



Cours Nationaux de Radiothérapie
Société Française des Jeunes Radiothérapeutes Oncologues

Radiothérapie en conditions stéréotaxiques

9-11 mars 2017, Centre Prouvé, Nancy

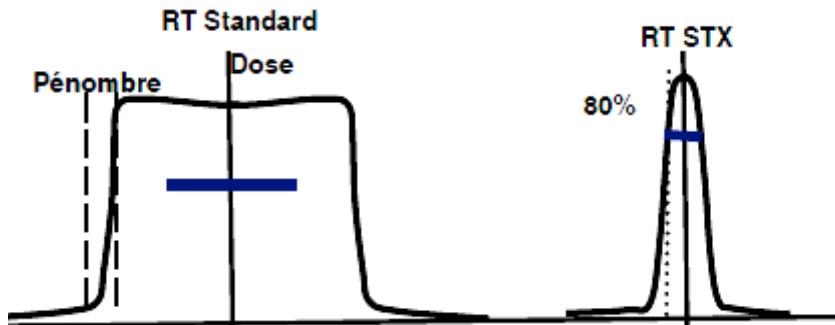
Prescription de dose en radiothérapie stéréotaxique

Vincent Marchesi, Physicien médical


Institut
de Cancérologie
de Lorraine
Alexis Vautrin
Ensemble, construisons l'avenir

Caractéristiques des distributions de dose

- Irradiation par petits faisceaux : dose inhomogène dans le volume cible
- Différent des traitements conformatiels en faisceaux larges traditionnels



Mini faisceaux \Rightarrow pénombre très large par rapport au faisceau.

- Faisceau constitué « uniquement » de pénombre (pas de plateau)
- Règles habituelles de prescription ne peuvent s'appliquer

- Utilisation de faisceaux larges : dose homogène entre les zones de pénombre

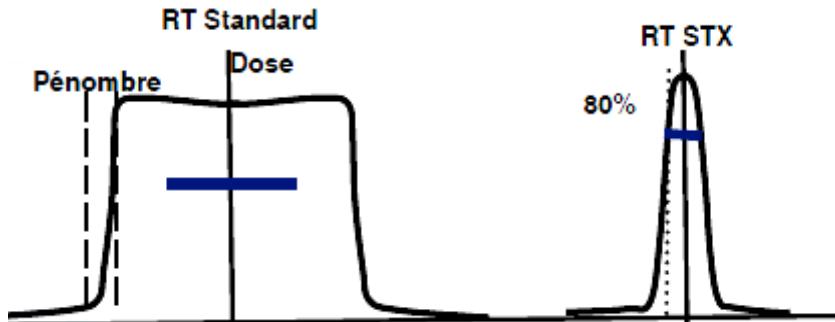


- Recommandations ICRU 50/62 (RTC3D)
- Notion d'homogénéité dans la cible :
 - Dose spécifiée à l'isocentre de traitement (ou point proche) : dose dans PTV proche de la dose à l'isocentre
 - Objectifs:
 - $D_{min} \geq 95\%$ de la dose prescrite
 - $D_{max} \leq 107\%$ de la dose prescrite

Cas des irradiations stéréotaxiques

- Utilisation de petits faisceaux : dose inhomogène dans le volume cible
- Différent des traitements conformationels en faisceaux larges traditionnels
- Faisceau constitué « uniquement » de pénombre (pas de plateau)

- Règles habituelles de prescription ne peuvent s'appliquer :
 - Dose à l'isocentre : ne concerne qu'une partie infime du volume cible
 - Dose dans volume cible très hétérogène



