



RADIOOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE

Expérience de 10 ans du centre médical Ibn Khaldoun

Dr Nsiri Nadia
Physicienne médicale : Guiddi 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 Physiciennes médicales
- ▶ 1 dosimétriste
- ▶ 8 manipulateurs





Historique CMIK



- ▶ Premier centre Tunisien privé spécialisé en Oncologie créé 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



Technique
2D
2005

Technique
3D
2013

Technique IMRT
2014

Technique
IMRT
Stéréotaxie
2016

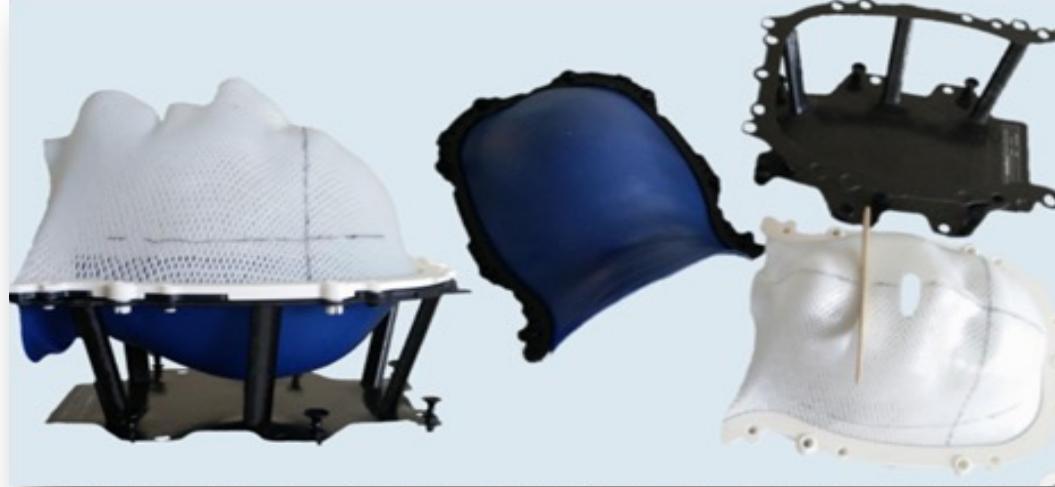
Technique
VMAT
2017

Technique VMAT
Stéréotaxie FFF
2018

Stéréotaxie
extra
crânienne os
2019

Stéréotaxie
extra crânienne
Poumon
2019

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



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



Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

- 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

<p>Centre médical IBN KHALDOUN IBN KHALDOUN</p> <p>Avenue de la liberté , 4011 hammam 44444</p> <p>Version n°: 01</p> <p>Page:4/6</p> <p>1- Comité neuro-oncologie Radiothérapeute, Neuro chirurgien, Radiologue, Anatomopathologiste, Physicien -Préparer les dossiers des patients présentés -Discuter les différentes alternatives thérapeutiques -Décider de façon collégiale à faire une SRT intra crânienne</p> <p>2- Ouverture d'un dossier de radiothérapie intra crânienne par le radiothérapeute -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 tout la séquence du traitement -Établir un protocole de traitement</p> <p>3- Simulation (répositionnage) par le radiothérapeute et le technicien de RT -Alignement parfait du patient -Choix de l'angle de réfraction de la tête -Repère généraux, calotte -Masque Macro Modic -Choix de la coupe de référence -Fiche de contention + demande de scanner en position de traitement +/ IRM en position de traitement</p> <p>4- Scanner de simulation +/- IRM de simulation par le même technicien de RT Suivre intégralement la fiche de demande de scanner et celle de la contention -3 acquisitions : SPC et APC -Des coupes millimétriques (1,25 mm) -FOV 300, 120KV, Collimateur 10, 100, auto -Séquences IRM: T1, Gad, T2 Flair ou FSE ; +/- d'autres séquences selon l'indication -Communication des CD IDM et IRM</p> <p>5- 2^{ème} passage au scanner -2 jours après le premier passage pour vérifier la reproductibilité du positionnement -Si reculage entre les deux TOM21mm : Refaire le géophysique</p>	<p>PCD-SRT-n°1 Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne</p> <p>Page 5 sur 7</p> <p>Procédure Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne : Démarche</p> <p>Date : 28-02-2018 Référence : P004-Classeur06- PCD-01 Version : 01</p>	<p>Page 6 sur 7</p> <p>Procédure Radiothérapie stéréotaxique intra crânienne : Démarche</p> <p>Date : 28-02-2018 Référence : P004-Classeur06- PCD-01 Version : 01</p>																														
<p>6- Physique (simulation virtuelle)</p> <p>6.1 - Fusion d'images : IDM avec IRM, fait par le physicien et le radiothérapeute (le choix des séries de coupes est validé par le radiothérapeute, le neurochirurgien et le radiologue)</p> <p>6.2 - Contourage : GTV par le radiothérapeute validé par le neurochirurgien et le radiologue PTV fait par le radiothérapeute et validé par le neurochirurgien et le radiologue OAR fait par le radiothérapeute et validé par le neurochirurgien et le radiologue Vérifier l'homogénéité du grossissement dans le plan frontal et sagittal</p> <p>6.3 - Contourage anatomique par le radiothérapeute Les contours d'OAR</p> <table border="1" data-bbox="1049 777 1382 1022"> <tr> <td>OAR</td> <td>PTV</td> </tr> <tr> <td>Encephale</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Encephale - PTV</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trans Cérébral</td> <td>Trans Cérébral +3 mm</td> </tr> <tr> <td>Chiama</td> <td>Chiama +3 mm</td> </tr> <tr> <td>Hypophyse</td> <td>Hypophyse +3 mm</td> </tr> <tr> <td>Hypothalamus D/G</td> <td>Hypothalamus +5 mm</td> </tr> <tr> <td>Lober temporal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nerf optique D/G</td> <td>Nerf optique D/G +3 mm</td> </tr> <tr> <td>Corps callosum</td> <td>Corps callosum +3 mm</td> </tr> <tr> <td>GTZ D/G</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N vertébraire</td> <td>N vertébrale +3 mm</td> </tr> <tr> <td>N rachidien</td> <td>N rachidien +3 mm</td> </tr> <tr> <td>N facial</td> <td>N facial +3 mm</td> </tr> <tr> <td>Peau homolatérale (5 mm)</td> <td></td> </tr> </table> <p>PTV et PTV :</p> <p>PTV = GTV + 2-4 mm selon dimension médiale et dimension antéro-postérieure Si diamètre GTV < 2 cm : marge 3-4 mm Si diamètre GTV > 2 cm : marge 1-2 mm</p> <p>6.4 - Contourage des structures par le physicien</p> <p>-Positionner l'origine d'un laser 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 1.5cm -Encephale-PTV -OAR-PTV -PRV-PTV</p> <p>6.5 - Dosimétrie :</p>	OAR	PTV	Encephale		Encephale - PTV		Trans Cérébral	Trans Cérébral +3 mm	Chiama	Chiama +3 mm	Hypophyse	Hypophyse +3 mm	Hypothalamus D/G	Hypothalamus +5 mm	Lober temporal		Nerf optique D/G	Nerf optique D/G +3 mm	Corps callosum	Corps callosum +3 mm	GTZ D/G		N vertébraire	N vertébrale +3 mm	N rachidien	N rachidien +3 mm	N facial	N facial +3 mm	Peau homolatérale (5 mm)		<p>6.6 - Planification 3D Ou</p> <p>6.7 - Planification inverse si IMRT ou hypofractionnée :</p> <ul style="list-style-type: none"> Ajuster les objectifs supérieurs / inférieurs/ moyens selon les différents volumes ainsi que leurs priorités Suivre les contraintes de dose ci-dessous Représentation des structures et objectifs sur un histogramme dose-volume Appliquer et optimiser <p>6.8 - Discussion du résultat de l'optimisation avec le radiothérapeute</p> <p>6.9 - Validation du plan de traitement lors d'un raffut de simulation (radiothérapeute, neurochirurgien, physicien et radiologue)</p> <p>7- Contrôle qualité des champs de traitement par le physicien</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"> Mettre le doigtinier en position (Low dose) mesure de la distribution de dose + dose absolue dans le fantôme QCphant mesure de la précision mécanique + dose absolue dans le fantôme QUASAR <p>8- Programmation du plan de traitement</p> <ul style="list-style-type: none"> Les séances de traitement sont programmées sur ARIA Les éventuels décalages du plan de traitement sont notés dans ARIA : note de positionnement Les limites de doses sont renseignées par ARIA. Le nombre d'UM est noté sur la fiche du traitement pour la première séance pour vérification 	
OAR	PTV																															
Encephale																																
Encephale - PTV																																
Trans Cérébral	Trans Cérébral +3 mm																															
Chiama	Chiama +3 mm																															
Hypophyse	Hypophyse +3 mm																															
Hypothalamus D/G	Hypothalamus +5 mm																															
Lober temporal																																
Nerf optique D/G	Nerf optique D/G +3 mm																															
Corps callosum	Corps callosum +3 mm																															
GTZ D/G																																
N vertébraire	N vertébrale +3 mm																															
N rachidien	N rachidien +3 mm																															
N facial	N facial +3 mm																															
Peau homolatérale (5 mm)																																

