

DES: Module transversal national
d'imagerie oncologique.

Savoir communiquer avec les radiothérapeutes : de l'image au plan de traitement.

Dr François Bidault

12 mai 2015



PLAN

Planification de traitement

Exemples d'utilisation avancée de l'imagerie

Considérations techniques

Conclusion

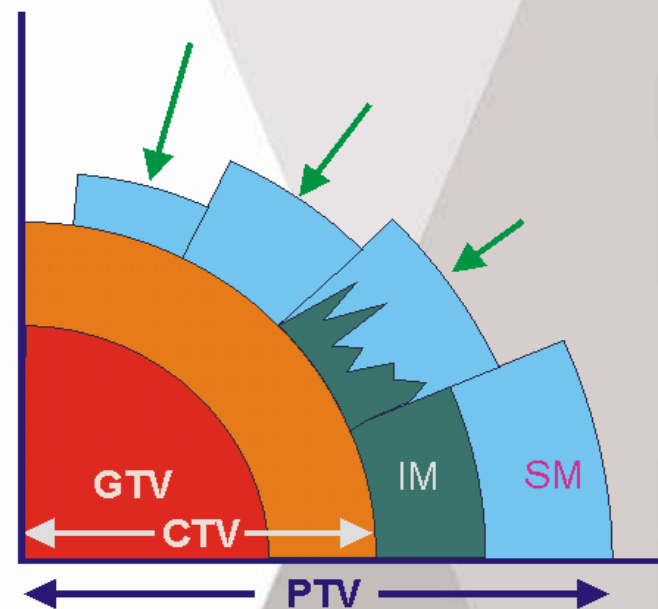
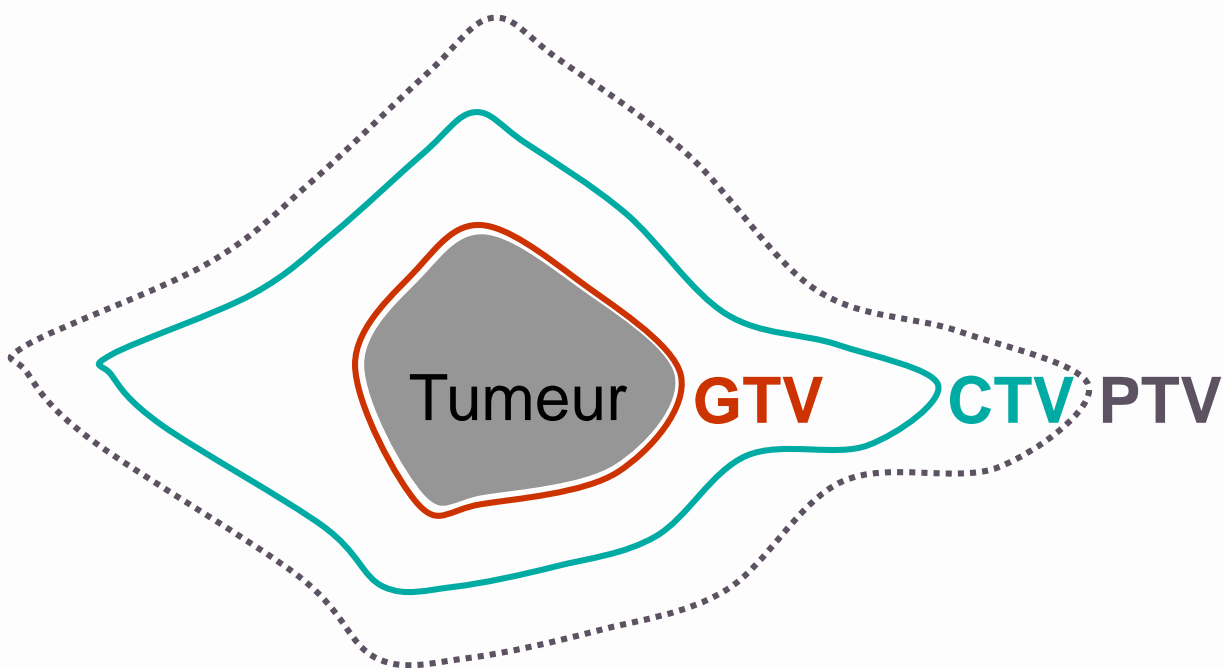


Objectifs de la Radiothérapie

Délivrer

- Une dose de rayonnement élevée à la tumeur et aux régions à risque d'envahissement, pour le contrôle tumoral
- Une dose basse aux tissus sains adjacents, pour éviter les effets secondaires

Vocabulaire : volumes traités



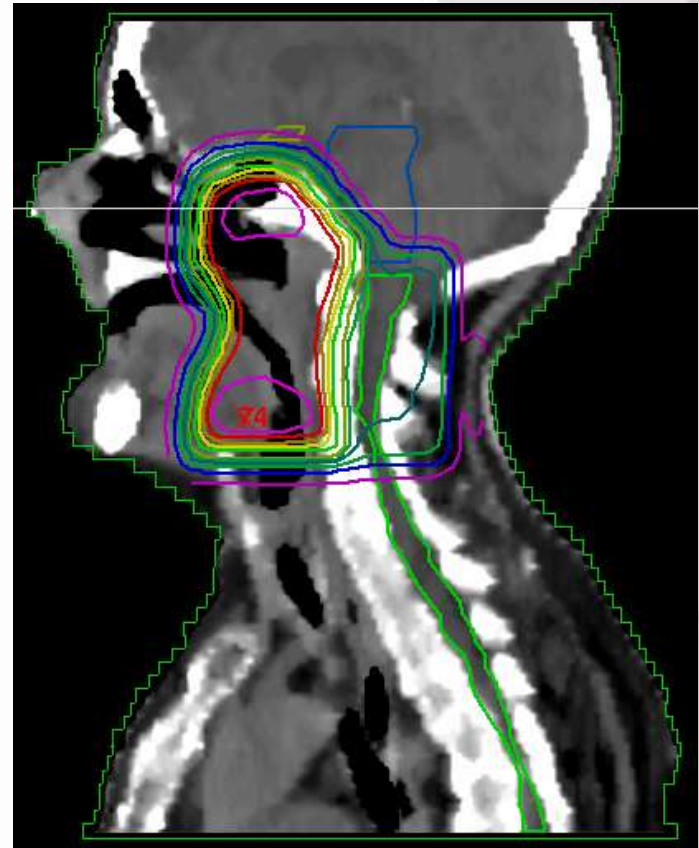
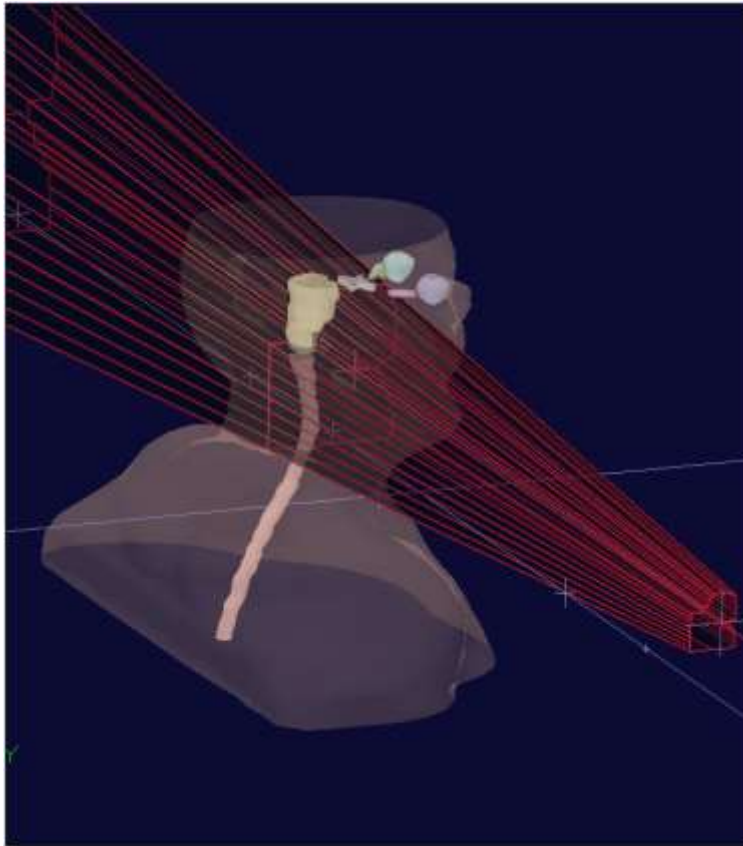
GTV : *Gross Tumor Volume*, maladie visualisable par toutes données cliniques et d'imagerie.

CTV : *Clinical Target Volume* ou volume cible anatomo-clinique, extensions microscopiques de la tumeur.

PTV : *Planning Target Volume* est obtenu par l'addition d'une marge autour du CTV, il comprend:

- **ITV** : *Internal Target Volume*, prise en considération du mouvement des organes.
- **SM** : *Set-up Margin*, incertitude de repositionnement à chaque séance de radiothérapie.

Vocabulaire : Organes à risque



Vocabulaire : Organes à risque

Abaques SFRO

Organe sain (organe à risque)	Dose de tolérance
Parotide controlatérale	$V_{26} \leq 50\%$ Dose moyenne < 30 Gy
Tronc cérébral	Dose maximale de 50 Gy
Articulation temporo-mandibulaire, notamment controlatérale	Dose maximale de 65 Gy
Moelle épinière	Dose maximale de 45 Gy
Larynx	Dose maximale de 20 Gy
Chiasma	Dose maximale de 54 Gy
Conduit auditif, oreille moyenne et interne	Dose maximale de 50-55 Gy
Œil	Dose moyenne < 35 Gy
Poumon sain	$V_{20} \leq 35\%$ $V_{30} \leq 20\%$
Plexus brachial	Dose maximale de 55 Gy
Œsophage	Dose maximale de 40 Gy sur une hauteur de 15 cm
Foie	$V_{30} \leq 50\%$ Dose < 26 Gy dans le foie total
Cœur	Dose maximale de 35 Gy dans l'ensemble du cœur
Rein	Dose maximale de 20 Gy dans un volume cumulé équivalent à un rein entier fonctionnellement normal
Intestin grêle	Dose maximale de 50 Gy Dose maximale de 40 Gy sur un grand volume
Estomac, duodénum	Dose maximale de 45 Gy Dose maximale de 54 Gy dans un petit volume
Vessie	$V_{60} \leq 50\%$ $V_{70} \leq 25\%$.
Cols, têtes fémorales, grand trochanter	$V_{50} \leq 10\%$.
Rectum (paroi rectale)	$V_{60} \leq 50\%$. $V_{70} \leq 25\%$ $V_{74} \leq 5\%$

Techniques de radiothérapie

- Curiethérapie
- Radiothérapie métabolique

- Radiothérapie externe

- Exemples:

- *Photons :*

- **4-6 MeV : ORL / Poumon / sein / encéphale**

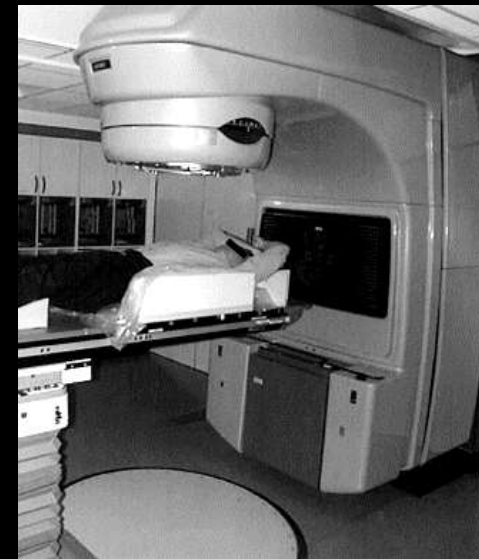
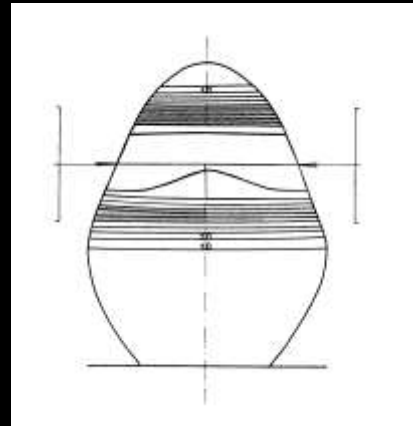
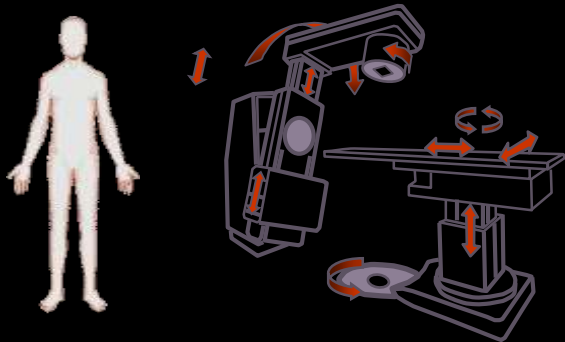
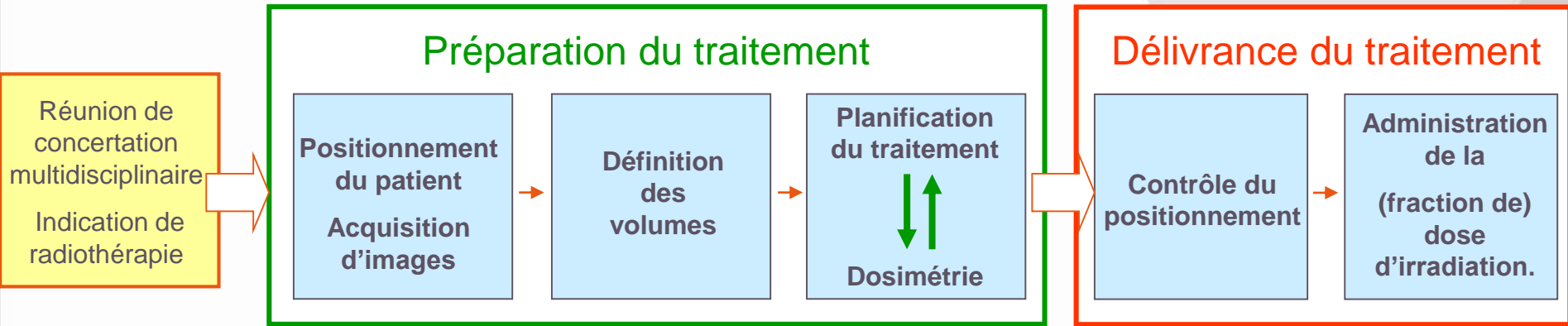
- **6-25 MeV : Abdomen - Pelvis (prostate, rectum)**

- *Electrons : structures superficielles Peau, Ganglions*

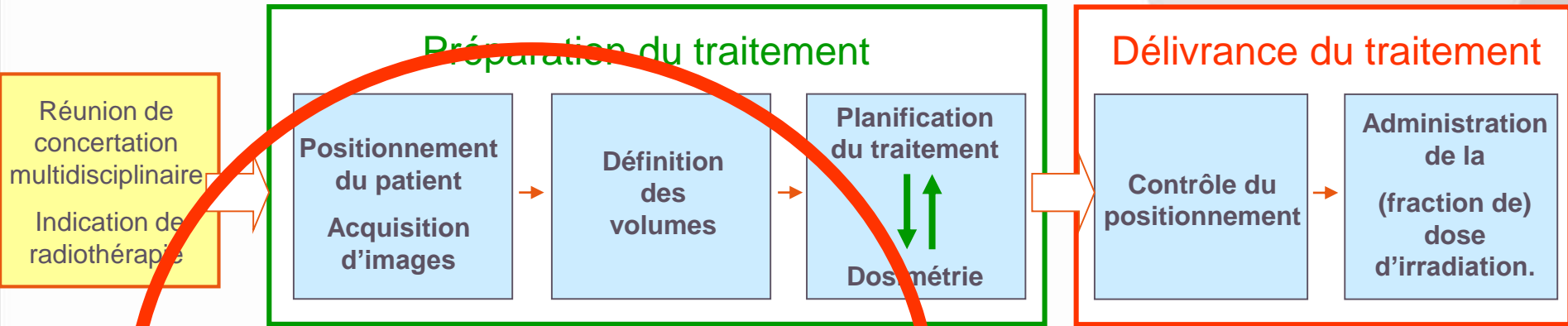
- Techniques optimisant la distribution de dose :

- *radiothérapie conformationnelle,*
 - *radiothérapie de conformation avec modulation d'intensité (IMRT)*
 - *tomothérapie,*
 - *radiochirurgie (Cyber-Knife®),*
 - *hadronthérapie.*

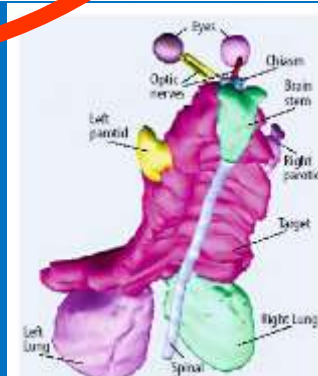
Radiothérapie externe : flux de travail



Radiothérapie externe : flux de travail



Etapes fédératives
Radiothérapeute
Médecin nucléaire
Radiologue



UCNT T2N2

Transverse

Structure Control

Tumor Structures

Name	Display	Color
PTV 70 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 60 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 54 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	

Sensitive Structures

Name	Display	Color
ring 1,5	<input type="checkbox"/>	
PRV canal medullaire	<input checked="" type="checkbox"/>	
PRV Chiasma	<input type="checkbox"/>	
PRV NOD	<input type="checkbox"/>	

Coronal

Sagittal

Plan Image Control

20,02 35 45,01 51,31 56 56,98 66,5 74,9

Lasers

Dose 70.0 Gy

Isodose

Orientation

Transverse

Coronal

Sagittal

Transverse

Structure Control

Tumor Structures

Name	Display	Color
PTV 70 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 60 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 54 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	

