



# RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE

Expérience de 10 ans du centre médical Ibn Khaldoun



Dr Nsiri Nadia  
Physicienne médicale : Guidi Wided

# Présentation CMIK

- ▶ Scanner dédié GO sim
- ▶ Clinac iX 120 lames
- ▶ TrueBeam T6D
- ▶ TPS Eclipse V18
- ▶ Cobalt100 qui sera remplacé prochainement





# Présentation CMIK

- ▶ 5 médecins radiothérapeutes
- ▶ Médecin radiologue
- ▶ 3 Physiennes médicales
- ▶ 1 dosimétriste
- ▶ 8 manipulateurs

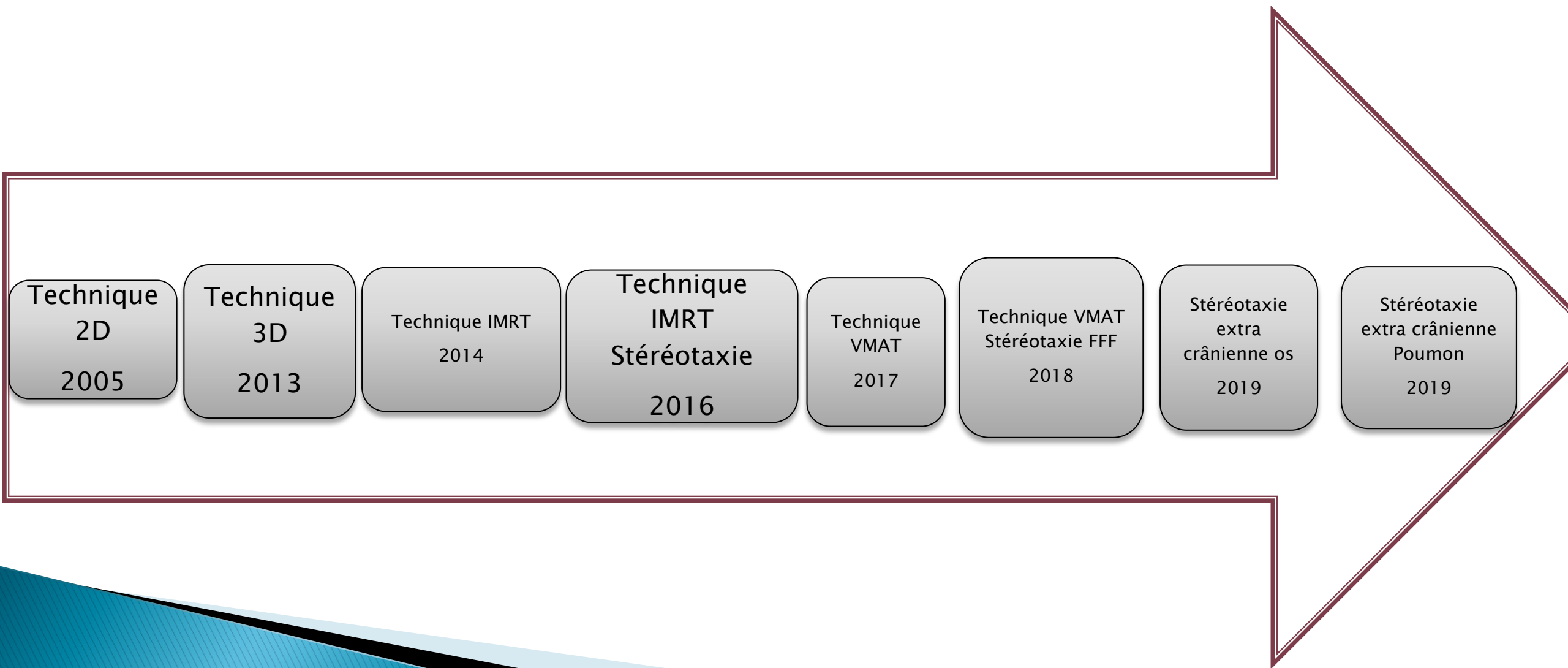


# Historique CMIK

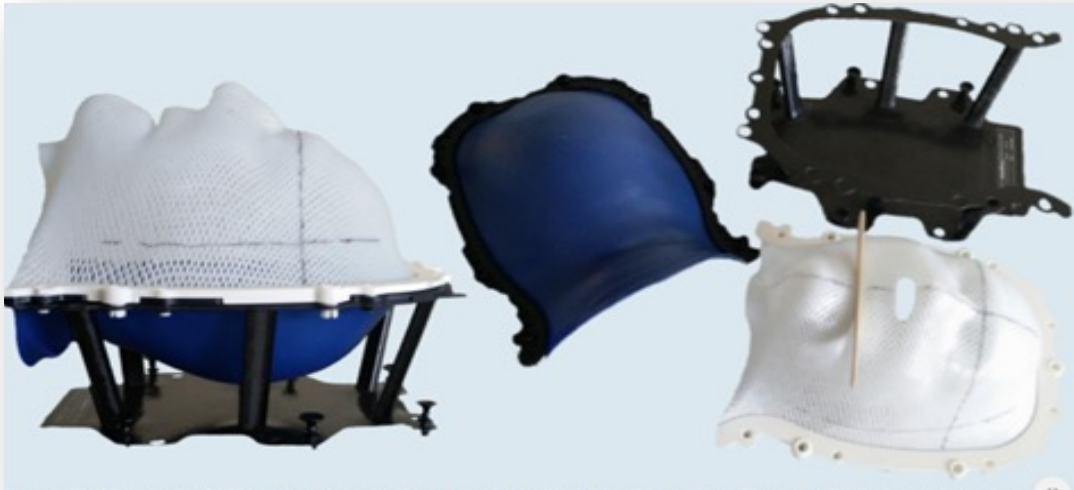
- ▶ Premier centre Tunisien privé spécialisé en Oncologie créée en 2005
- ▶ Prise en charge des patients Tunisiens et étrangers ( Algérie, Lybie, toute l'Afrique ....)
- ▶ 1er centre qui a développé l'IMRT en Tunisie en 2014
- ▶ 1er centre qui a développé la stéréotaxie en Tunisie en 2016



# Evolution des techniques de RT dans le CMIK



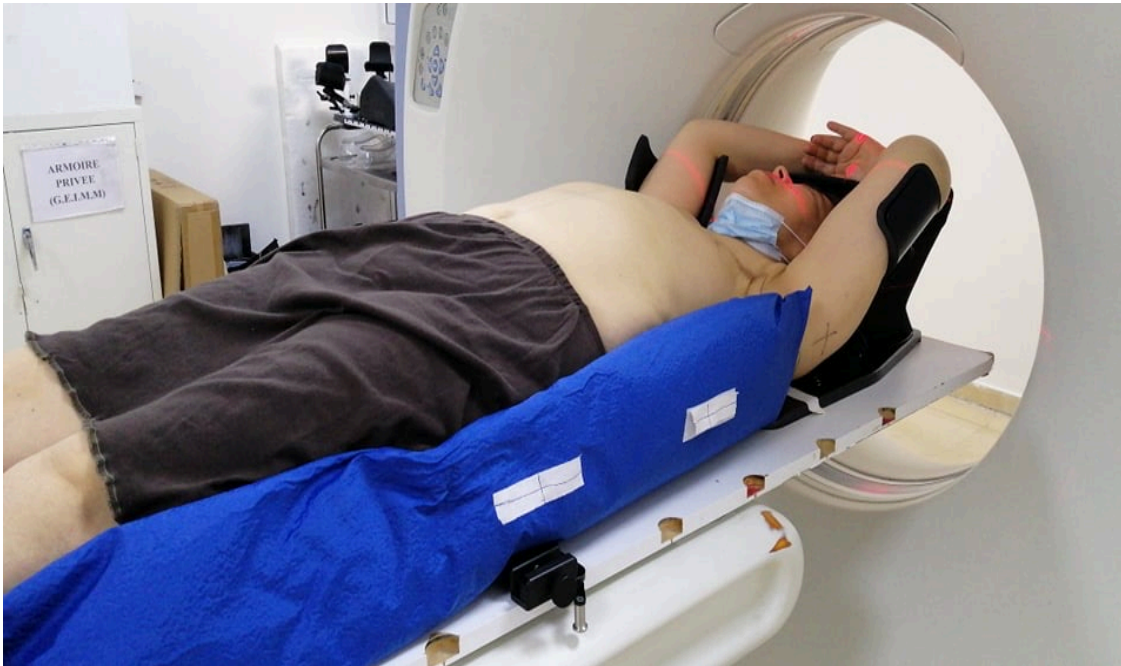
- Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique  
Achat d'une nouvelle contention : Masque Macromedics



- Remplacement de la contention Tête et cou (meilleure précision )



- Achat d'une nouvelle contention : Matelas Sous vide



## Secure Vac


Système sous vide






# • Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique


## – Détermination des nouveaux protocoles et procédures

Centre médical IBN KHALDOUN  Avenue de la liberté, 4011 Hammam Hammam	PCD-SRT-n°1 Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne Version n° : 01 Page: 4/5
--	--

<p><b>1- Comité neuro-oncologie</b> Radiothérapeute, Neuro chirurgien, Radiologue, Anatomopathologiste, Physicien</p> <p>-Présenter les dossiers des patients préselectionnés -Discuter les différentes alternatives thérapeutiques -Décider de façon collégiale à faire une SRT intra crânienne</p>
<p><b>2- Ouverture d'un dossier de stéréotaxie intra crânienne par le radiothérapeute</b></p> <p>-Composition du dossier : photo du patient, tous les documents médicaux, CD des IDM et IRM. -Expliquer les avantages de cette technique par rapport aux autres techniques de RT -Expliquer le déroulement de toute la séquence du traitement -Elaborer un protocole de traitement</p>
<p><b>3- Simulation (Couchage) par le radiothérapeute et le technicien de RT</b></p> <p>-Alignement parfait du patient -Choix de l'angle de flexion de la tête -Repose genoux, cale pied -Marqueur Macro Médical -Choix de la coupe de référence</p> <p>- Fiche de consultation +demande de scanner en position de traitement +/-IRM en position de traitement</p>
<p><b>4- Scanner de simulation +/-IRM de simulation par le même technicien de RT</b> Suivre intégralement la fiche de demande de scanner et celle de la consultation</p> <p>-3 acquisitions : IDM: SPC et APC -Des coupes millimétriques (1.25 mm) -FOV380, 120KV; Collimateur 18, qqA, auto -Séquences IRM: T1 Gado, T2 Flair ou FSE ; +/- d'autres séquences selon l'indication -Communiquer les CD IDM et IRM</p>
<p><b>5- 2<sup>ème</sup> passage au scanner</b></p> <p>-2 jours après le premier passage pour vérifier la reproductibilité du positionnement -Si recatage entre les deux TDM2mm : Refaire le couchage</p>

Centre médical IBN KHALDOUN  Page 5 sur 7	Procédure Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne : Démarche	Date : 28-02-2018 Référence : F004-Classcur06- PCD-01 Version : 01
---	--	--

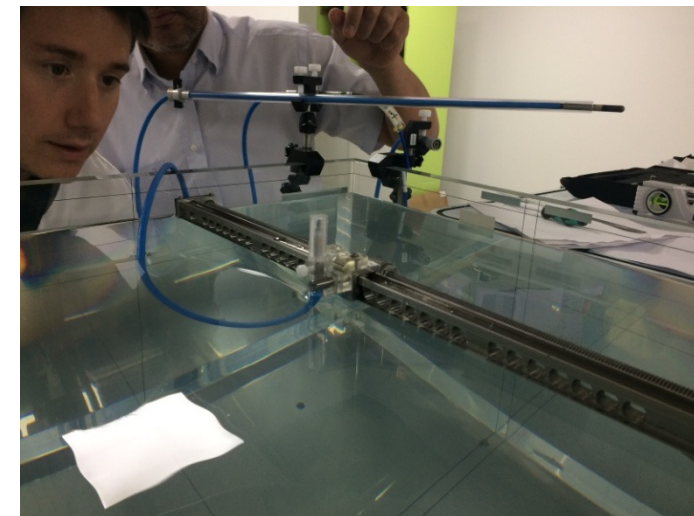
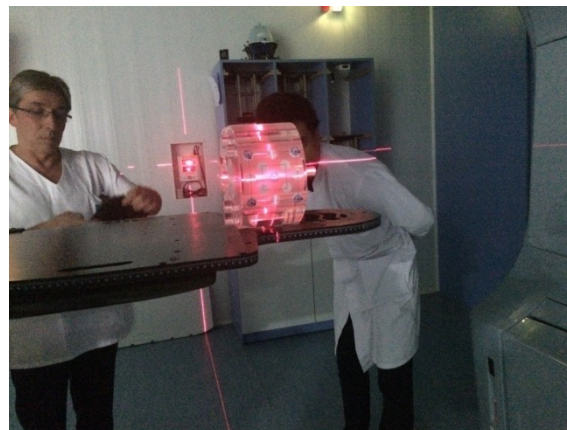
<p><b>6- Physique (Simulation virtuelle)</b></p> <p>6-1 - Fusion d'images : IDM avec IRM, faite par le physicien et le radiologue (le choix des séries de coupes est validé par le radiothérapeute, le neurochirurgien et le radiologue)</p> <p>6-2 - Couchage : GTV par le radiothérapeute validé par le neurochirurgien et le radiologue PTV faite par le radiothérapeute et le physicien OAR faite par le radiothérapeute et validée par le neurochirurgien et le radiologue Vérifier l'homogénéité du couchage dans le plan frontal et sagittal</p> <p><b>- Contraintes anatomiques par le radiothérapeute</b> Les contours d'OAR</p> <table> <tr> <th>OAR</th> <th>PRV</th> </tr> <tr> <td>Encéphale</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Encéphale - PTV</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tronc Cérébral</td> <td>Tronc Cérébral + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Chiasma</td> <td>Chiasma + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Hypophyse</td> <td>Hypophyse + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Hypophyse D/G</td> <td>Hypophyse + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Les lobes temporaux</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nerf optique D/G</td> <td>Nerf optique D/G + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Cervelet D/G</td> <td>Cervelet D/G</td> </tr> <tr> <td>N vestibulaire</td> <td>N vestibulaire + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>N trigéminal</td> <td>N trigéminal + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>N facial</td> <td>N facial + 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Peau hémicrâniale (5 mm)</td> <td></td> </tr> </table> <p>GTV et PTV :</p> <p>PTV = GTV + 2-4 mm selon discussion médicale et diamètre tumeur Si diamètre GTV &lt; 3 cm : marge 3-4 mm Si diamètre GTV &gt; 3 cm : marge 1-3 mm</p> <p><b>- Contraintes géométriques par le physicien</b></p> <p>- Positionner l'origine d'isocentre à l'intersection de la table et les billes - Peau 3mm/5mm - Ring PTV : PTV+0.1cm (GTV ou CTV) - Ring de protection 1cm - Ring de 1.5 cm - Encéphale-PTV - OAR-PTV - PRV -PTV</p> <p>6-3 - Dosimétrie :</p>	OAR	PRV	Encéphale		Encéphale - PTV		Tronc Cérébral	Tronc Cérébral + 3 mm	Chiasma	Chiasma + 3 mm	Hypophyse	Hypophyse + 3 mm	Hypophyse D/G	Hypophyse + 3 mm	Les lobes temporaux		Nerf optique D/G	Nerf optique D/G + 3 mm	Cervelet D/G	Cervelet D/G	N vestibulaire	N vestibulaire + 3 mm	N trigéminal	N trigéminal + 3 mm	N facial	N facial + 3 mm	Peau hémicrâniale (5 mm)	
OAR	PRV																											
Encéphale																												
Encéphale - PTV																												
Tronc Cérébral	Tronc Cérébral + 3 mm																											
Chiasma	Chiasma + 3 mm																											
Hypophyse	Hypophyse + 3 mm																											
Hypophyse D/G	Hypophyse + 3 mm																											
Les lobes temporaux																												
Nerf optique D/G	Nerf optique D/G + 3 mm																											
Cervelet D/G	Cervelet D/G																											
N vestibulaire	N vestibulaire + 3 mm																											
N trigéminal	N trigéminal + 3 mm																											
N facial	N facial + 3 mm																											
Peau hémicrâniale (5 mm)																												

Centre médical IBN KHALDOUN  Page 6 sur 7	Procédure Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne : Démarche	Date : 28-02-2018 Référence : F004-Classcur06- PCD-01 Version : 01
--	--	--

<p><b>- Méthodologie : (7 à 10 FX cop et non coplanaires)</b> - Machine de calcul : QIPP SRT, énergie 6MV - Calcul en AAA V13 avec correction d'hétérogénéité et grille de calcul 0.125cm</p> <p>▪ Planification 3D Ou ▪ Planification inverse si IMRT ou <b>Apoptose</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajouter les objectifs supérieurs / inférieurs / moyens selon les différents volumes ainsi que leurs priorités</li> <li>- Suivre les contraintes de dose ci-dessous</li> <li>- Représentation des structures et objectifs sur un histogramme dose-volume</li> <li>- Appliquer et optimiser</li> </ul> <p>➤ Discussion du résultat de l'optimisation avec le radiothérapeute</p> <p>6-4 - Validation du plan du traitement lors d'un staff de dosimétrie (radiothérapeute, neurochirurgien, physicien et radiologue)</p>
<p><b>7- Contrôle qualité des champs de traitement par le physicien</b></p> <p>Contrôle End-to-End : Vérifier les prévisions mécaniques et dosimétriques de l'accélérateur linéaire dans les conditions d'irradiation du plan de traitement avant le traitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre le dosimètre en position (Ligne dose)</li> <li>- mesure de la distribution de dose + dose absolue dans le fantôme <b>Apoptose</b></li> <li>- mesure de la précision mécanique + dose absolue dans le fantôme <b>QUASAR</b></li> </ul>
<p><b>8- Programmation du plan de traitement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les séances de traitement sont programmées sur ARIA</li> <li>- Les éventuels décalages du plan de traitement sont notés dans ARIA : note de positionnement</li> <li>- Les limites de doses sont renseignées par ARIA</li> <li>- Le nombre d'UM est noté sur la fiche du traitement pour la première séance pour vérification</li> </ul>

# • Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

- **Formation des personnels :**
- Médecins radiothérapeutes
- Physiciens
- Manipulateurs