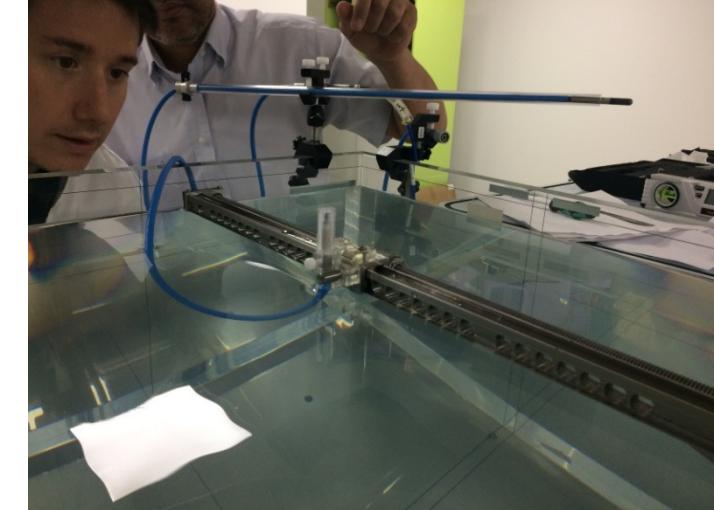
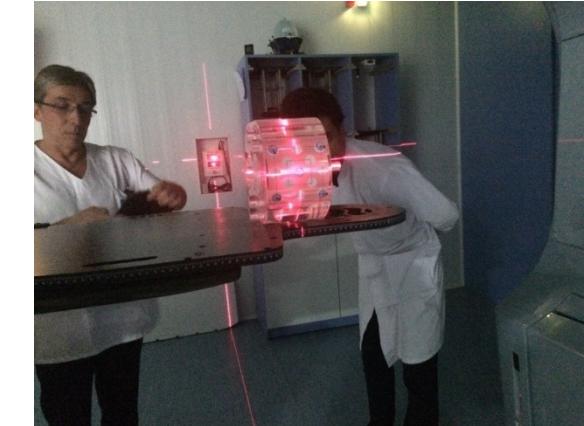
• Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

– Formation des personnels :