Sensitive Structures

Name	Display	Color
ring 1,5	<input type="checkbox"/>	
PRV canal medullaire	<input checked="" type="checkbox"/>	
PRV Chiasma	<input type="checkbox"/>	
PRV NOD	<input type="checkbox"/>	

Coronal

Sagittal

Plan Image Control

20,02 35 45,01 51,31 56 56,98 66,5 74,9

Lasers

Dose 70.0 Gy

Isodose

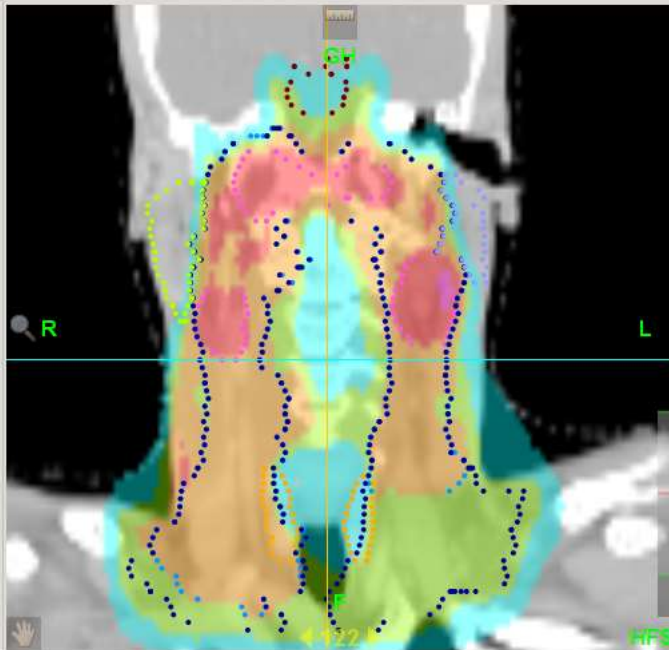
Orientation

Transverse

Coronal

Sagittal

Coronal



Structure Control

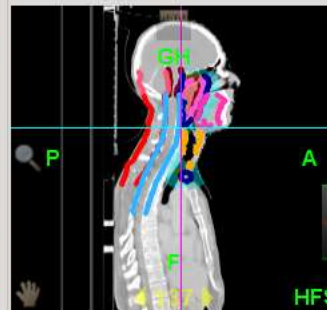
Tumor Structures

Name	Display	Color
PTV 70 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 60 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	
PTV 54 Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	

Sensitive Structures

Name	Display	Color
ring 1,5	<input type="checkbox"/>	
PRV canal medullaire	<input checked="" type="checkbox"/>	
PRV Chiasma	<input type="checkbox"/>	
PRV NOD	<input type="checkbox"/>	

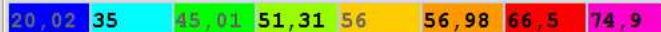
Sagittal



Transverse



Plan Image Control



Lasers

Dose 70.0 Gy



Orientation

Transverse

Coronal

Sagittal

PLAN

Planification de traitement

Exemples d'utilisation avancée de l'imagerie

Considérations techniques

Conclusion



Imagerie pertinente, adaptée à la planification de la radiothérapie



Scanner

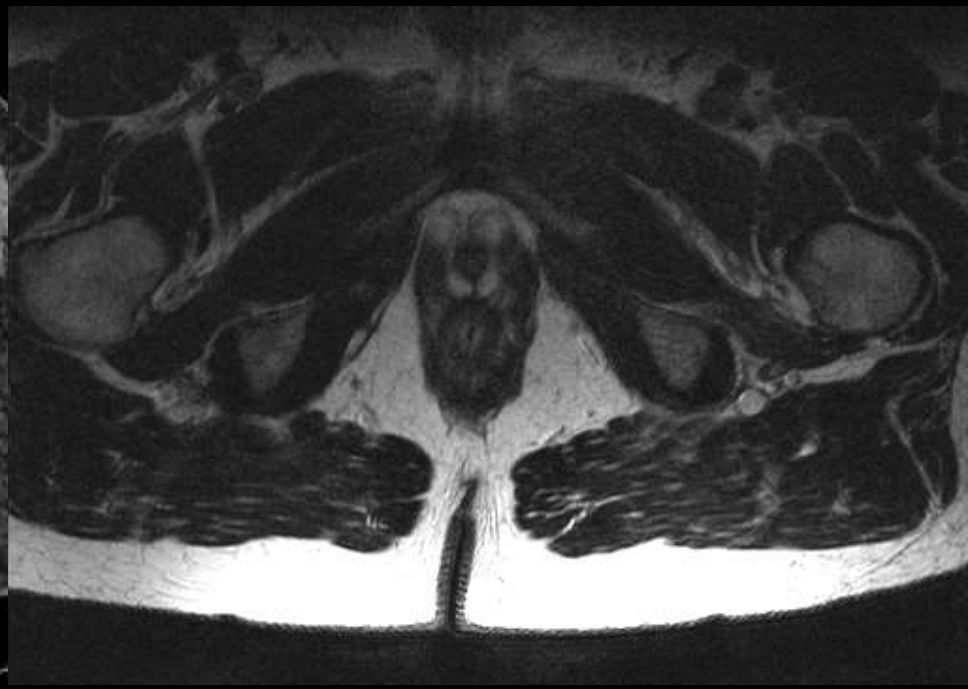


IRM

Imagerie pertinente, adaptée à la planification de la radiothérapie



Scanner

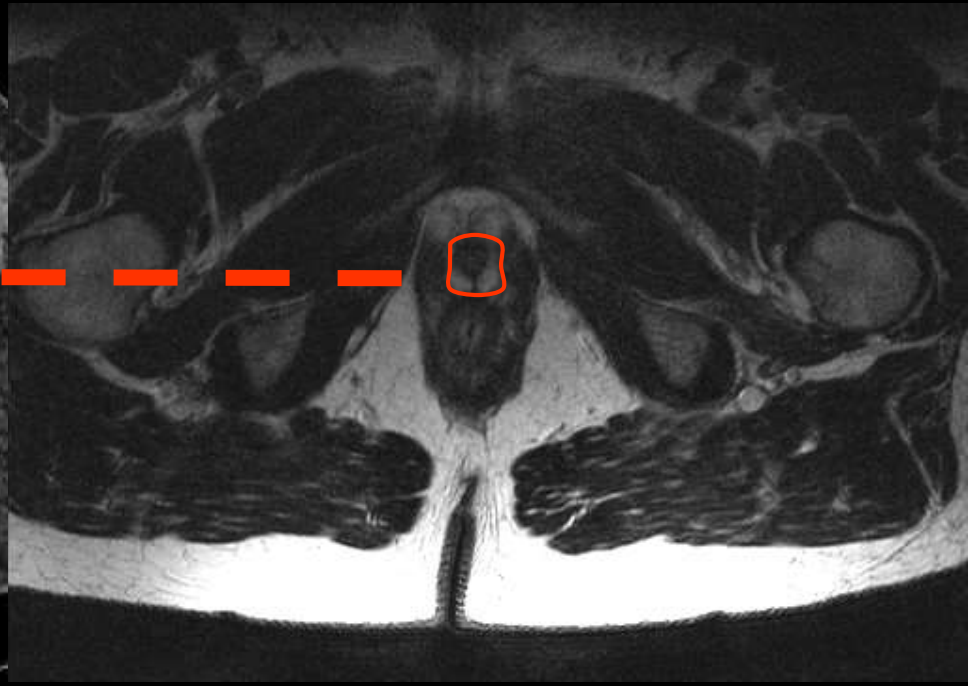


IRM

Imagerie pertinente, adaptée à la planification de la radiothérapie



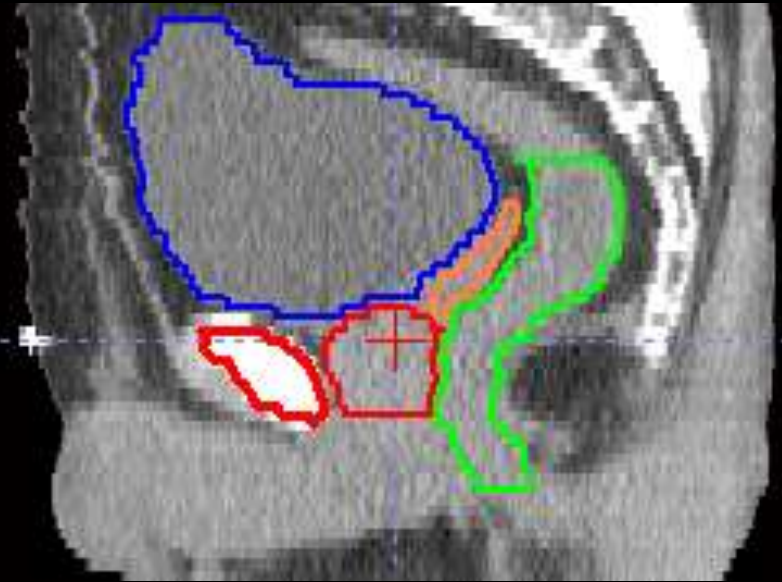
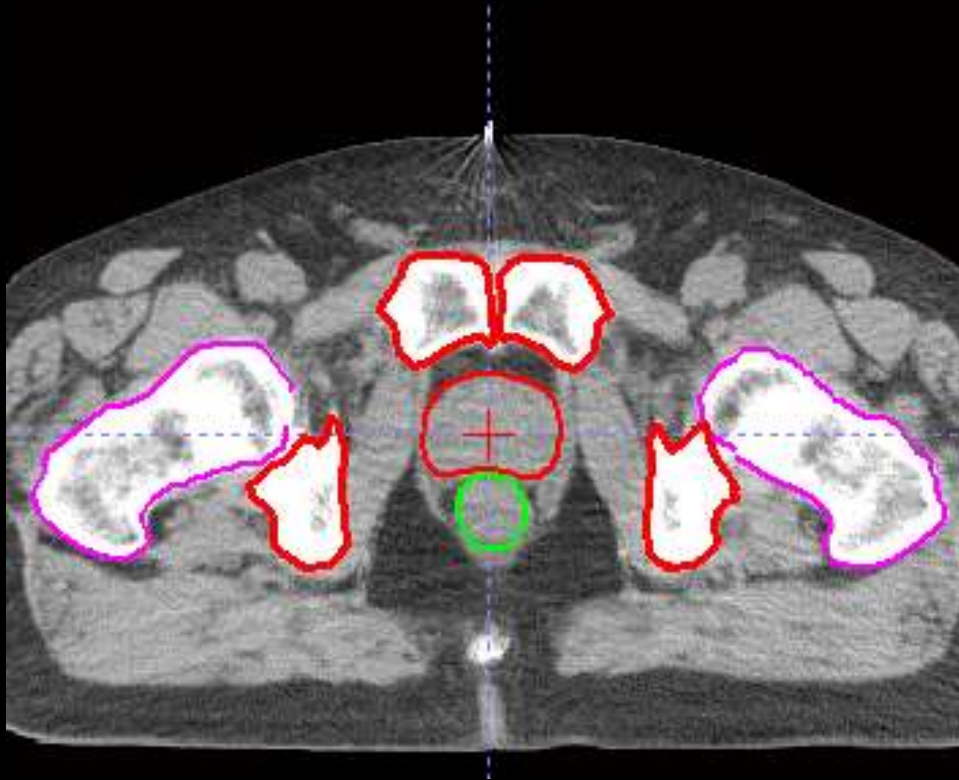
Scanner

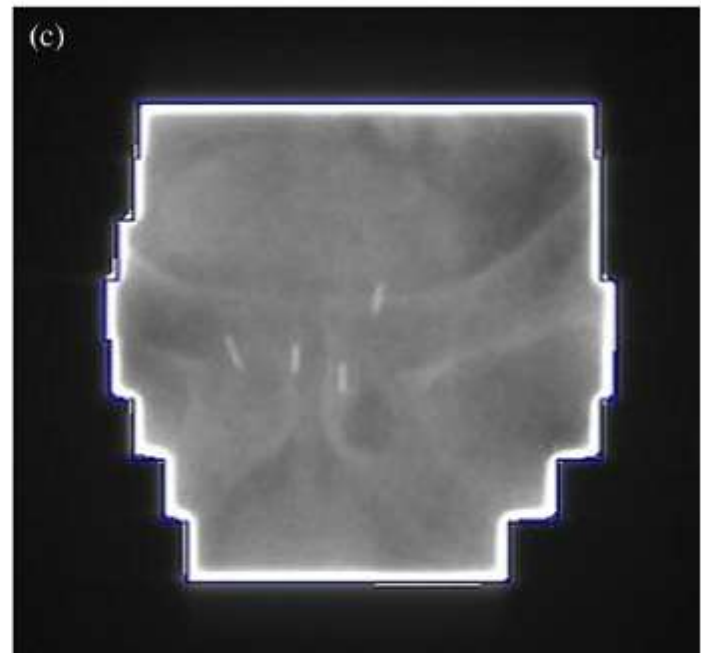
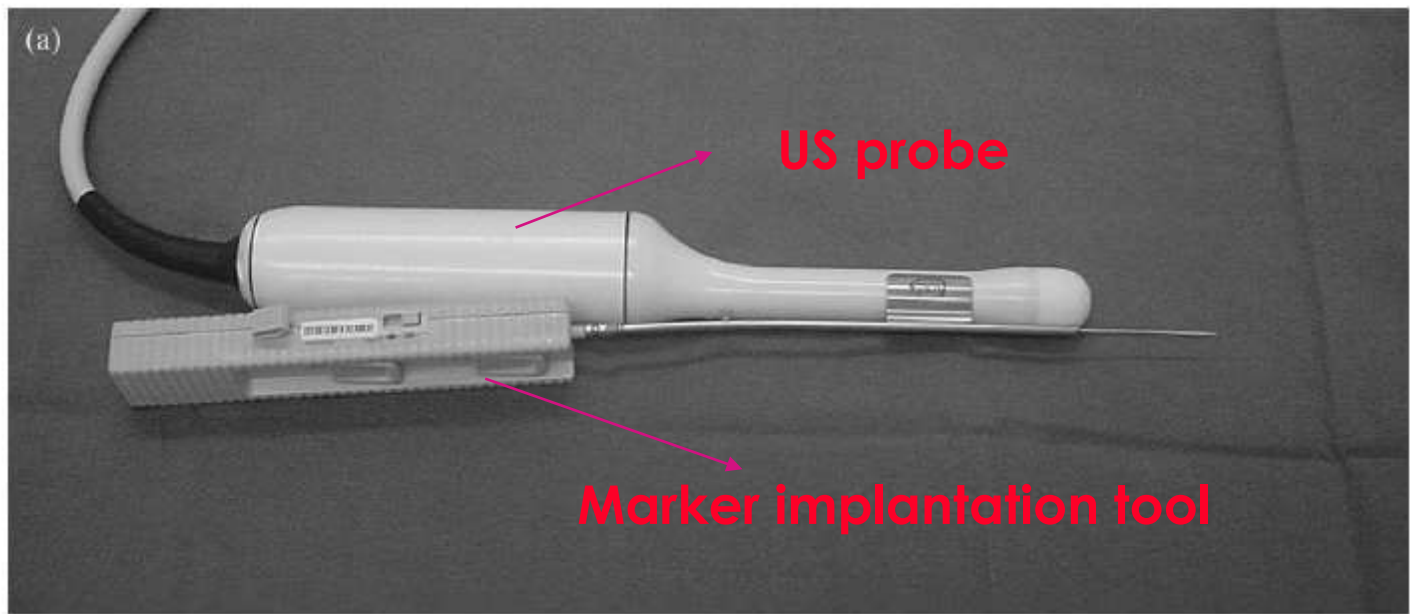