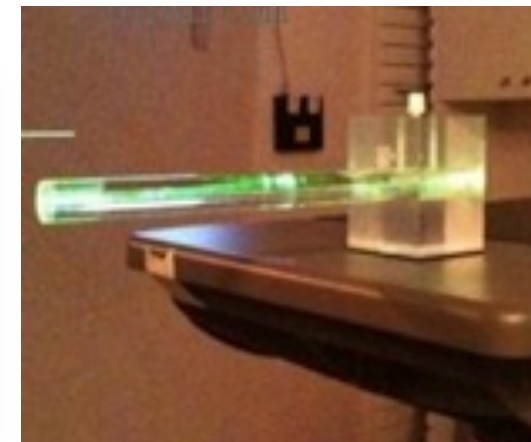
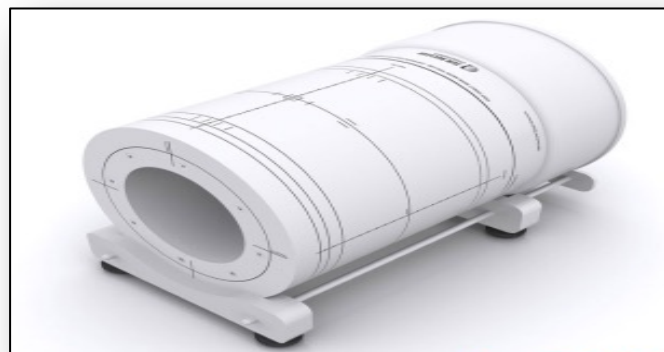
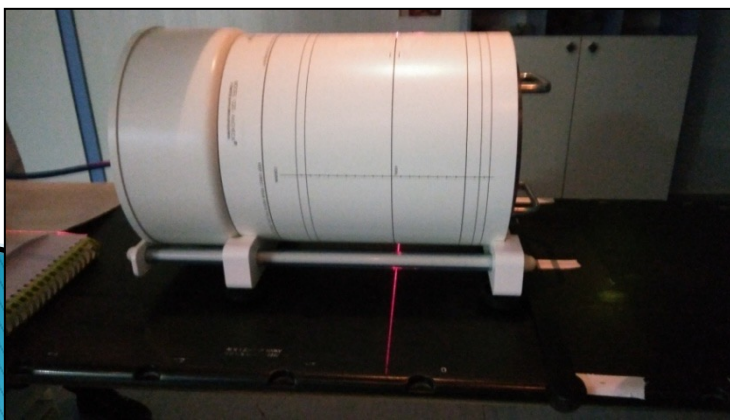
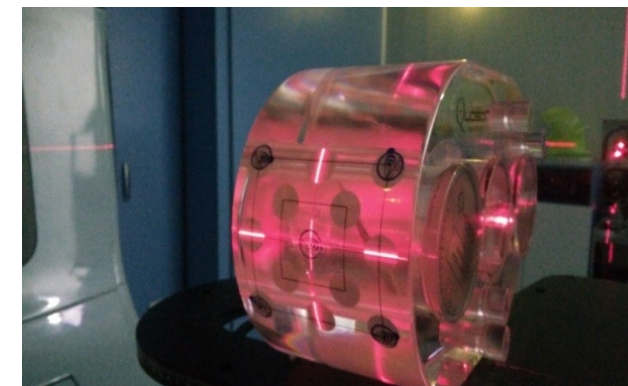


# • Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

- Achat des outils pour le contrôle qualité de la stéréotaxie :  
Quasar avec insert dédié



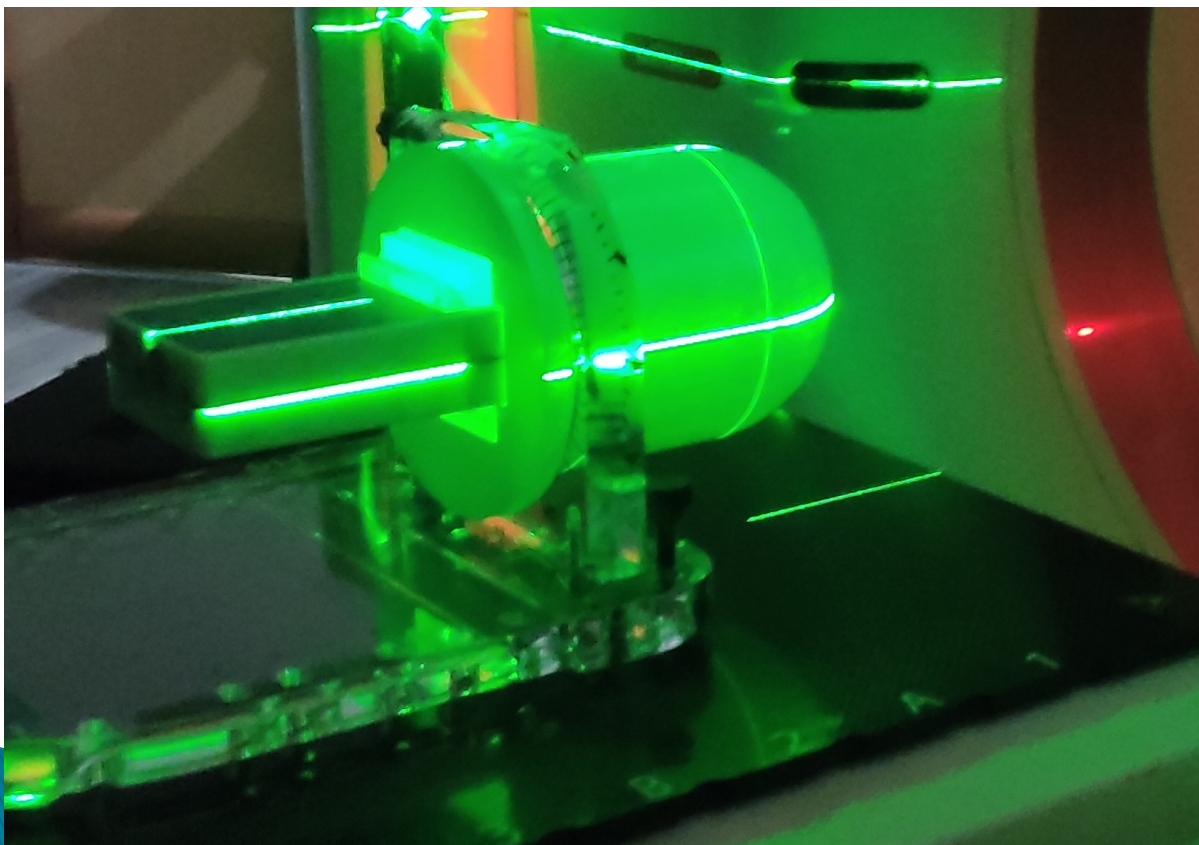
Archeck





# • Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

– 2025 : SRS Mapcheck





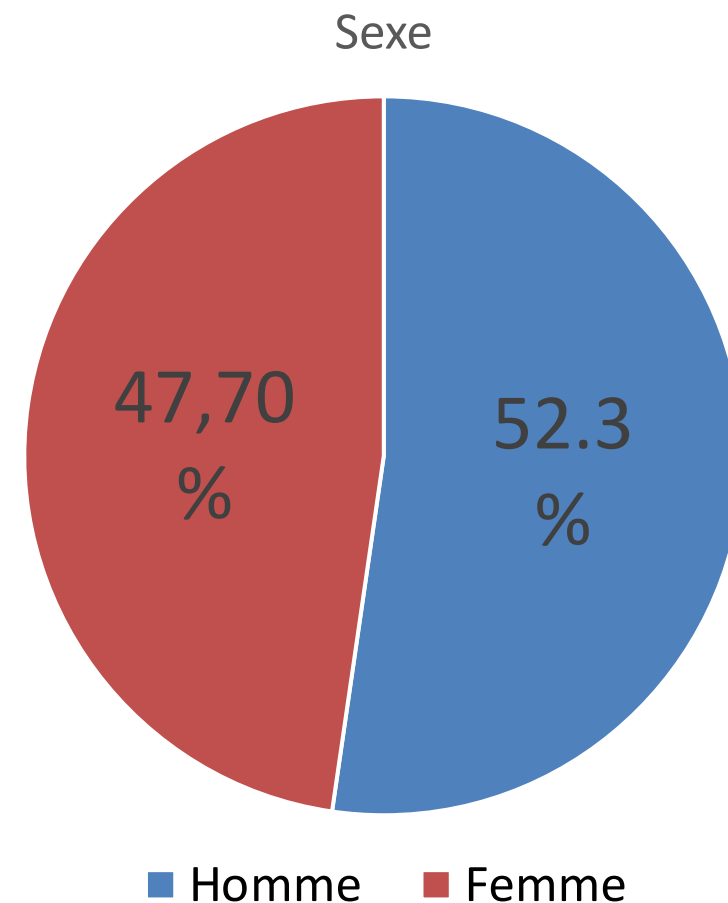
# • Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

- 2024 : Mise à jour du TPS Eclipse vers la version 18
  - MCO
  - Acuros
  - La carte GPU



## • Patients et méthodes

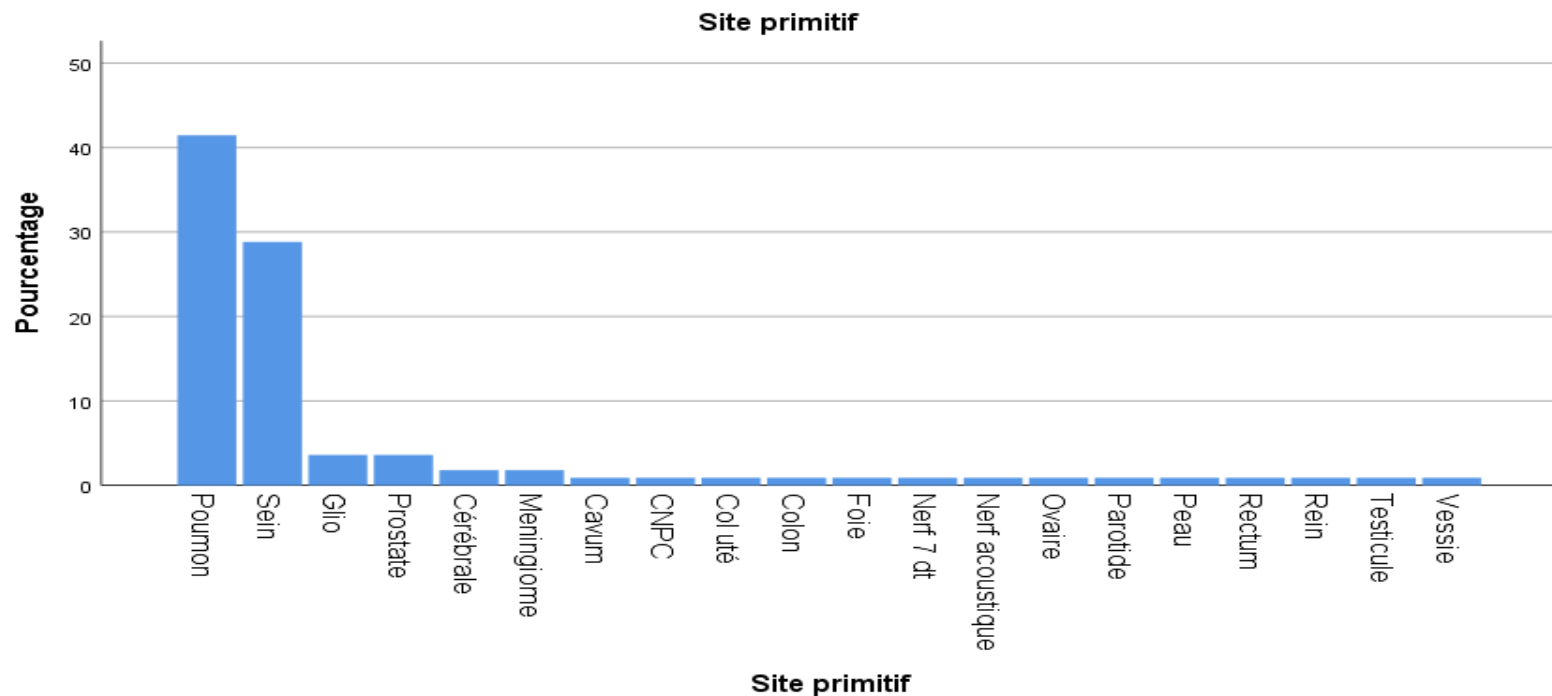
- Etude rétrospective descriptive
- 2016–2025
- 111 patients
- Age moyen : 56,51 ans
- Sexe Ratio : 1,1





## • Patients et méthodes

- Stéréotaxie intra cérébrale : 97/111 patients (87,4%)
- Méta: 83 / 85,5%  
Tum bénigne: 11 / 11,4%  
Glio: 3 / 3,1%
- En place : 84,5%  
Post op : 15,5%



## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

#### ❖ Tableau clinique :

Asym : 43 / 44.3%

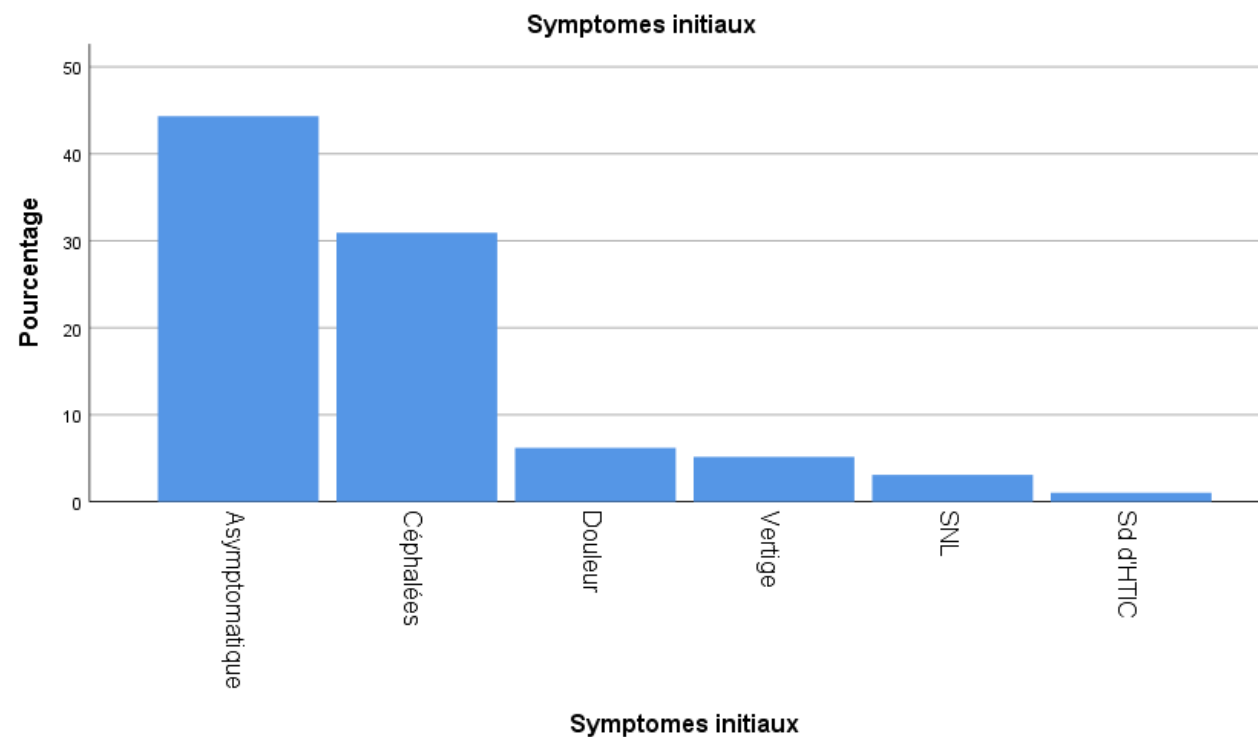
Céphalées: 36 / 37.1%

Vertige: 5 / 5.2 %

SNL: 3 / 3.1%

Sd d'HTIC : 1 / 1%

NP: 9 / 9.3%



## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

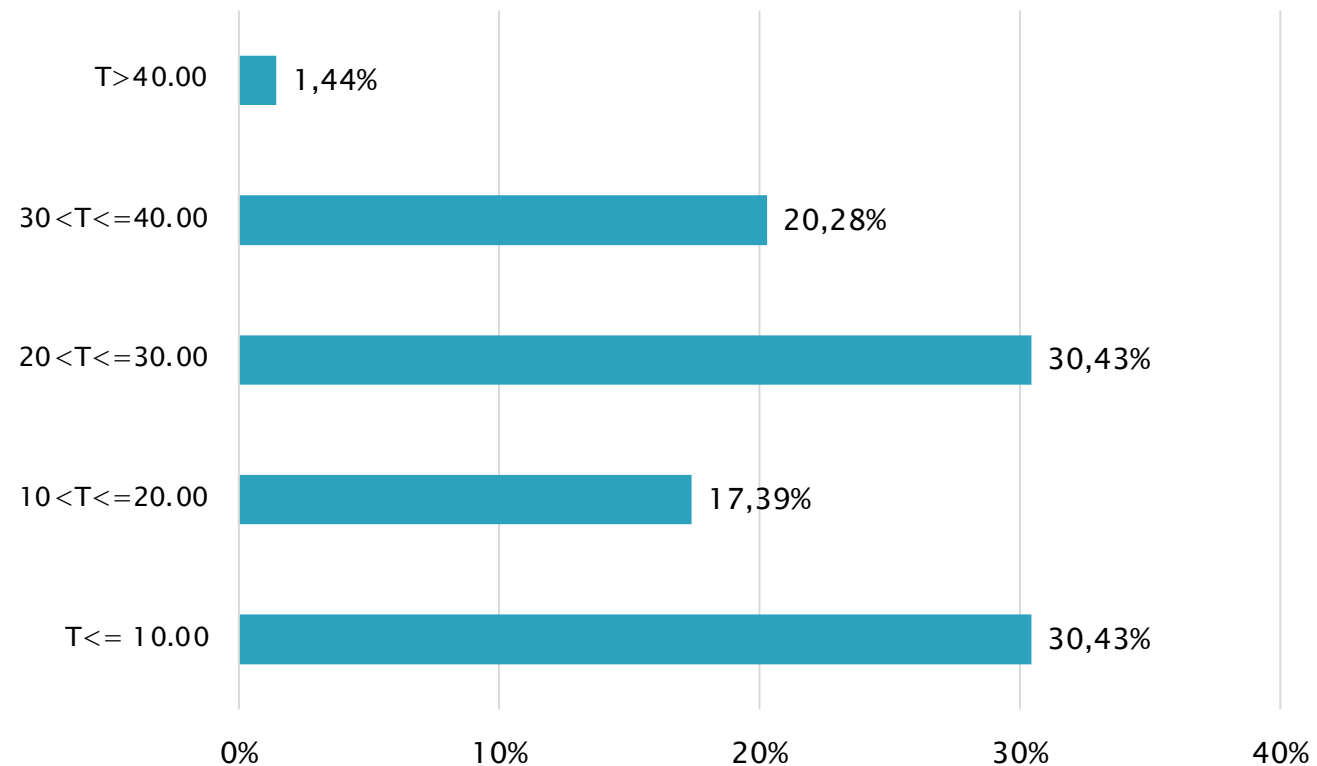
#### ❖ Nombre de lésions :

