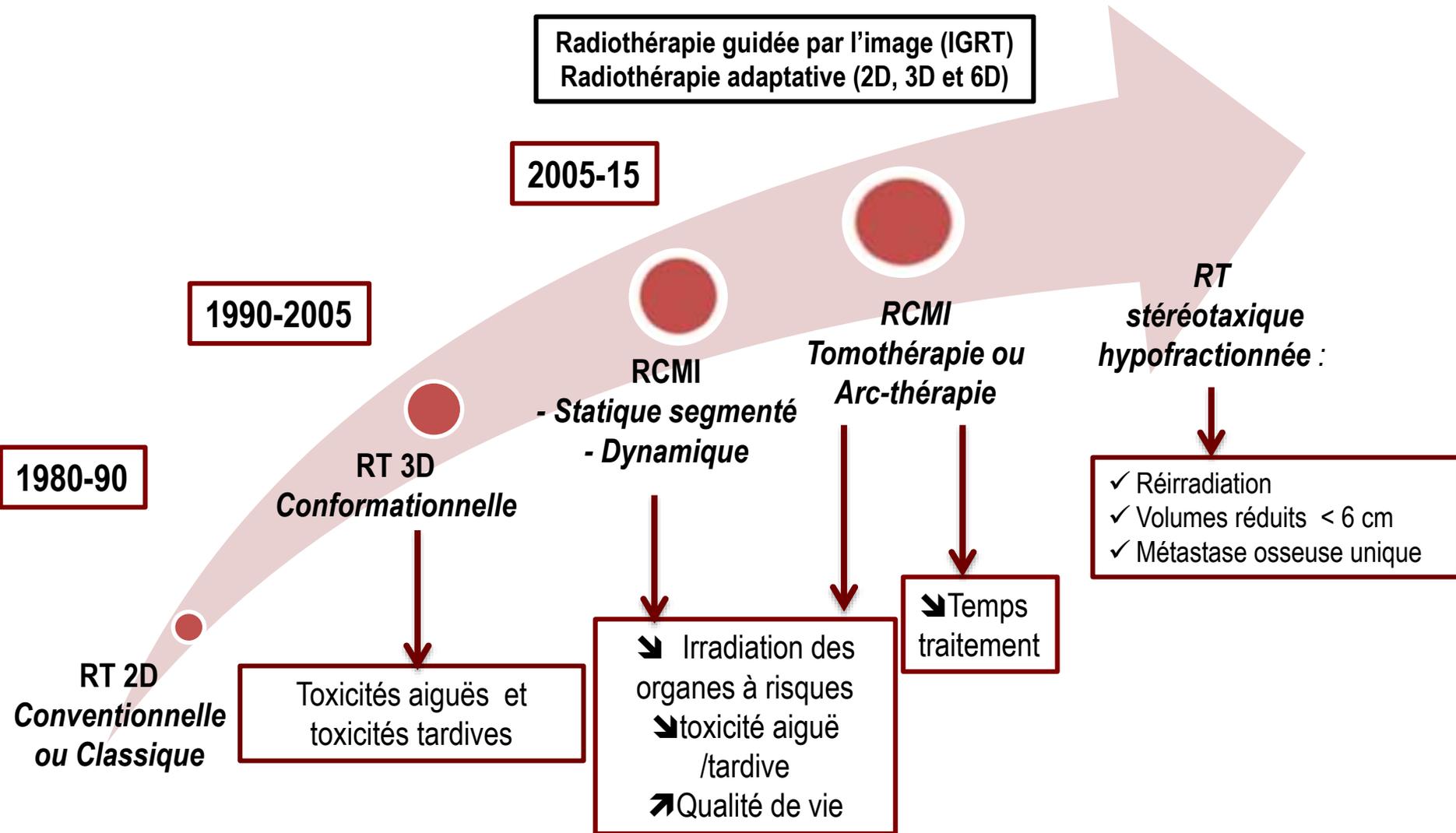
4

Protons et ions carbons

5

Indications des différentes techniques

Conclusion



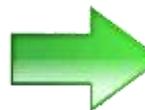
Radiothérapie : évolution des techniques

RT2D

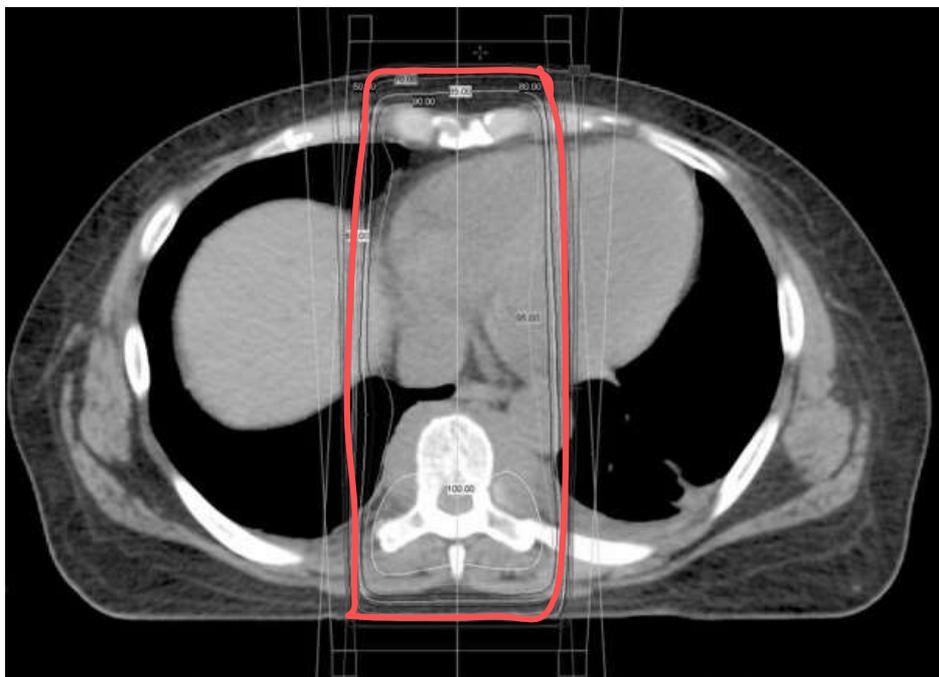
Conventionnelle ou
Conformationnelle



RT3D
Conformationnelle
tridimensionnelle



- ✓ Diminutions des doses aux OAR : ↘
effets secondaires aigus et tardifs
- ✓ Couverture des volumes cibles au
moins équivalentes : **Survie au moins**
équivalente