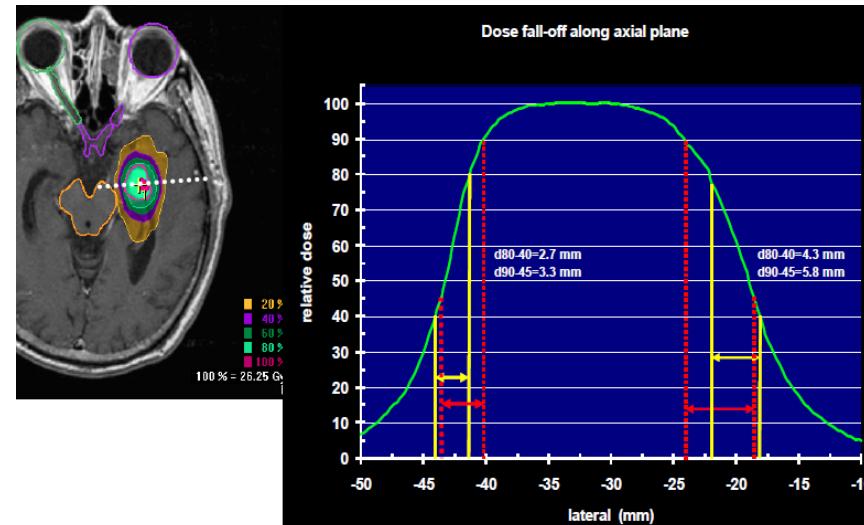
Mini faisceaux ⇒ pénombre très large par rapport au faisceau.

- Principe retenu : Prescription sur une isodose d'enveloppe (similaire à la curiethérapie)
- Forte hétérogénéité dans volume cible
 - Bordure du volume cible reçoit une dose minimale = isodose de prescription
 - Maximum de dose localisé dans volume cible (faisceaux convergents)



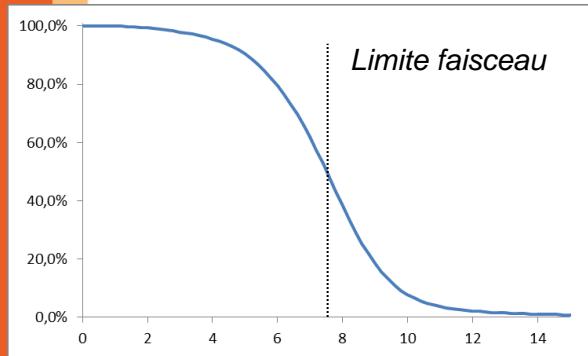
Cas des irradiations stéréotaxiques

- Isodose choisie en fonction de la position de la chute de dose hors zone irradiée
 - Prescriptions utilisées couramment :
 - Gamma Knife : isodose 50%
 - Intracrânien avec cônes : isodose 70%
 - Autres avec cônes : isodose 80 à 90%
 - Traitement avec MLC : isodose 90-95%
 - Isodose 70% : largeur isodose = taille cône avec irradiation par arcs
- Traitement RCMI/VMAT : possibilité de prescrire sur la 100% (modulation peut compenser inhomogénéité de dose)



Choix d'une isodose de prescription

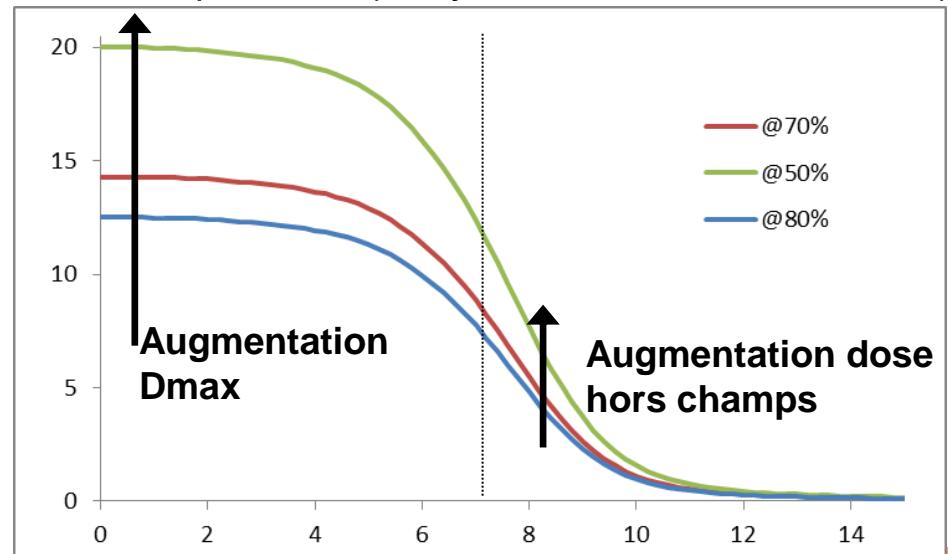
- Influence sur la dose maximale :
 $D_{max} = \text{Dose prescrite} / \text{isodose de prescription}$
- Influence sur la dose hors volume cible (attention aux faibles doses)
- Exemple : distribution de dose pour une taille de champ de 15 mm