Uniques : 63 (64,9%)

Multiples : 34 (35,1%) (2–5 lésions)

#### ❖ Taille moyenne : 1,6 cm

Taille des lésions





## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

#### ❖ Nombre de fractions :

5: 57 / 58.8%

3: 36 / 37.1%

6: 2 / 2.1%

#### ❖ Dose totale moyenne :

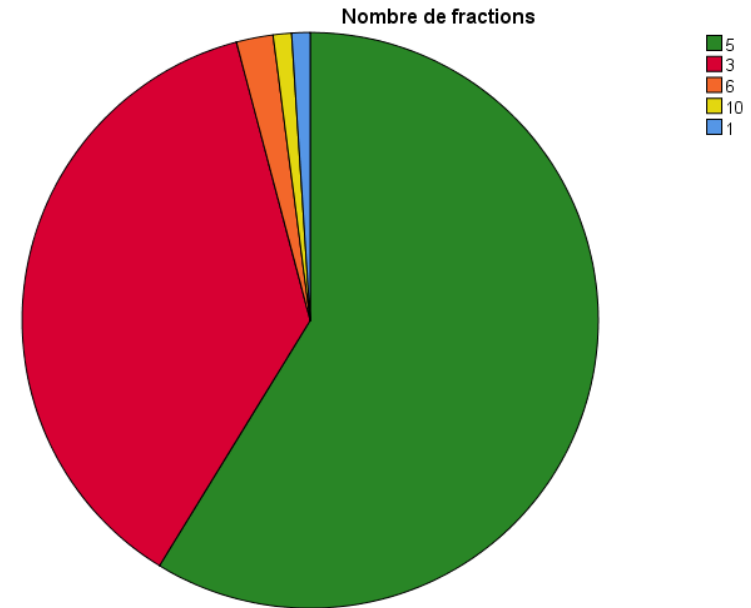
3 : 29Gy (15–48)

5 : 30,88 Gy (25–35)

#### ❖ Etalement moyen : 8,57 jours

3: 5,89 jours

5: 10,33 jours



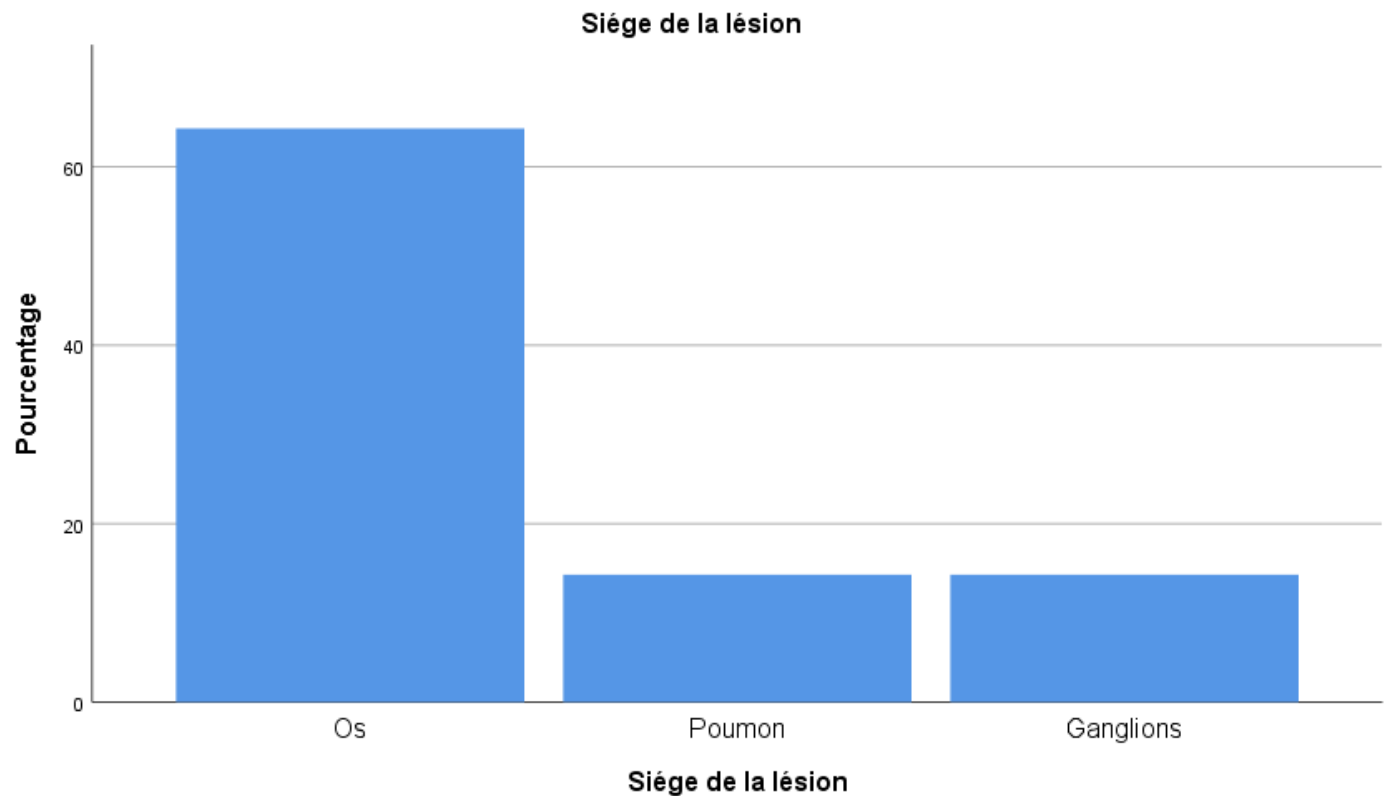
## • Patients et méthodes

➤ Stéréotaxie extra cérébrale : 14/111 patients (12,6%)

Os : 64,3%

Poumons : 14,3%

Ganglions : 21,4%





## • Résultats

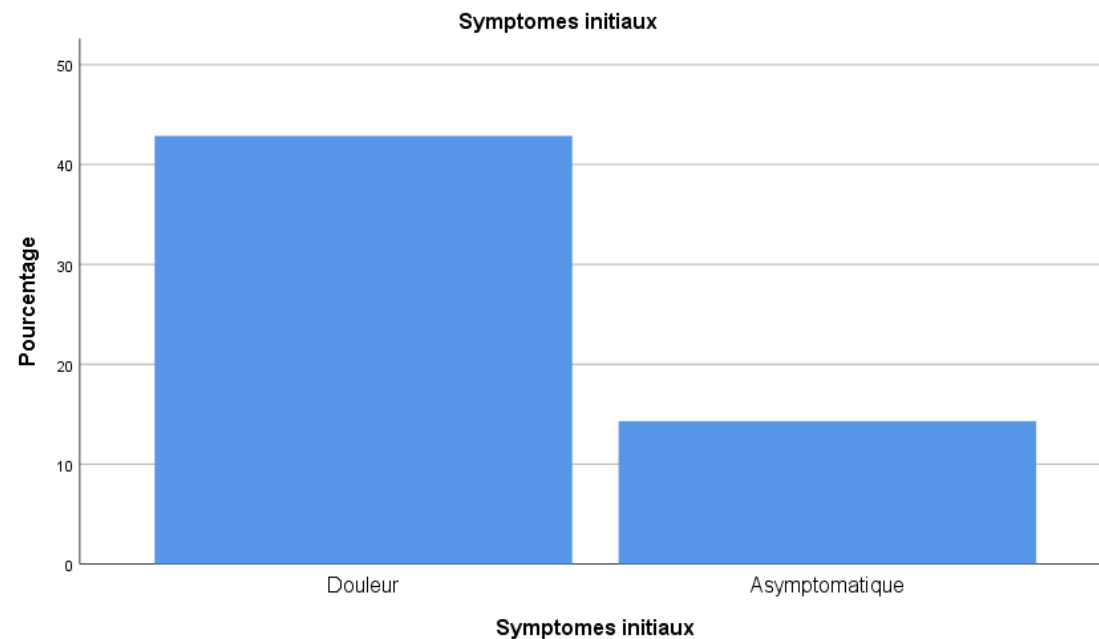
### Stéréotaxie extra cérébrale :

❖ Tableau clinique :

❖ Nombre de lésions :

Uniques : 10 / 71,4%

Multiples : 4 / 28,6%



## • Résultats

### Stéréotaxie extra cérébrale :

#### ❖ Nombre de fractions :

5 : 64,3%

3 : 21,4%

#### ❖ Dose totale moyenne :

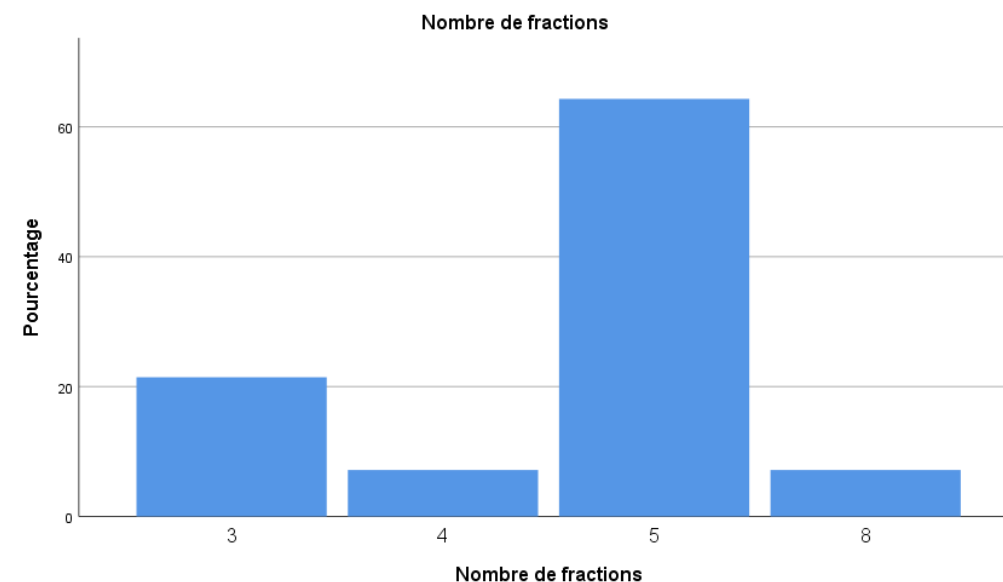
3 : 27Gy

5 : 33,33Gy (30–50)

#### ❖ Etalement moyen : 12 jours

3: 5,33 jours

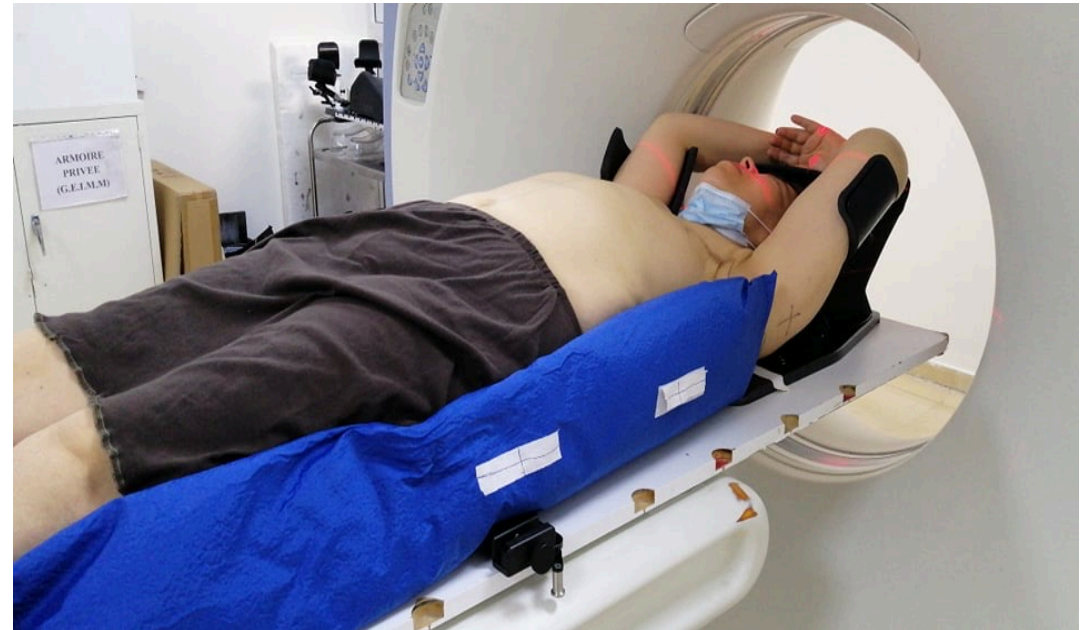
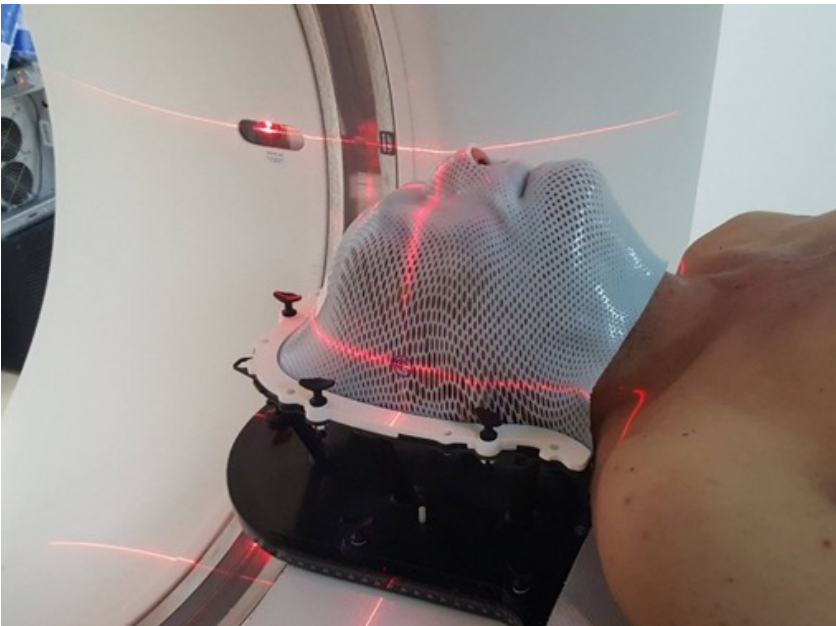
5: 13,89 jours