– Médecins radiothérapeutes

– Physiciens

– Manipulateurs

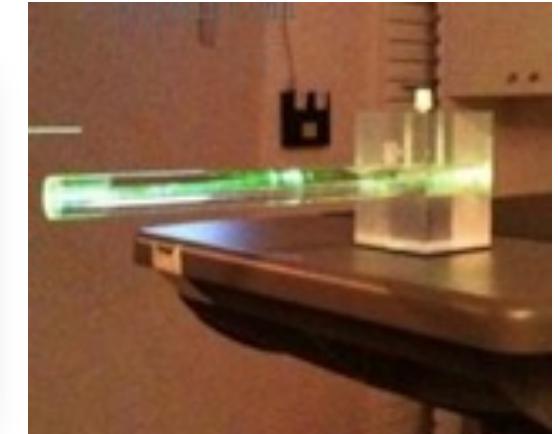
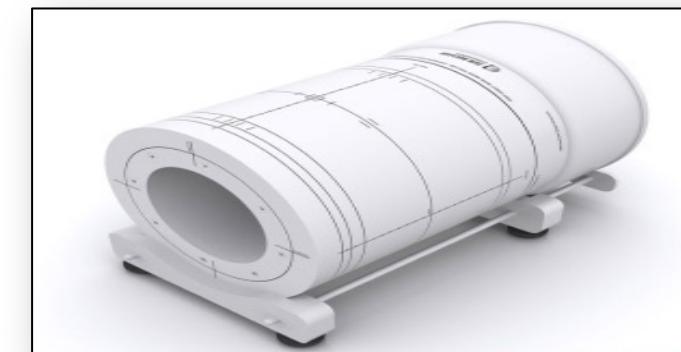
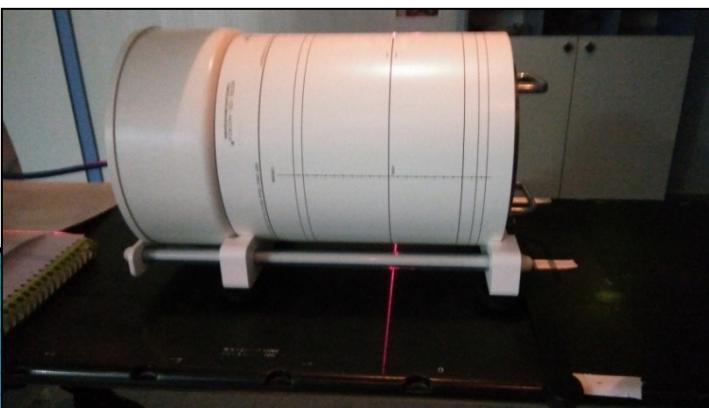


• Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

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

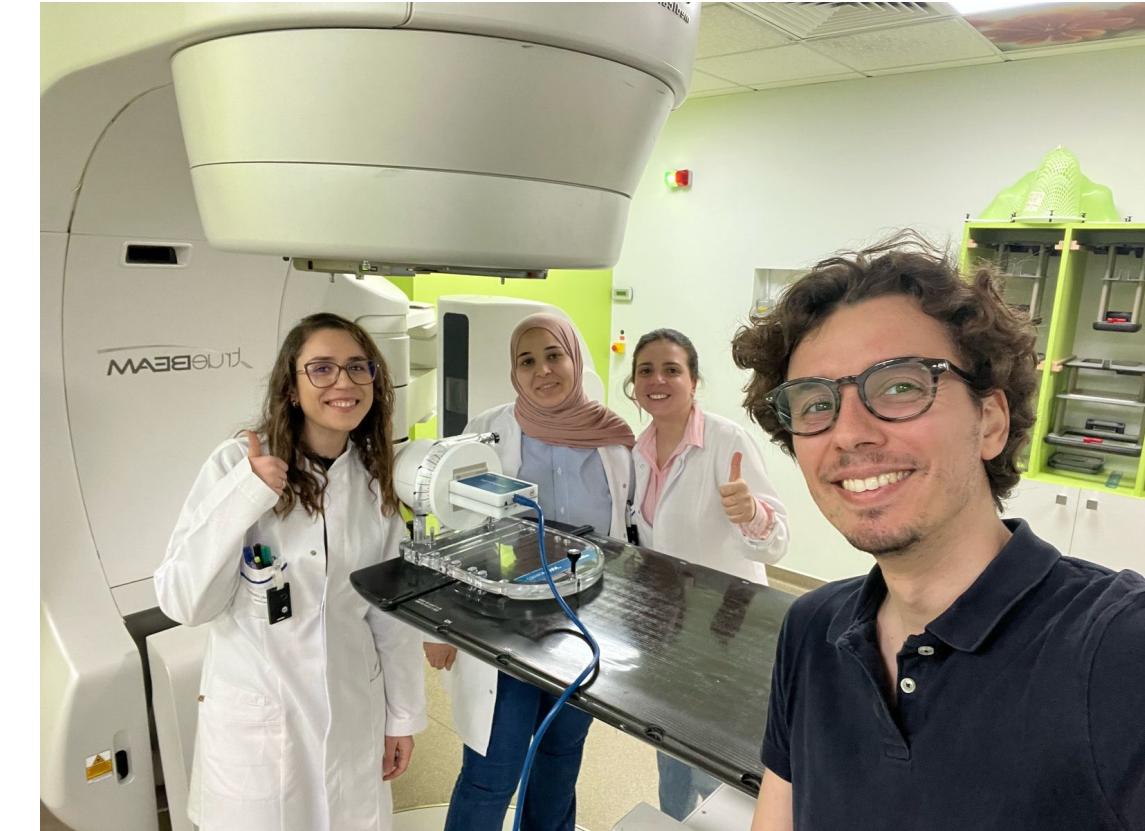
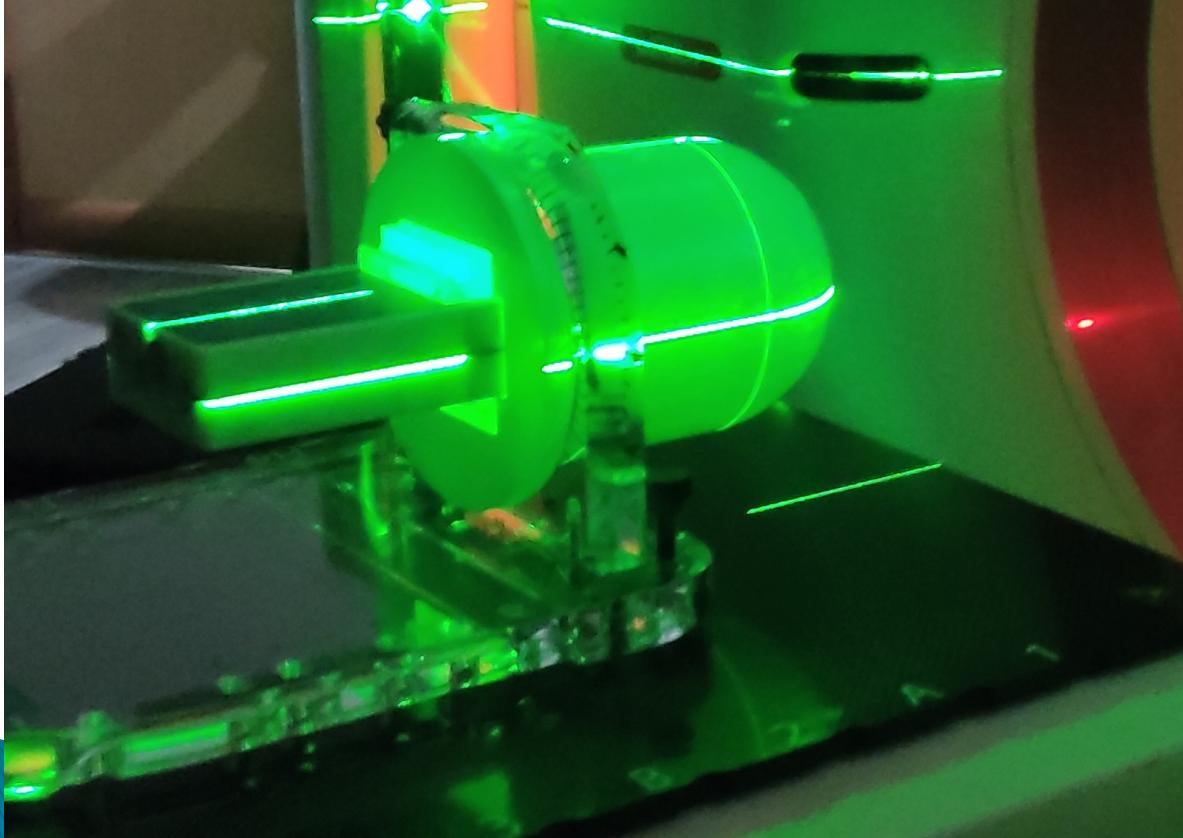