Demi profil de dose relative



Doses absolues prescrites (10Gy sur isodoses 50, 70 ou 80%)



- Attention au faibles doses !
- Dose par séance élevée
- Isodose 10% peut délivrer jusqu'à 2-3Gy!

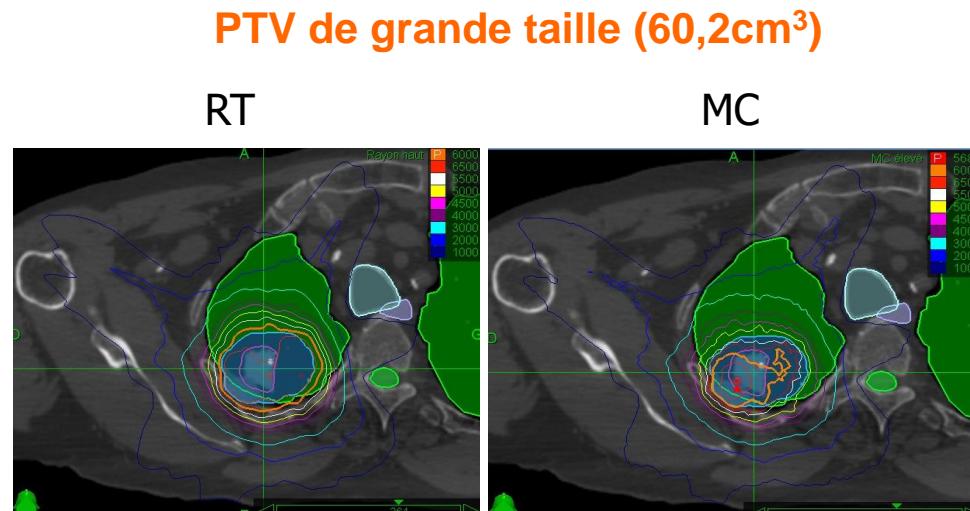
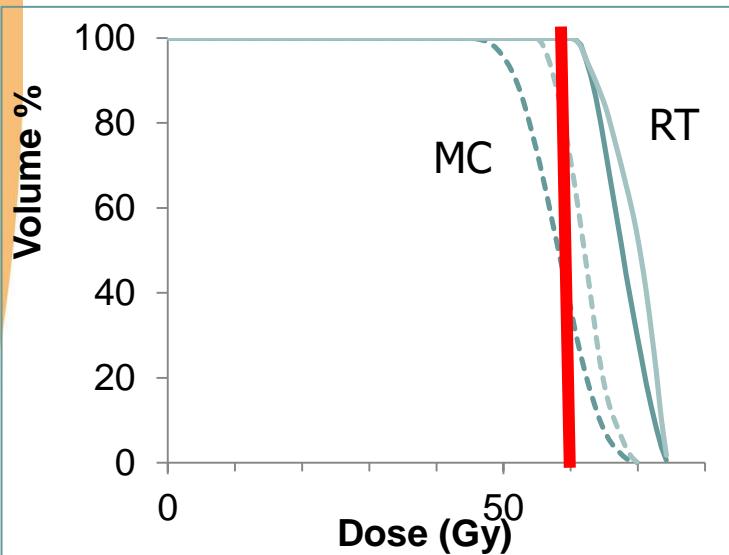
UT SOUTHWESTERN
DEPT OF RADIATION ONCOLOGY

