

# Les évolutions de la protection des patients en radiothérapie

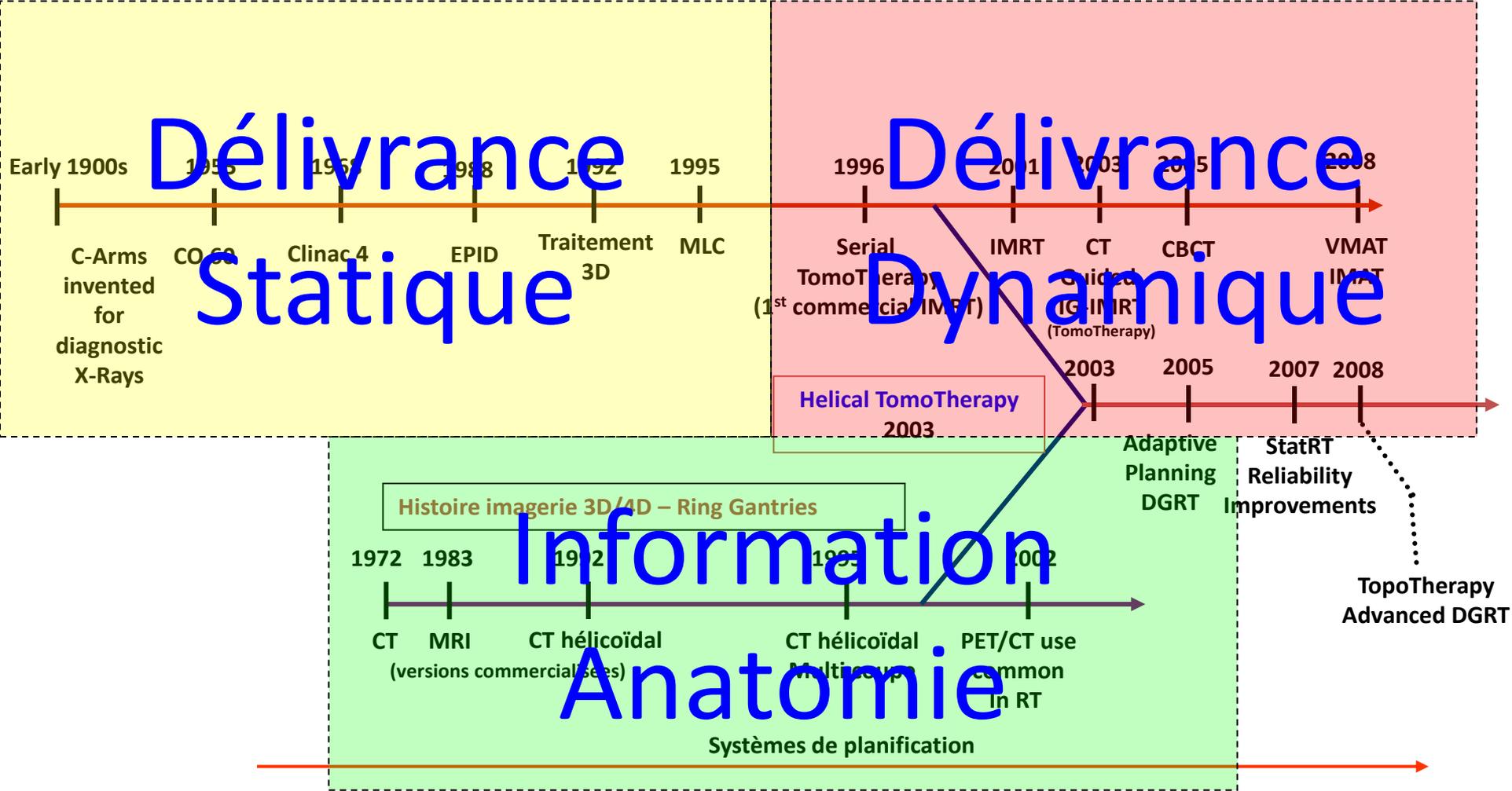
Albert Lisbona

Institut de Cancérologie de l'Ouest  
Bd J. Monod – 44805 Saint-Herblain  
Service de physique médicale