Archeck



• Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

- 2025 : SRS Mapcheck



• Mise en place de la radiothérapie stéréotaxique

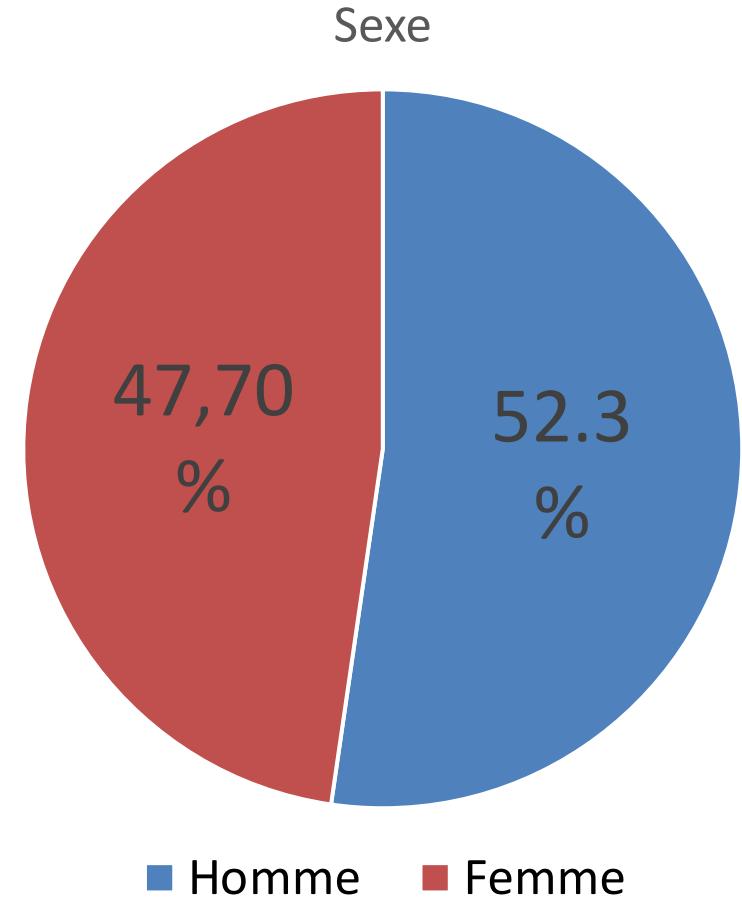
- 2024 : Mise à jour du TPS Eclipse vers la version 18