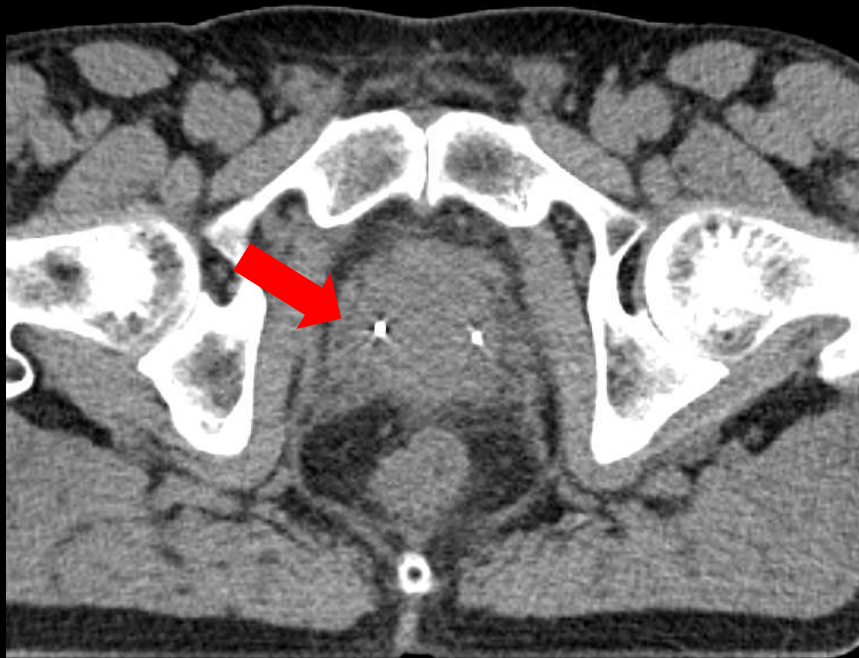
IRM

Setup Error and Organ Motion

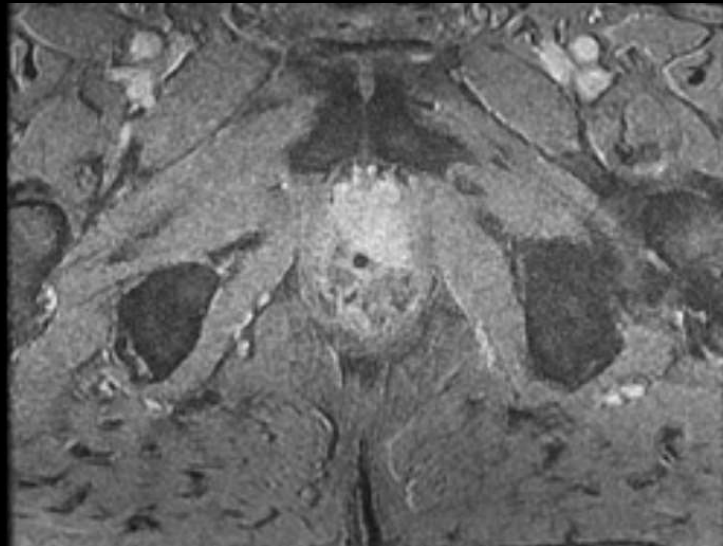
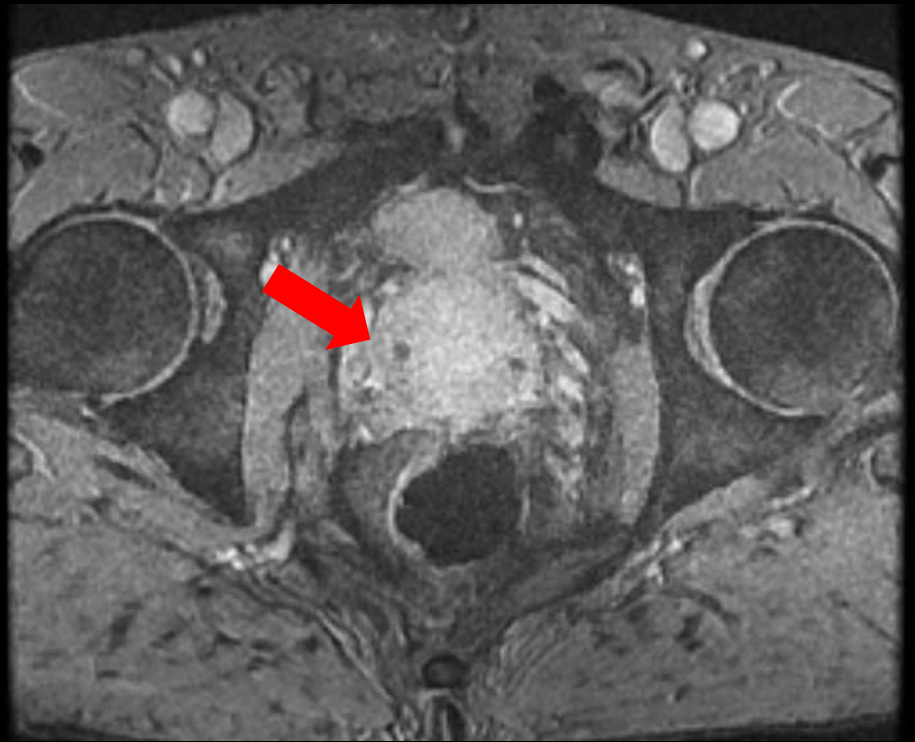
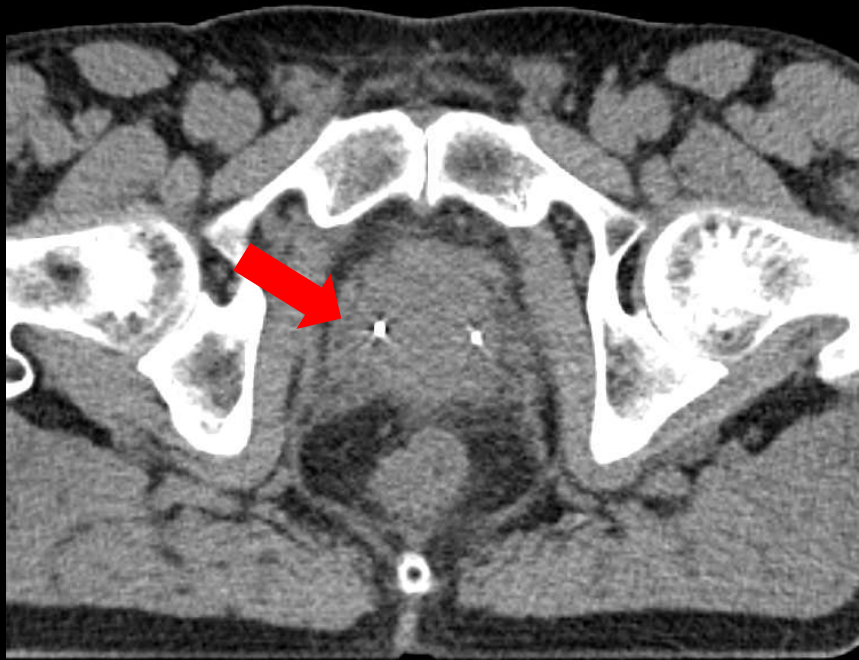
22 Treatment CT scans Aligned to Skin Marks

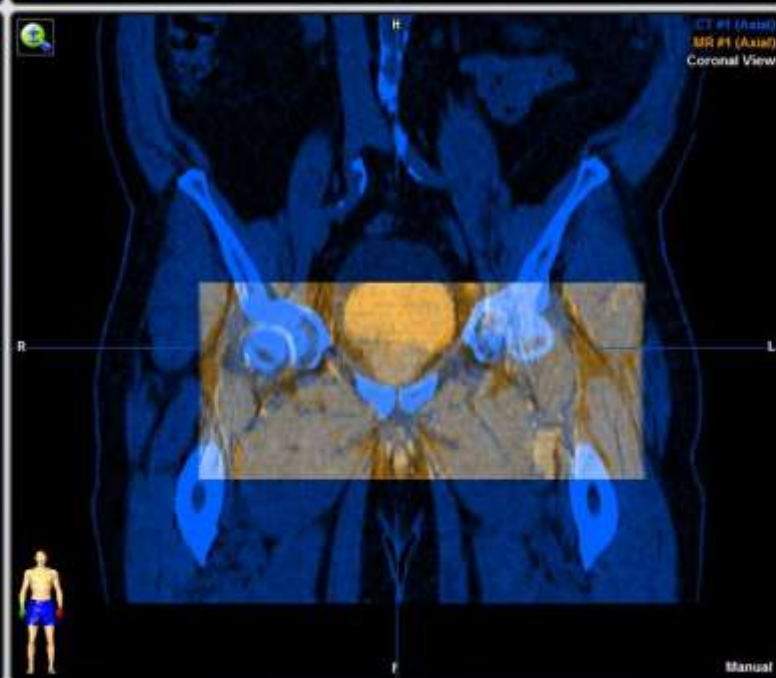
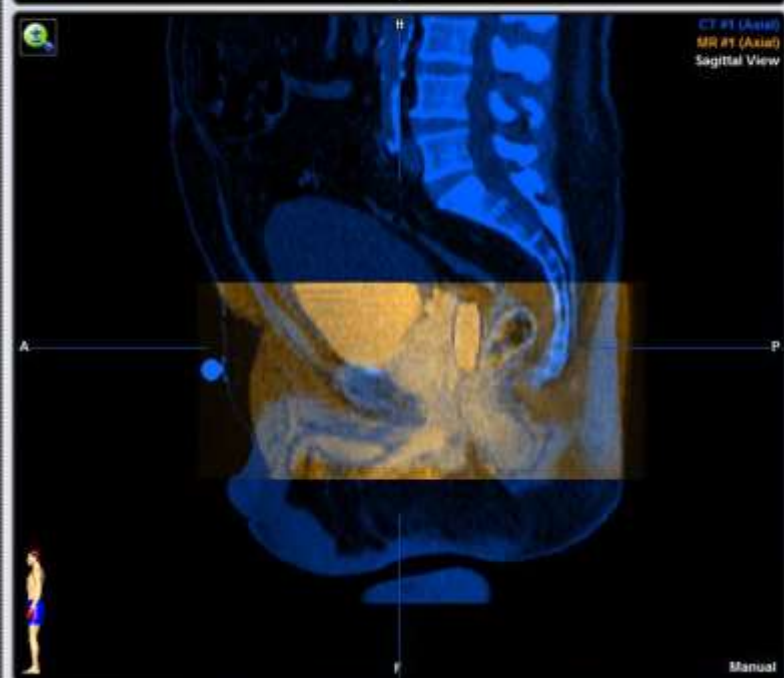
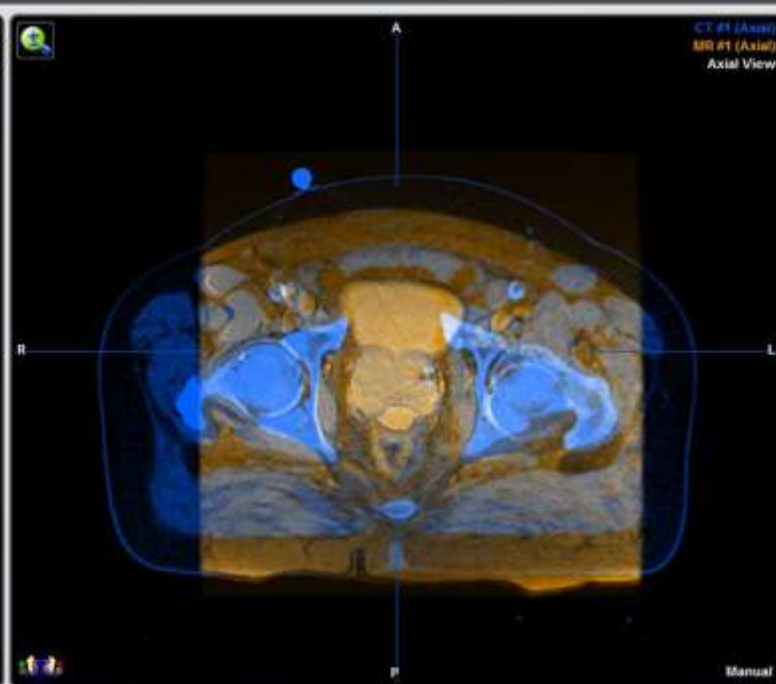






Images: remerciement A Bossi





Navigator

Image Fusion
Object Creation

Go To... Reset

Fusion

- CT #1 (Axial) - MR #1 (Axial)
- MR #1 (Axial) - MR #2 (Axial)