# La radiothérapie externe

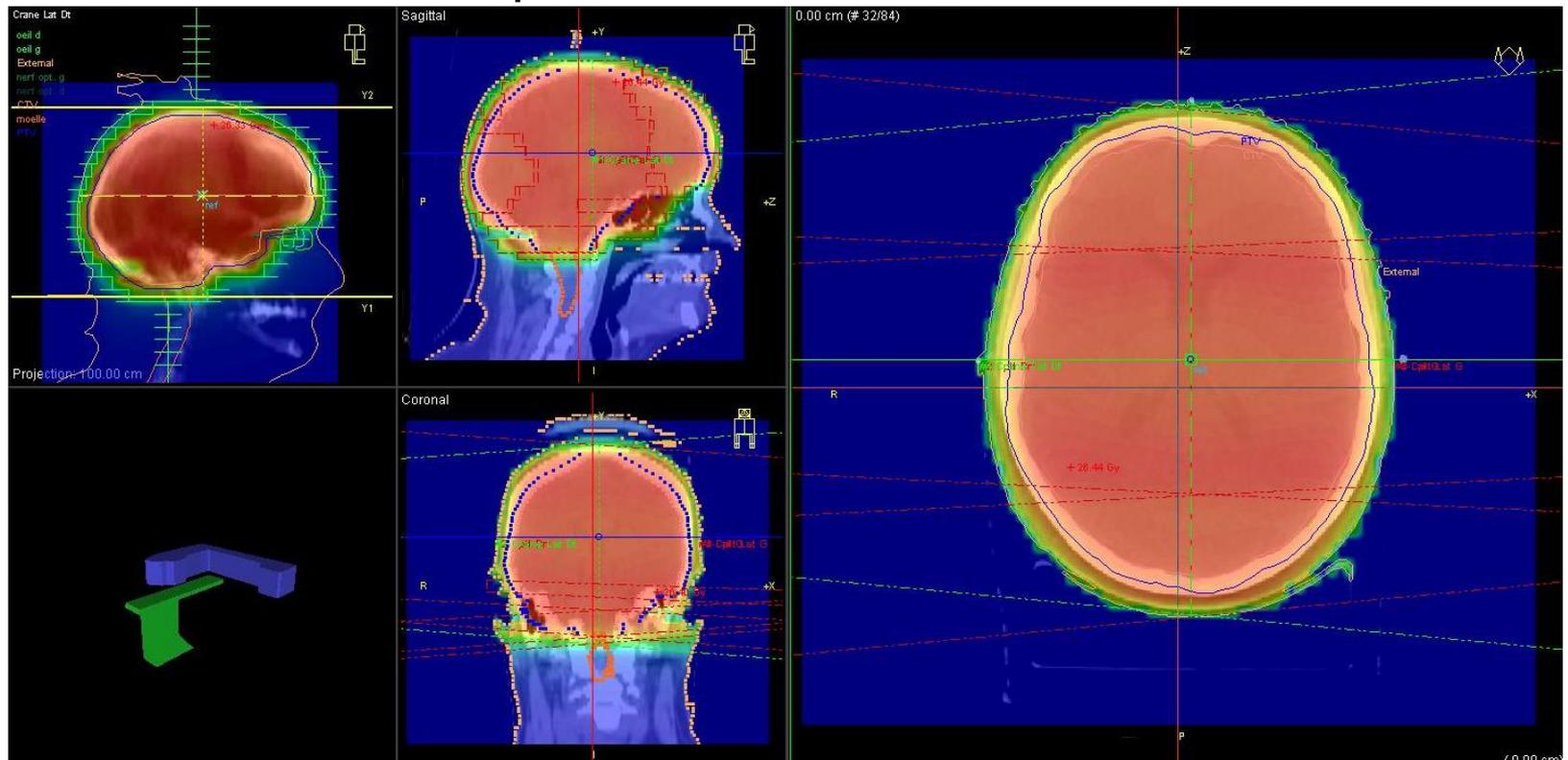
- La radiothérapie est une activité de soins utilisant les rayonnements ionisants.
- Le principe de la radiothérapie est de délivrer une dose tumoricide à une cible située dans un organe en réduisant la dose délivrée aux tissus adjacents à un seuil permettant d'éviter une complication ou la défaillance de tout ou partie de cet organe.
- La protection du patient s'inscrit dans le respect strict de la prescription médicale tant du point de la dose absorbée par la cible que de celui de la dose absorbée par les tissus sains.

(Très) Brève histoire de la radiothérapie externe

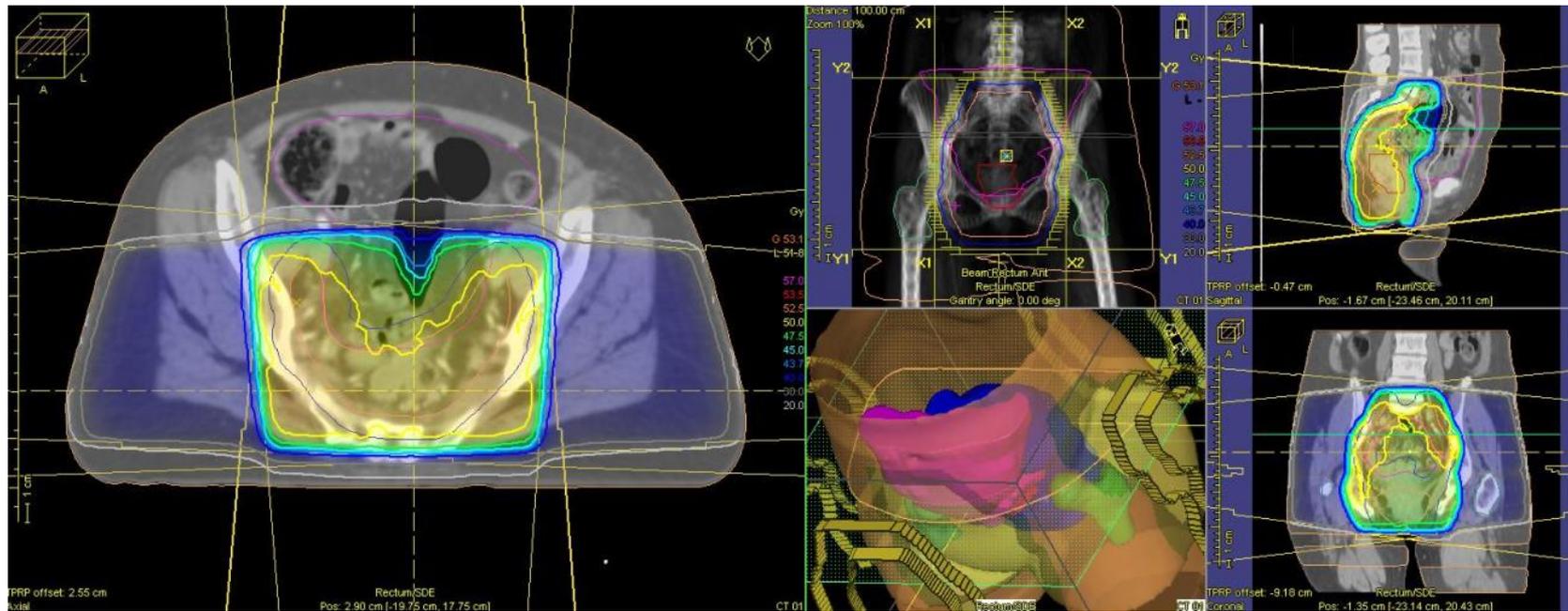


# Radiothérapie « classique »

- Au départ, il s'agit de traitements comportant un petit nombre de champs d'irradiation produisant des formes d'isodoses simples