## • Résultats

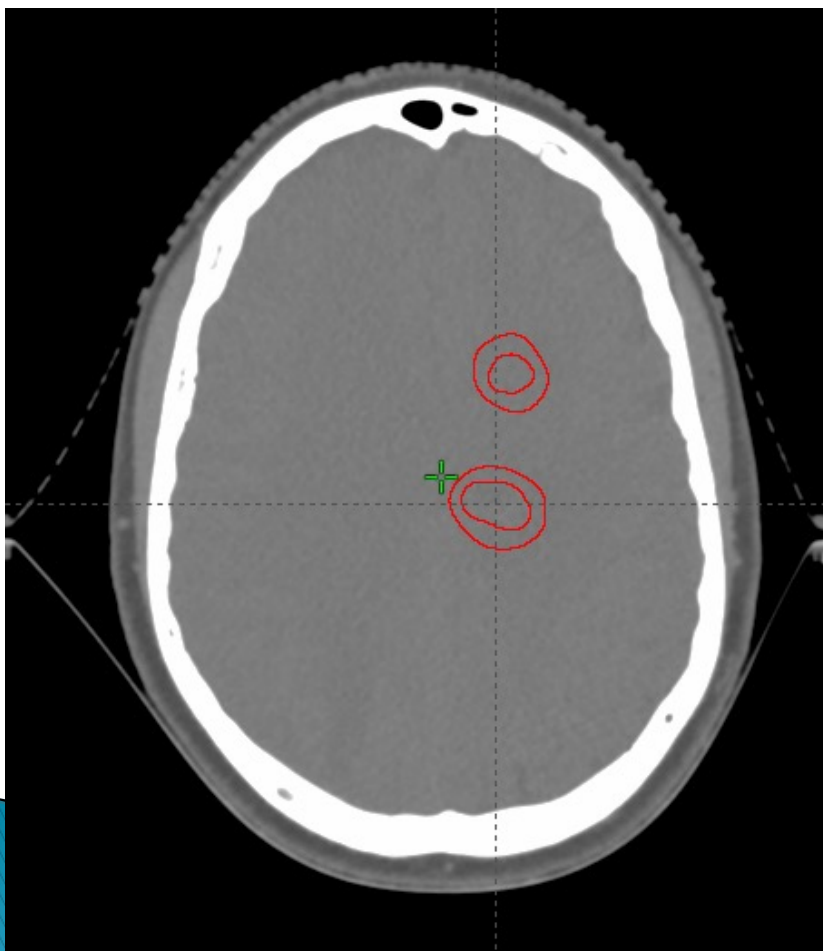
### – Positionnement du patient



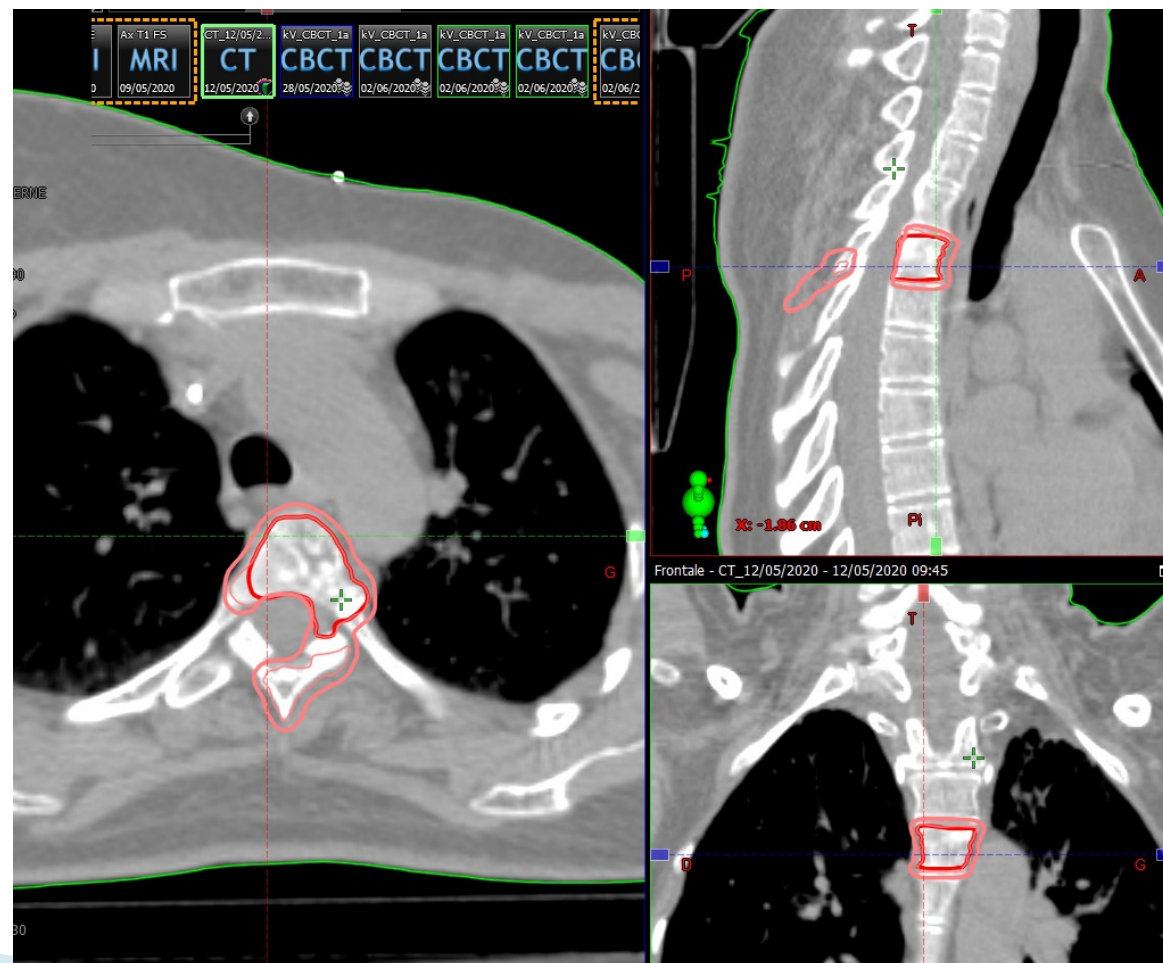
# • Résultats

## – Marge du PTV

Intra : GTV +2 à 3mm



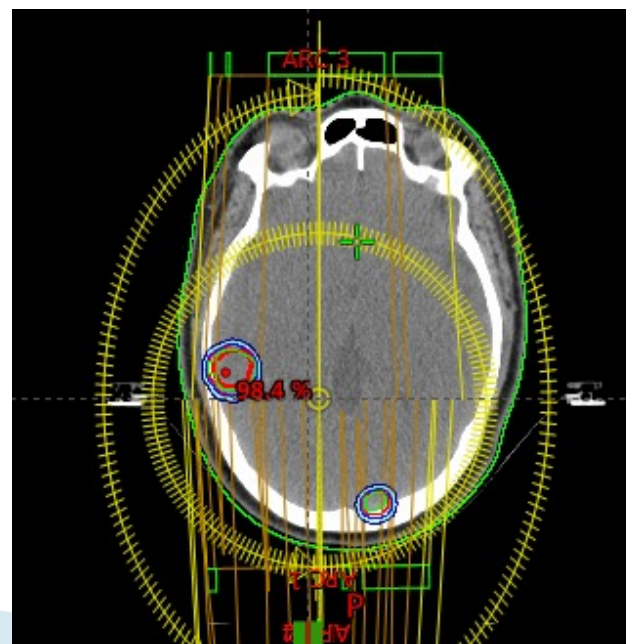
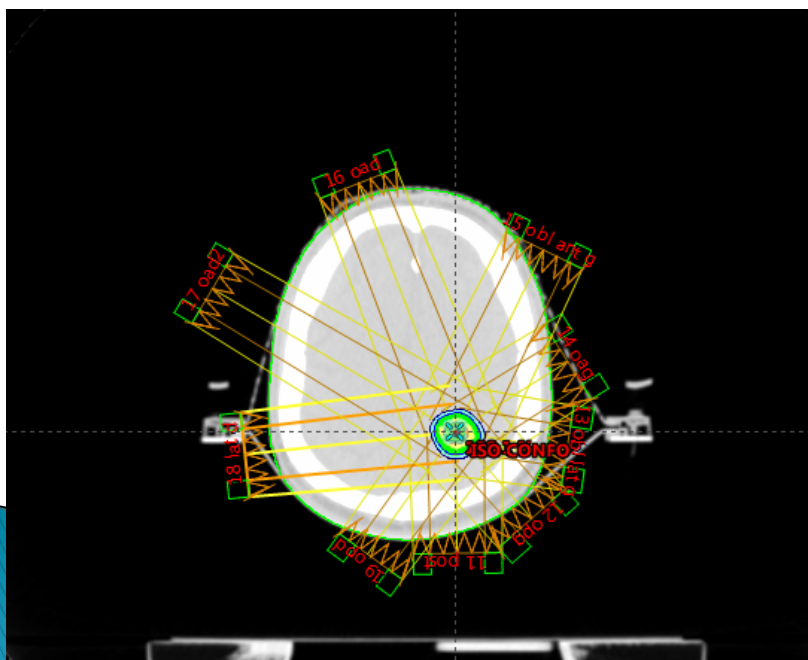
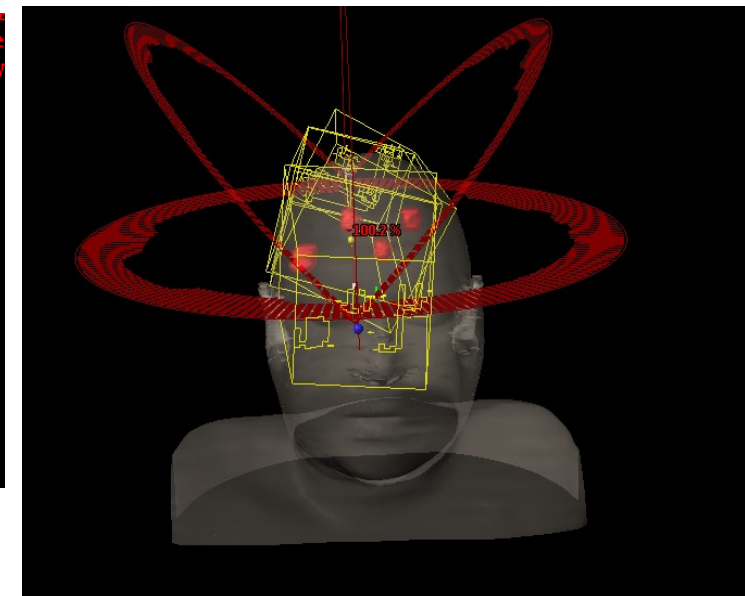
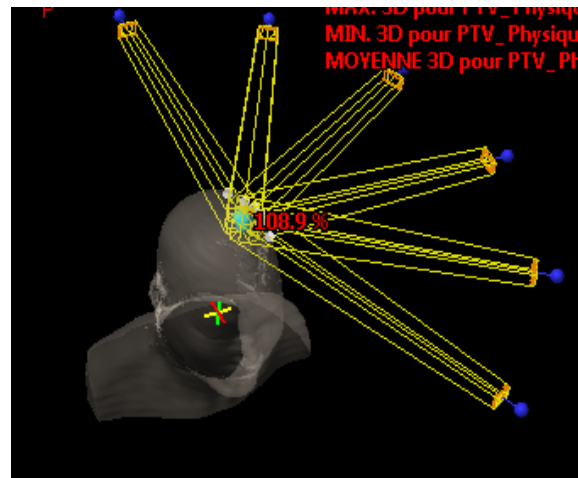
Extra Os : CTV +2 mm





## – Balistique de traitement : SRS

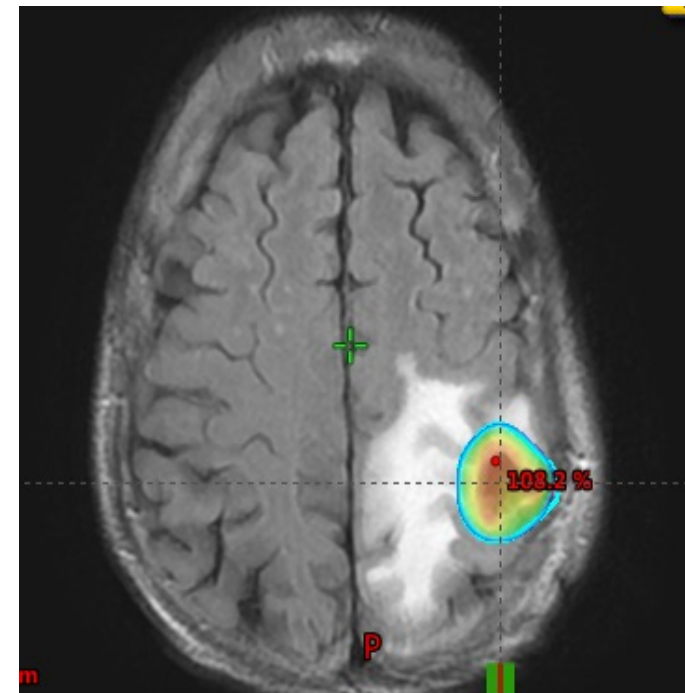
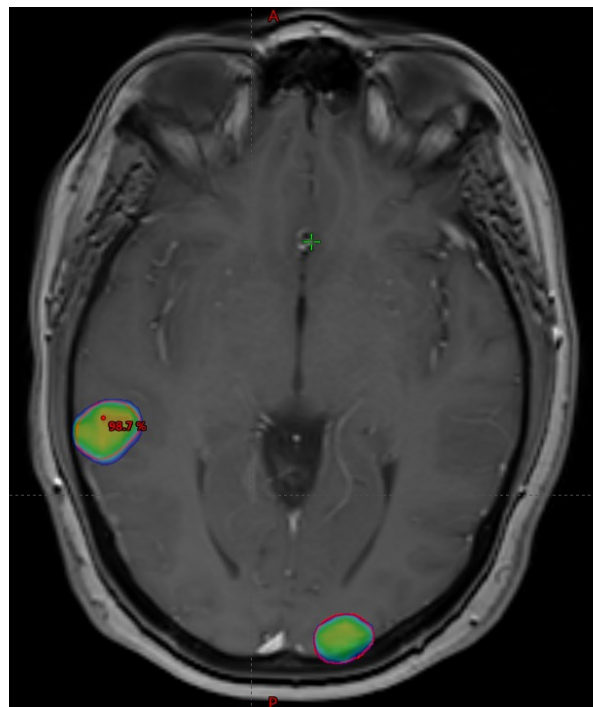
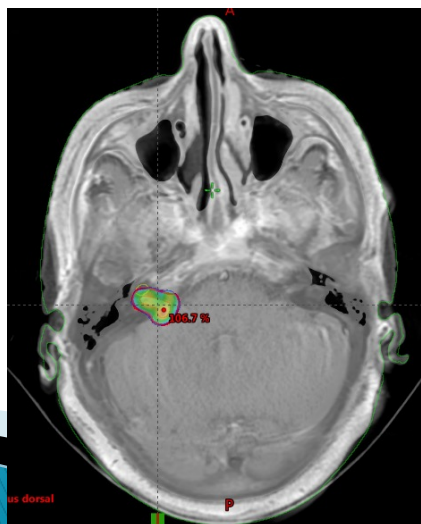
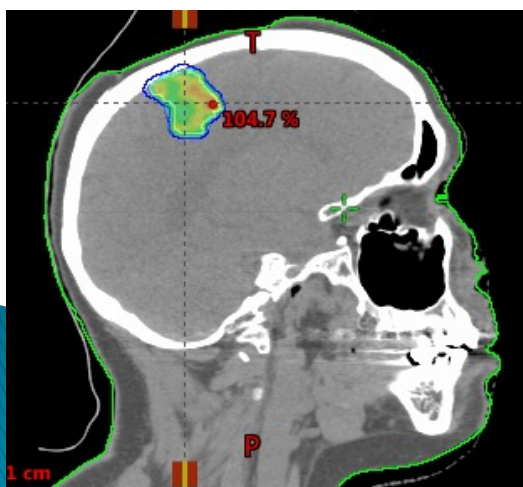
- 10 patients traités en technique IMRT
- 97 patients traités en technique VMAT



# • Résultats

## – Couverture des volumes cibles : Stéréotaxie intracrânienne

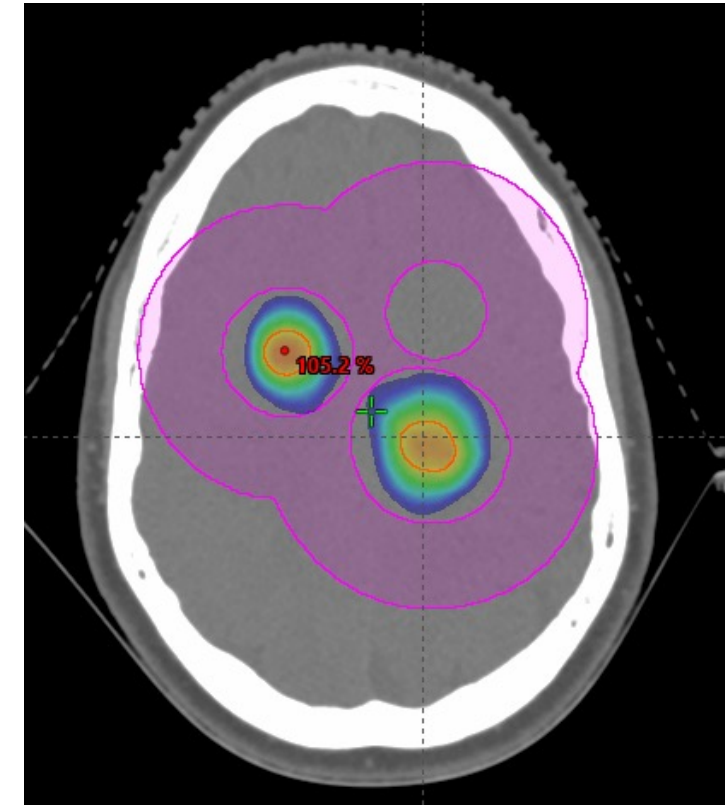
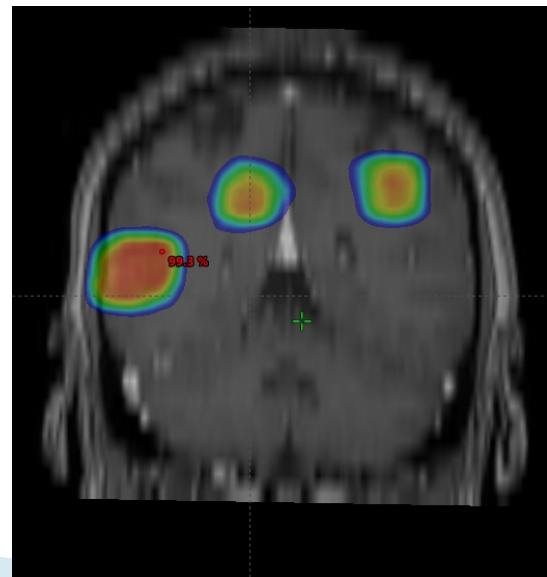
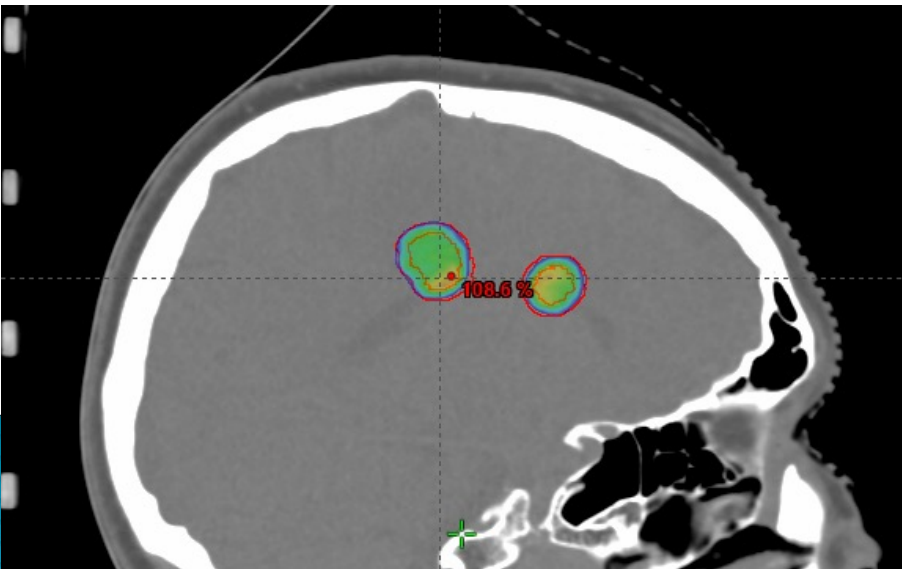
GTV	99.2 %
PTV	90 %