- MCO
- Acuros
- La carte GPU



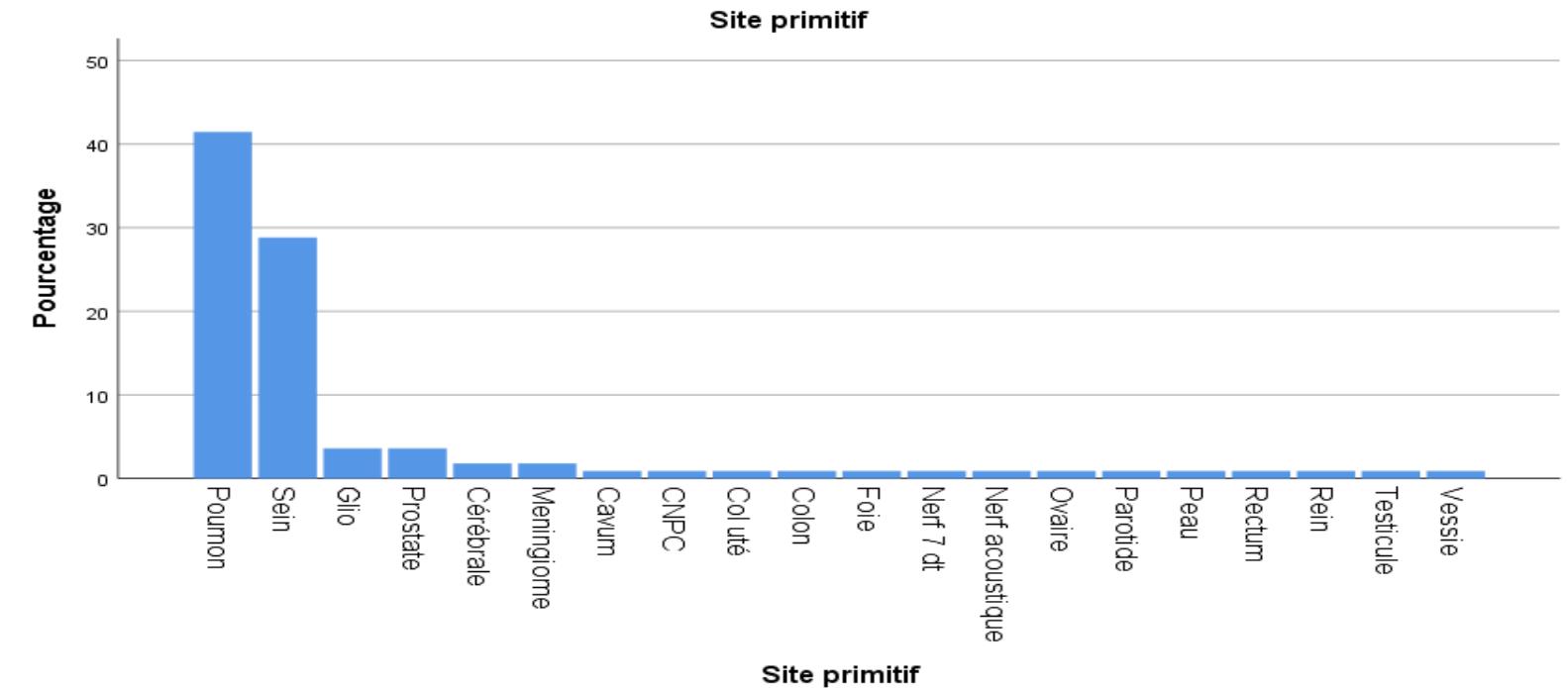
• Patients et méthodes

- 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%

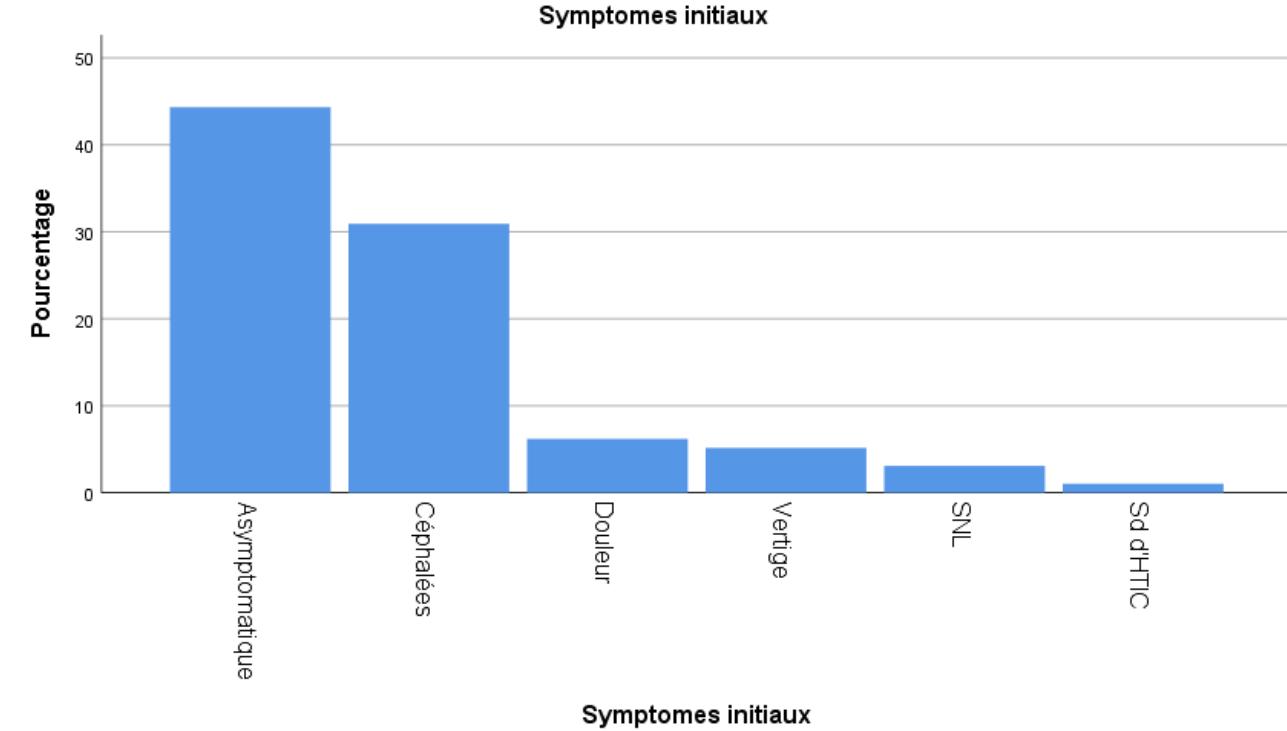
Céphalées: 36/ 37.1%

Vertige: 5 /5.2 %

SNL: 3 / 3.1%

Sd d'HTIC : 1 / 1%

NP: 9/ 9.3%



• Résultats

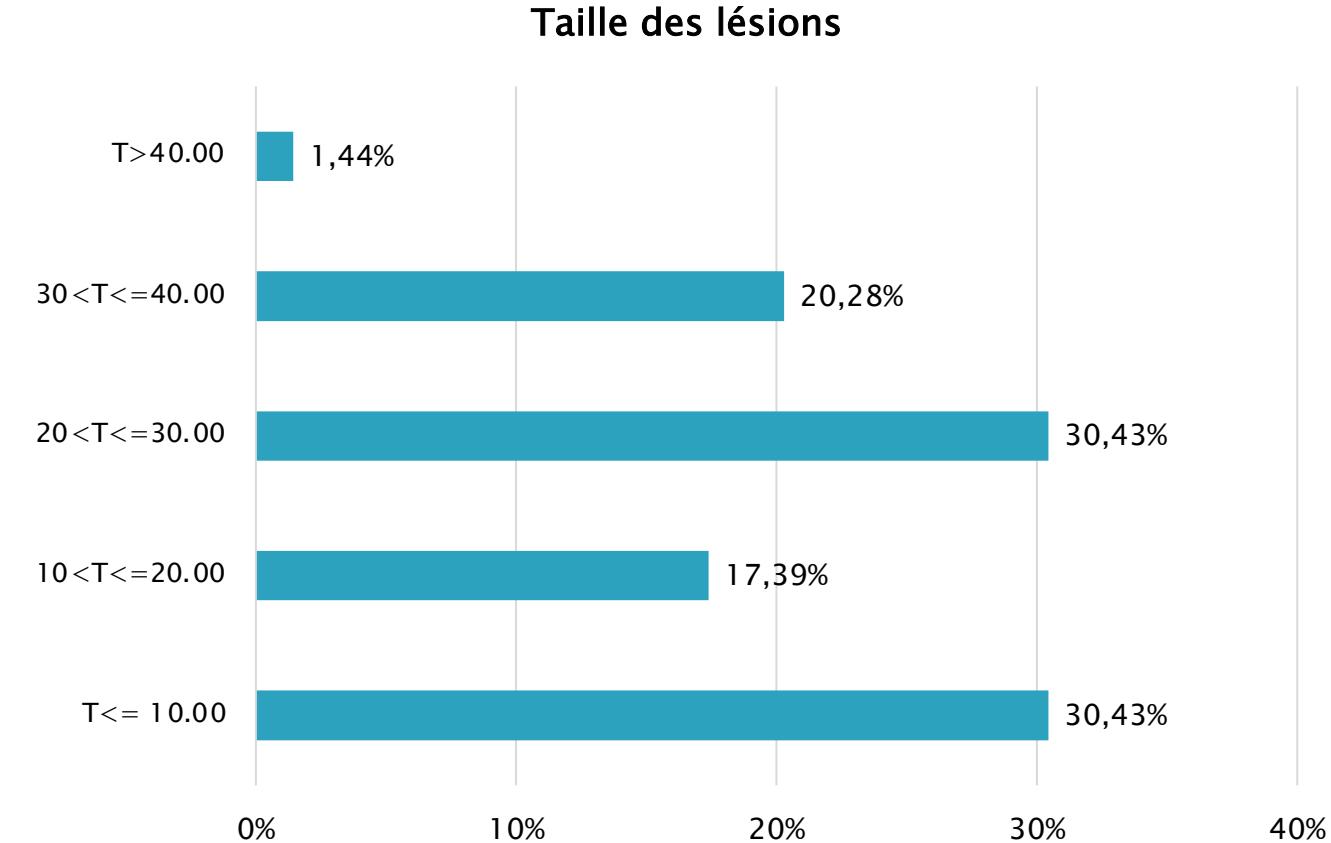