# Radiothérapie « classique »



# Radiothérapie « classique »

- Paramètres d'irradiation
  - nombre de faisceaux
  - incidences des faisceaux (plan transverse + obliquité)
  - nature du rayonnement (photons, électrons)
  - énergie des faisceaux
  - pondération des faisceaux
  - filtres en coin
  - collimateur multilames
  - compléments (homogénéité de dose)

→ la planification est **directe** (« forward-planning ») : l'utilisateur définit des paramètres d'irradiation pour arriver à un certain résultat de dose (par opposition à la planification inverse)

# Radiothérapie « classique »

- Les limites techniques
  - nombre de champs limité par le temps de traitement et de préparation
  - conformité de dose limitée pour les formes trop complexes (ex. concavité des cibles)
  - limites de précision sur les petites tailles de champ (< 5 cm de côté)
- L'augmentation de la complexité
  - si le nombre de paramètres augmente :  
→ les solutions existantes sont décuplées et les possibilités de traitement sont potentiellement meilleures



# Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

- L'**intensité** du faisceau est **modulée** à l'aide d'un collimateur multilames
  - *Step-and-shoot* : chaque incidence est divisée en plusieurs « morceaux » de faisceau, les **segments**
  - *Sliding window* : mouvement des lames pendant l'irradiation, permettant de délivrer un profil d'intensité non-homogène

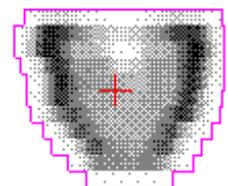
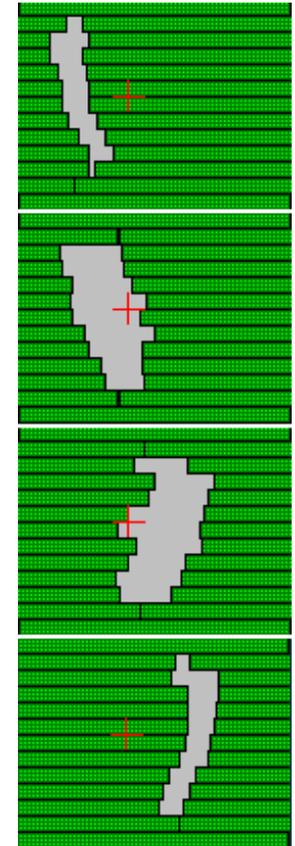
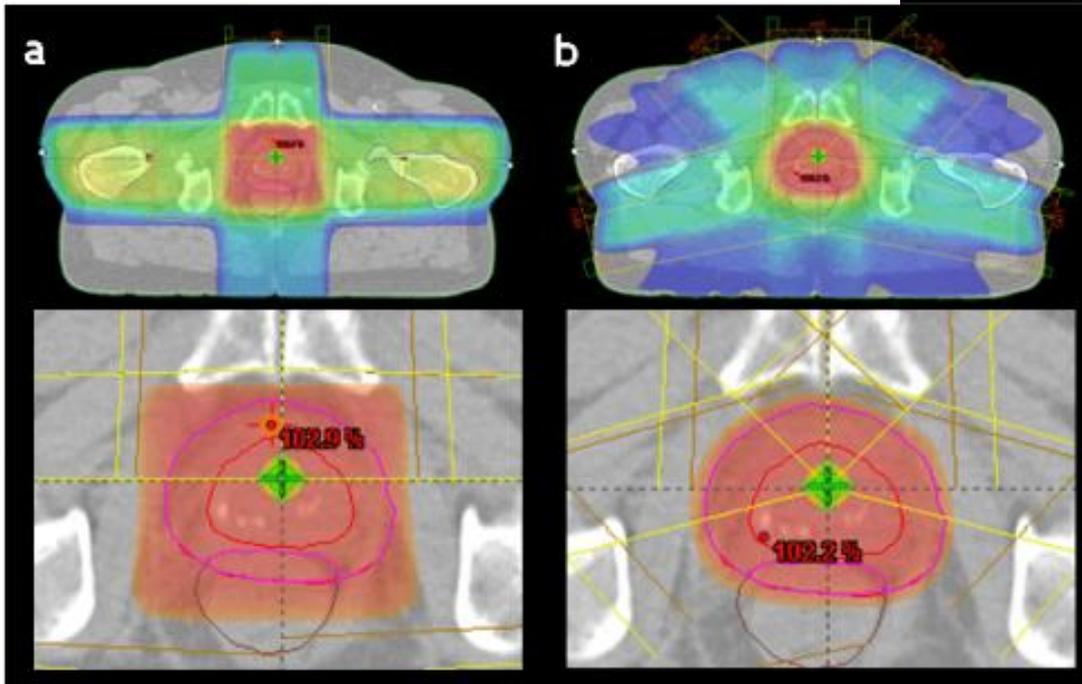
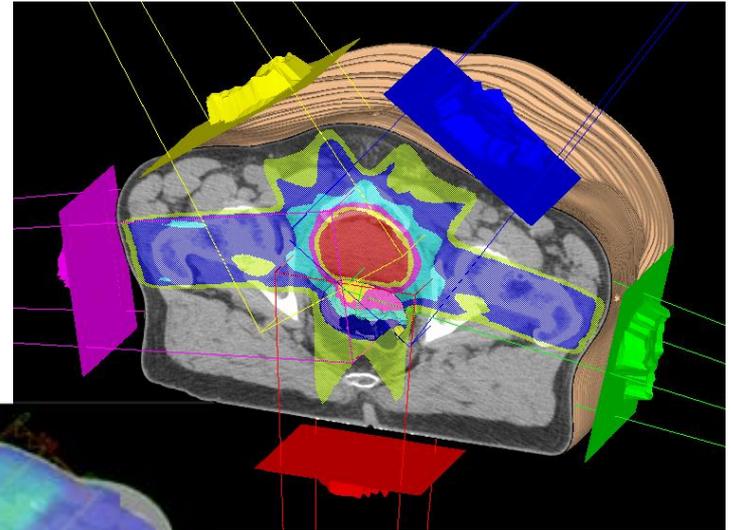