New... Reset

Blue Amber

Edges Edges

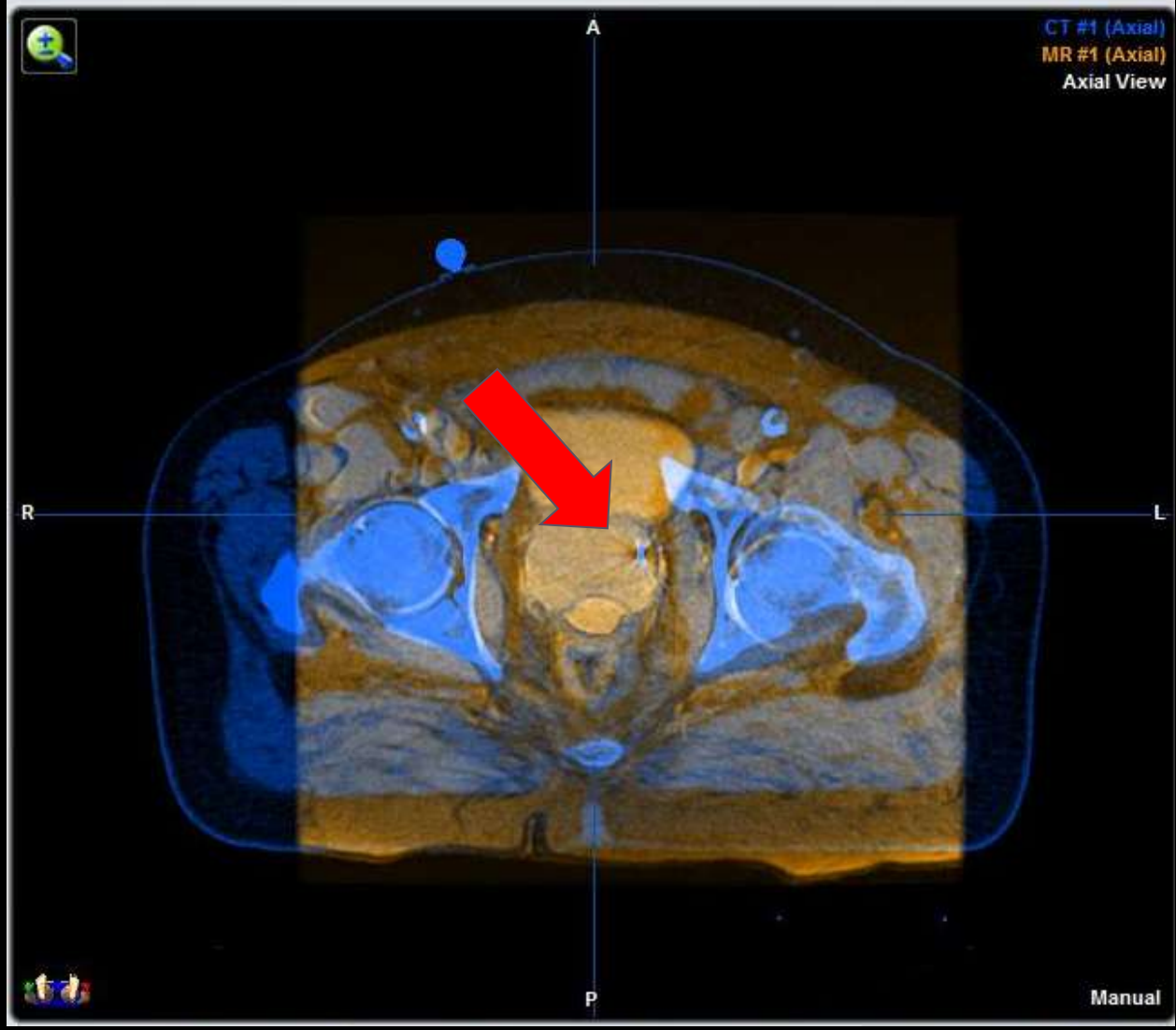
Manual Fusion

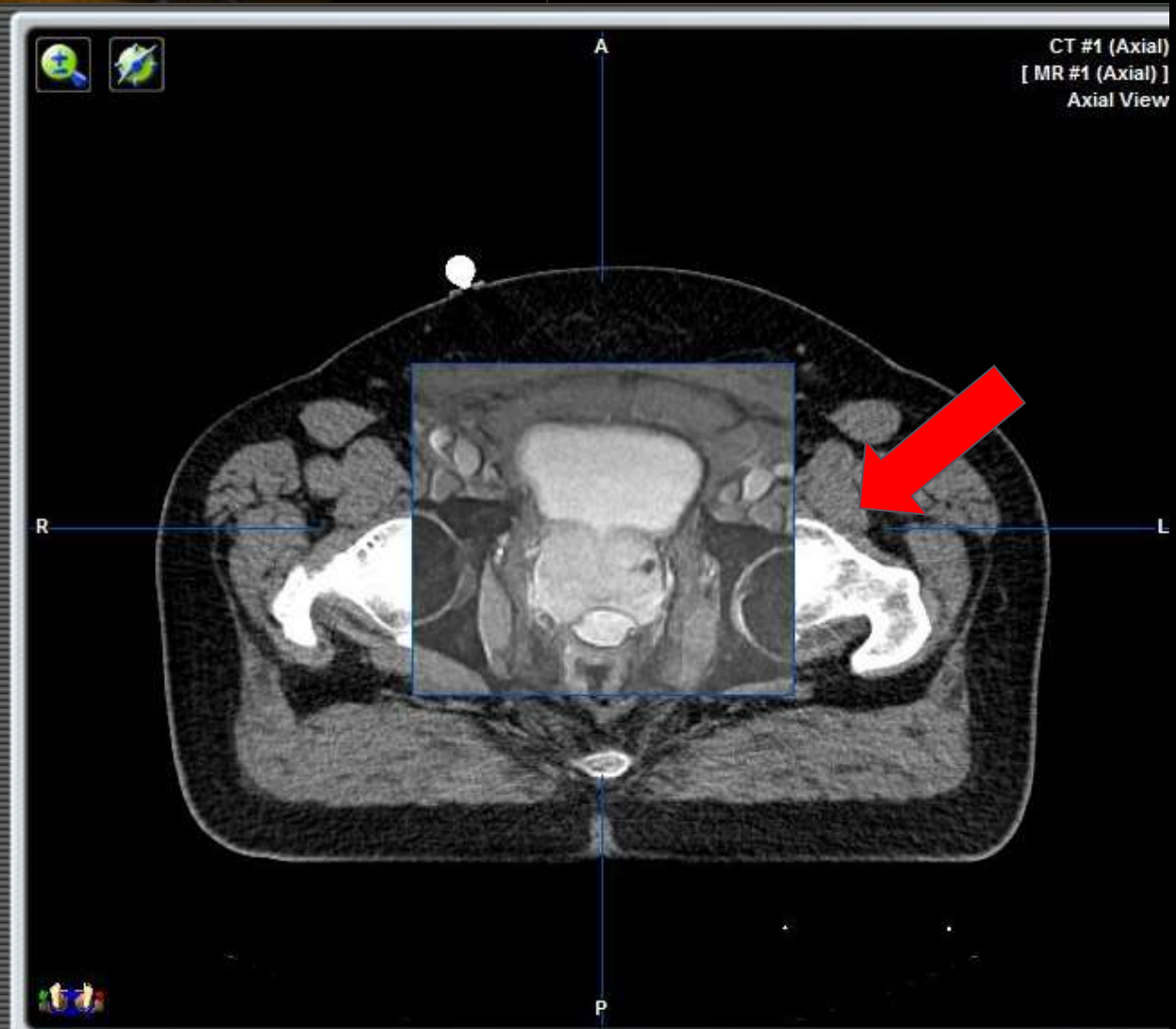
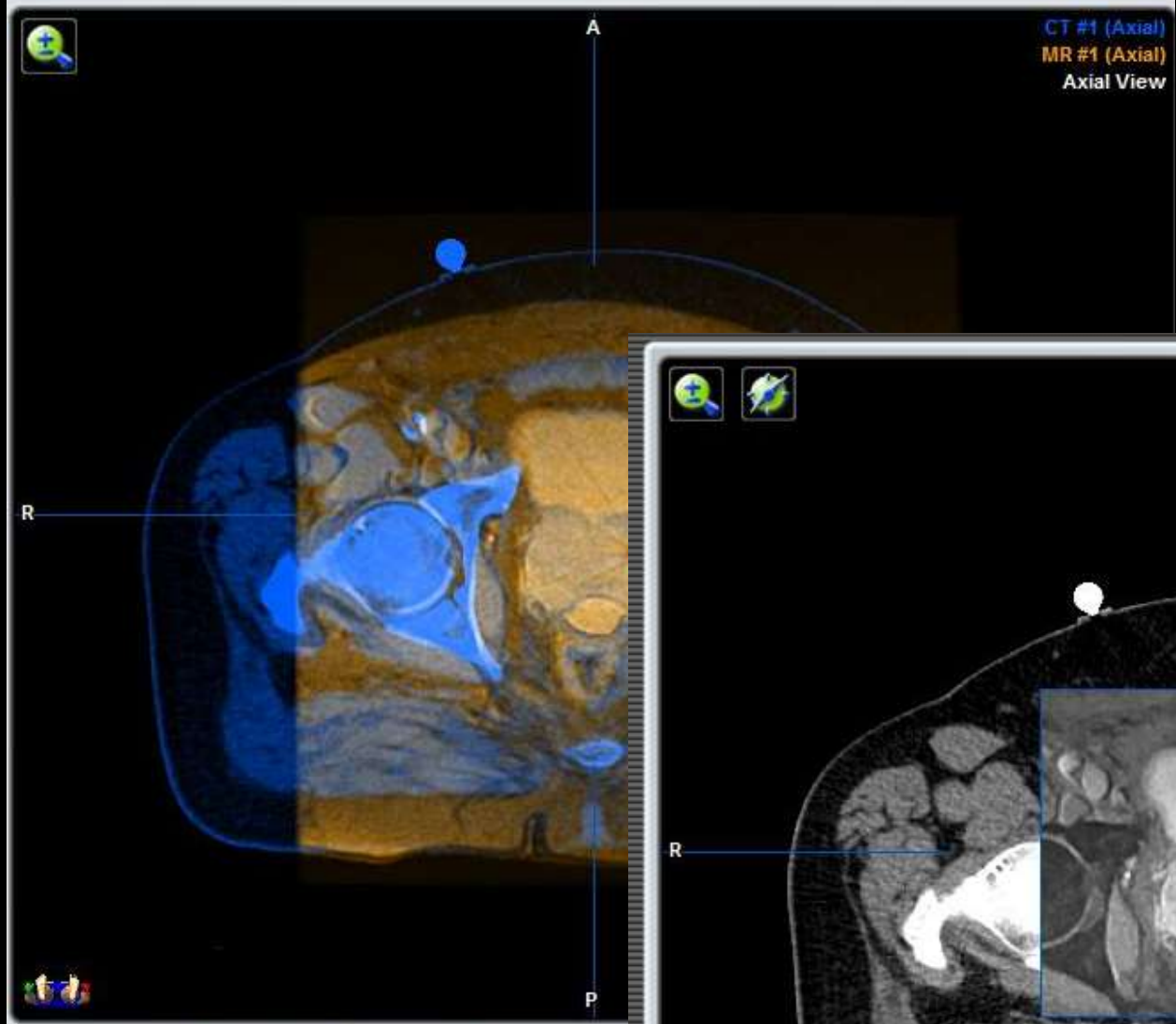
Coarse Fine

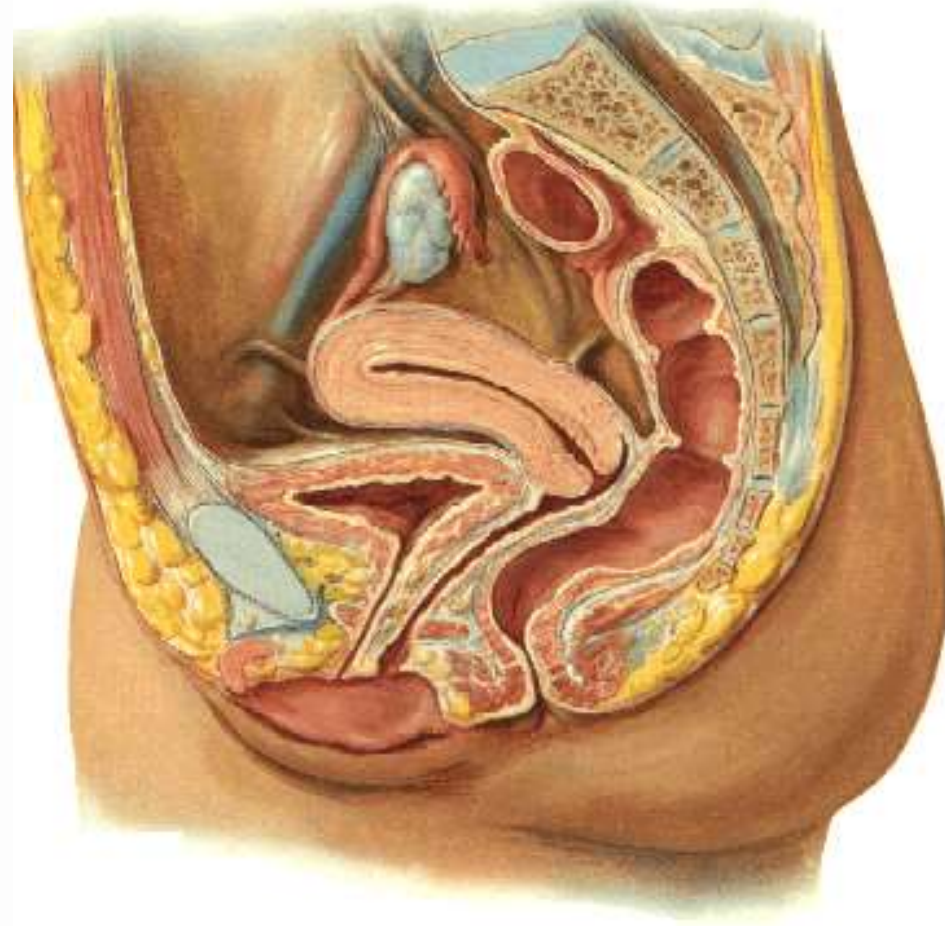
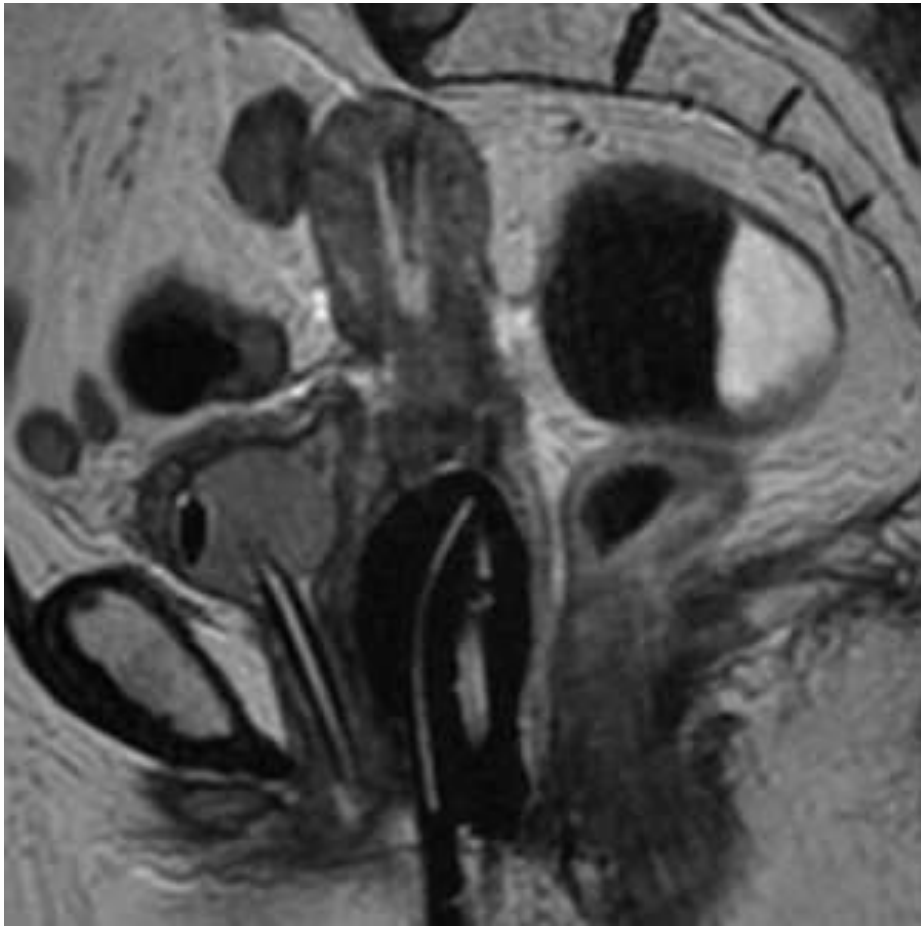
Automatic Fusion

AutoFUSE Modify Range...

Undo

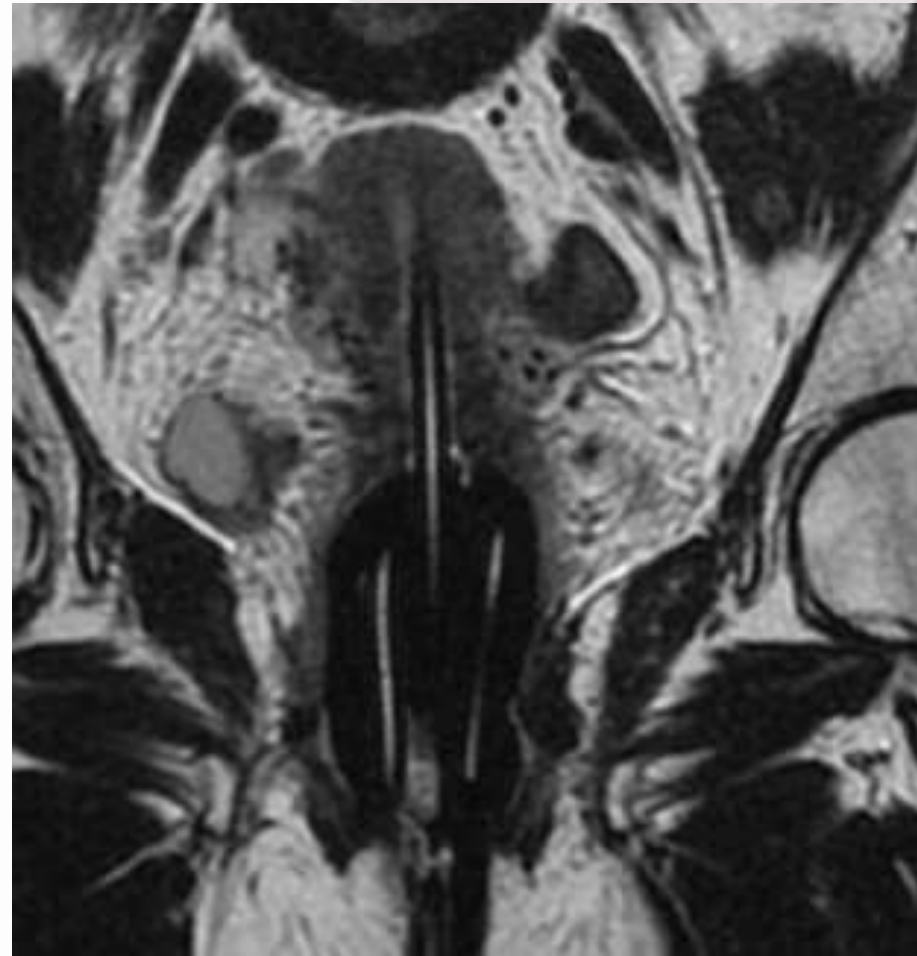
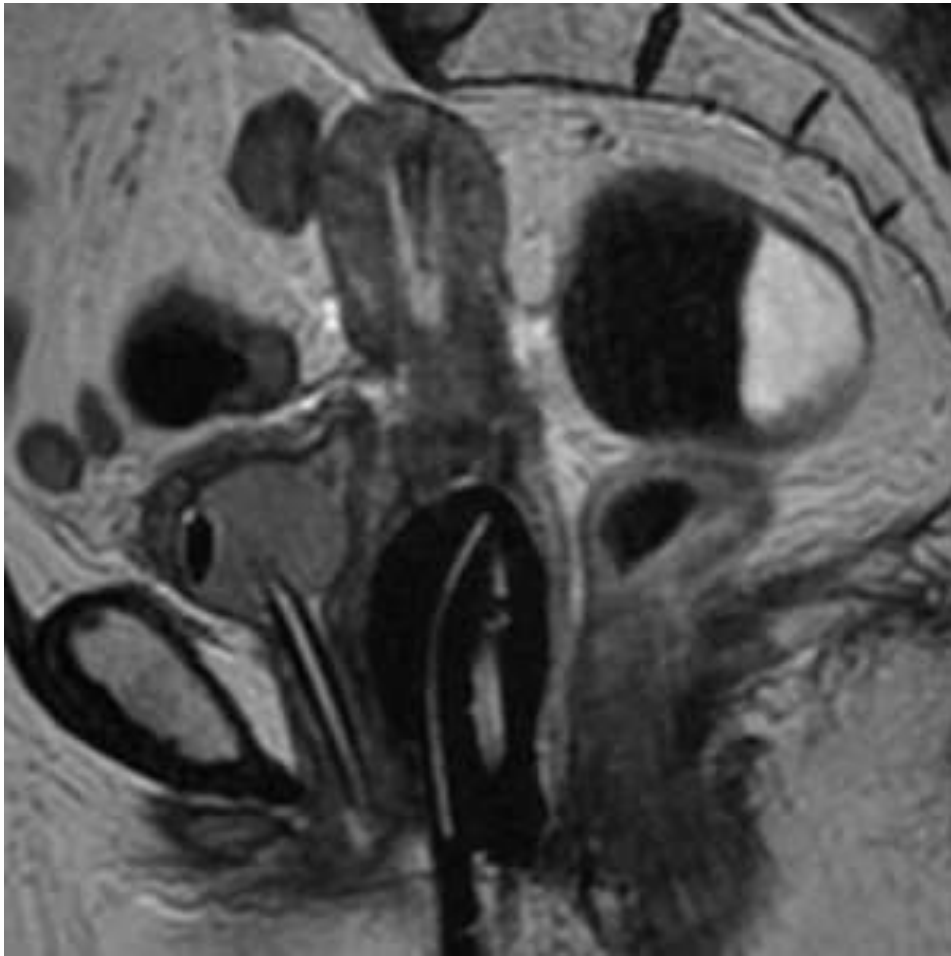