Stéréotaxie intra cérébrale :

❖ Nombre de lésions :

Uniques : 63 (64,9%)

Multiples : 34 (35,1%) (2-5 lésions)

❖ Taille moyenne : 1,6 cm



• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

❖ Nombre de fractions :

5: 57 / 58.8%

3: 36/ 37.1%

6: 2 / 2.1%

❖ Dose totale moyenne :

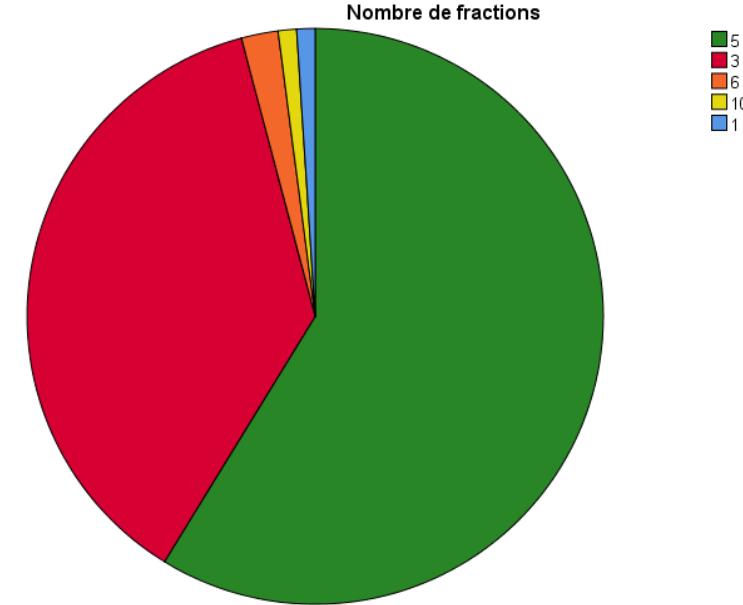
3 : 29Gy (15-48)

5 : 30,88 Gy (25-35)