2010



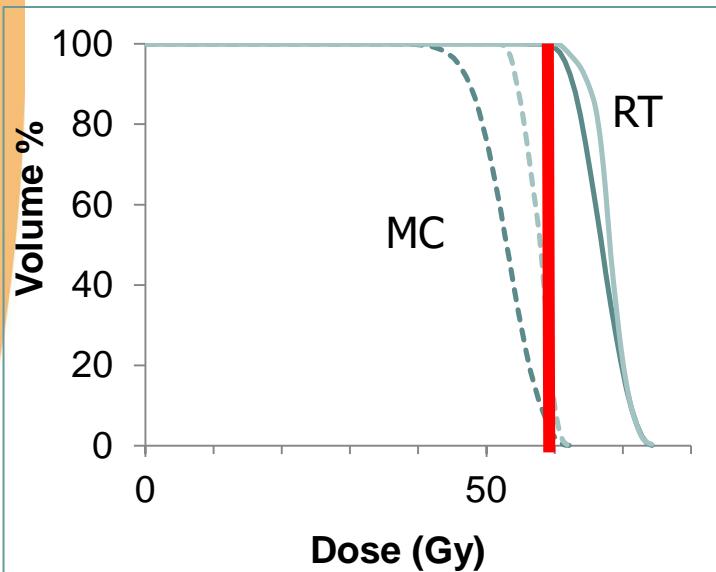
Aspects connexes liés à la prescription de dose

- Connaître les limites de l'algorithme de calcul : dose calculée vs dose réelle?
- Cyberknife : 2 algorithmes de calculs : Ray-Tracing (simple) et MC
→ Différences peuvent aller jusqu'à 20%!

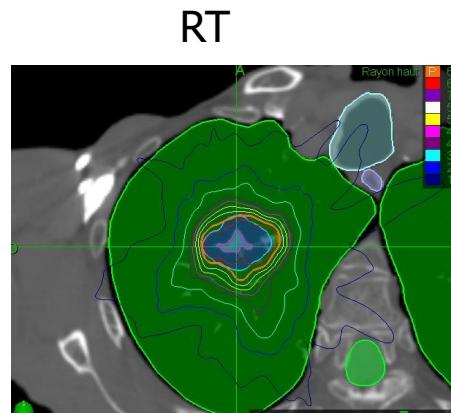


Aspects connexes liés à la prescription de dose

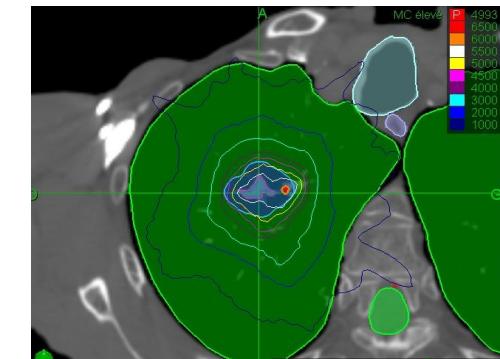
- Connaître les limites de l'algorithme de calcul : dose calculée vs dose réelle?
- Cyberknife : 2 algorithmes de calculs : Ray-Tracing (simple) et MC
→ Différences peuvent aller jusqu'à 20%!



PTV de petite taille (19,2cm³)



MC



- Visualisation des isodoses (afficher une plage d'isodoses adaptée !) dans tous les plans 3D
- Attention aux faibles doses y compris loin des volumes cibles, surtout si utilisation de faisceaux non coplanaires
- Vérification valeurs HDV selon prescription et protocoles du service
- Utilisation d'indices dosimétriques (*littérature abondante : cf Feuvret et al. 2006*)
 - Indice de conformation : Vol isodose / Vol PTV
 - Gradient de dose: Volume isodose 50% / Vol PTV
 -
 - Utilisation pour comparer des plans similaires
 - Valeur absolue difficilement interprétable



La prescription est-elle importante ?