Figure 1

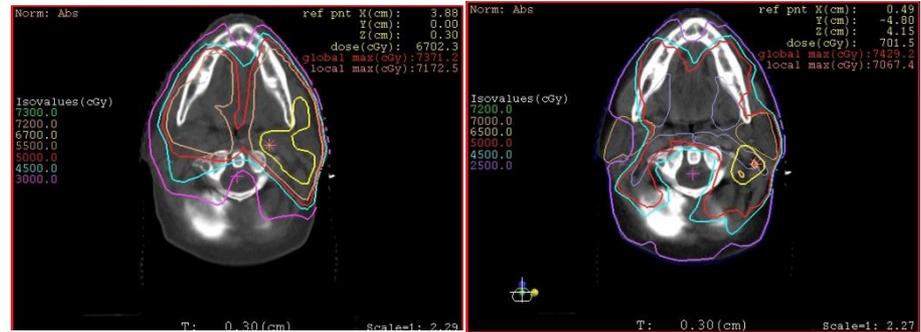
# Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

- Cas de la prostate



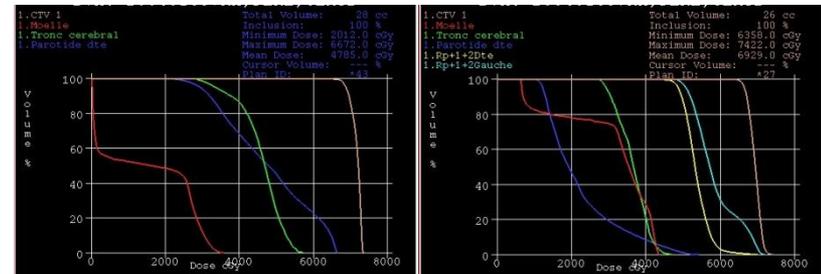
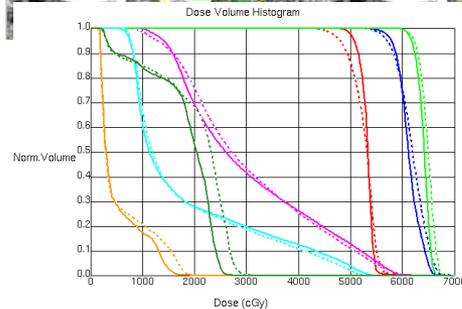
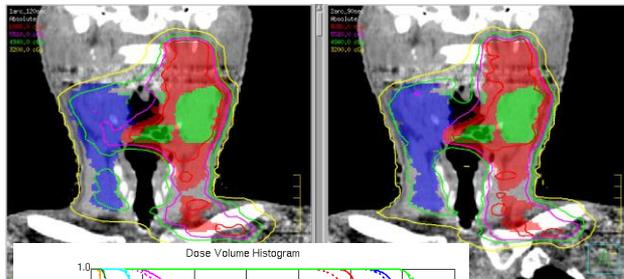
# Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