❖ Etalement moyen : 8,57 jours

3: 5,89 jours

5: 10,33 jours



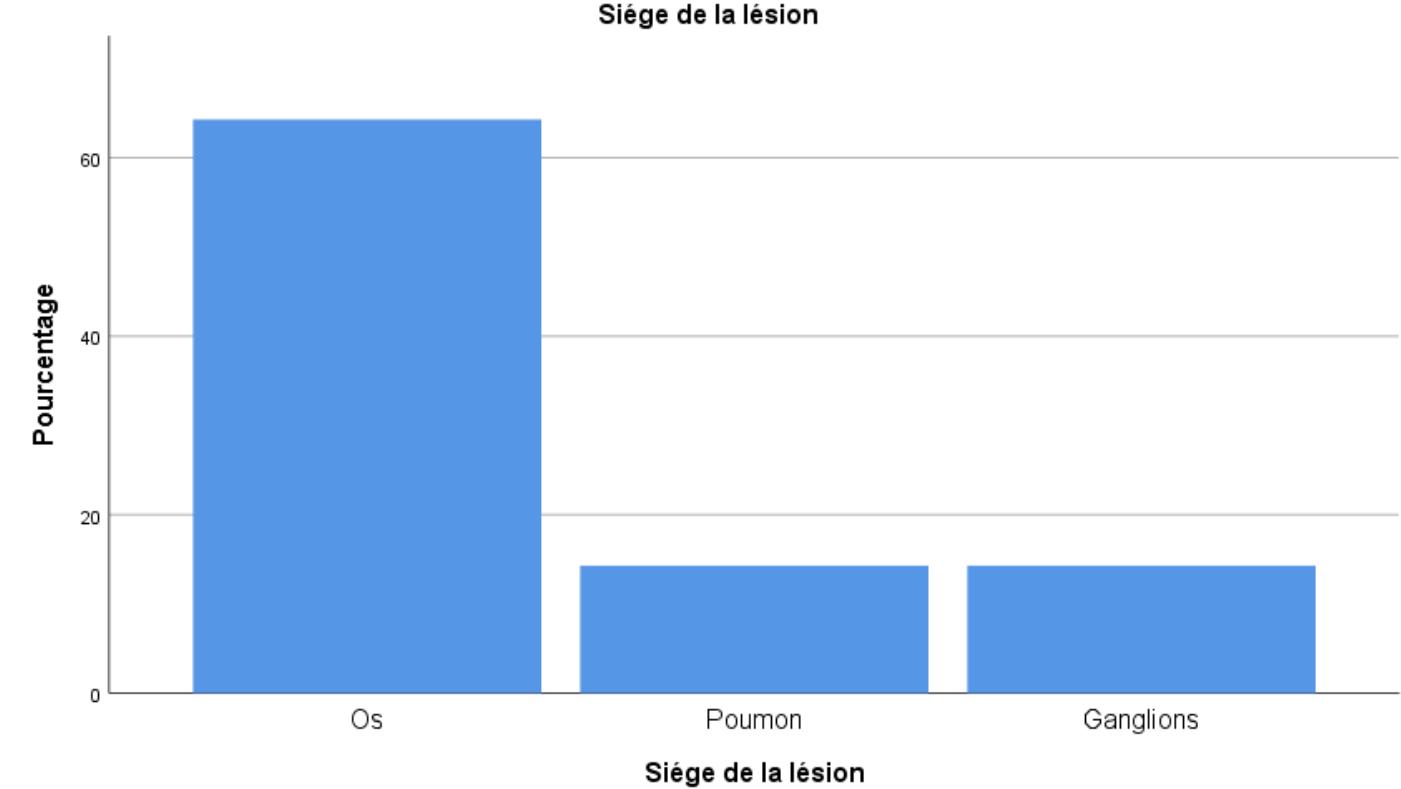
• Patients et méthodes

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

Os : 64,3%

Poumons : 14,3%

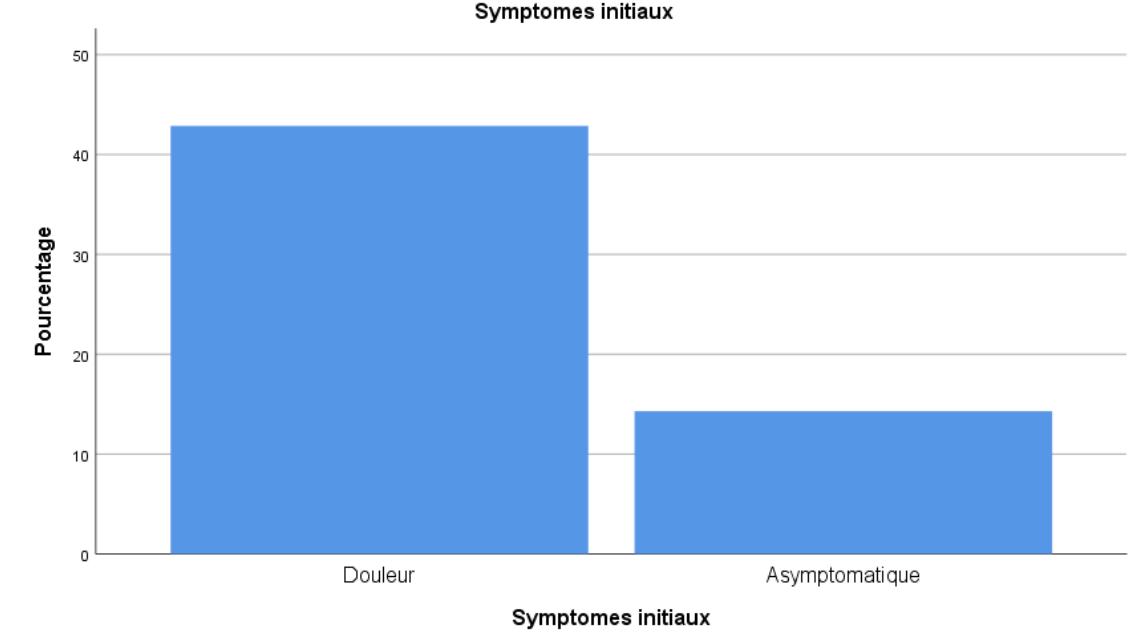
Ganglions : 21,4%



• 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 :