Distribution de dose par RT2D / RT3D



Distribution de dose par RT3D



Radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle
Clinac 2100 c

1 à 2 fractions de 8 Gy ou 5 fractions de 4 Gy ou 10 fractions de 3 Gy

Radiothérapie : évolution des techniques

RT3D

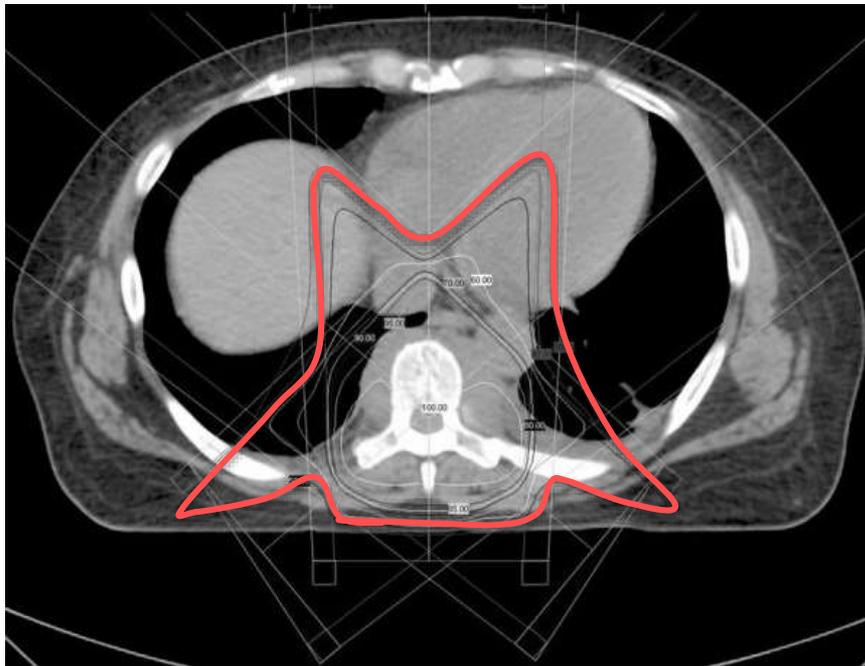
Conventionnelle ou
Conformationnelle



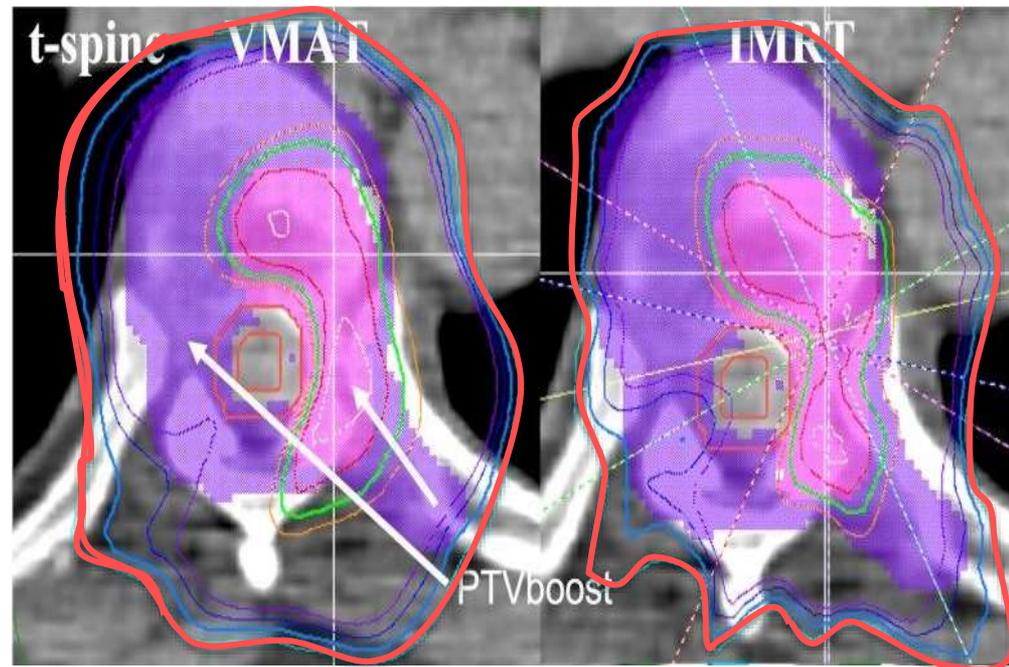
RCMI
conformationnelle par
modulation d'intensité



- ✓ Diminutions des doses aux OAR : ↘
effets secondaires aigus et tardifs
- ✓ Couverture des volumes cibles au
moins équivalentes : **Survie au moins**
équivalente

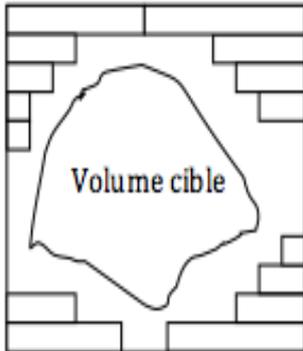


Distribution de dose par RT3D



Distribution de dose par RCMI ou arc-thérapie

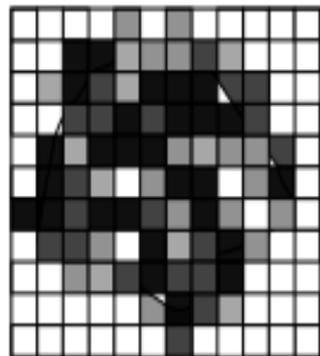
Radiothérapie externe conformationnelle avec modulation de la fluence des Photons (RCMI)



**RT
3D**

- un **système d'immobilisation**
- une imagerie tridimensionnelle**
(*en position de traitement*)
- une dosimétrie tridimensionnelle
- collimateur multilames (MLC)**
- Vérification par une imagerie portale.

Mazeron et al. Paris
2005



- modulation fluence des photons**
- ↘ Irradiation des organes à risque
(↘ *des toxicités*, ↗ *Qualité de vie*)
- planification inverse (Volumes / contraintes de dose) : logiciels / algorithmes d'optimisation et de calcul de la dose**

Mazeron et al. Paris
2005

**R
C
M
I

O
U

I
M
R
T**

Mazeron JJ, et al. Bull Cancer 2007 ; 94 :109-13.
Mazeron et al. Paris 2005
Purdy JA. Basel: Karger; 1996:1-16.
ICRU. Report 50 1993.
ICRU. Report 62 1999.