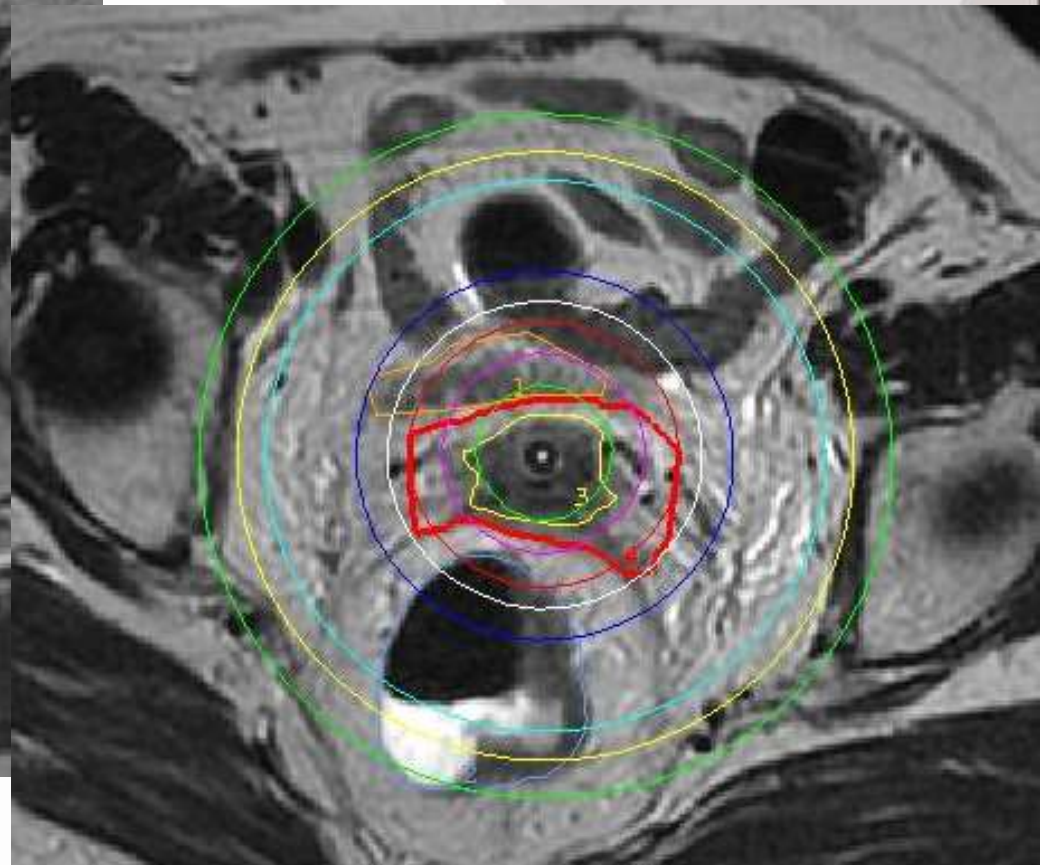
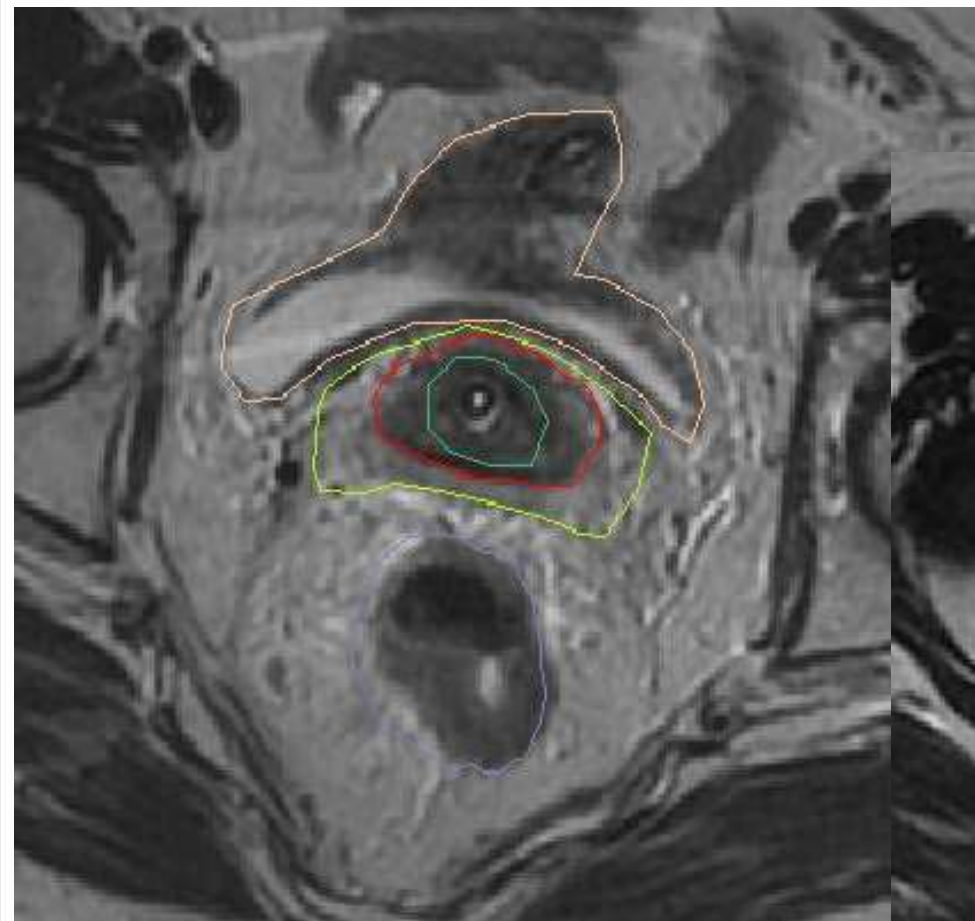
Groupe de travail en gynécologie GEC-ESTRO
(European Society for Therapeutic Radiology and
Oncology)

Haie-Meder C. Radiother Oncol. 2005;74(3):235-45.



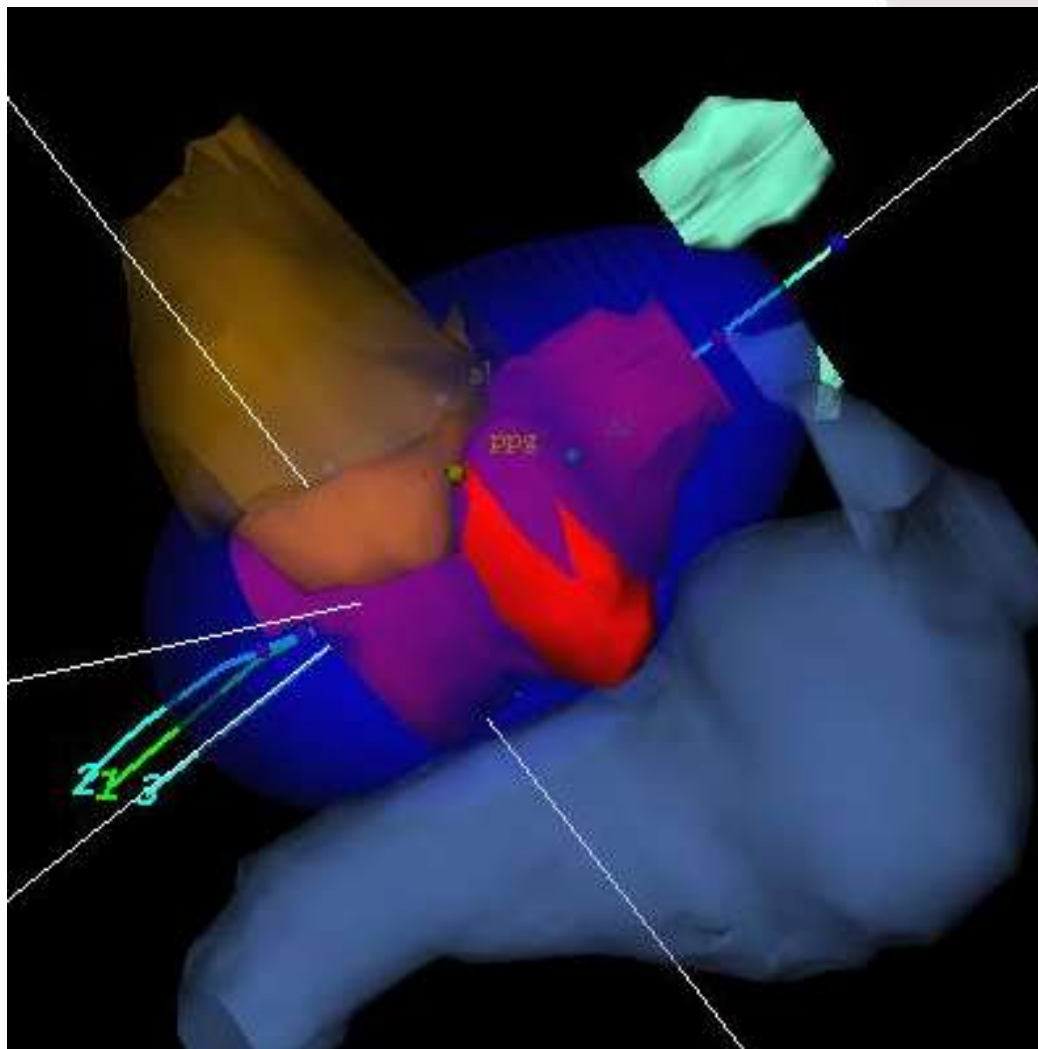
Groupe de travail en gynécologie GEC-ESTRO
(European Society for Therapeutic Radiology and
Oncology)

Haie-Meder C. Radiother Oncol. 2005;74(3):235-45.



Groupe de travail en gynécologie GEC-ESTRO
(European Society for Therapeutic Radiology and
Oncology)

Haie-Meder C. Radiother Oncol. 2005;74(3):235-45.



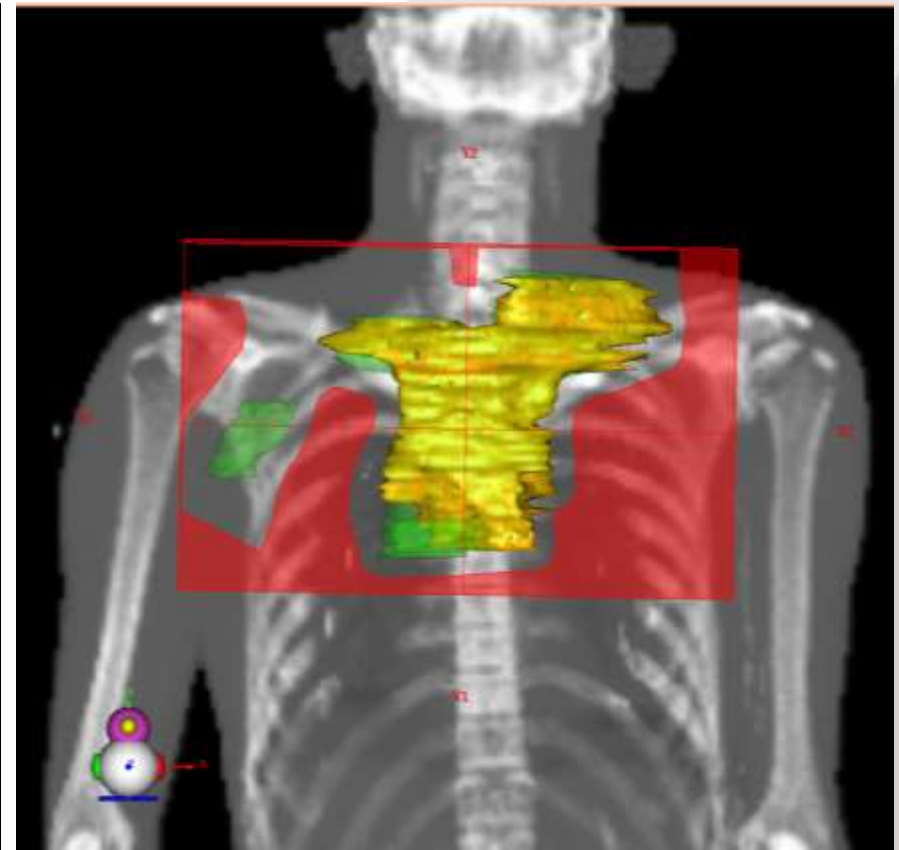
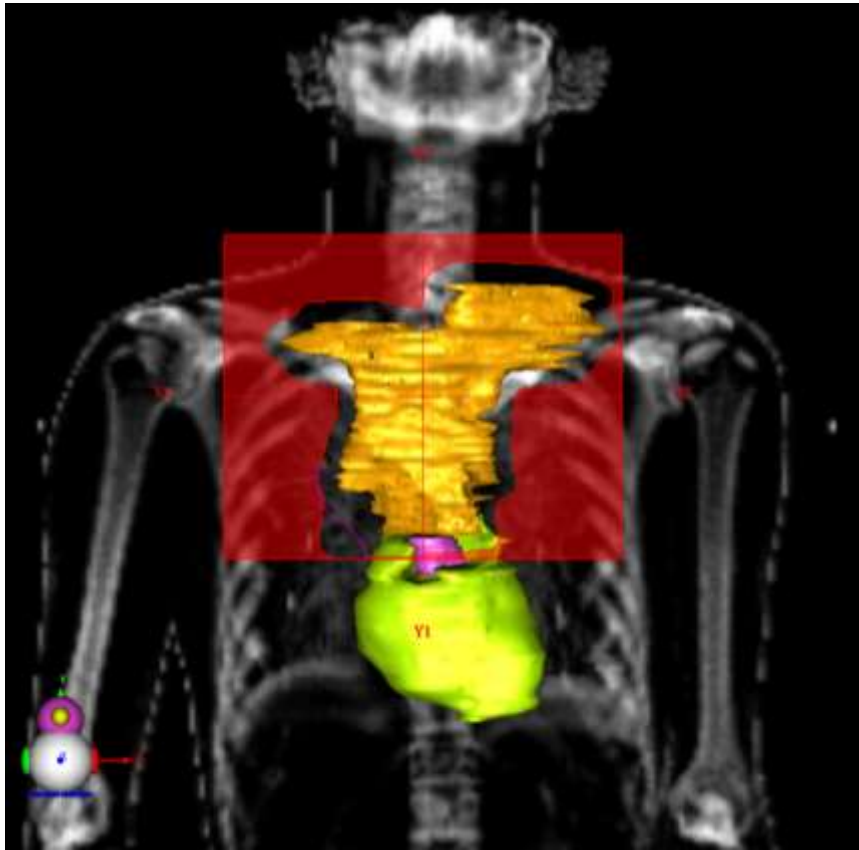
Groupe de travail en gynécologie GEC-ESTRO
(European Society for Therapeutic Radiology and
Oncology)

Haie-Meder C. Radiother Oncol. 2005;74(3):235-45.



Groupe de travail
EORTC-GELA sur
les lymphomes
(European
Organisation
for Research and
Treatment of Cancer)

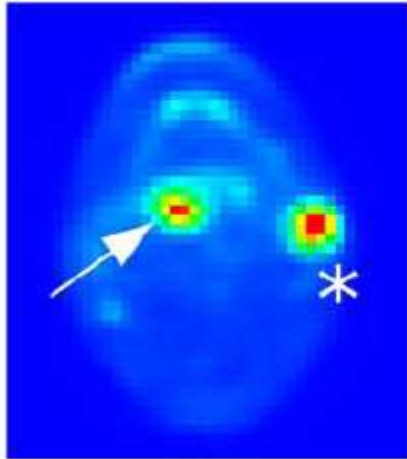
Girinsky T. Radiother
Oncol.
2008;88(2):202-10.



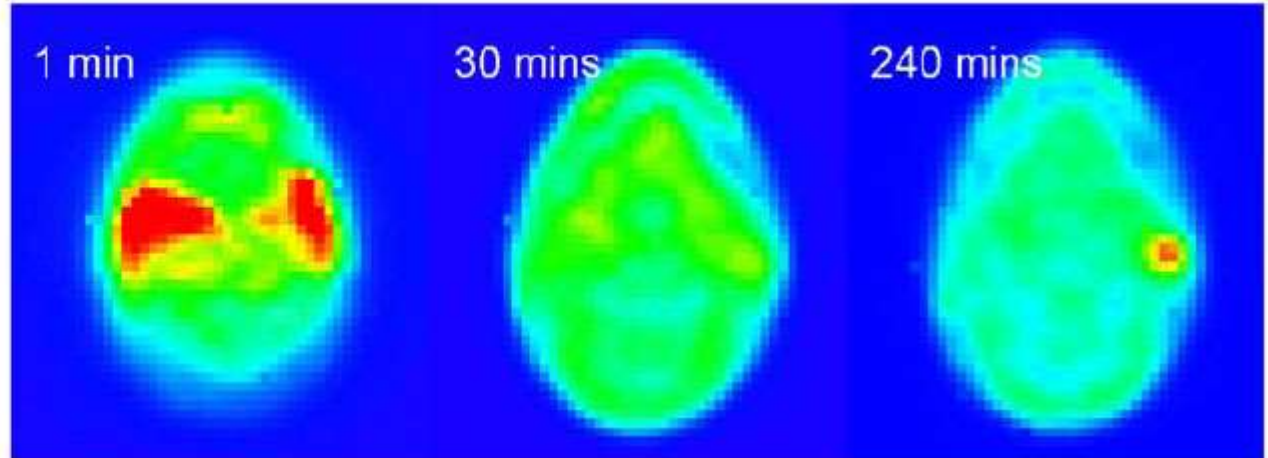
Groupe de travail EORTC-GELA sur les lymphomes
(European Organisation for Research and Treatment of
Cancer)

Girinsky T. Radiother Oncol. 2008;88(2):202-10.

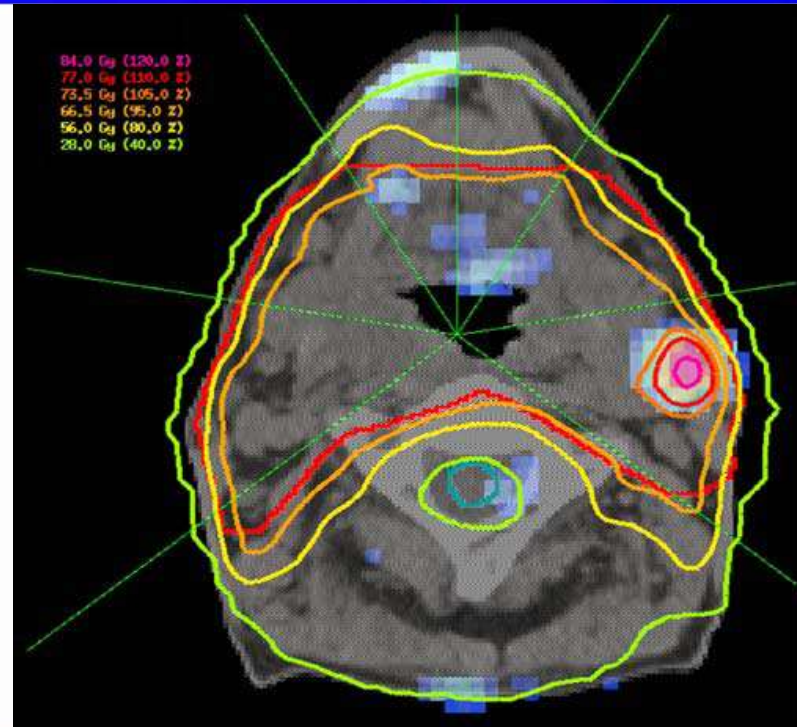
FDG-PET



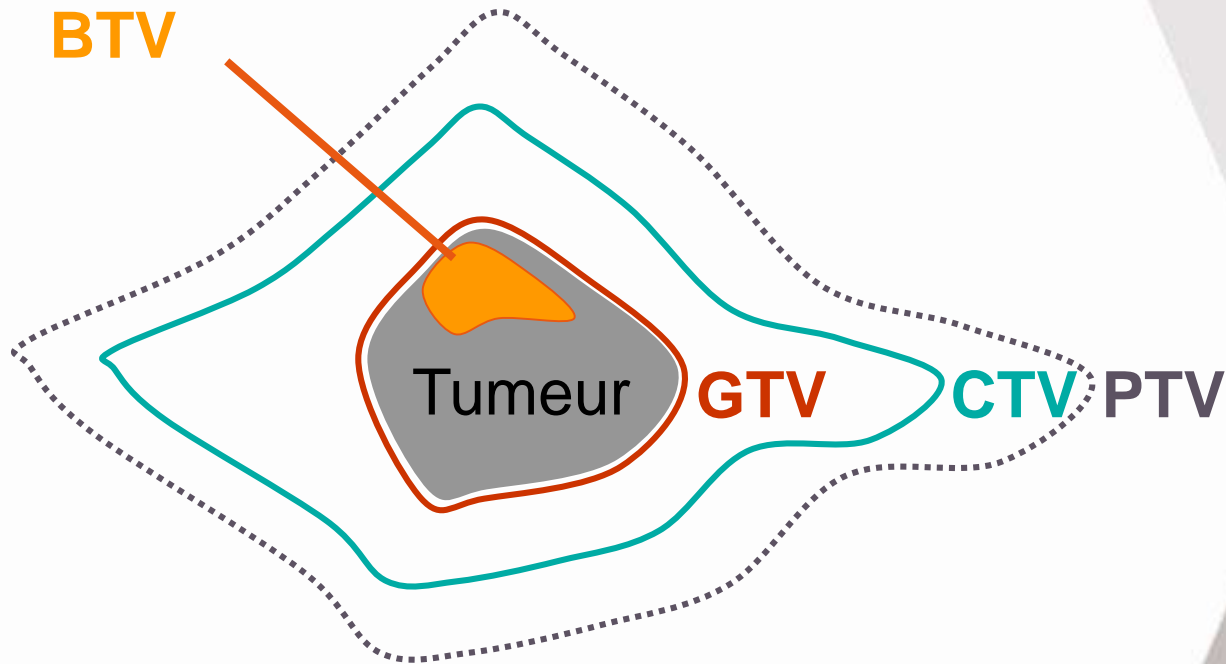
F-MISO PET



Hypoxie,
Escalade de dose?