- Techniques de traitements peuvent être très différentes
- Indications très variées :
 - En termes de localisations, doses, fractionnement,...
 - Initialement : radiochirurgie intracranienne
- Perception modifiée par nouveaux algorithmes de calculs
- Question qui peut se poser : Est ce la prescription (isodose) ou la dose rapportée qui est importante ?
- Nécessité d'un consensus international : Rapport ICRU



Rapport ICRU à paraître (d'après E Lartigau, COL Lille)

PREScribing, RECORDing, AND REPORTING OF STEREOTACTIC TREATMENTS WITH SMALL PHOTON BEAMS ICRU Committee

- *Report Committee*
 - J. Seuntjens (Co-Chair), McGill University, Montreal, Canada
 - E. F. Lartigau (Co-Chair), Centre Oscar Lambret, Lille, France
 - S. Cora, "San Bartolo" Hospital, Vicenza, Italy
 - G. X. Ding, Vanderbilt – Ingram Cancer Center, Nashville, USA
 - S. Goetsch, San Diego Medical Physics, Inc., La Jolla, California, USA
 - J. Nuyttens, The Erasmus MC-Daniel den Hoed Cancer Center, Rotterdam, Netherlands
 - D. Roberge, CHUM – Hôpital Notre-Dame, Montreal, Canada
- *Commission Sponsors*
 - D. Jones (Responsible sponsor), Themba LABS, Cape Town, South Africa
 - D. Burns, Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, France
 - V. Grégoire, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium
 - H. Tatsuzaki, National Institute of Radiological Sciences, Research Center for Radiation Emergency Medicine, Chiba, Japan
- *Consultant to the Report Committee*
 - I. El Naqa, McGill University, Montreal, Canada



Rapport ICRU à paraître (d'après E Lartigau, COL Lille)

■ Contenu :

- Chapter 1: Introduction
- Chapter 2: Radiation Biology Considerations
- Chapter 3: Small Field Dosimetry
- Chapter 4: Definition of Volumes
- Chapter 5: Treatment Planning Algorithms
- Chapter 6: Image Guided Beam Delivery
- Chapter 7: Quality Assurance
- **Chapter 8: Prescribing, Recording and Reporting**
- Appendix A: Imaging for GTV definition and clinical experience
- Appendix B: Clinical Examples

■ Chapitre 1 : Définitions

- Stereotactic Radio Therapy (SRT) involves **stereotactic localization techniques** combined with the **delivery of multiple small photon fields** in a few high-dose fractions, leading to a **highly conformal dose delivery** with **steep dose gradients**.
- Few high-dose fractions
 - prescribed **absorbed dose to the target** per treatment fraction, **higher than what would be delivered using conventional radiation therapy** in the identical clinical situation
 - a **number of fractions that is lower than the number of fractions that would be delivered using conventional radiation therapy** in the identical clinical situation
- Small Fields
- Delivery optimization often a combination of the principle of **IMRT (varying the fluence) and SRS** (the use of arcs, the use of multiple small beams, etc.)
- In SRT the **target** is typically **smaller**

■ Chapitre 1 : Définitions

- Volume definition using GTV, CTV, PTV concepts was **traditionally not used** but became more commonplace since advent of extra-cranial SRT (SBRT, SABR)
- **IGRT** is typically **necessary** in SRT to limit random and systematic errors (since there are few fractions)
- **Target dose heterogeneity** is a consequence of steep dose gradients

Conclusion : **on se rapproche de la situation rencontrées en RCMI : ICRU 83**



Rapport ICRU à paraître (d'après E Lartigau, COL Lille)

- Chapter 8 : Prescribing, Recording and Reporting
 - ICRU Reporting Levels
 - Dose Prescription in SRT :
 - Recommendation for Prescription in SRT
 - Reporting in SRT
 - Reporting Integral Dose
 - Reporting of Software Versions for Treatment Planning and Delivery
 - Reporting of Confidence Intervals

■ Chapter 8 : Prescribing, Recording and Reporting

■ Dose Prescription in SRT :

- “Absorbed dose is prescribed to the **isodose surface DV** that covers an optimal percentage volume of the PTV (V) while optimally restricting dose to the PRV. Optimal in this context means the best possible coverage of the PTV according to the clinical situation (brain mets, spine, etc).”