Brahme, A. (1998).
Acta Oncol, 37, 593-602.
IMRTCWG 2001. I
JROB 51, 880-914.
ICRU rep. 83 10(1):1-106.
Holmes T et al. IJROBP 2009;
74(5):1311-1318.
Maingon P, et al. (2007).
oncologie, 9, 417-421.
Giraud P, J.C. et al. (2002).
Can/Radiother, 6, 37s-48s.
Fogliata, A. et al
Rad. Oncol, 69, 267-75
Butler, E.B. et al. IJROB,
45, 21-32.



Tomothérapie hélicoïdale

- Imagerie en coupe et une RCMI dans le même anneau (traitement hélicoïdal)
- **Asservissement translation table avec la rotation accélérateur**

Mackie TR, Med Phys 1993;20(6):1709-1719.
Dejean C., et al. [Bull Cancer (Paris). juill 2010;97(7):783-789.

2

RCMI : différentes techniques

Arc-thérapie

Contrôle respiratoire

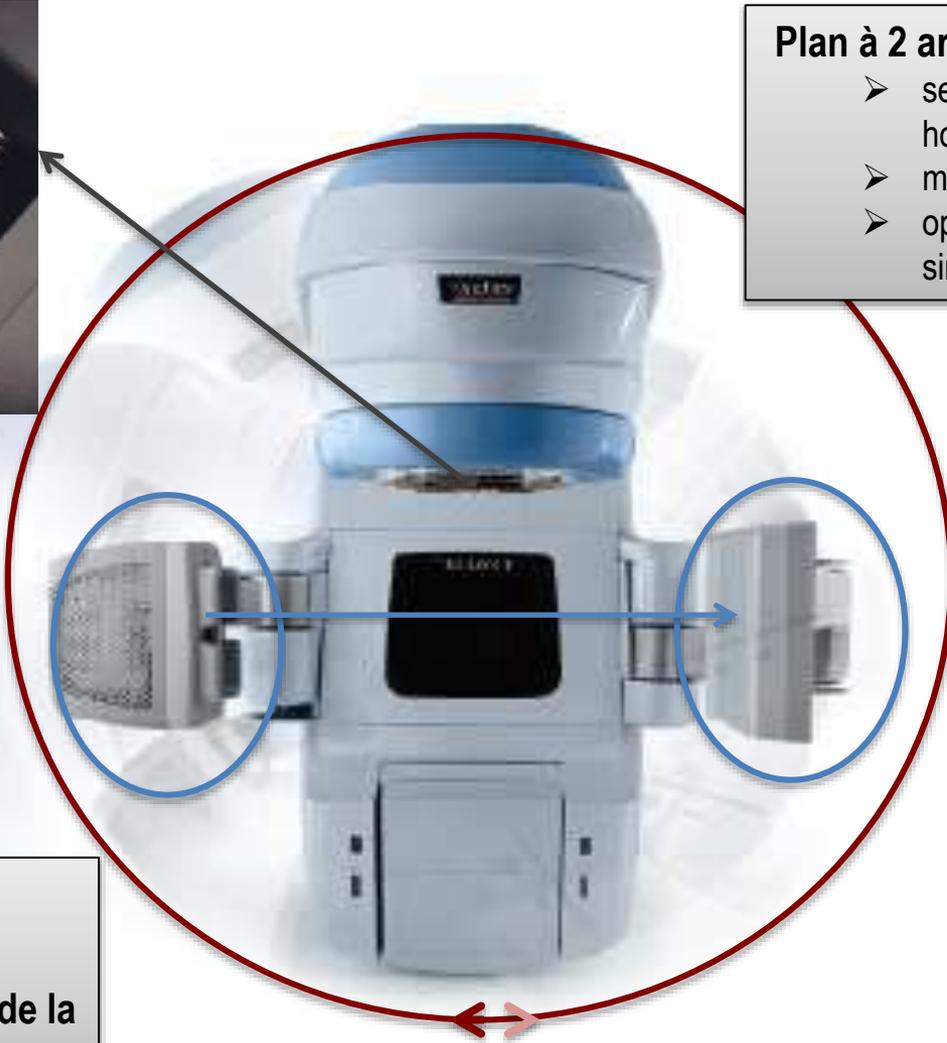
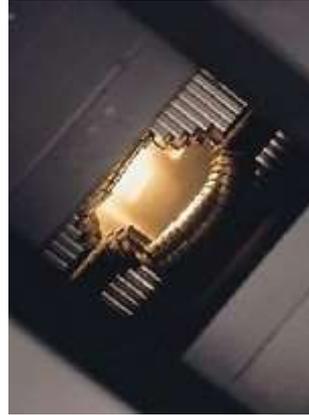


Table robotisée 6 D



Novalis Truebeam Stx (Varian)

Arc-thérapie



Plan à 2 arcs coplanaires de 360°

- sens opposés horaire et anti-horaire
- même isocentre
- optimisé indépendamment et simultanément

➤ **Déplacement et variation vitesse collimateur multilames**

➤ **Variation débit dose**

➤ **Déplacement et variation de la vitesse du bras**

Cone beam
computer
tomography
IGRT

2

RCMI : différentes techniques



Tomothérapie

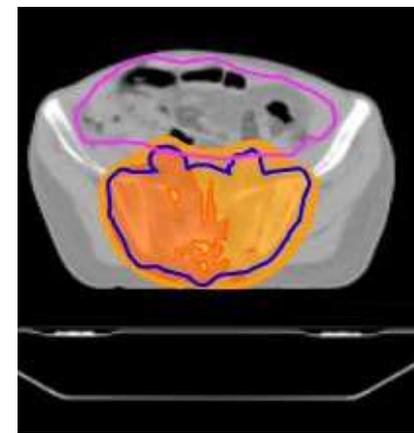
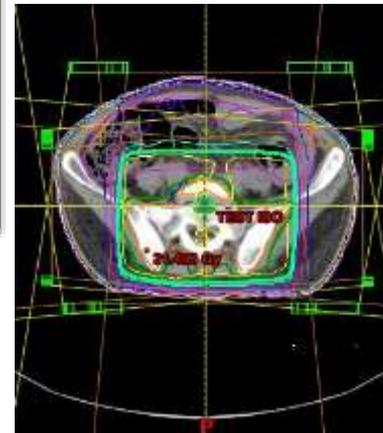


Tomothérapie (accuray)

Traitement de grand volume

Avantage pour métastases
synchrones nombreuses

Cependant toxicités
hématologiques



RCMI / IMRT > RT 3D > RT 2D

↘ Doses délivrées aux

Organes à risque

↘ Toxicité aiguë

↘ Toxicité tardive

Survie équivalente à RT-3D

RCMI / IMRT :
Définition des volumes
et contraintes
Planification inverse
Modulation de la
fluence
→ IGRT