- Cas de l'ORL



Radiothérapie conformationnelle 3D

RCMI



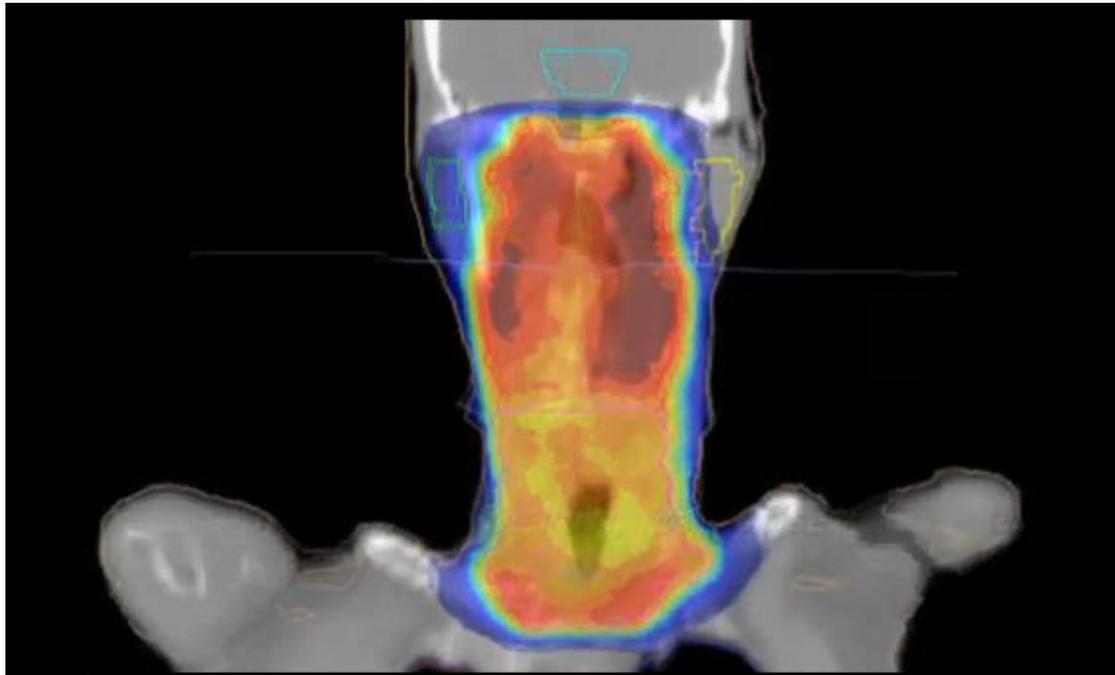
Radiothérapie conformationnelle 3D

RCMI

# Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

- Les avantages
  - traitement de cibles complexes (concavités)
  - meilleure protection des organes à risque, des tissus sains
- planification **inverse** : on part de la solution (distribution de dose) pour arriver aux données de départ (paramètres des faisceaux)
- la solution au problème inverse (problème mathématique) n'est pas unique
  - nécessité d'**optimisation**

# Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)

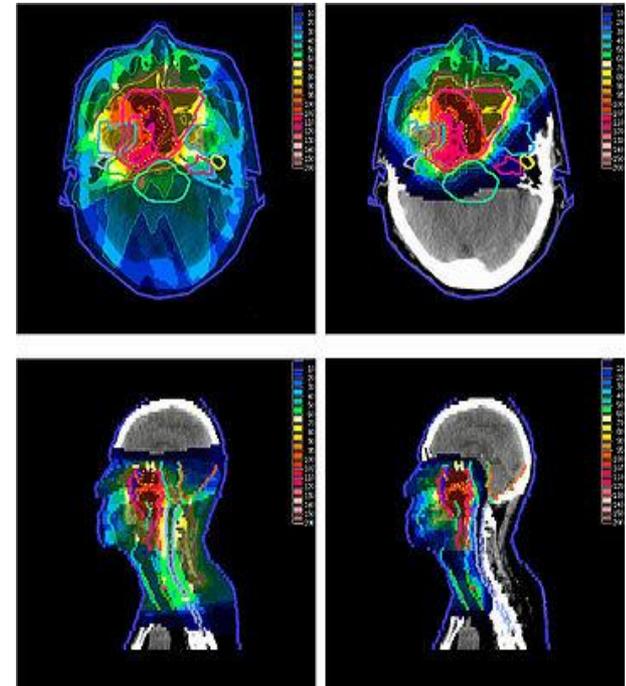


# Les principaux apports dosimétriques

- Homogénéité dans les cibles,
- Meilleure :
  - Conformation de la cible,
  - Protection des organes à risque
- Augmentation de dose.

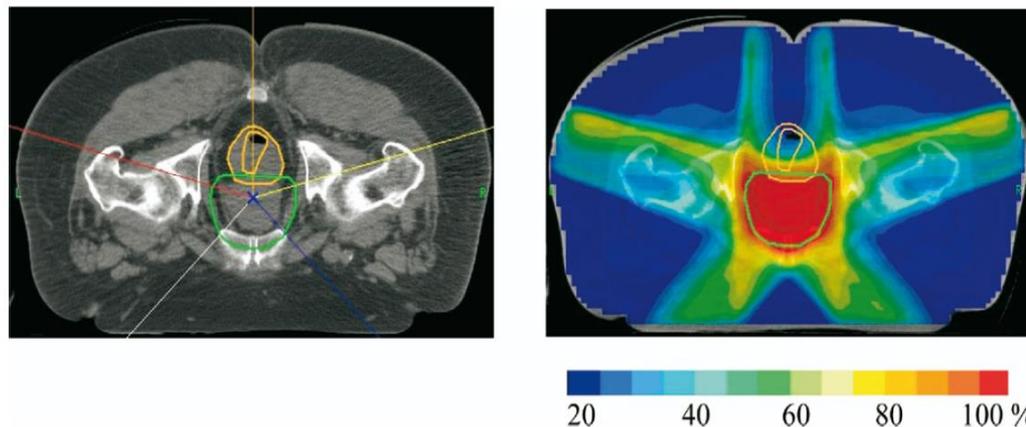
# En ORL

- Localisation de référence
- Beaucoup d'études, phases III
- Réduction de la toxicité salivaire +++
- Intérêt si RT bilatérale et Hte dose
- SMART / SIB
- Radio-Chimiothérapie



# En Urologie

- Beaucoup d'études, essentiellement monocentriques
- MSKCC : 81 Gy (2% tox rectale G2 vs 14% RTC3D)
- Intérêt surtout si RT pelvienne
- Intérêt si RT Hypofractionnée ou Dose  $\geq 80$  Gy



**Figure 2** Five-field beam arrangement and corresponding dose distribution for IMRT treatment of prostate cancer to 81 Gy (100%).

# En Gynécologie

- Intérêt théorique car Grands Volumes
- Réduction toxicité : moelle osseuse, vessie, anses digestives...
- Intérêt si RT Pelvienne, Escalade de dose, Réirradiation
- RT vaginale ou vulvaire