## • Résultats

### – Evaluation dosimétrique :

RTOG CONFORMITY INDEX (0.9–2.5)	1.04
Paddick gradient Index (3–4)	3.7





## – Contraintes de l'encéphale sain

### 5 fractions

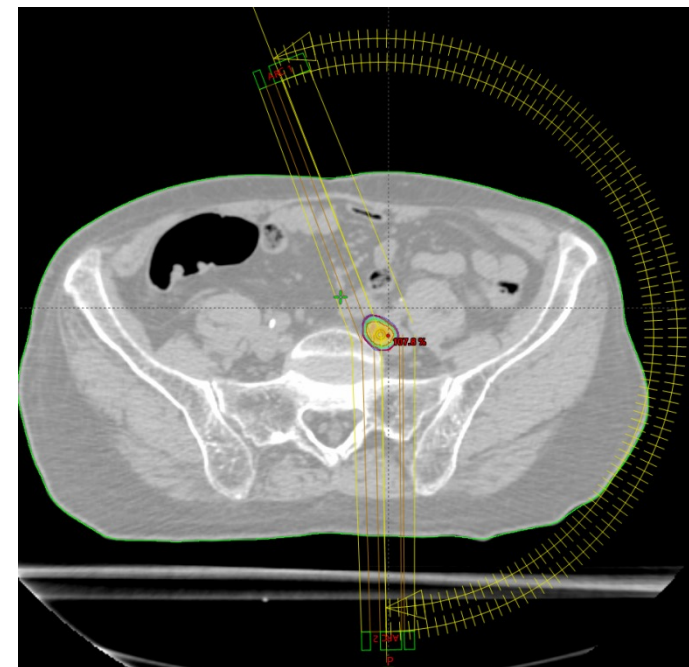
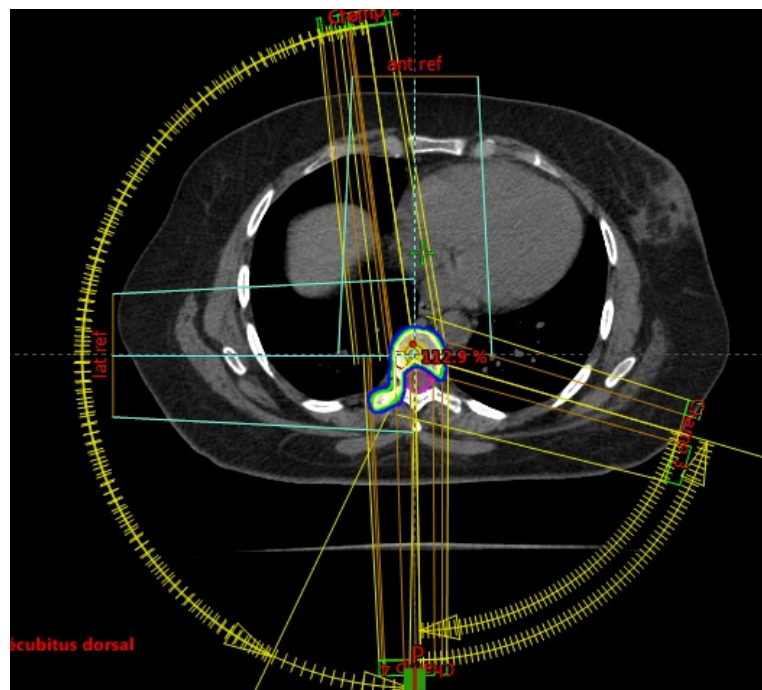
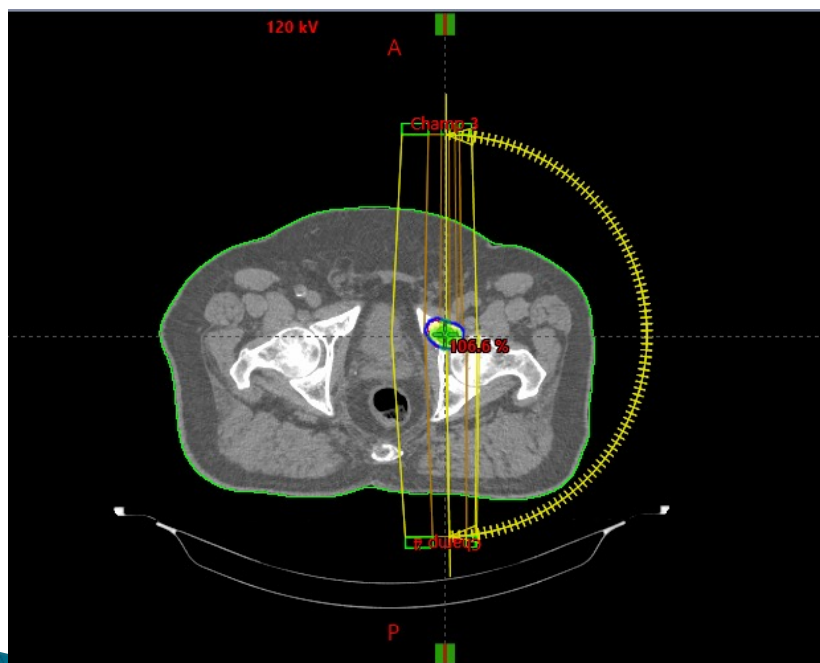
V28.8Gy < 3–7ml	3.1 ml
V24Gy < 20 ml	9.8ml

### 3 fractions

V20Gy < 20ml	9.59
V23.1Gy < 7ml	4.58

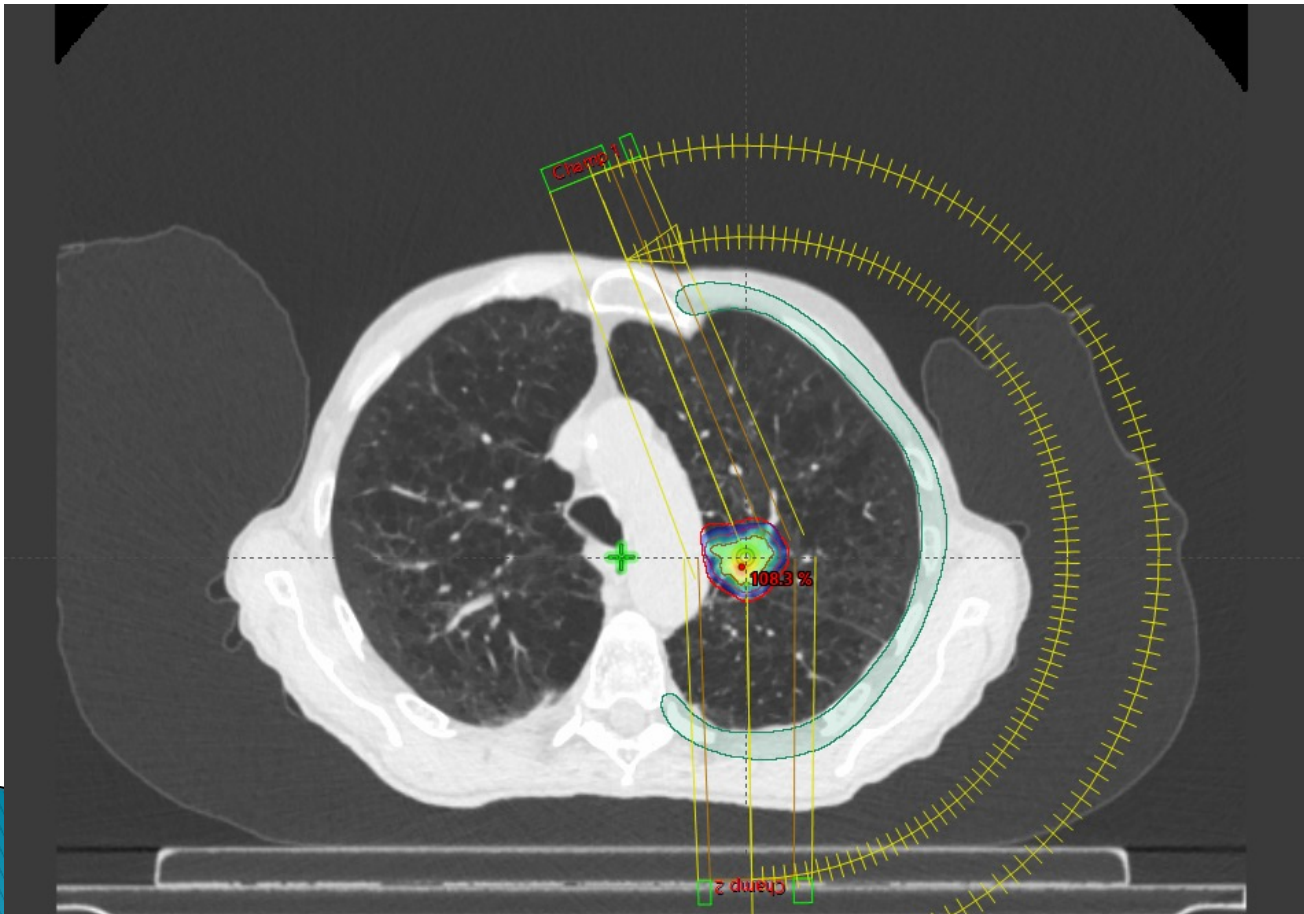
## • Résultats

### – Balistique de traitement : SBRT OS



## • Résultats

### – Balistique de traitement : SBRT Poumon

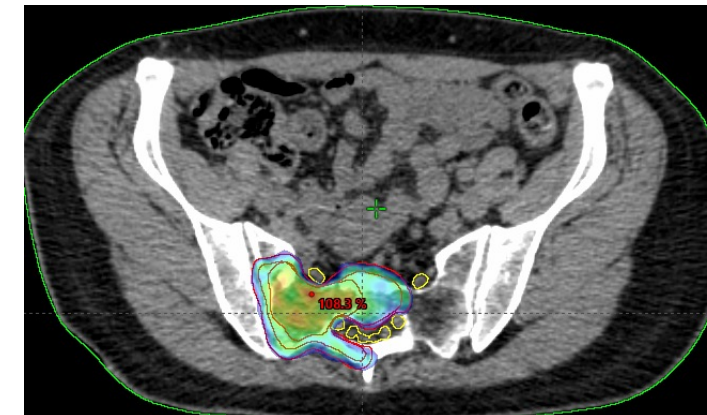
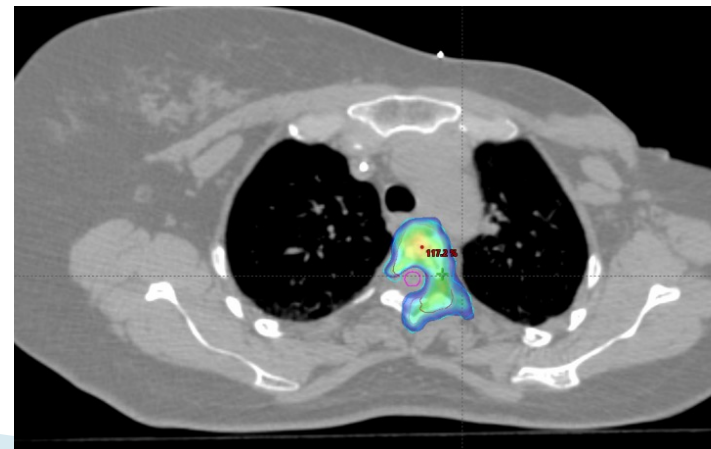
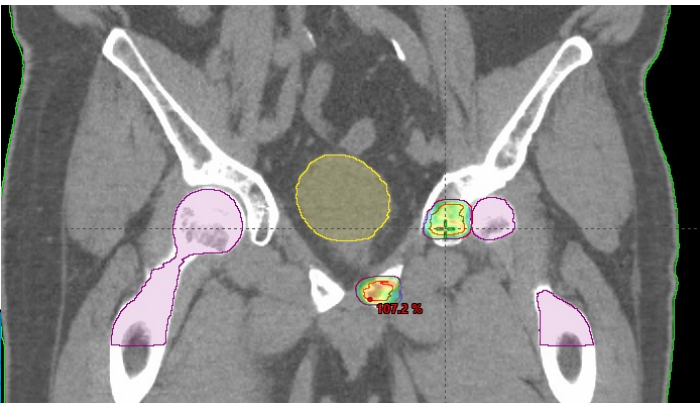
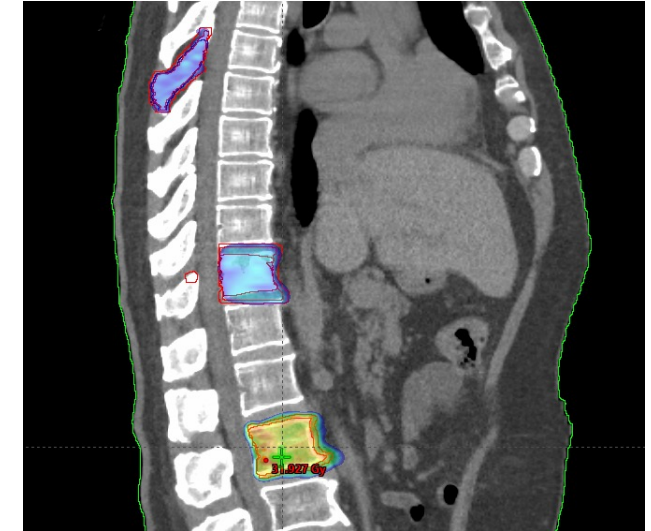




# • Résultats

## – Couverture des volumes cibles : SBRT OS

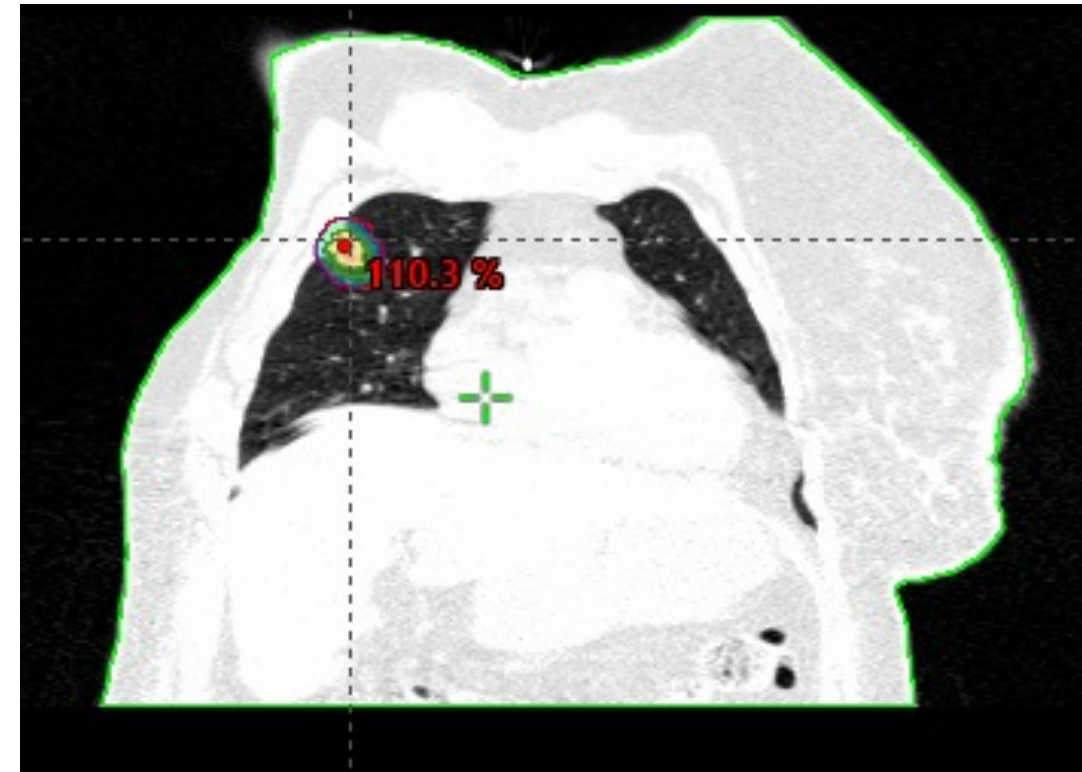
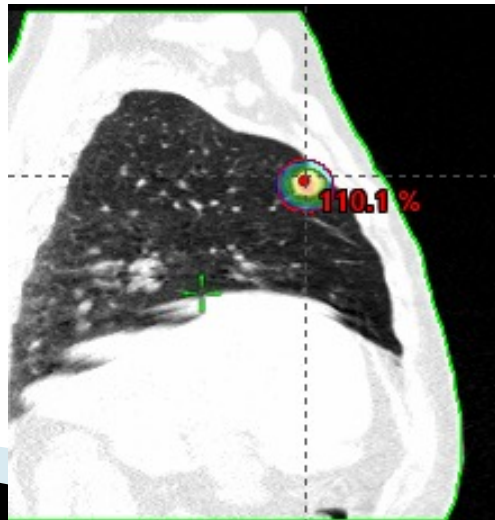
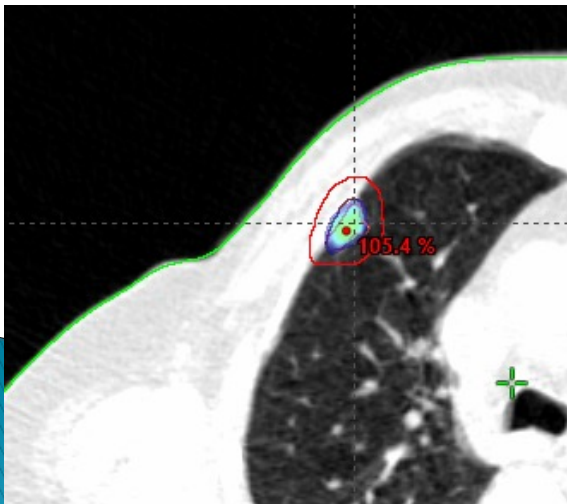
GTV	98.5 %
PTV	88 %