Différentes RCMI :

✓ Tomothérapie hélicoïdale

✓ Arc-thérapie
volumétrique modulée

Introduction

1

Mécanisme d'action des radiations

2

Différentes techniques RCMI

3

Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée

4

Protons

5

Indications des différentes techniques

Conclusion

Stéréo (3D) taxique (explorer) :

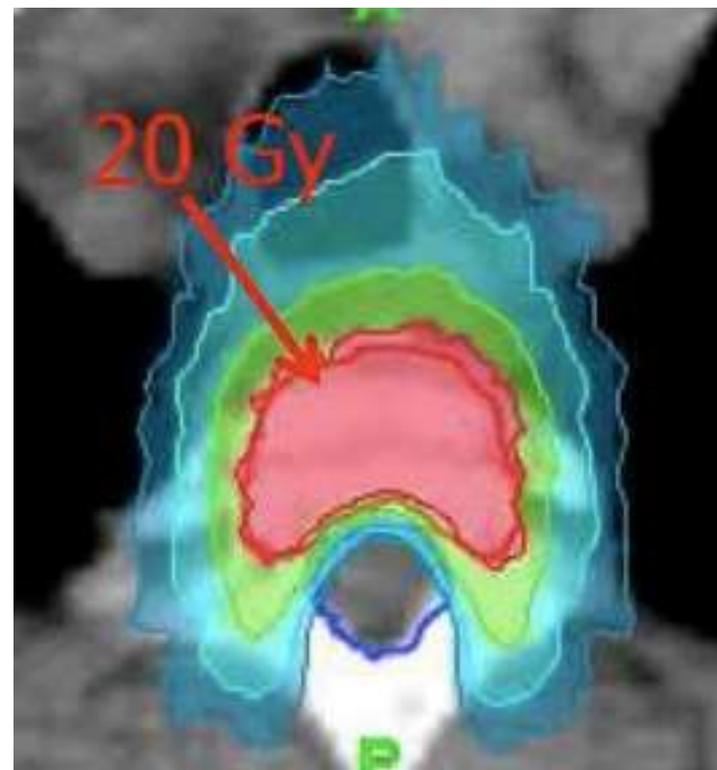
meilleure conformation des faisceaux de photons sur le volume cible
meilleure épargne des tissus sains voisins

Hypofractionnée \neq fractionnement classique :

Délivrance de forte dose (8-10 Gy) par 1 séance (radiochirurgie)
ou plusieurs séances / fraction (1 à 10)

BUT :

amélioration du contrôle local de la région irradiée
destruction ciblée des oligométastases osseuses



Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée



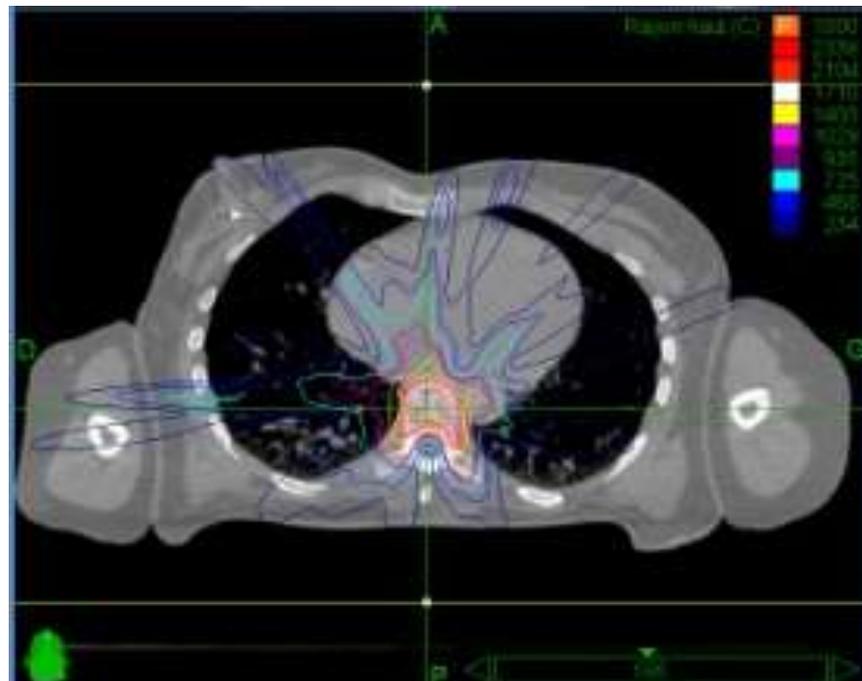
Cyberknife

- Radiochirurgie stéréotaxique = Une fraction unique
- Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée
- Guidage par imagerie et robotique assistée par ordinateur
- Tumeurs intra et extra-crâniennes < 6cm

RT stéréotaxique hypofractionnée

Avantages

- ✓ Lésions à proximité de la moelle
- ✓ Dose tumoricide
- ✓ Tumeurs radiorésistantes
- ✓ Hypofractionnement possible
- ✓ Ambulatoire
- ✓ Très peu morbide et **non invasif**



Résultats

- ✓ Douleur soulagée $\approx 80\%$ des cas
- ✓ Contrôle local : 12 mois vs 3-6 mois en radiothérapie classique
- ✓ Réponse radiologique $\approx 88\%$ (100% sein/poumon, 87% rein, 75% mélanome)

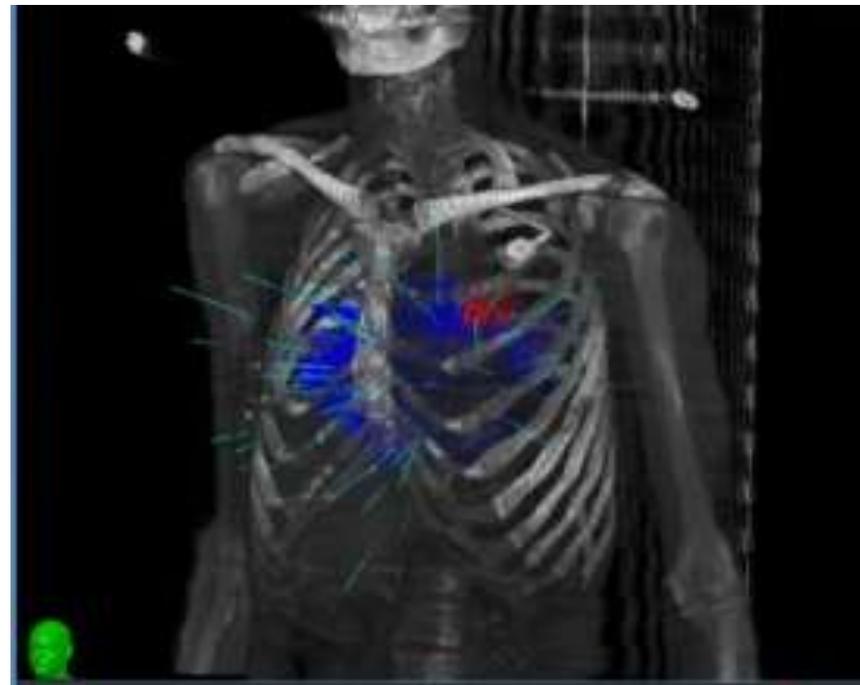
RT stéréotaxique hypofractionnée

Indications:

- ✓ ≤ 2 segments vertébraux
- ✓ reliquat postopératoire
- ✓ Récidive

Contre-indications :

- ✓ instabilité rachidienne
- ✓ compression
- ✓ déficit neurologique rapidement progressif
- ✓ RT métabolique < 1 mois
- ✓ RT focale < 3 mois
- ✓ et/ou espérance de vie < 3 mois



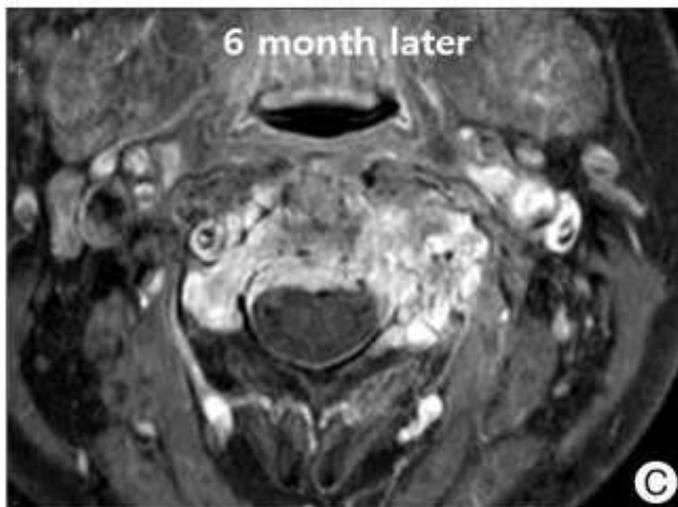
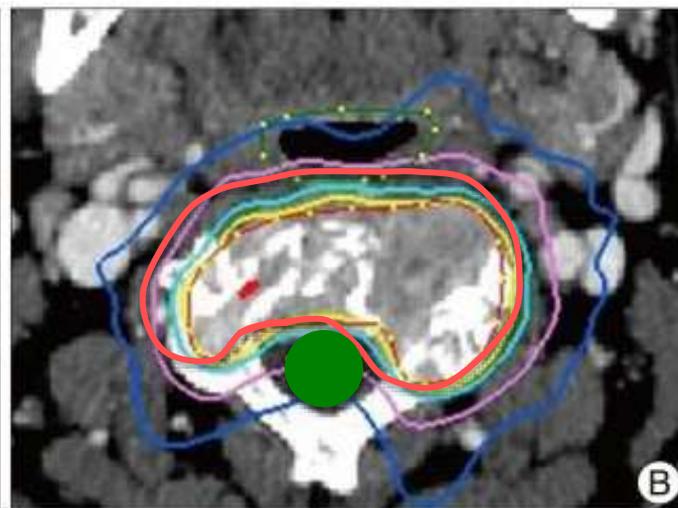
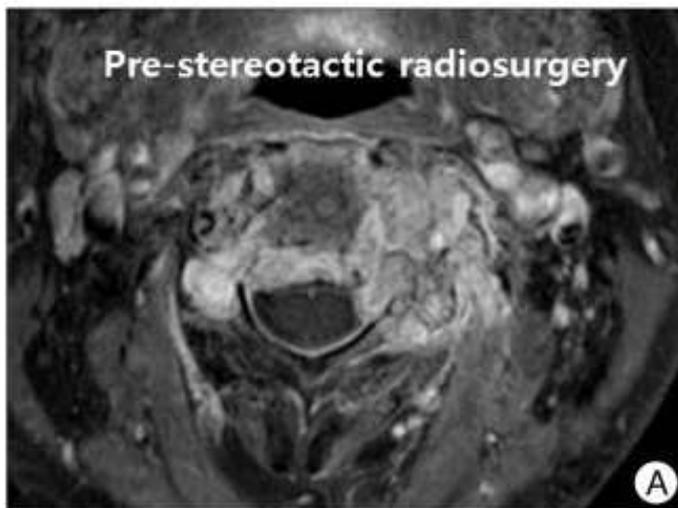
RT stéréotaxique hypofractionnée

- **Guidage par imagerie et robotique assistée par ordinateur / exactrac avant chaque arc**