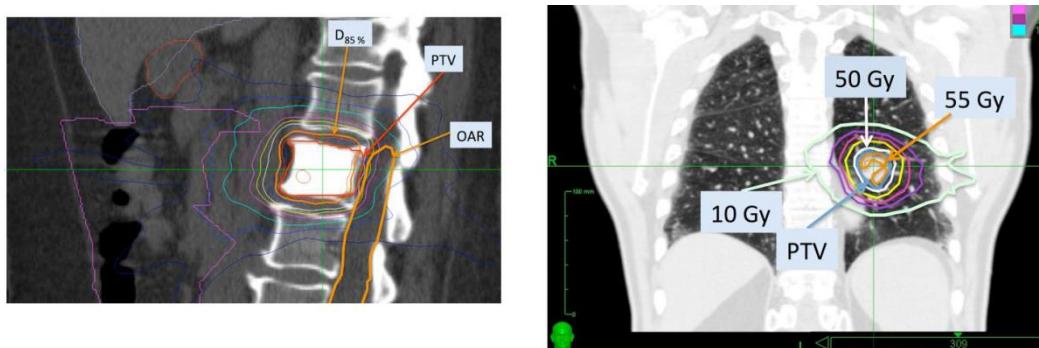


Figure 8.3. Examples of spine (left panel) and lung (right panel) metastasis treatment plans. The spine treatment achieves the prescription dose to only 85 % of the PTV volume because of the nearby cord (OAR). The lung metastasis receives prescription dose to 100 % of the PTV by choosing the prescription isodose surface less than 90 % of the maximum dose.

■ Chapter 8 : Prescribing, Recording and Reporting

■ Reporting in SRT :

■ PTV median absorbed dose, $D_{50\%}$

- In the specific case of peripheral lung lesions, where the dose distribution is strongly affected by tissue density variations, a dose to a target, which does not include uninvolved lung parenchyma (D50 % (GTV / CTV)), should be systematically reported.

■ SRT near-maximum dose, $D_{\text{near-max}}$

- For PTV volumes V larger or equal than 2 cm^3 the volume *near-max* represents 2% of the PTV volume, as recommended in ICRU Report 83 ($D2\%$).
- For PTV volume V of less than 2 cm^3 , *near-max* is an absolute volume of 35 mm^3

■ SRT near-minimum dose, $D_{\text{near-min}}$

- For PTV volumes V larger or equal than 2 cm^3 the volume *near-min* represents 98 % of the PTV volume, as recommended in ICRU Report 83 ($D98\%$).
- For PTV volumes V of less than 2 cm^3 , *near-min* is an absolute volume of 35 mm^3

- Chapter 8 : Prescribing, Recording and Reporting
- Reporting in SRT :
 - Dose-volume reporting specific to OAR and PRV
 - Volume V_D of tissue receiving a clinical relevant dose D depending on type of organ or clinical situation
 - SRT near maximum dose $D_{34\text{mm}^3}$
 - D_{mean} and/or D_{median} depending on type of organ or clinical situation



Résumé - Conclusion

- Type d'irradiation en RCS ne permet pas l'application des méthodes standards de prescription (ICRU 50/62)
- Méthode de prescription doit prendre en compte le caractère hétérogène de l'irradiation
- Une attention particulière doit être portée aux faibles doses
- Recommandations internationales spécifiques devraient se rapprocher de celle concernant la RCMI pour la partie *Reporting*