# **Irradiations en conditions stéréotaxiques**

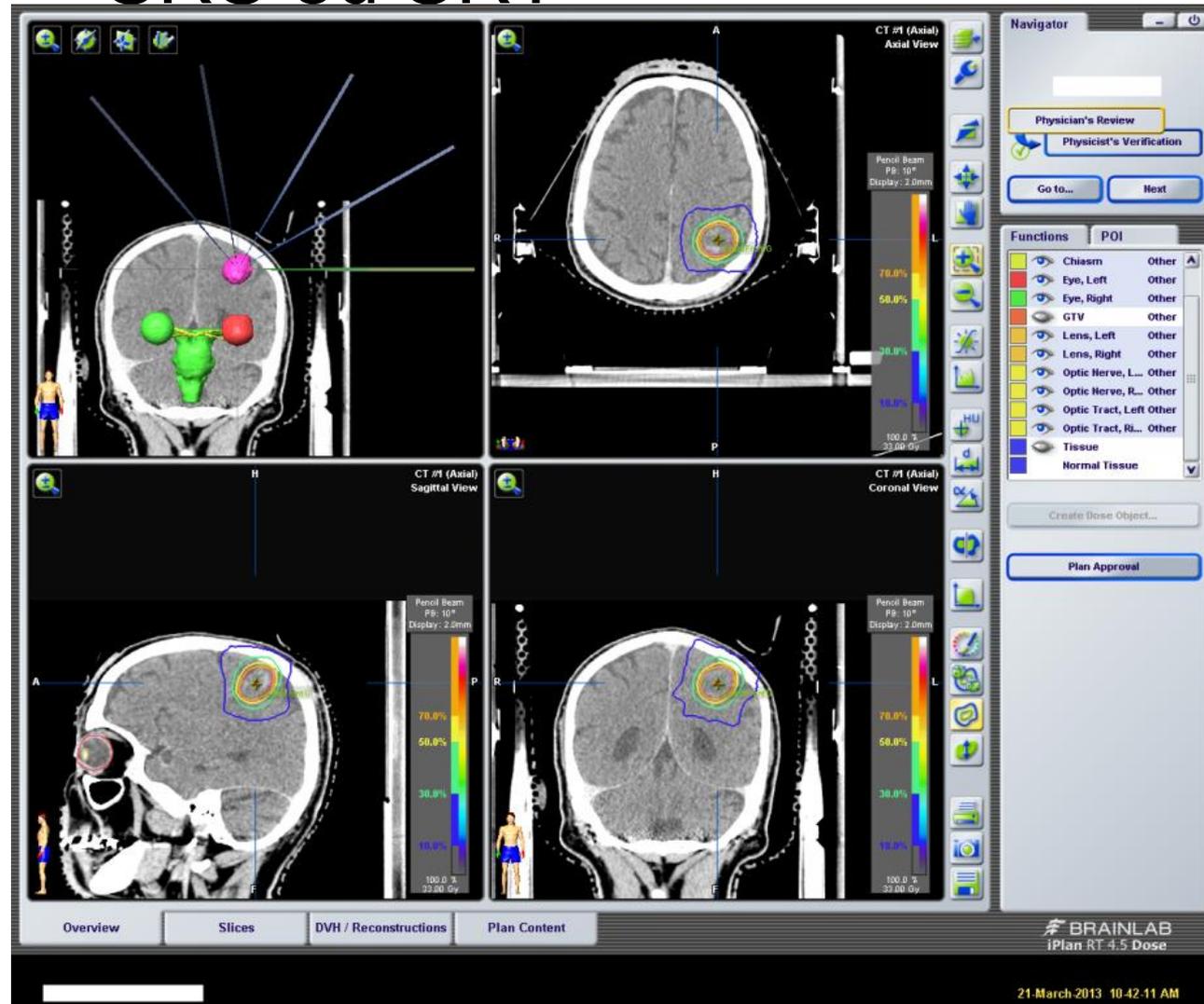
# La radiothérapie en conditions stéréotaxiques

- Le principe fondateur de la radiothérapie en conditions stéréotaxiques est de délivrer une dose tumoricide à une cible de faible volume située dans un organe en réduisant la dose délivrée aux tissus adjacents à un seuil permettant d'éviter une complication ou la défaillance de cet organe.
- Elle nécessite :
  - une visualisation et une localisation parfaite de la cible,
  - des plans d'irradiation complexes,
  - un programme d'assurance de qualité entourant toutes les étapes de préparation, vérification, délivrance du traitement et surveillance, incluant la prise en considération en continu, de la position de la cible tout au long du traitement (IGRT).
- L'élément fondamental est constitué par l'équation revisitée de la dose totale qui avoisine celle prescrite en fractionnement conventionnel, la dose par fraction qui est considérablement plus élevée et l'étalement réduit.

# Exemple de planification SRS ou SRT

## Novalis

- Tumeurs bénignes ou malignes, MAV
- 5 arcs dynamiques 6MV non coplanaires, rarement RCMI
- Isodose de prescription : 70% (SRT) à 80% (SRS) ; calcul PB
- Positionnement des lames : average, marge 0-1mm / PTV