# • Résultats

## – Couverture des volumes cibles : SBRT Poumon

GTV	96.5 %
PTV	85 %

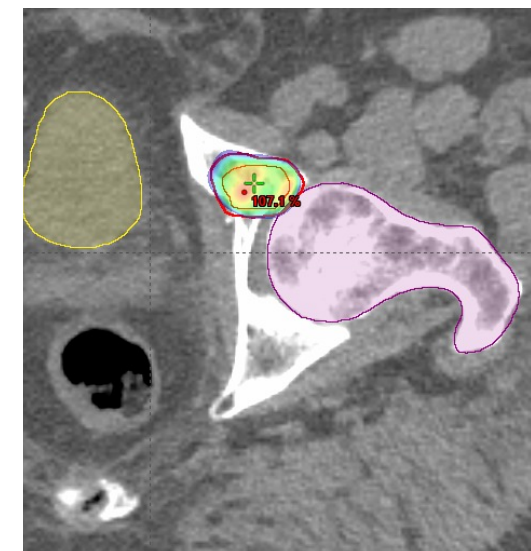
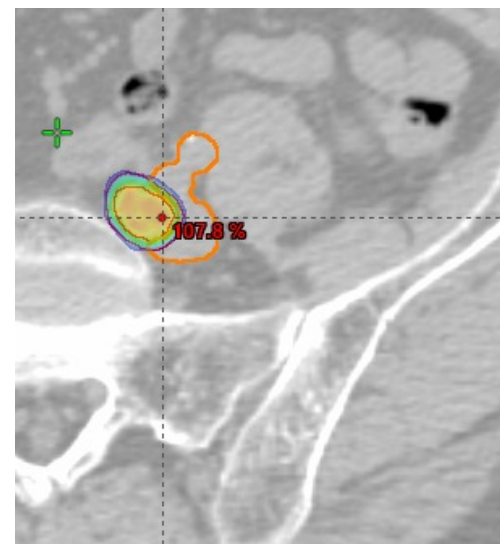
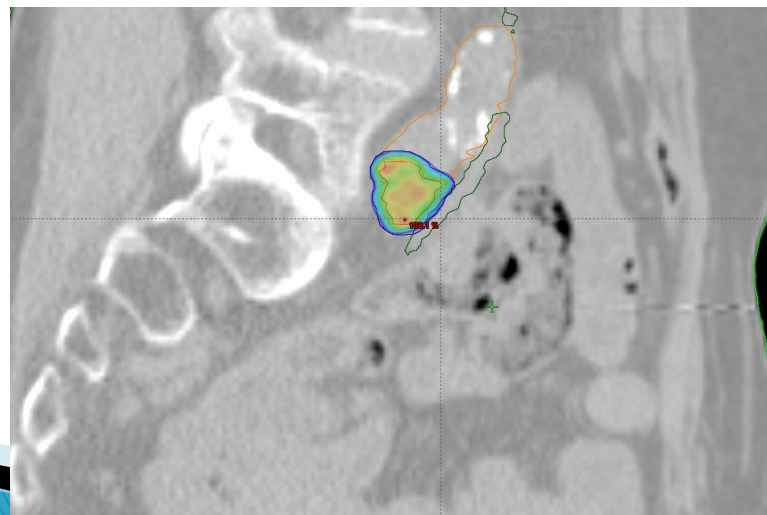
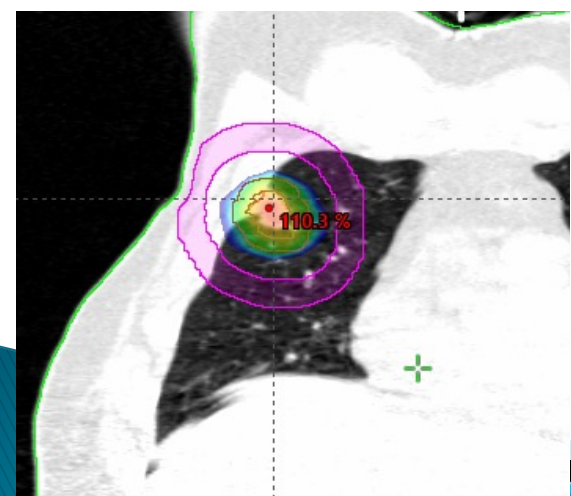
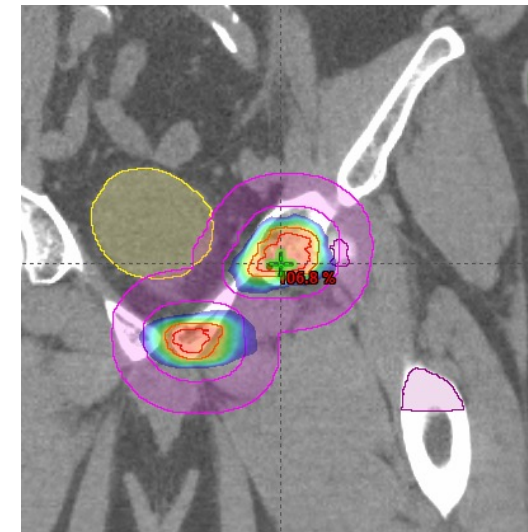
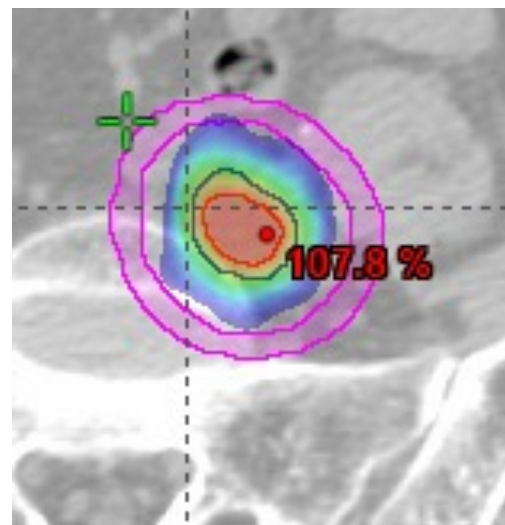




# • Résultats

## – Evaluation dosimétrique:

RTOG CONFORMITY INDEX (0.9–2.5)	1.2
Paddick gradient Index (3–4)	4





## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

❖ Corticoides (per os et inj) : 82,9%

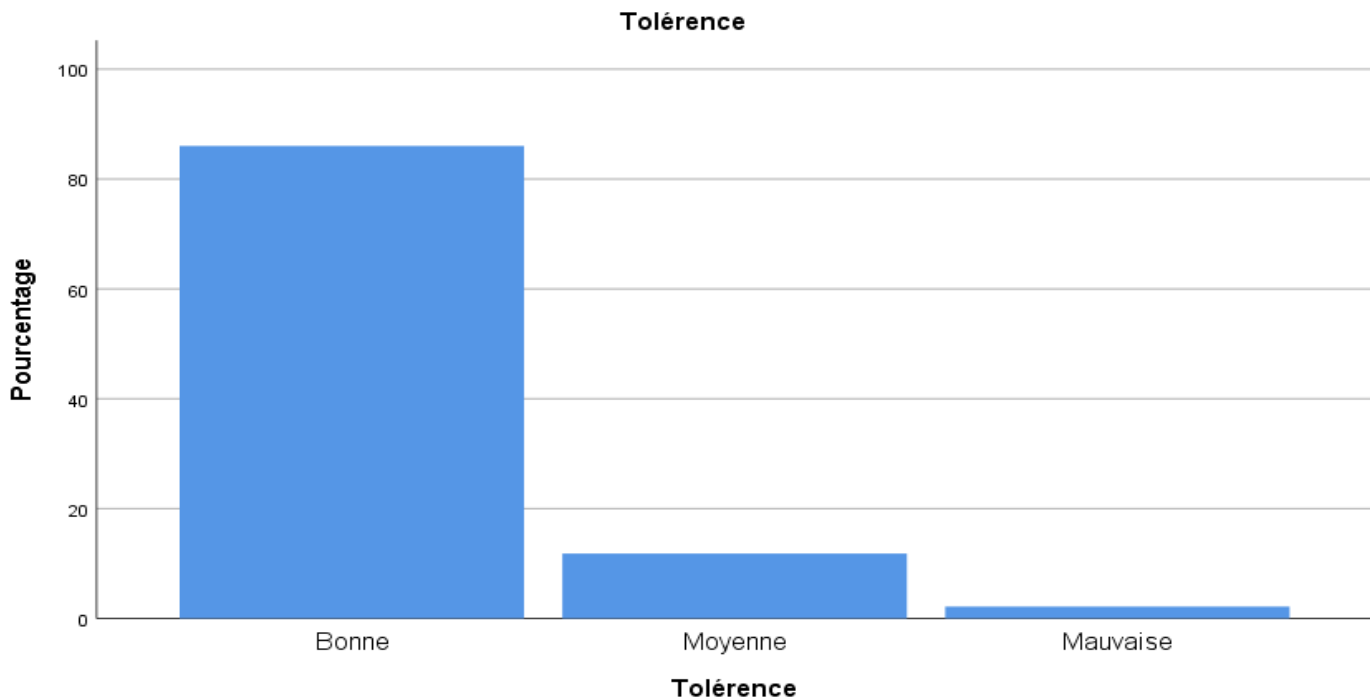
❖ Tolérance :

Bonne : 80 / 82.5%

Moy: 11 / 11.3%

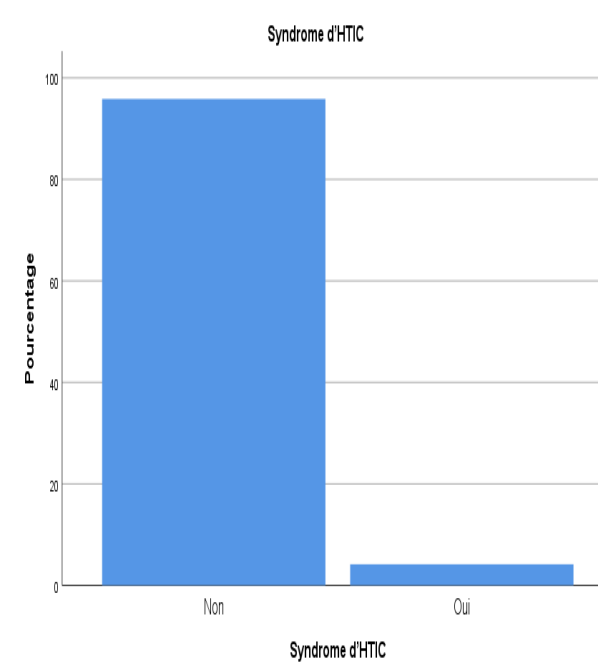
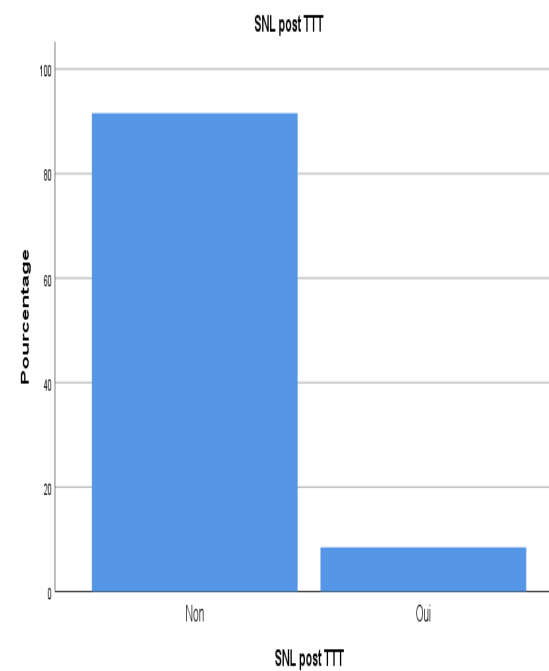
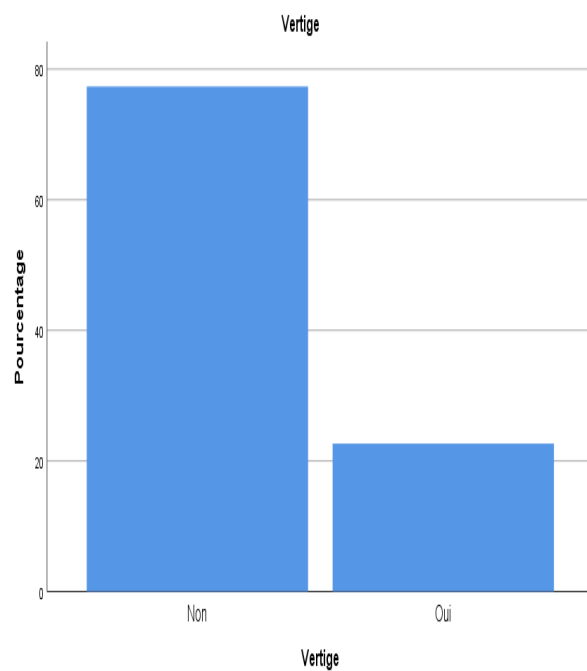
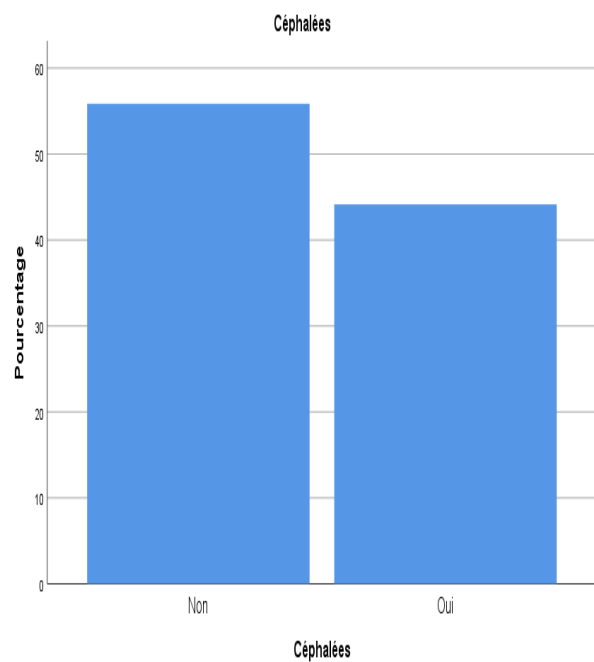
Mauvaise : 2 / 2.1%

NP: 4 / 4.1%



# • Résultats

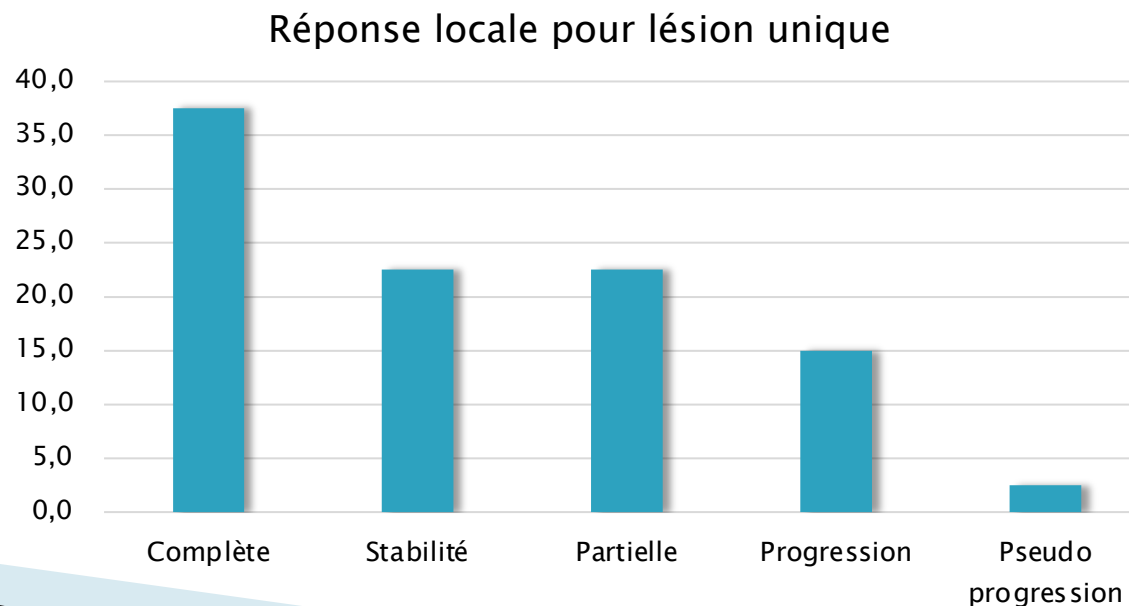
## Stéréotaxie intra cérébrale :



## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

- ❖ Recul moyen : 19,71 mois
- ❖ Imagerie de contrôle : IRM cérébrale (97,9%)
- ❖ Réponse locale :  
Lésion unique :