- **Lelandais B, Gardin I, Mouchard L, Vera P, Ruan S. Segmentation of biological target volumes on multi-tracer PET images based on information fusion for achieving dose painting in radiotherapy. Med Image Comput Comput Assist Interv. 2012;15(Pt 1):545-52.**
 - Utilisation des images pour la définition d'un BTV (biological target volume) dans un but théorique de dose painting avec escalade de dose.
- **Wen G, Huang XB, Zhang WD, Lin XP, He ZC, Xia YF. Primary exploration of individual biological boosting target volume for locally advanced nasopharyngeal carcinoma. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2012 Dec 4;92(45):3207-10. Article en chinois.**
 - 10 patients, Cancer du nasopharynx localement avancé.
 - (99m) Tc-HL91 SPECT-CT, BBTV (biological boosting target volume)



GTV : *Gross Tumor Volume*, maladie *visualisable* par toutes données cliniques et d'imagerie.

CTV : *Clinical Target Volume* ou volume cible anatomo-clinique, extensions microscopiques de la tumeur

PTV : *Planning Target Volume* est obtenu par l'addition d'une marge autour du CTV, il comprend:

- ITV : *Internal Target Volume*, prise en considération du mouvement des organes
- SM : *Set-up Margin*, incertitude de repositionnement à chaque séance de radiothérapie

Message

- La radiothérapie «de précision » permet d'envisager de traiter des sous volumes guidés par l'imagerie
- Cette démarche pose la question du sens et de la validation des techniques d'imagerie avancée (corrélation avec une résistance au traitement : grade histologique, hypoxie...).

PLAN

Planification de traitement

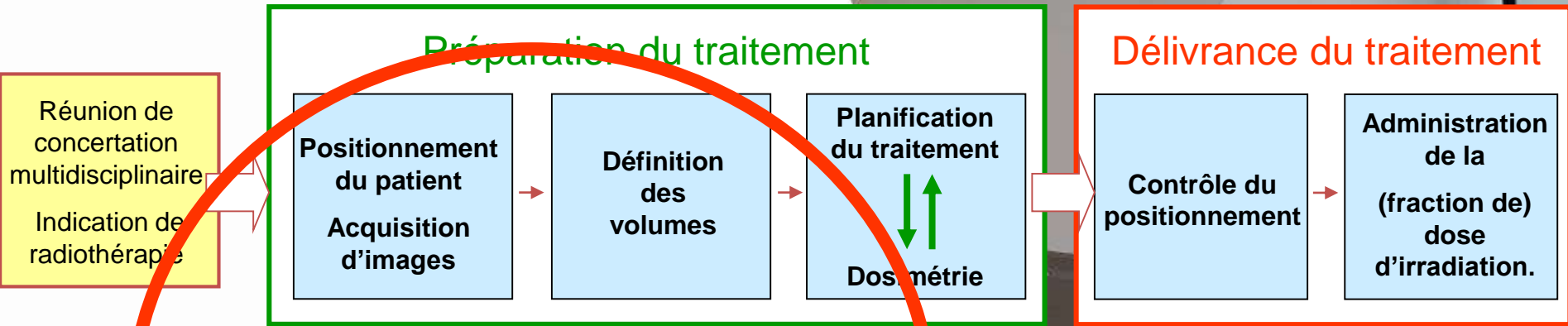
Exemples d'utilisation avancée de l'imagerie

Considérations techniques

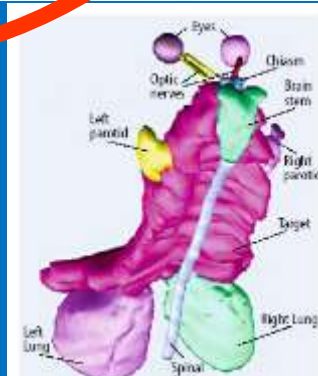
Conclusion



Radiothérapie externe : flux de travail

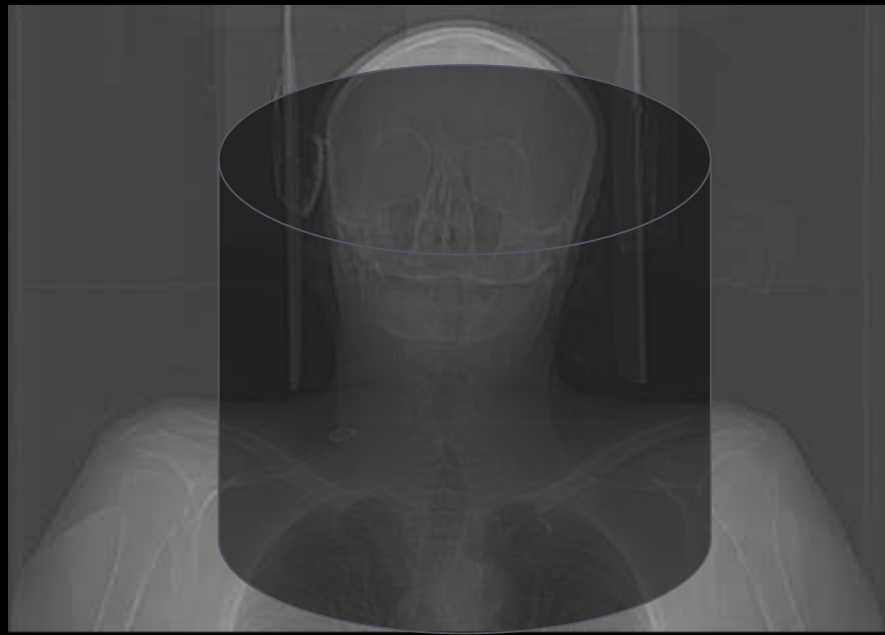
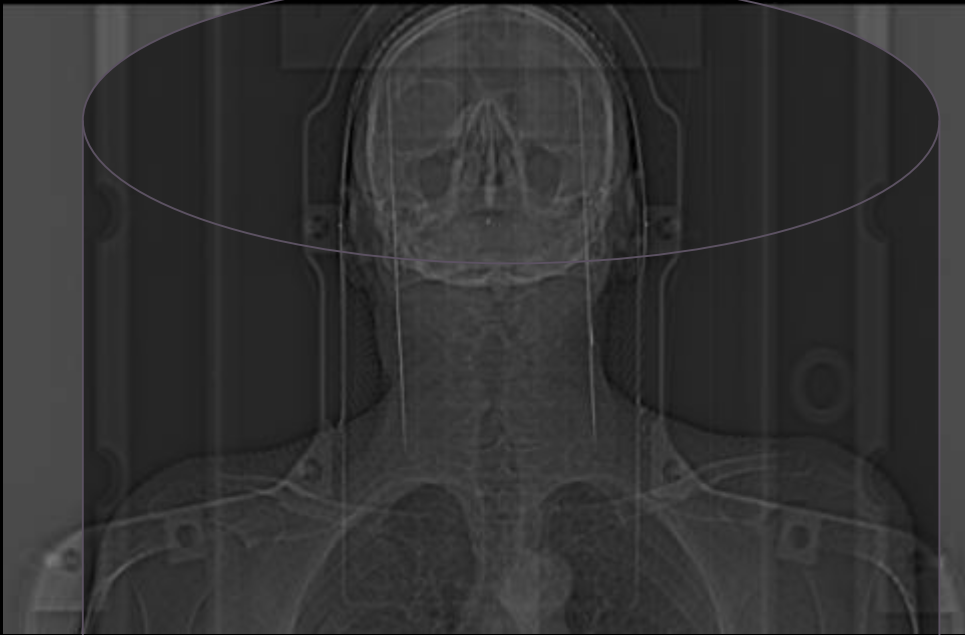


Etapes fédératives
Radiothérapeute
Médecin nucléaire
Radiologue



- **Qualité de l'image**

- Champs de vue / Matrice
- Epaisseur de coupe / Espacement des coupes



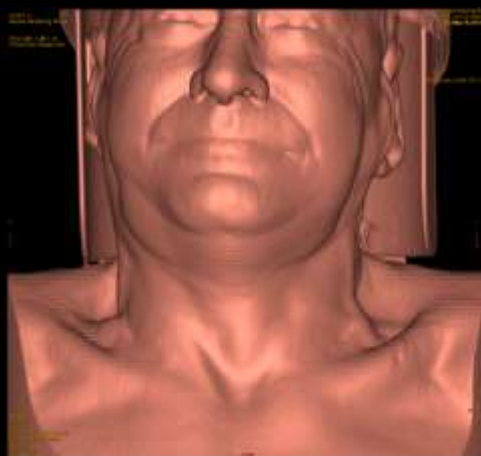
005 00
Volume rendering for all
image for all
12/10/2014 10:10:10 AM
10/10/2014

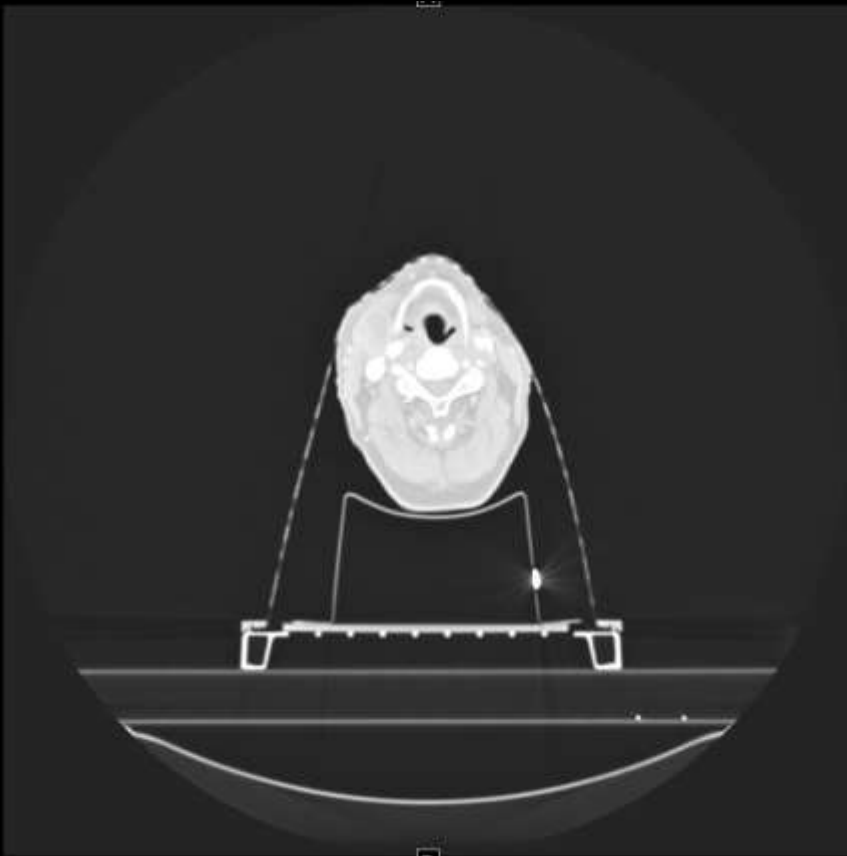
005 00
12/10/2014

Volume rendering for all

005 00
12/10/2014

1346





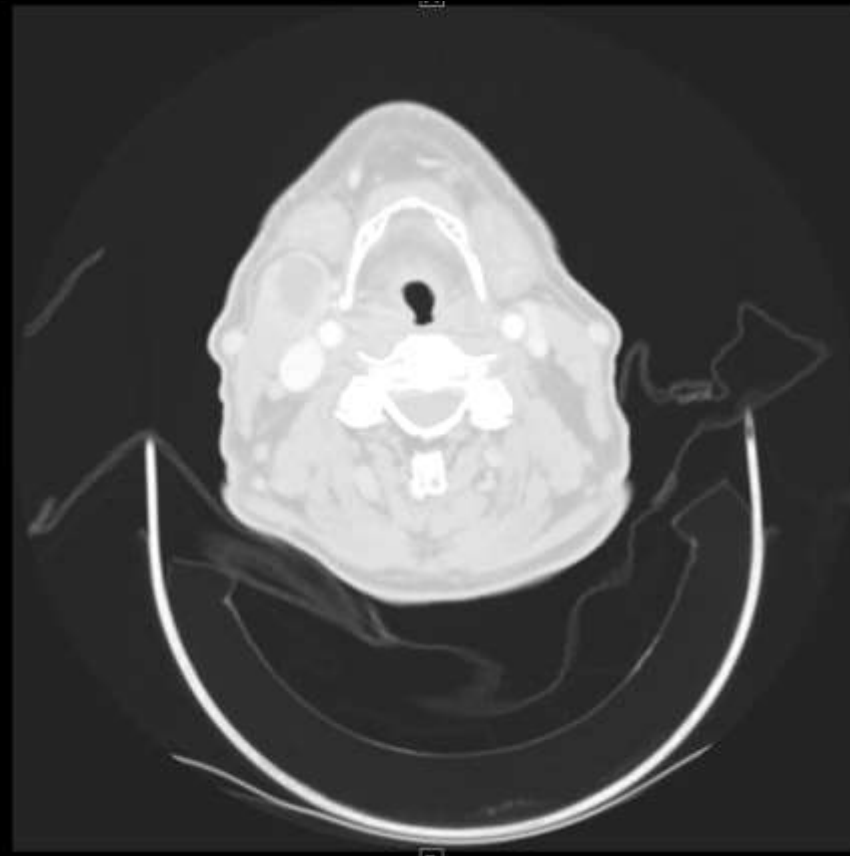
Im: 63

L R

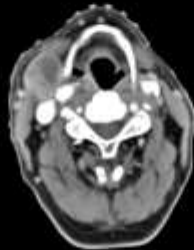
5 cm

W: 1465

1 - 498



[A]

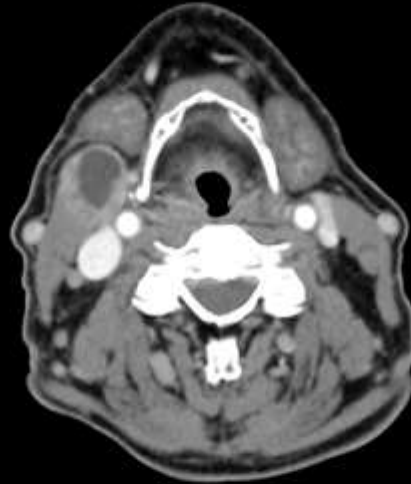


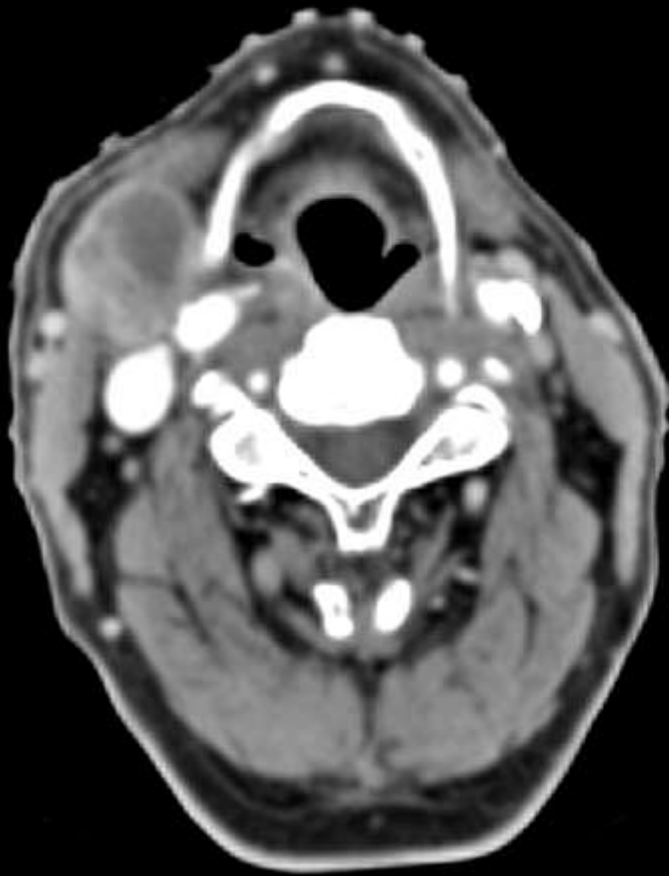
De; DUT
Im: 53

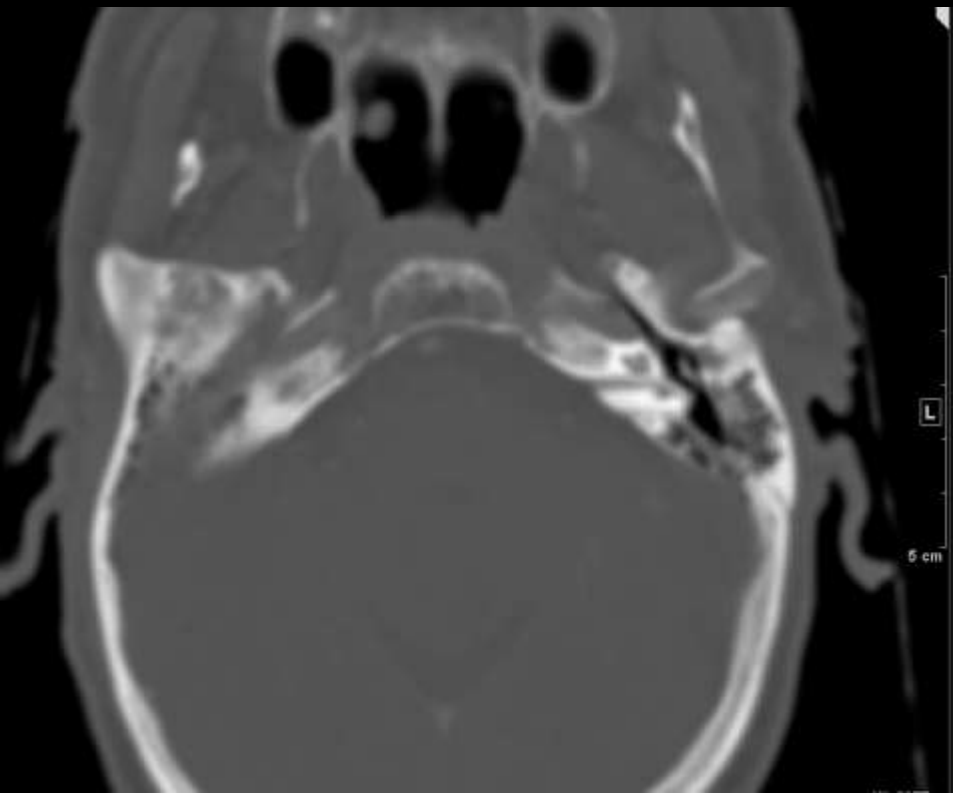
L R
5 cm

W: 342
I: KR

[A]