Novalis Truebeam Stx (Varian) / 5 demi-arcs

RT stéréotaxique hypofractionnée

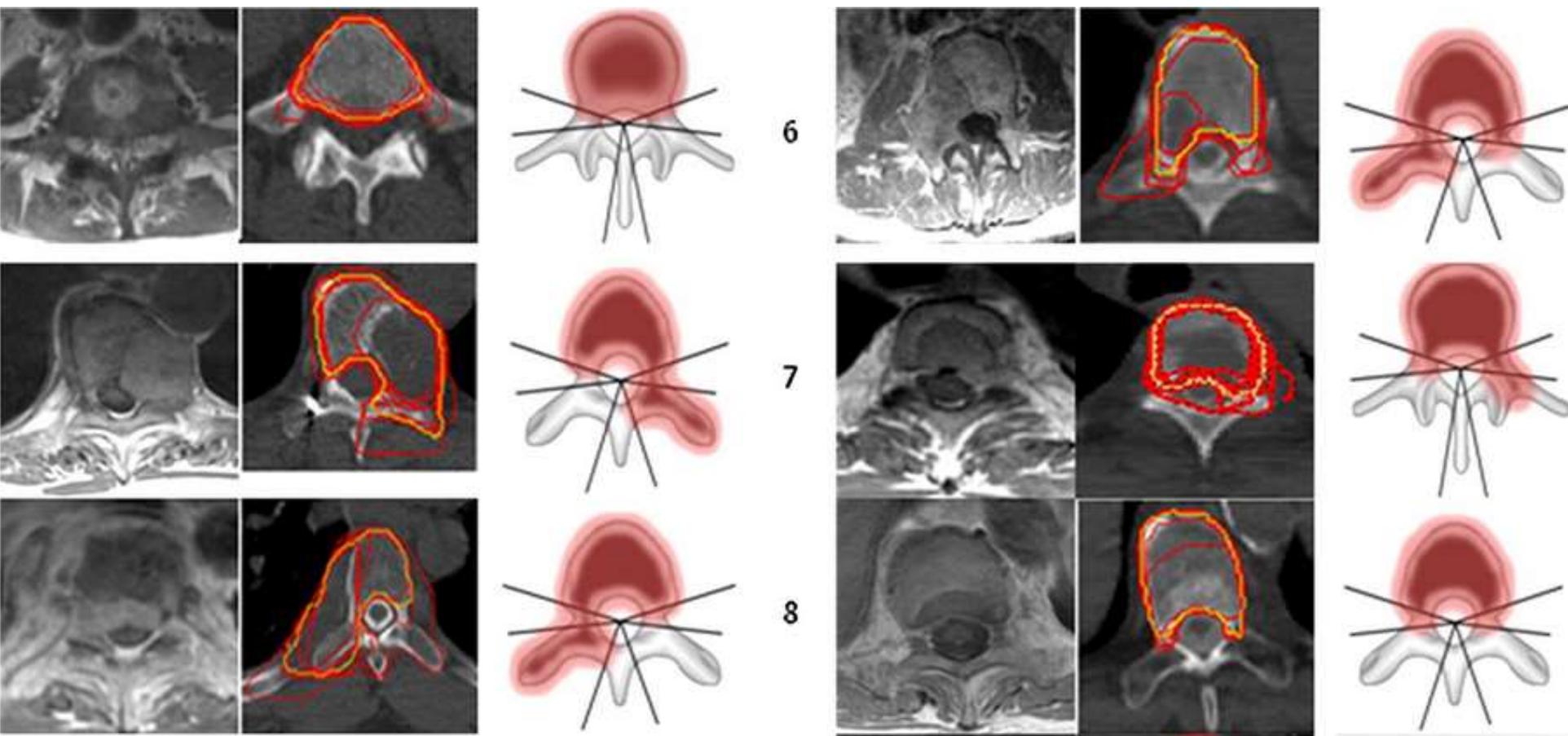


DOSE
TUMORICIDE
Contrôle local
durable

1 fraction de 16 à 18 Gy
RTOG 0631

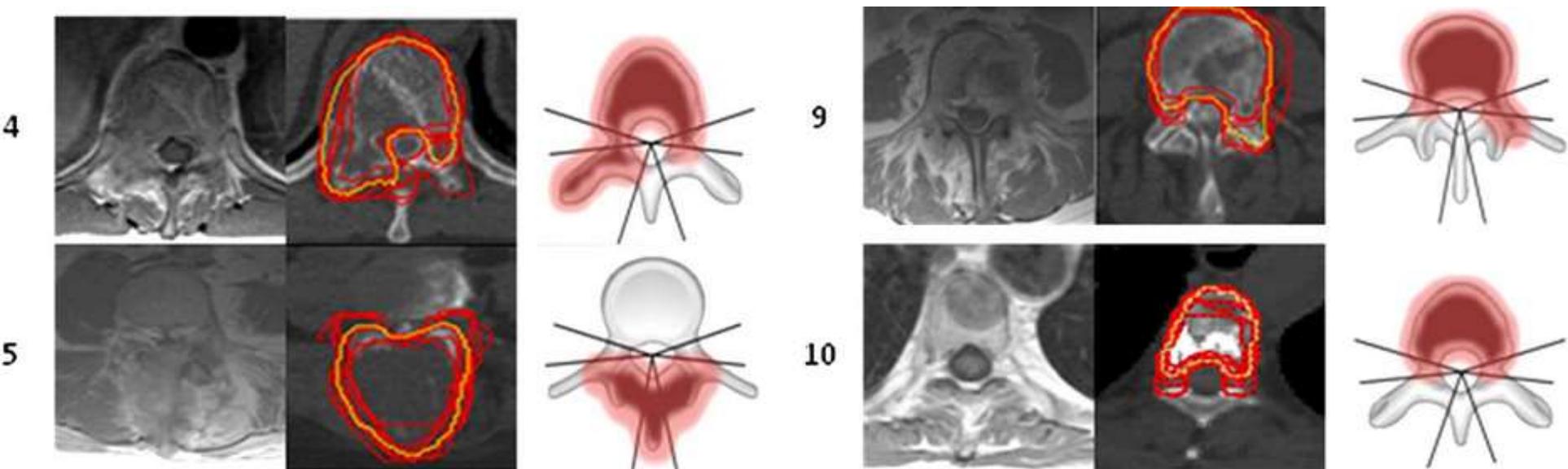
3 fractions de 8-10 Gy ou 5 fractions de 6 Gy
Chang et al. J Neurosurg Spine 2007

RT stéréotaxique hypofractionnée



Volumes cibles anatomo-cliniques (CTV) fonction de la lésion macroscopique initiale GTV
CTV au PTV marges ≤ 3 mm