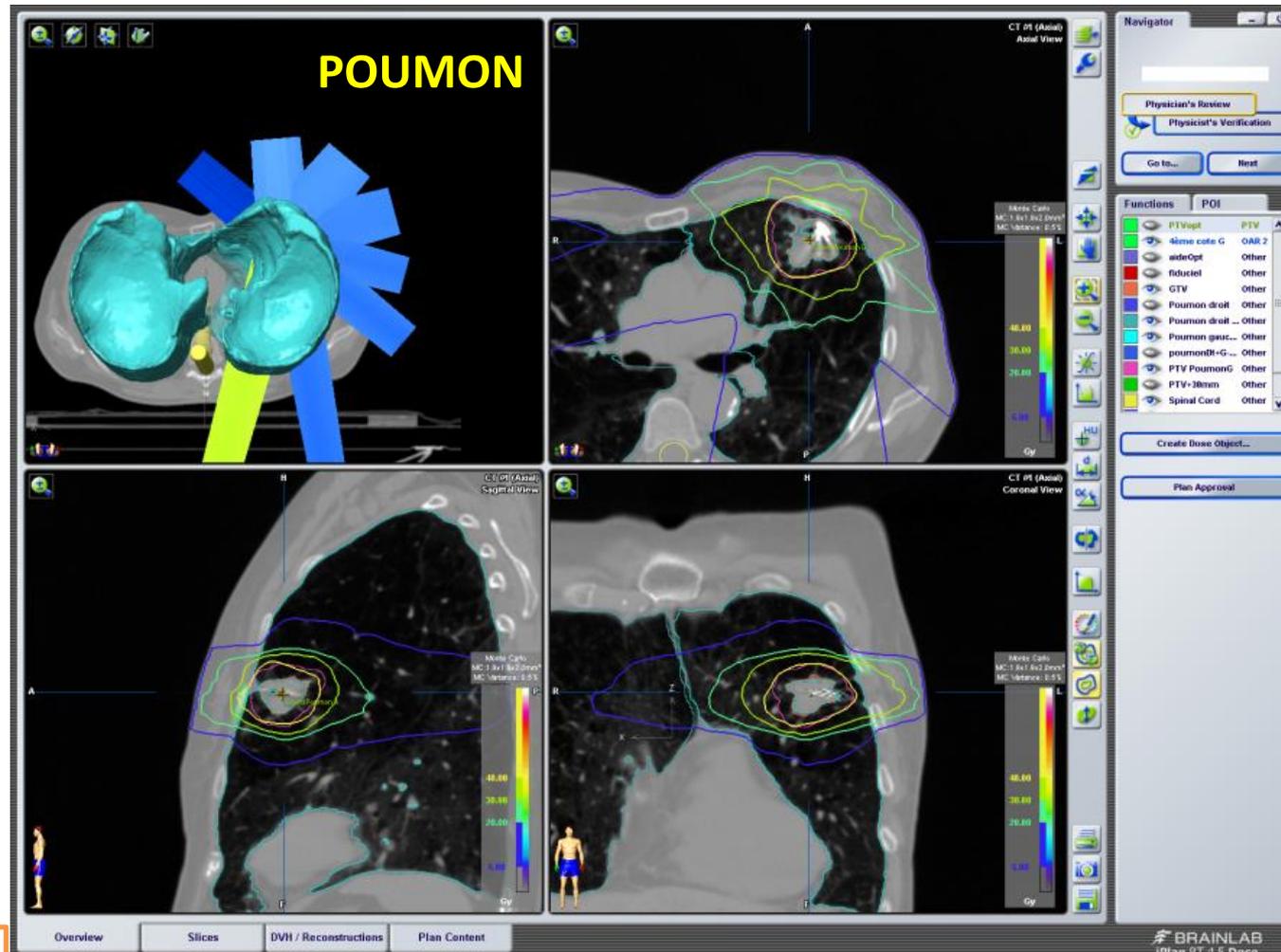


# Planification SBRT tumeurs mobiles

8 à 10 faisceaux 6MV  
coplanaires non  
opposés

Isodose de prescription  
: 65 à 80% (poumon)