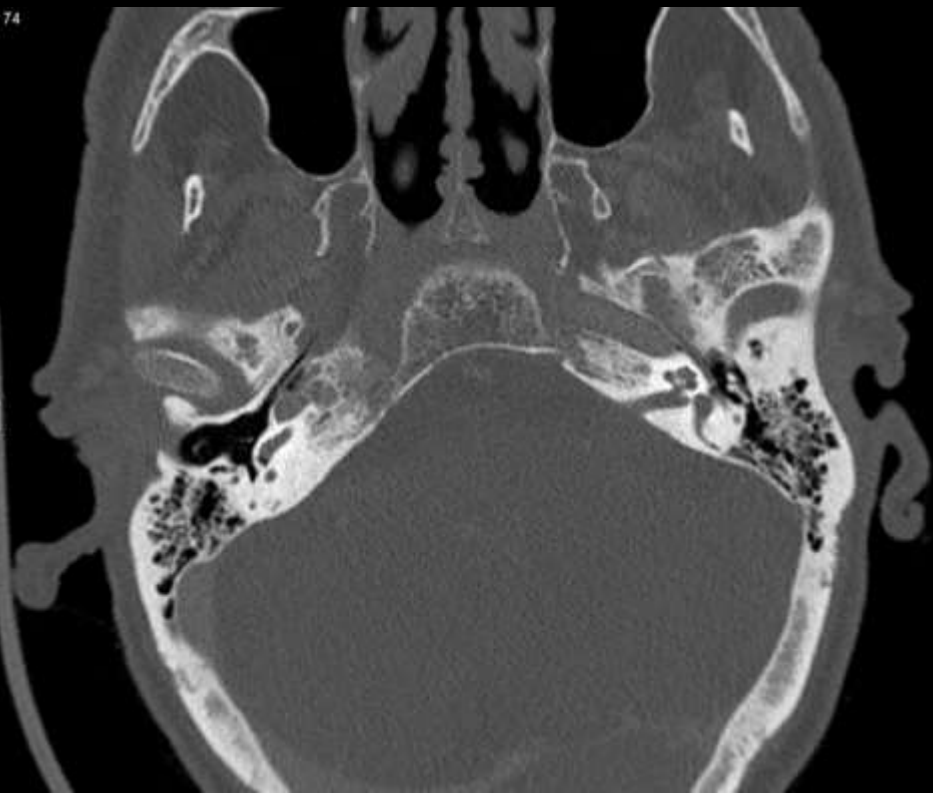


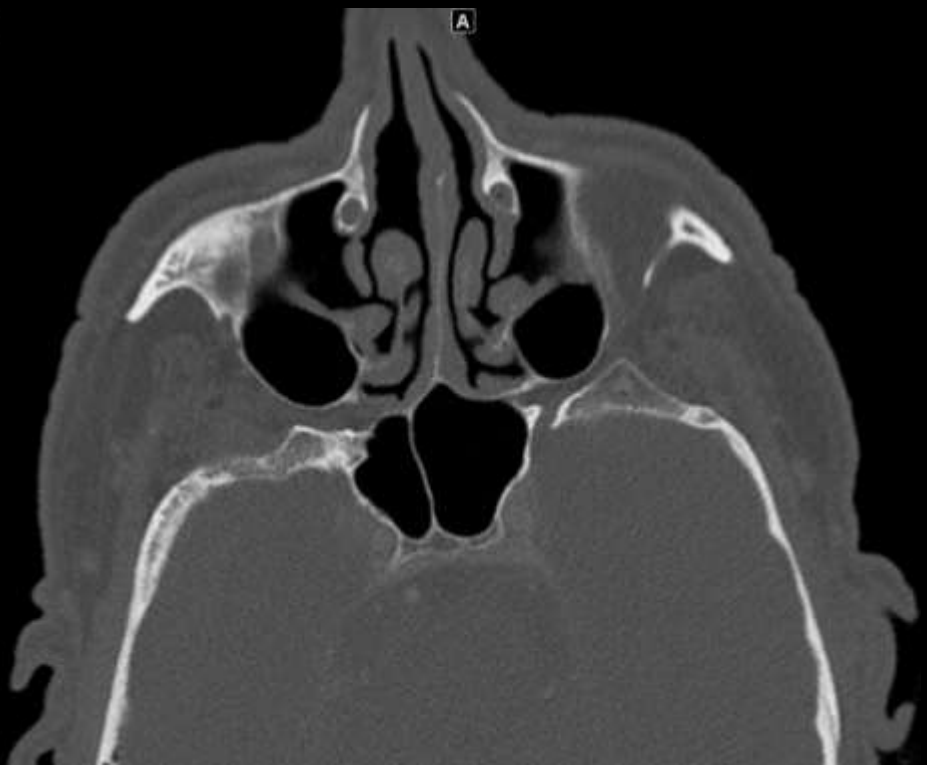
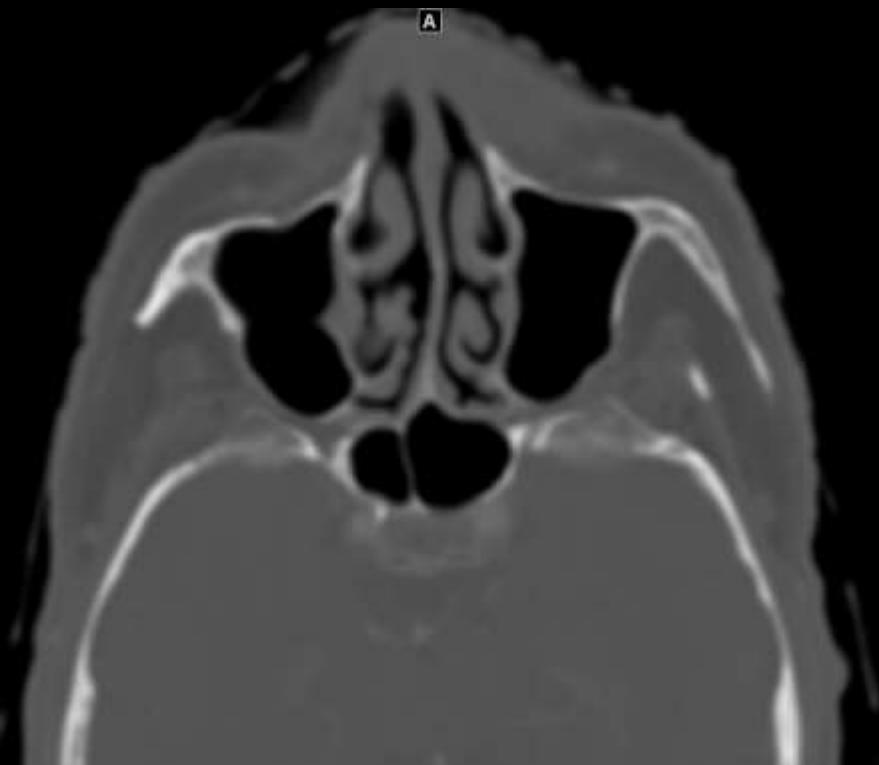


Im: 74

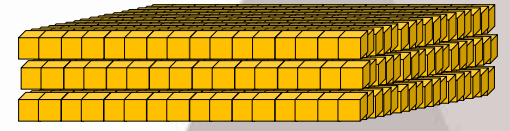
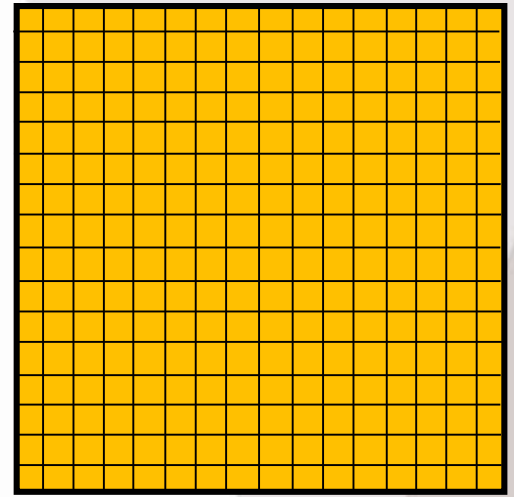
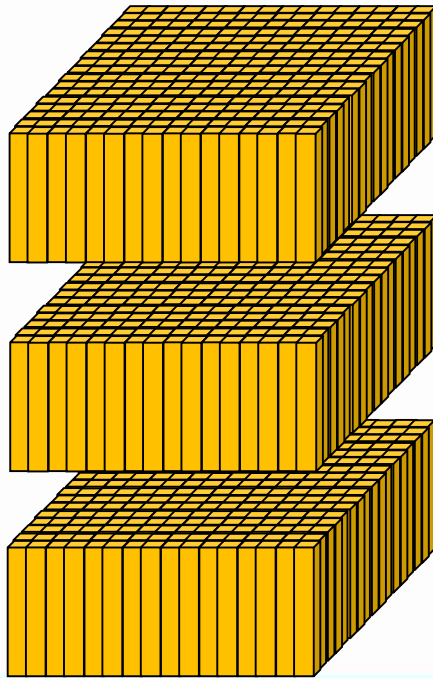
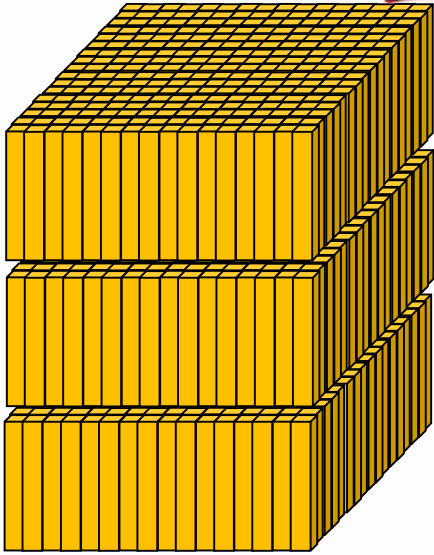
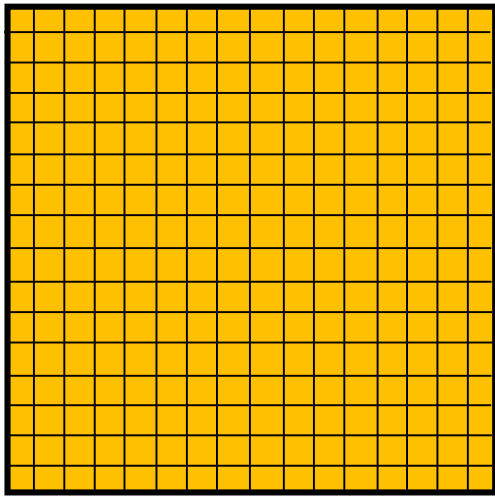
L R

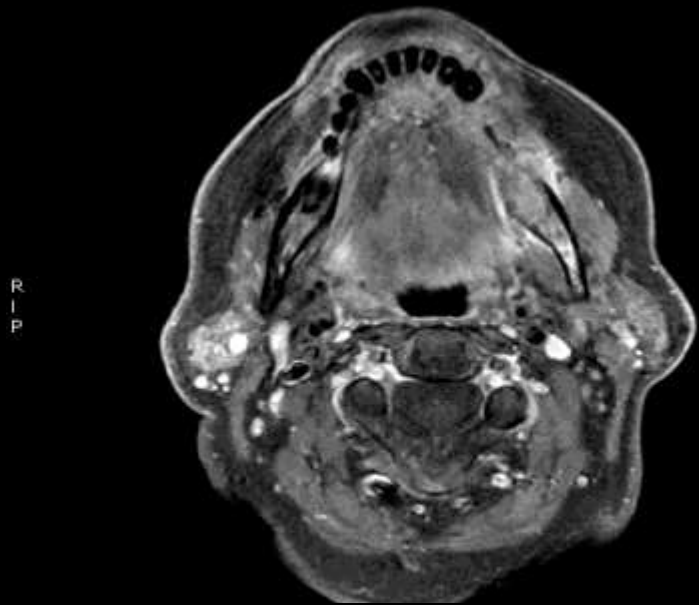
5 cm











04:41:16 PM

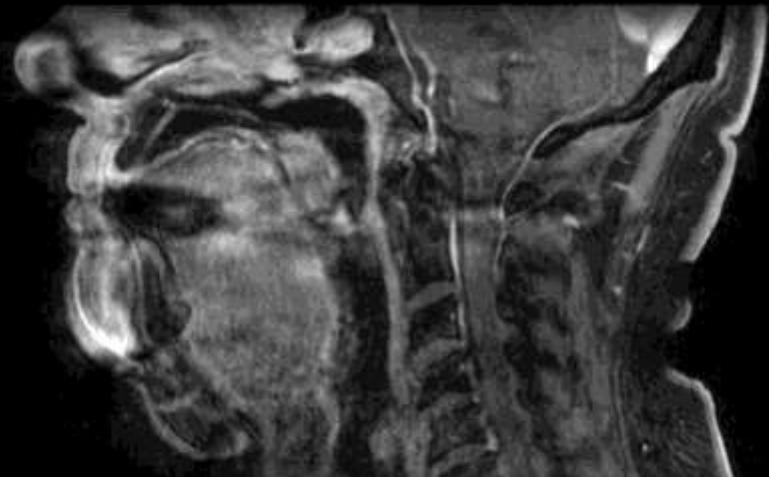
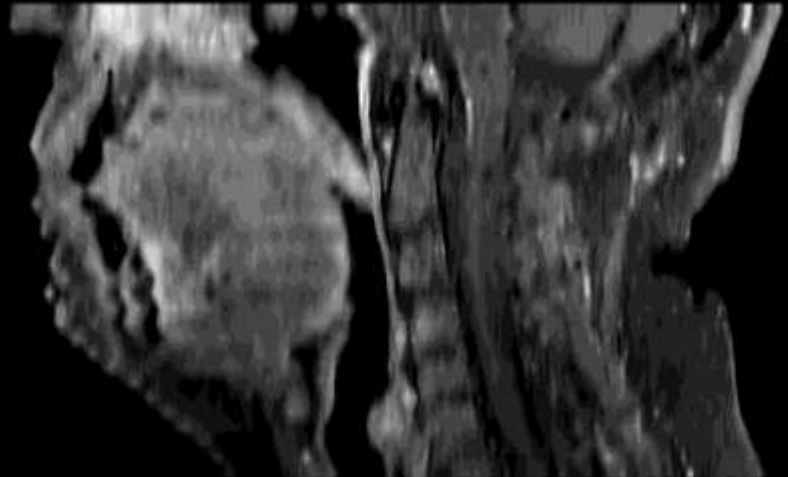
Se: 450
Im: 1+C

Nov 21 2012
06:35:00 PM



Séquence 2D, épaisseur de coupe 3,5 mm

Séquence 3D, épaisseur de coupe 0,5 mm



Etude

- Structures anatomiques
 - allongee francois
 - allongee sameh
 - d A
 - d E
 - endo francois**
 - endo sameh
 - I

Sélection: endo francois

Propriétés de la structure

Nom : endo francois

Type : Inconnu

Couleur : Style :

Transp. :

Visibilité :