RT stéréotaxique hypofractionnée

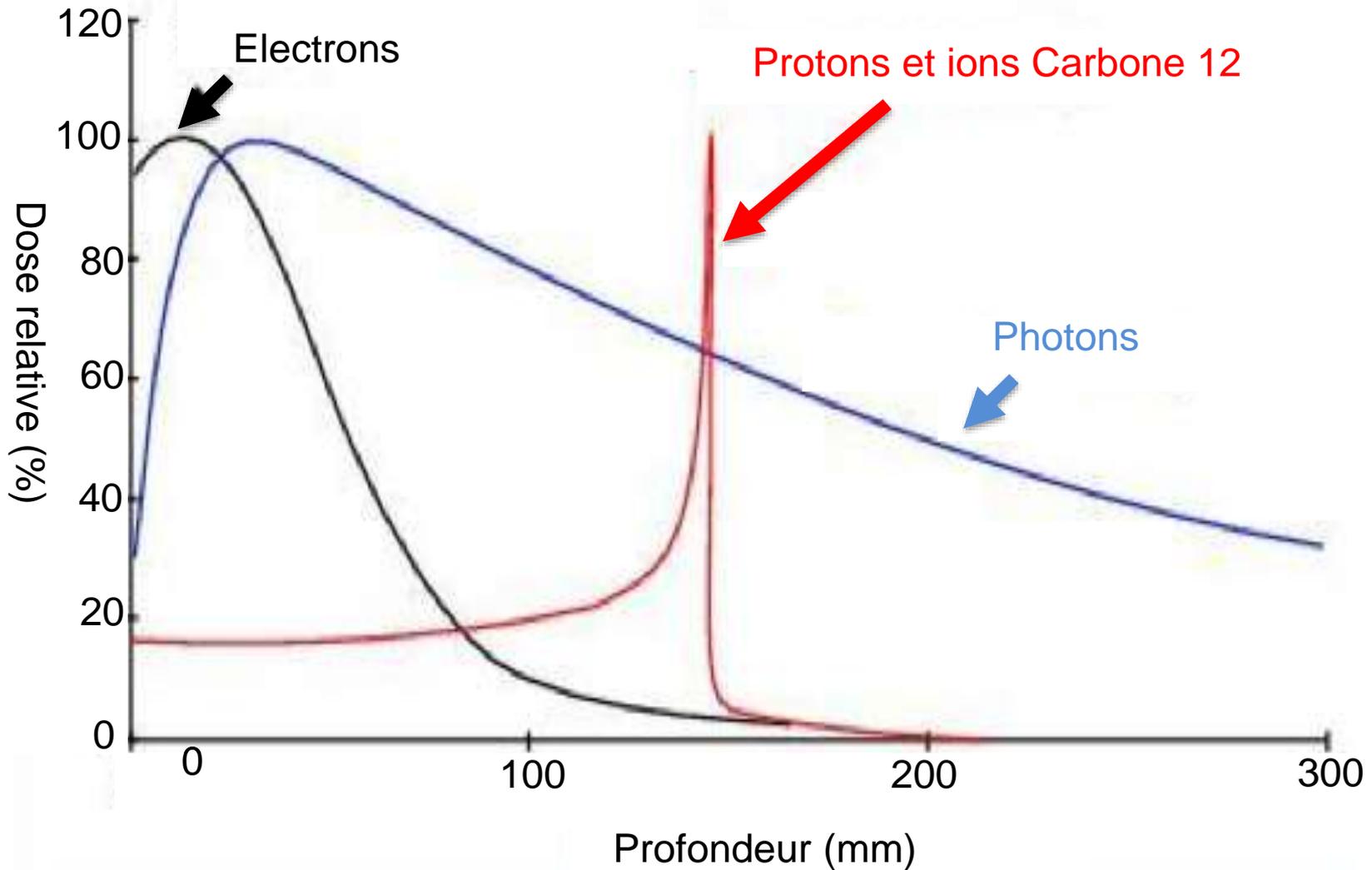


Volumes cibles anatomo-cliniques (CTV) fonction de la lésion macroscopique initiale GTV
CTV au PTV marges ≤ 3 mm

Introduction

- 1 Mécanisme d'action des radiations
- 2 Evolution des techniques d'irradiation
- 3 Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée
- 4 **Protons**
- 5 Indications des différentes techniques

Conclusion

Propriétés physiques des particules lourdes



Proton-thérapie

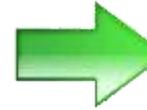
Lésions à proximité des organes à risques
Tumeurs de la base du crâne
Récidives tumorales
2 centres en France : Nice et Orsay

Intérêts de la Proton-thérapie

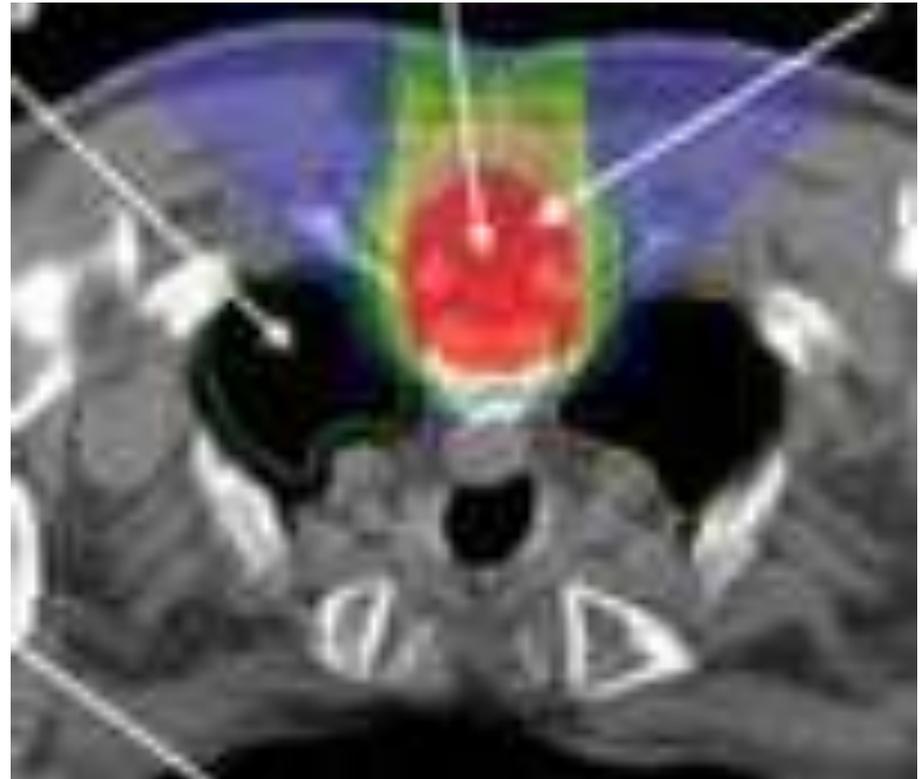
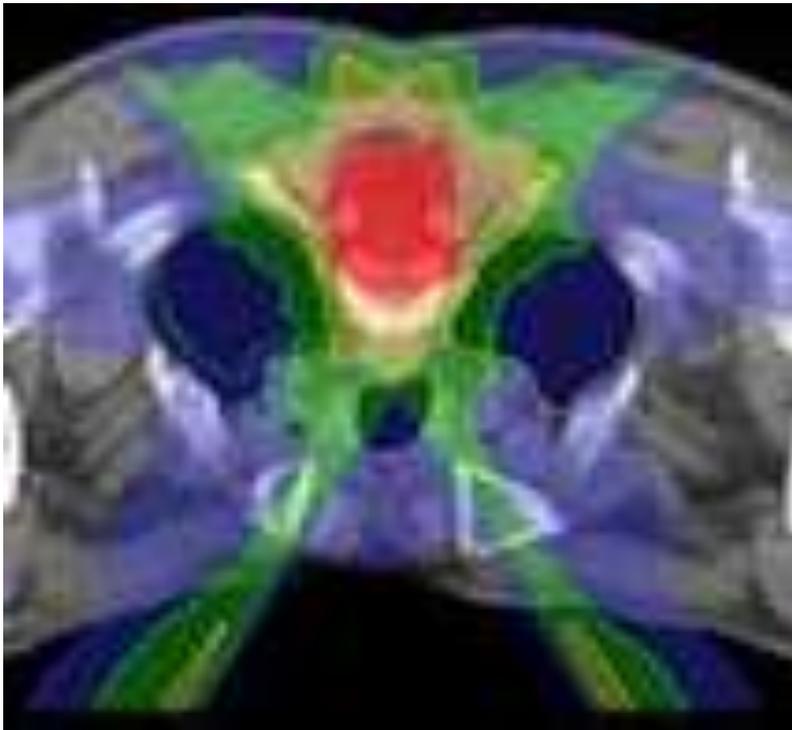
RCMI