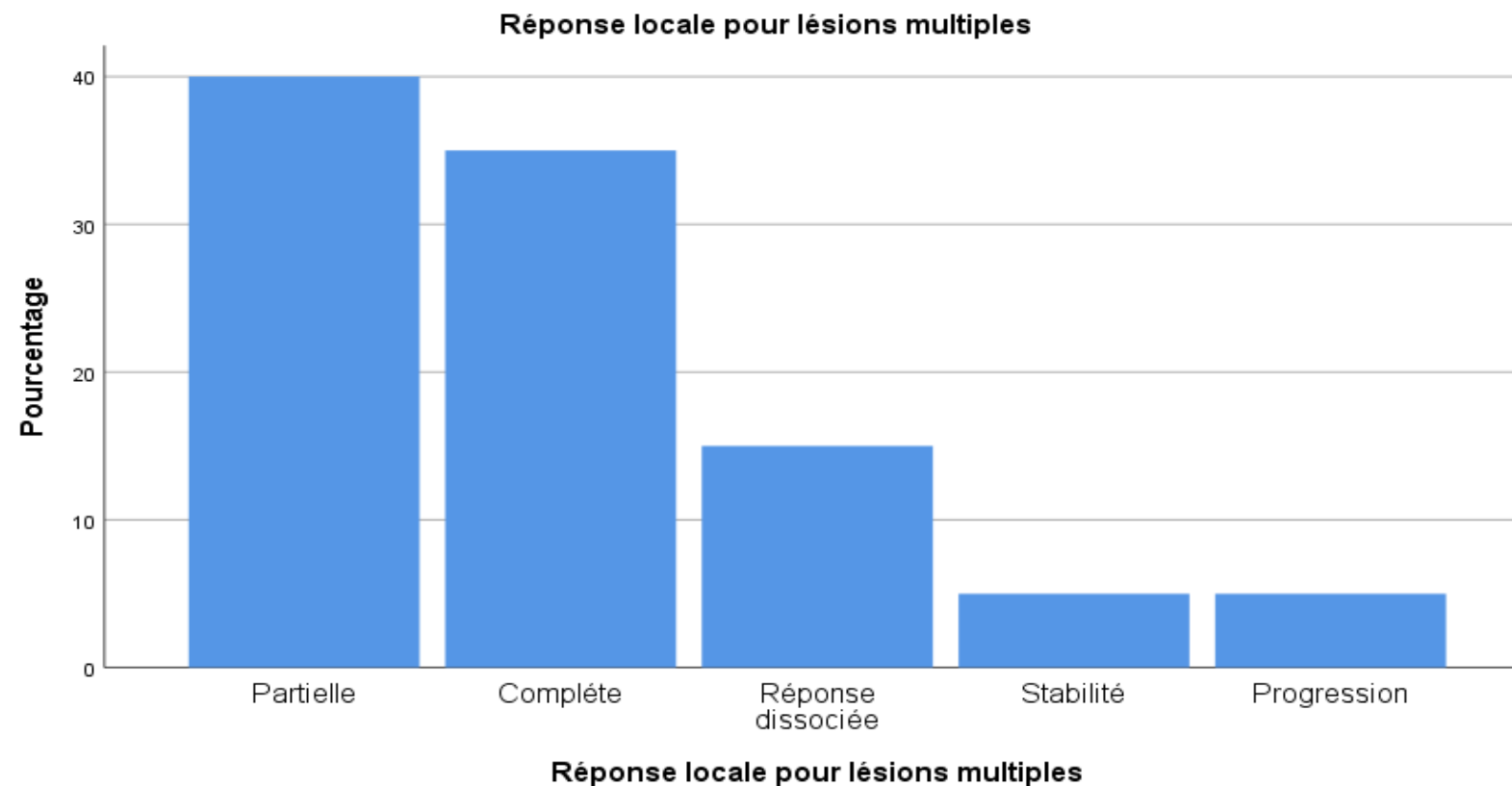


## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

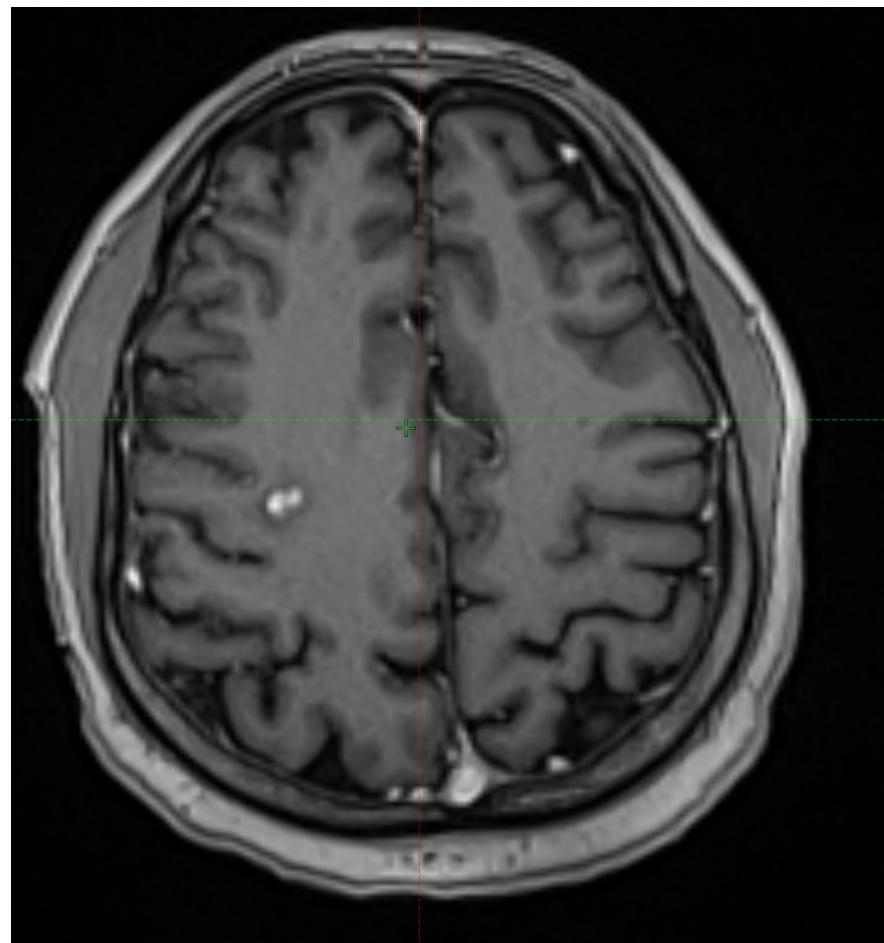
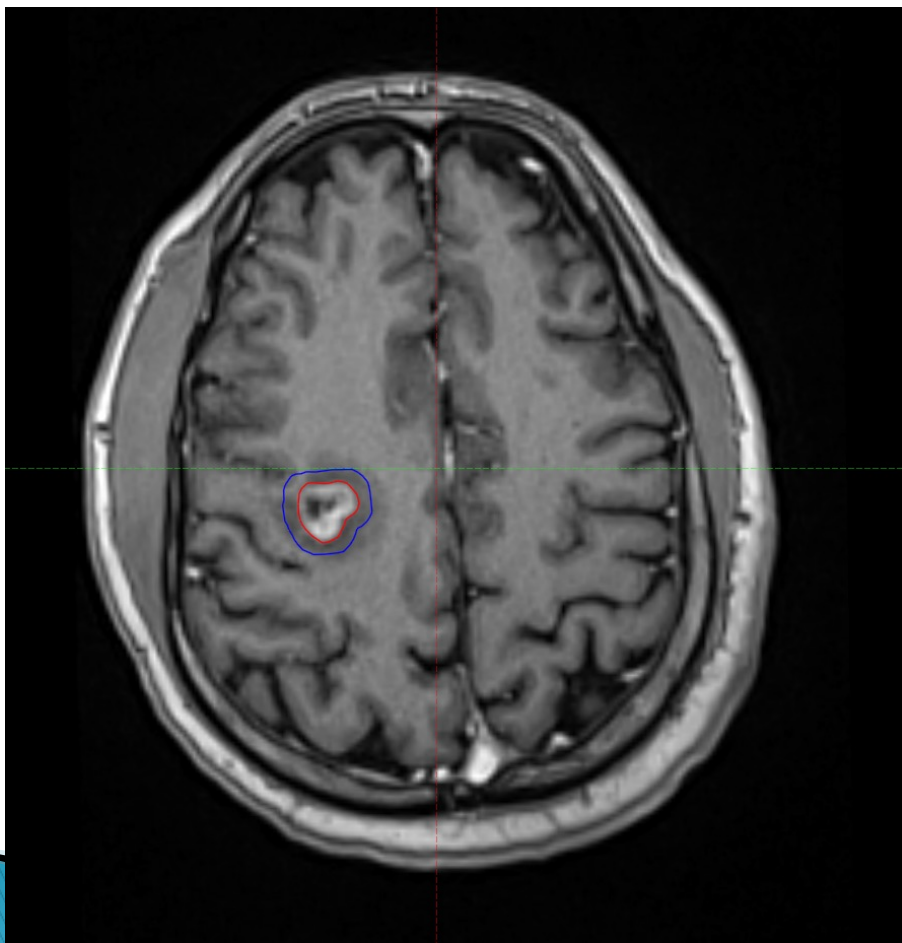
#### ❖ Réponse locale :

Lésions multiples :



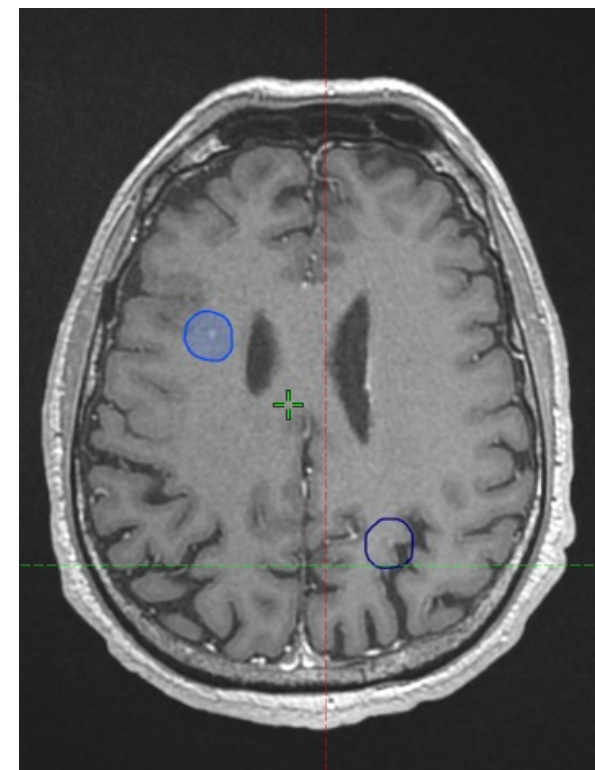
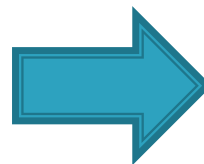
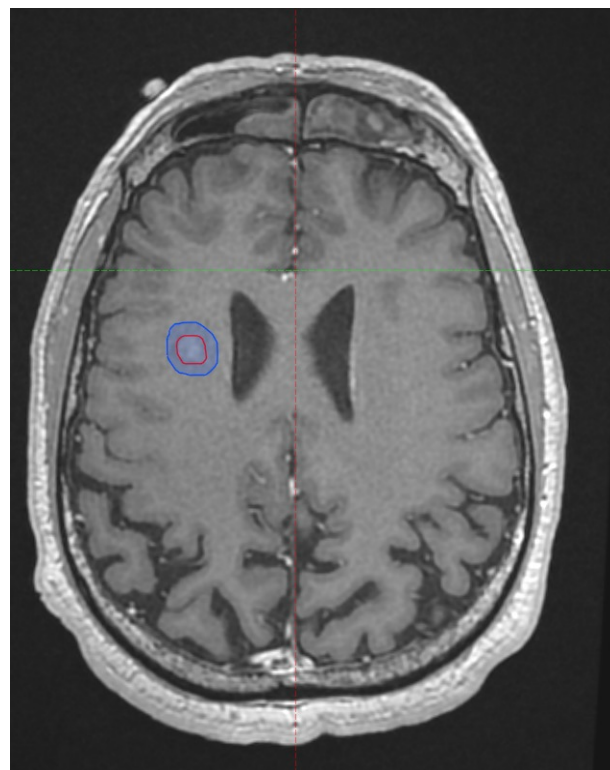
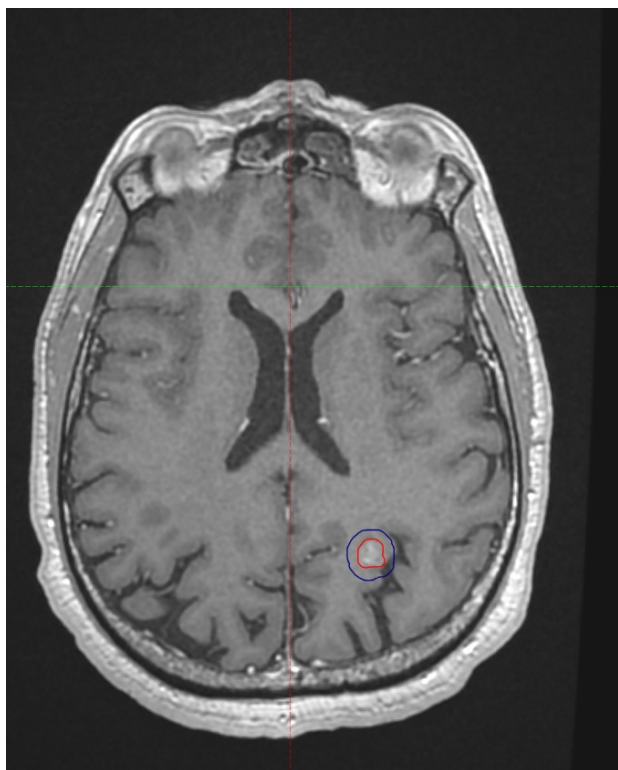
## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :



## • Résultats

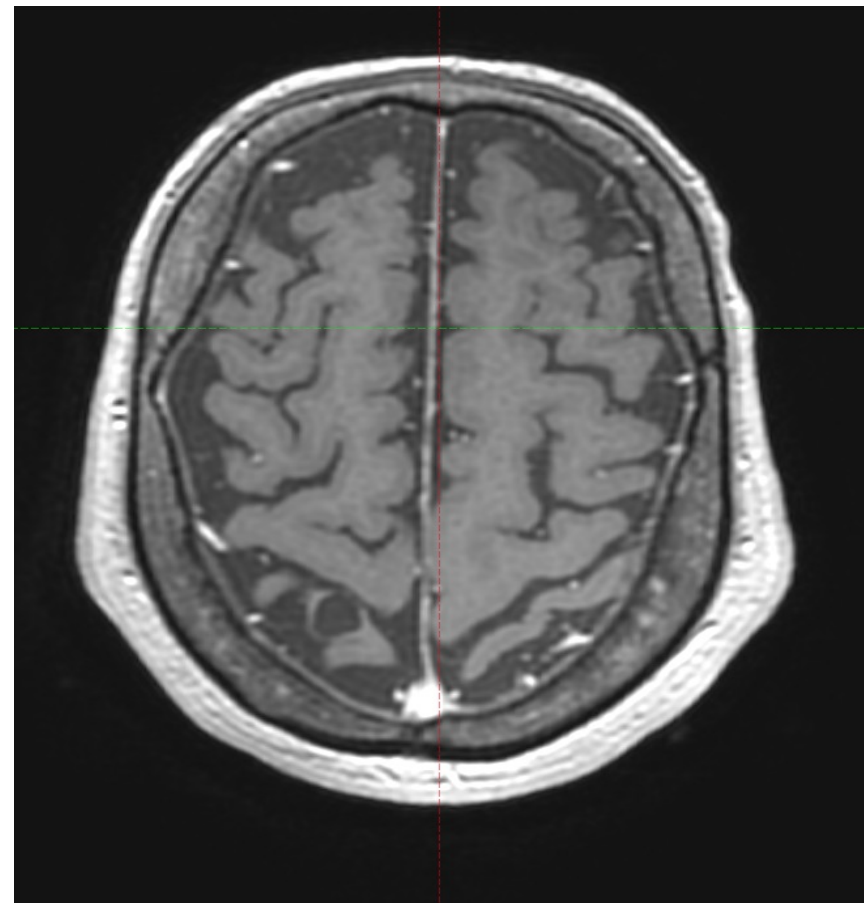
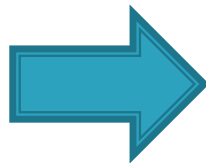
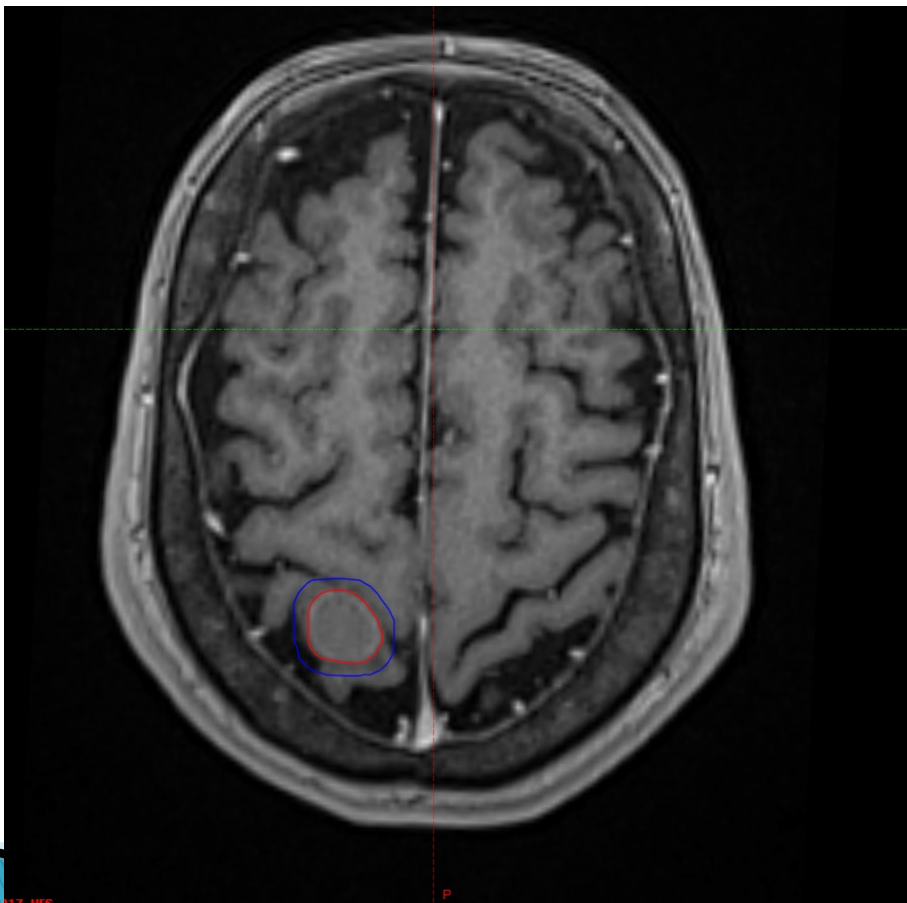
### Stéréotaxie intra cérébrale :





## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :



## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

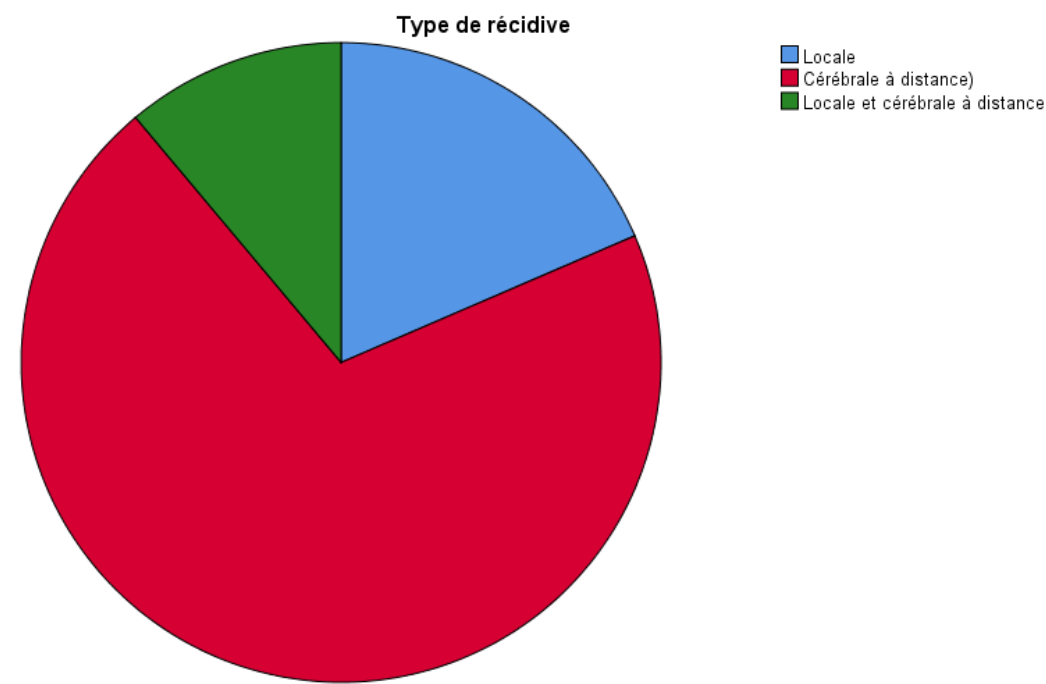
❖ Récidive : 27,8%

Délai moyen : 11,27 mois

Locale : 18,5%

Cérébrale à distance : 70,4%

Locale et à distance : 11,1%



## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

#### ❖ Traitement de rattrapage :

– EIT : 30%

Dose : 20–30–35Gy

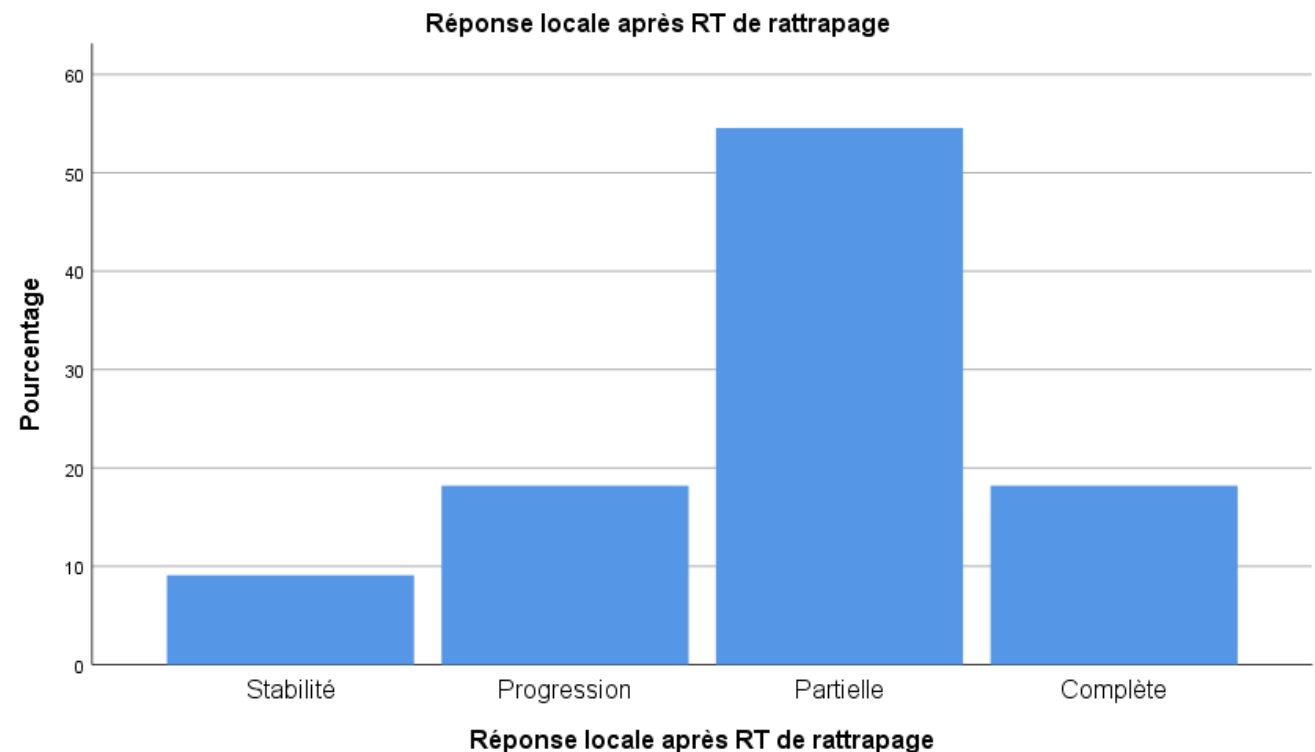
– Stéréotaxie : 70%

5 fr : 69.23%

3 fr : 30.76%

#### ❖ Evolution :

Recul moyen : 19,78 mois

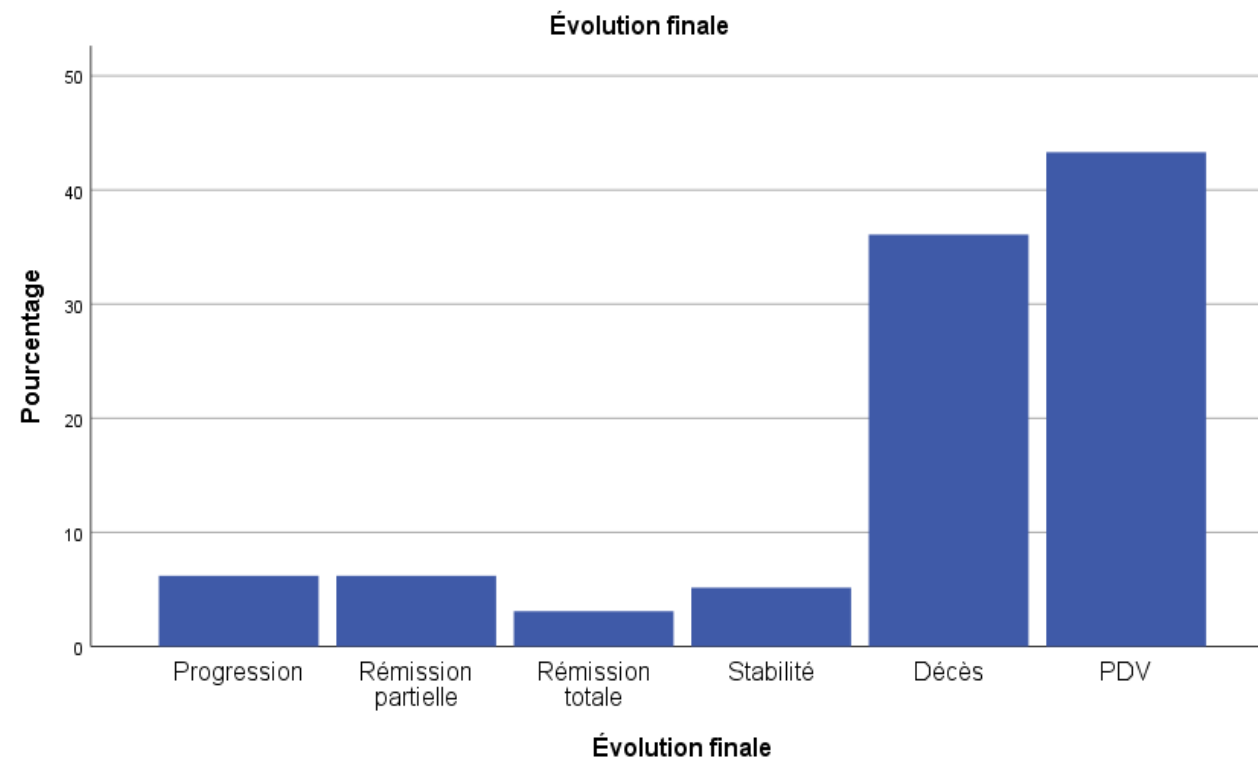




## • Résultats

### Stéréotaxie intra cérébrale :

- ❖ 2<sup>ème</sup> récurrence : 35%
- ❖ Délai moyen : 9,5 mois
- ❖ RT de rattrapage : 5/7 patients

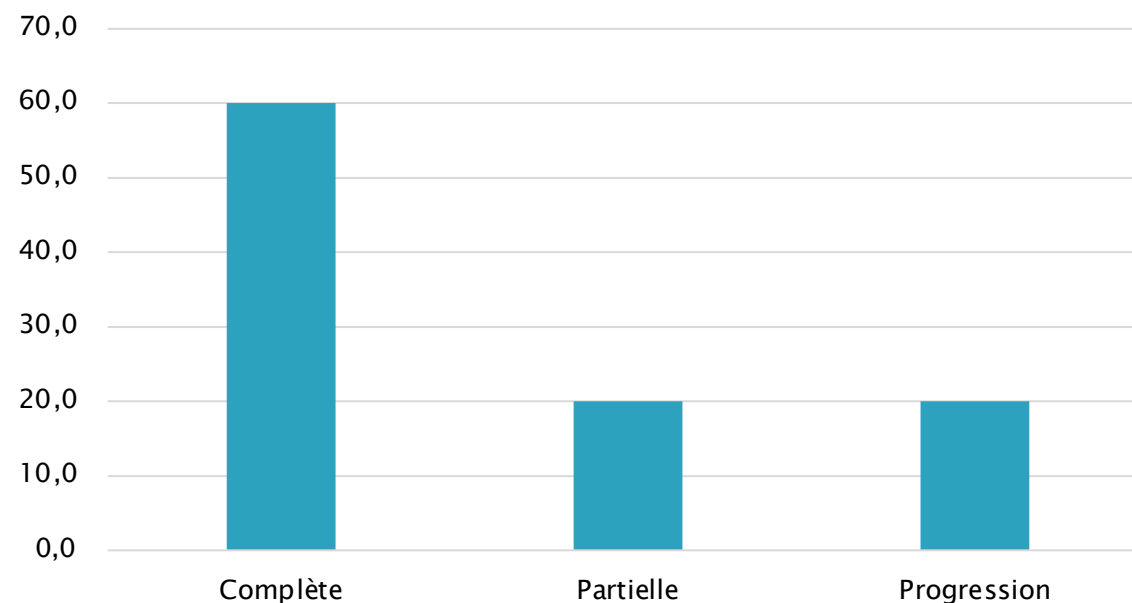


## • Résultats

### Stéréotaxie extra cérébrale :

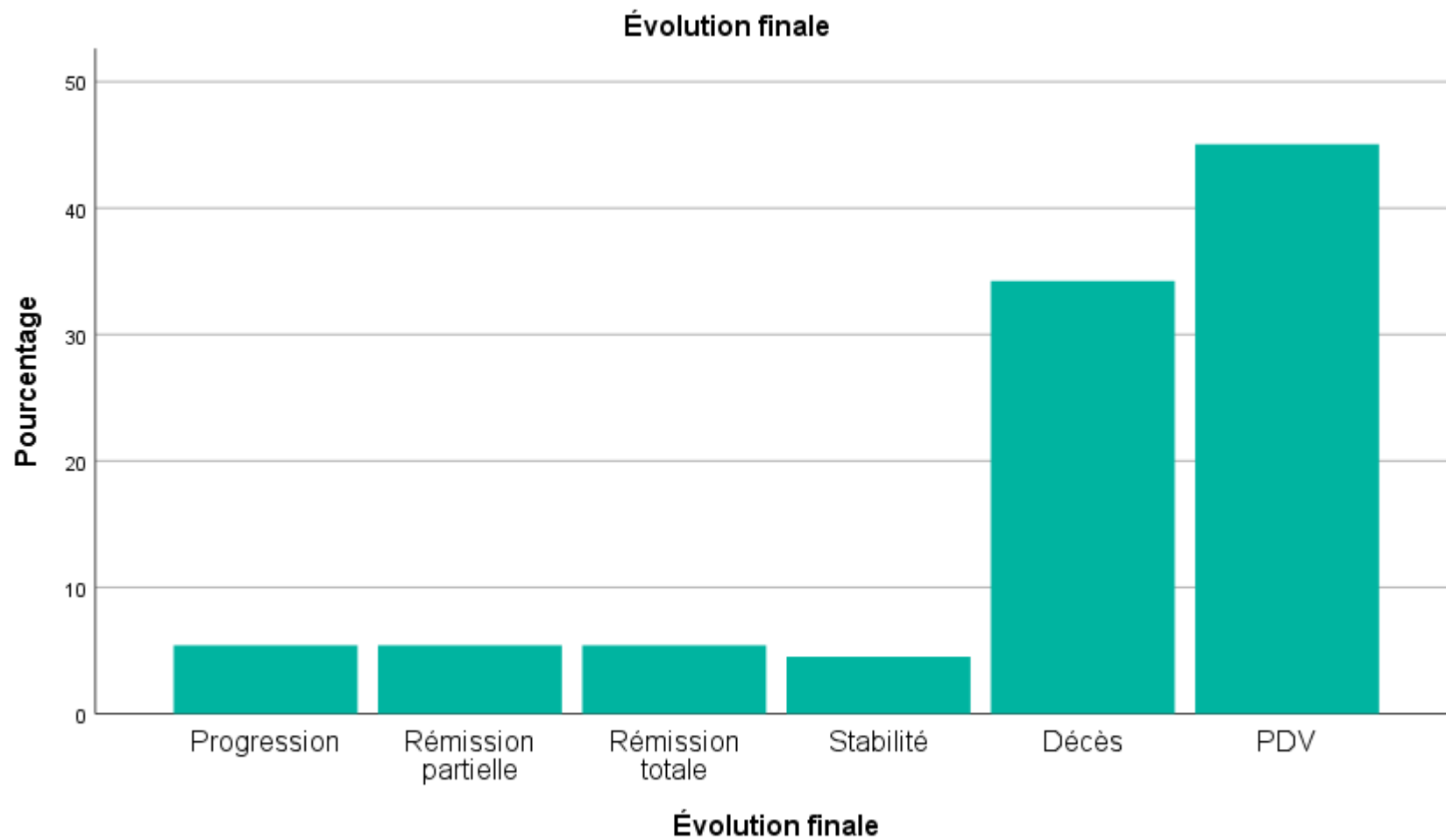
- ❖ Tolérance : Bonne 92,8%
- ❖ Recul moyen : 33 mois
- ❖ Réponse locale :  
Lésion unique

Réponse locale pour lésion unique



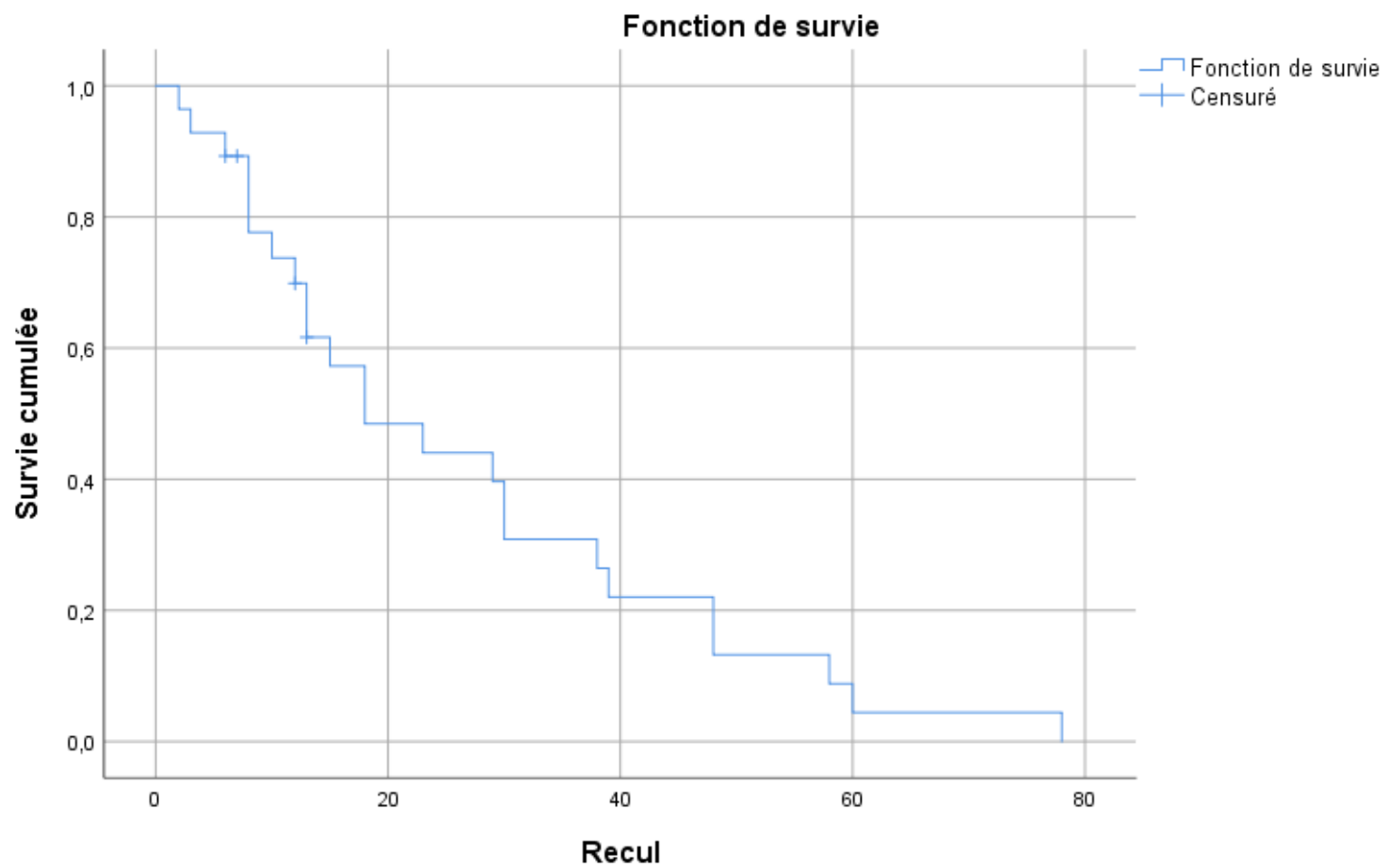
Lésions multiples : Réponse complète : 2/4 patients

# • Résultats





# • Résultats



## • Conclusion

- La grande précision de la radiothérapie stéréotaxique nécessite toute une procédure extrêmement complexe à mettre en place avant de débiter cette technique.
- La stéréotaxie intracrânienne est une irradiation de routine dans notre centre
- Engagement de toute l'équipe à assurer la meilleure PEC pour les patients dans les délais adéquats, à maintenir un développement continu des techniques et des protocoles et à préserver la qualité du traitement qui constitue la base de la réputation du CMIK



## • Remerciements



- Pr Noureddine Bouaouina
- Pr Samia Kanoun
- Dr Imen Abdellatif
- Amna Ben abdallah
- Ghofrane ben Fraj
- L'équipe paramédicale



# Merci pour votre attention