Densité électronique relative

Automatique : 1

Courbe transmittance/densité utilisée

Manuel : 1

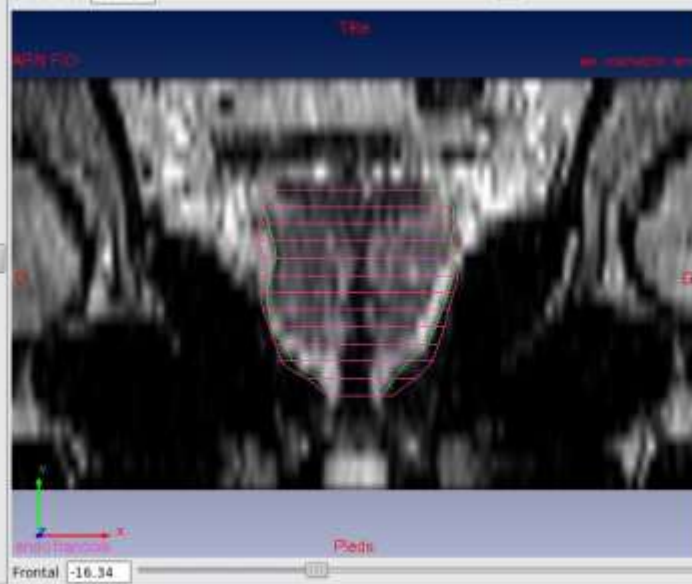
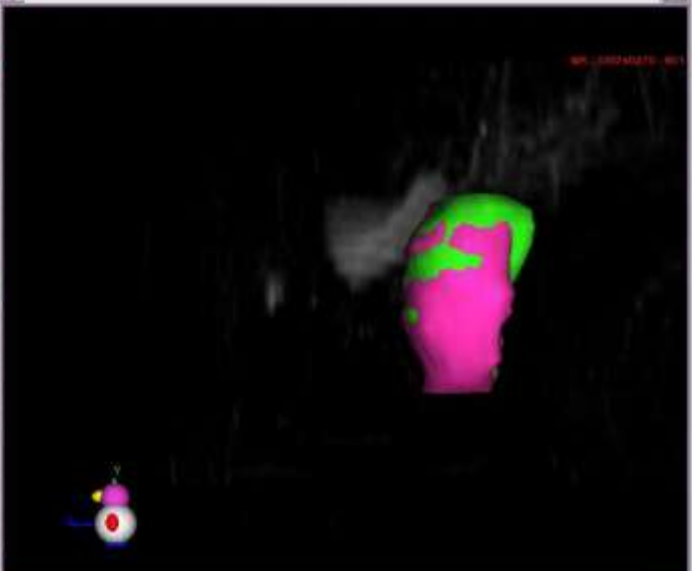
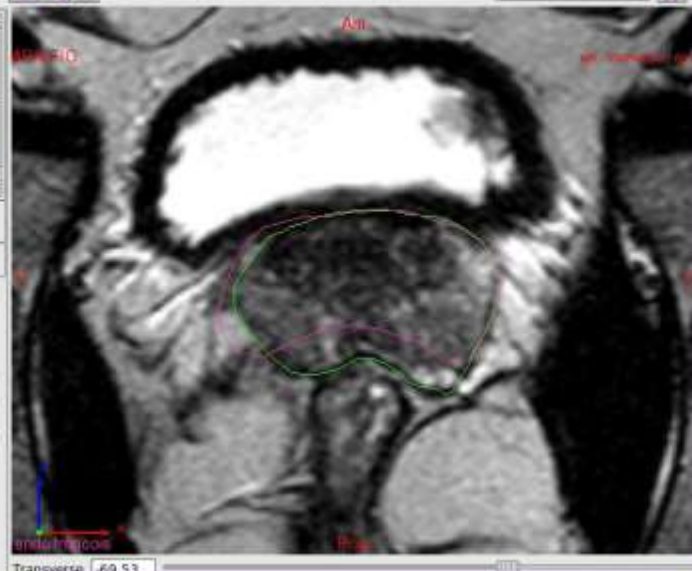
Extension aux limites de validité

Ajuster les limites de validité

Ajustement des limites (mm)

Inf: 0 Sup: 0

Interpolation : Recons. 3D





PLAN

Planification de traitement

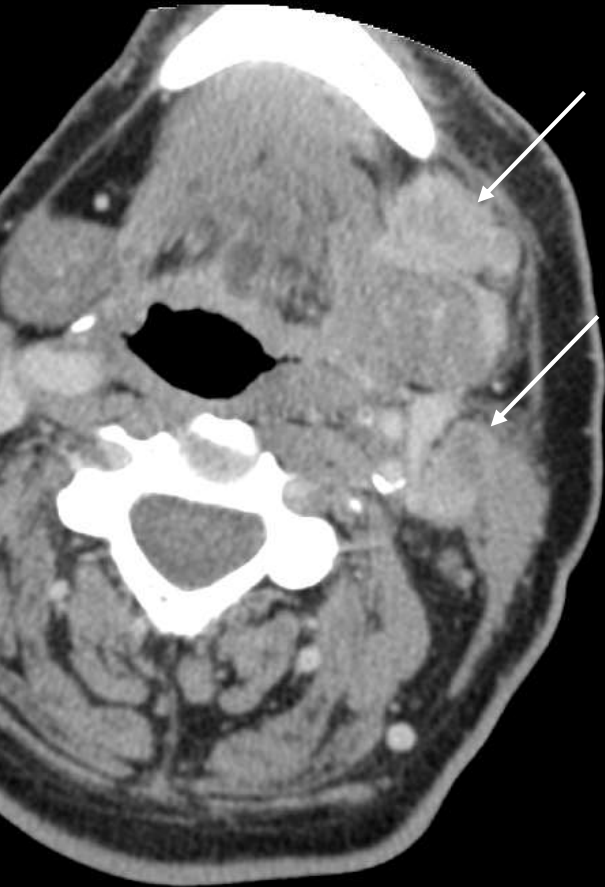
Exemples d'utilisation avancée de l'imagerie

Considérations techniques

Conclusion



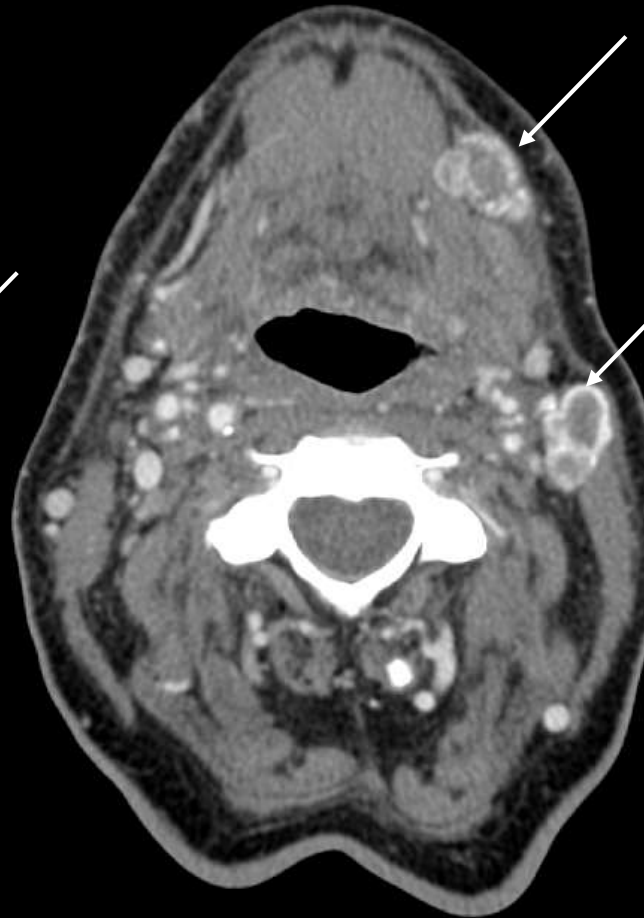
Avant traitement



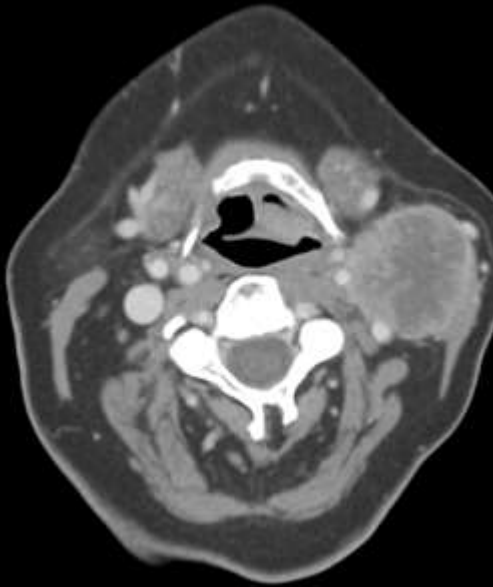
Après chimiothérapie



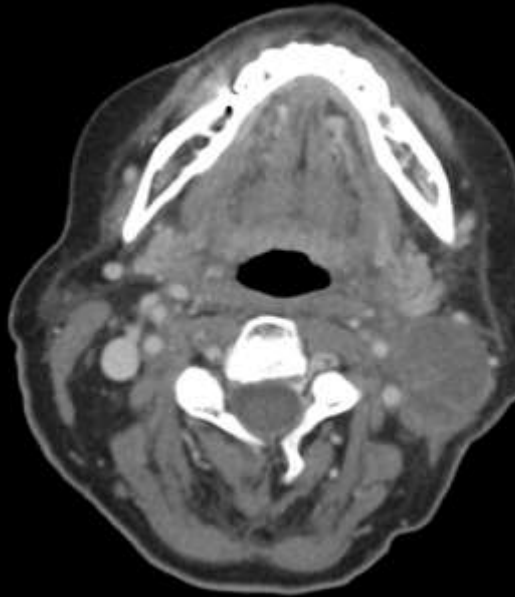
Après radiothérapie



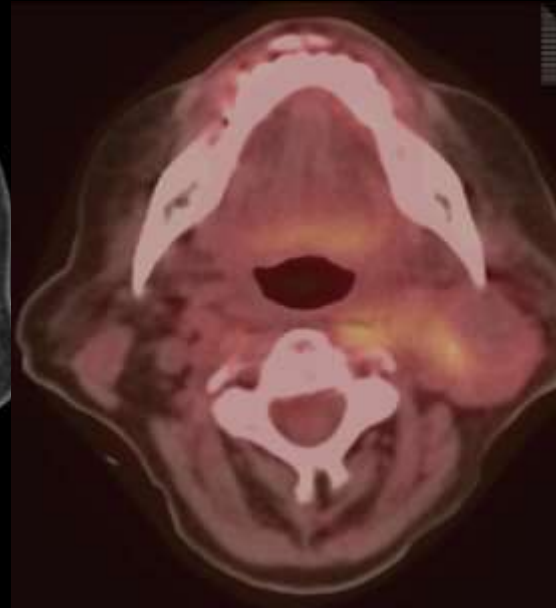
Cas A : Femme, 60 ans, T2N3M0 CE oropharyngé, radiochimiothérapie. Masse résiduelle au scanner.



Avant traitement



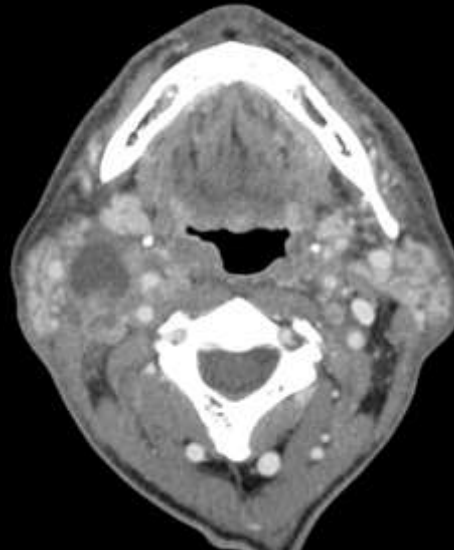
Après traitement



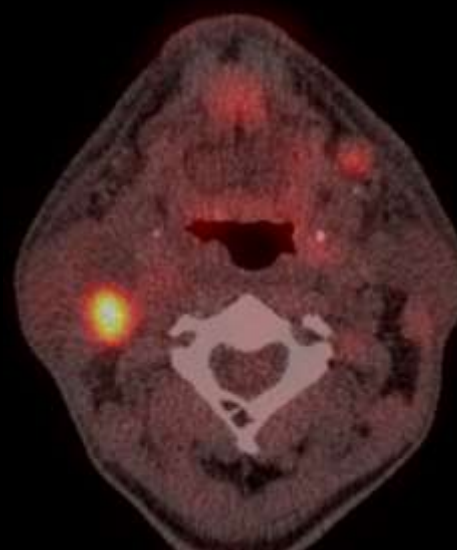
Cas B : Homme, 58 ans, CE oropharyngé, T4bN3, chimiothérapie, radiothérapie. Masse résiduelle au scanner.

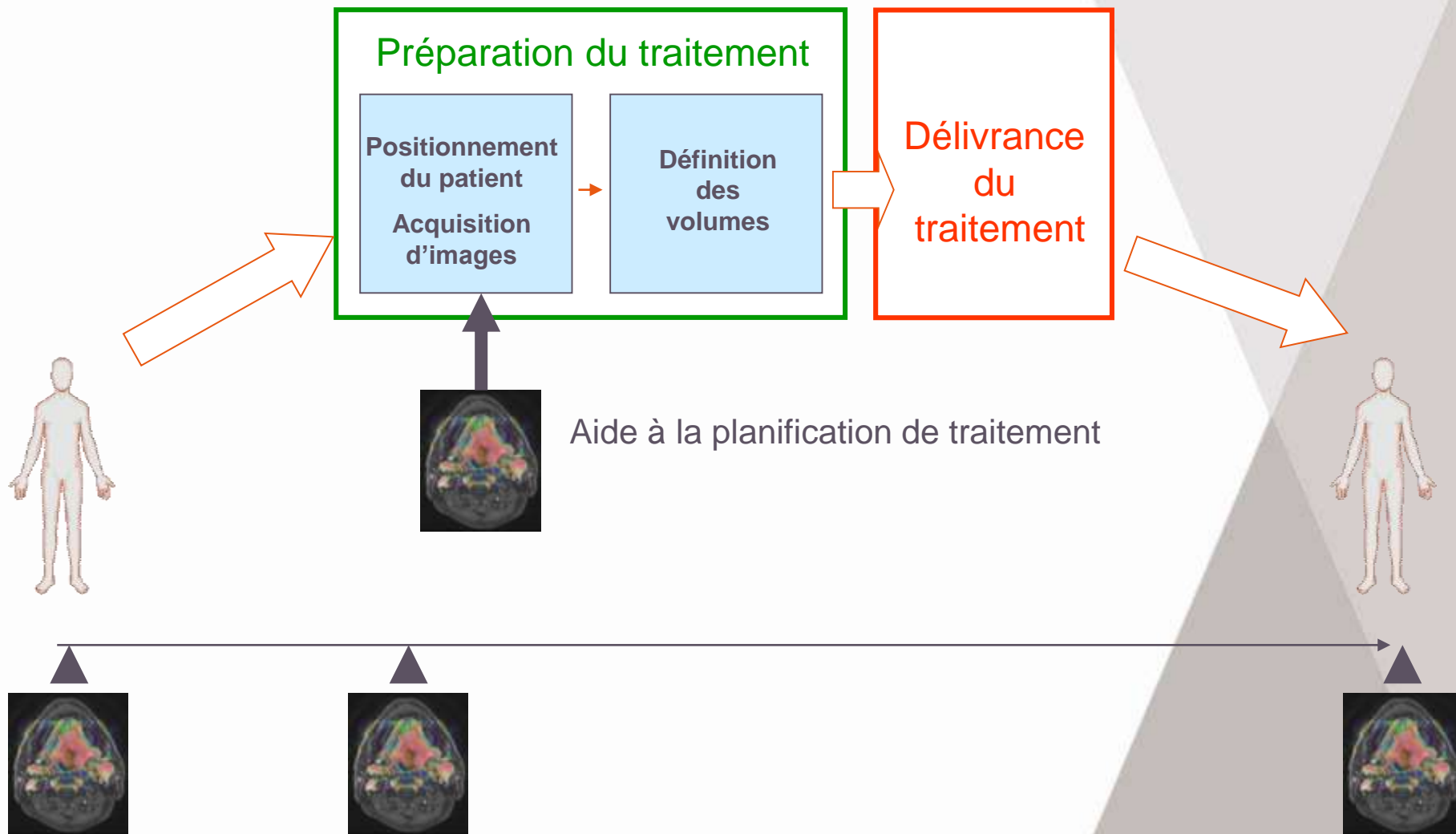


Avant traitement



Après traitement





Préparation du traitement

Positionnement
du patient
Acquisition
d'images

Définition
des
volumes

Délivrance
du
traitement

Aide à la planification de traitement

Evaluation thérapeutique (marqueur pronostic ou prédictif de la réponse au traitement)

Biomarqueur (pronostic ; prédictif)

- **Etudes avec radiochimiothérapie :**

- Kim S. Clin Cancer research 2009; 15:986-994.

40 (33) patients. IRM pré / à 1 semaine de RT / 2 semaines après la fin de la RT. DWI (0/500/1000). Statut en fin de radiochimiothérapie (répondeur / non répondeur). ADC prétraitement et évolution de l'ADC significatifs.

- Kim S. AJNR 2010; 31: 262-268.

33 patients. DCE (20 sec 9 min). Statut en fin de radiochimiothérapie. K trans pre-traitement significatif.

- Vandecaveye V. Eur Radiol 2012; 20: 1703-1714.

30 patients, IRM pré / 2sem / 4sem. DWI (0/50/100/500/750/1000). Statut à 2 ans (rémission/récidive).

Evolution de l'ADC significativement différente (volume non).

- Chawla. AJR 2013; 200:35-43.

32 (24) patients. IRM préthérapeutique. DWI B=0/500/1000 ; DCE (20sec; 9min), ROI tumeur et ganglion. ADC, Ktrans, Ve, Vp. Suivi 23,7 mois).

Ktrans ganglionnaire significatif, meilleure courbe ROC multi variées si ganglion et tumeur considérés ensembles.

Conclusion

Savoir communiquer avec les radiothérapeutes c'est:

- Connaitre le vocabulaire et le flux de travail en radiothérapie.
- Aider à la réalisation d'images utilisables pour le traitement.
- Avoir une démarche de recherche clinique commune.