Positionnement des  
lames : average, marge  
0mm / PTV

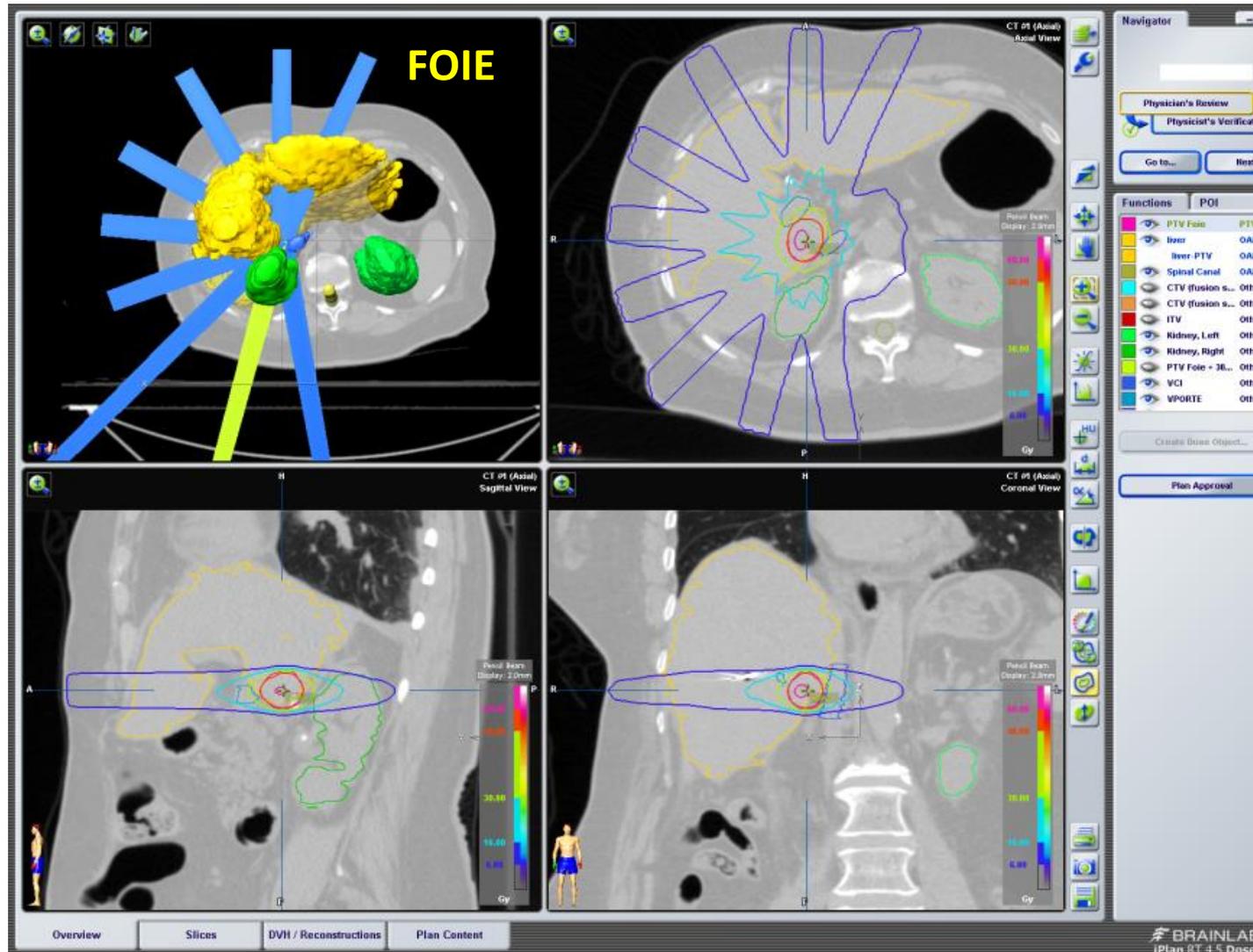


Calcul MC (RS 2mm ; V0,5% ; D<sub>eau</sub>)

# Exemple de planification SBRT tumeurs mobiles

## Novalis

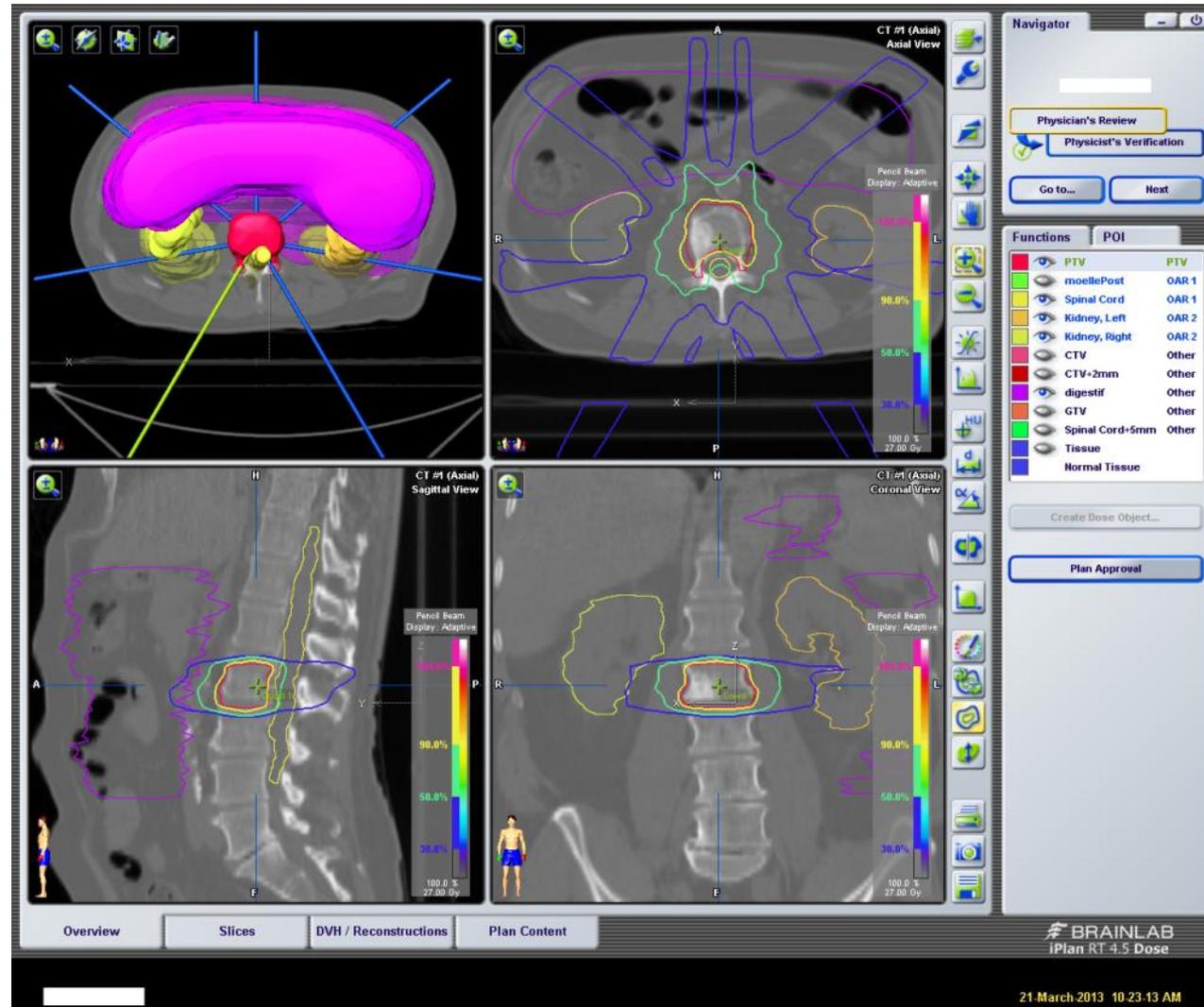
- 8 à 10 faisceaux 6MV coplanaires non opposés
  - arcs dynamiques si traitement en respiration libre (arcs non compatibles avec gating)
- Isodose de prescription : 80% (foie, calcul PB), 65 à 80% (poumon, calcul MC)
- Positionnement des lames : average, marge 0mm / PTV



# Exemple de planification SBRT tumeurs vertébrales

## Novalis

- 7 faisceaux modulés 6MV (non) coplanaires non opposés
- Prescription sur la dose médiane, calcul PB



# Conclusion

- Les avancées techniques, informatiques et en imagerie médicale ont permis plus de possibilités de traitements en radiothérapie externe.
- Les gradients de dose obtenus permettent d'optimiser le rapport dose à la cible / dose aux tissus sains.
- L'assurance de la qualité, la maîtrise des processus, la gestion des risques sont des éléments indispensables pour la réalisation de ces traitements.

**Merci pour votre attention**