Proton-thérapie



- ✓ Diminution des doses aux OAR
- ✓ Couverture des volumes cibles au moins équivalentes

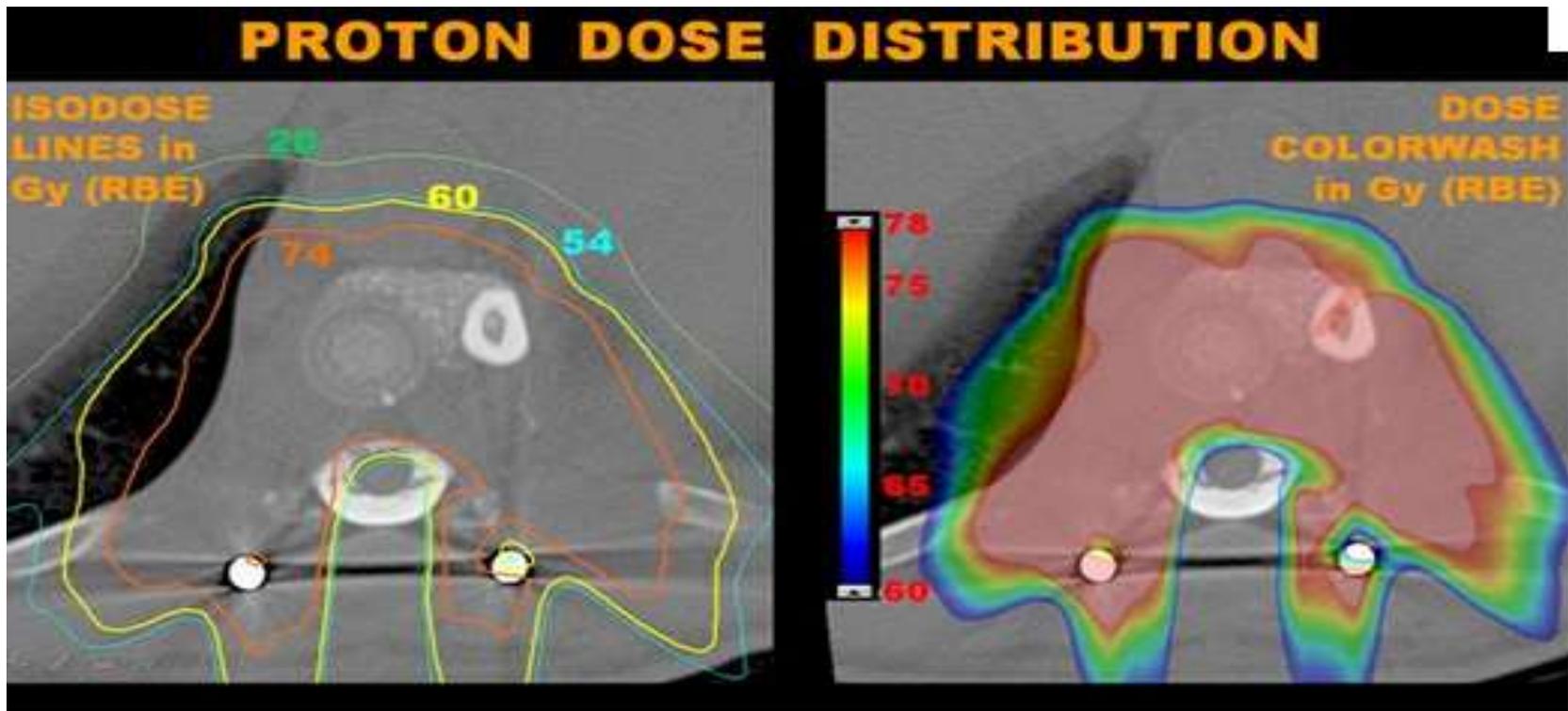


Comparaison de la distribution de la dose pour une irradiation du rachis thoracique

Intérêts de la Proton-thérapie



- ✓ Diminution des doses aux OAR
- ✓ Couverture des volumes cibles au moins équivalentes



Distribution de la dose pour un chordome post opératoire

Introduction

- 1 Mécanisme d'action des radiations
- 2 Différentes techniques RCMI
- 3 Radiothérapie stéréotaxique hypofractionnée
- 4 Protons
- 5 **Indications des différentes techniques**

Conclusion

Tableau des différentes techniques et de leurs indications métastases osseuses

	RTC3D / RCMi	Radio-chirurgie	Stéréotaxie	Protons
Majorité des indications des métastases osseuses	1 à 2 x 8 Gy 5 x 4 Gy 10 x 3 Gy	-	-	-
Métastase osseuse < 3 cm	-	1 fraction de 16-18 Gy	-	-
Métastase osseuse > 3 cm Oligo-métastatique	-	-	3 fractions de 8-10 Gy 5 fractions de 6 Gy	-
Récidives tumorales (Réirradiation < ou ≈ 6 cm)		-	+++	-
Tumeurs de la base du crâne chordome	+	-	+++	+++

Introduction

1

Mécanisme d'action des radiations

2

Evolution des techniques d'irradiation

3

Stéréotaxie

4

Protons et ions carbons

5

Indications des différentes techniques

Conclusion

RT 3D / RCMI (tomothérapie ou arc-thérapie)

1 à 2 fractions de 8 Gy ou 5 fractions de 20 Gy ou 10 fractions de 3 Gy

Stéréotaxie :

Réirradiation (récidive localisée de petits volumes)

Métastase osseuse < 6 cm

Amélioration du contrôle local

Intérêt chez les patients oligo-métastatiques

Hypofractionnement : 3 fractions de 8 à 10 Gy