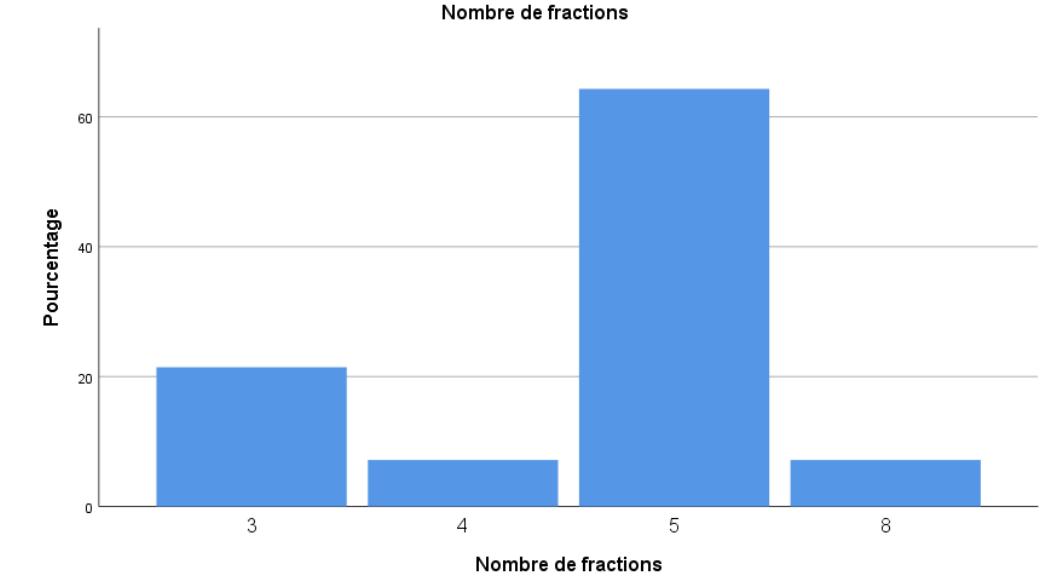
3 : 27Gy

5 : 33,33Gy (30-50)

❖ Etalement moyen : 12 jours

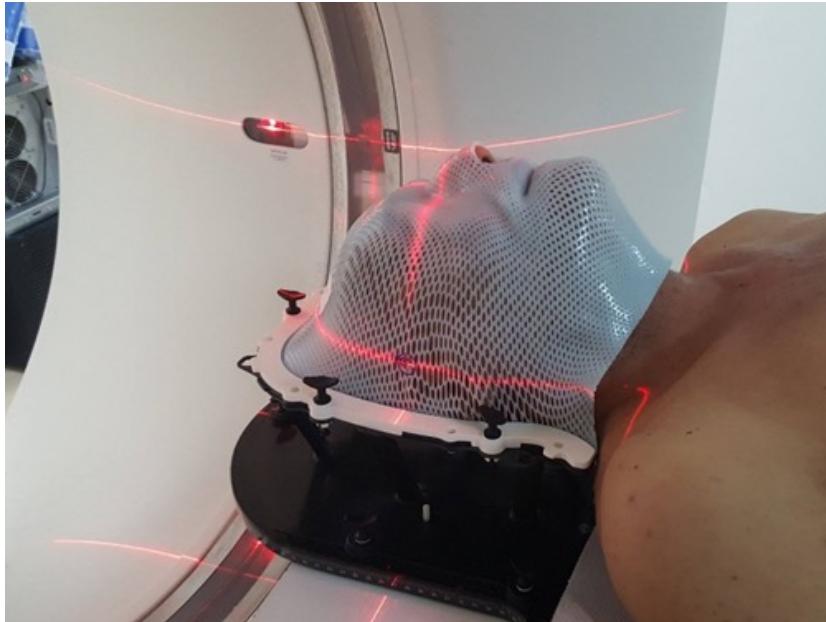
3: 5,33 jours

5: 13,89 jours



• Résultats

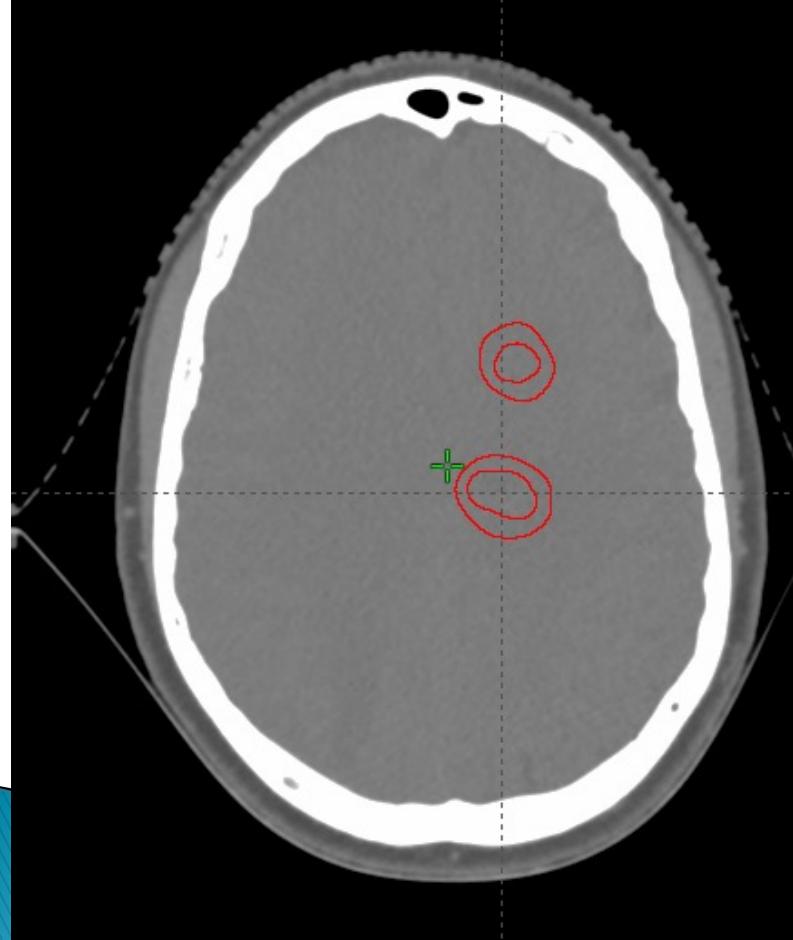
- Positionnement du patient



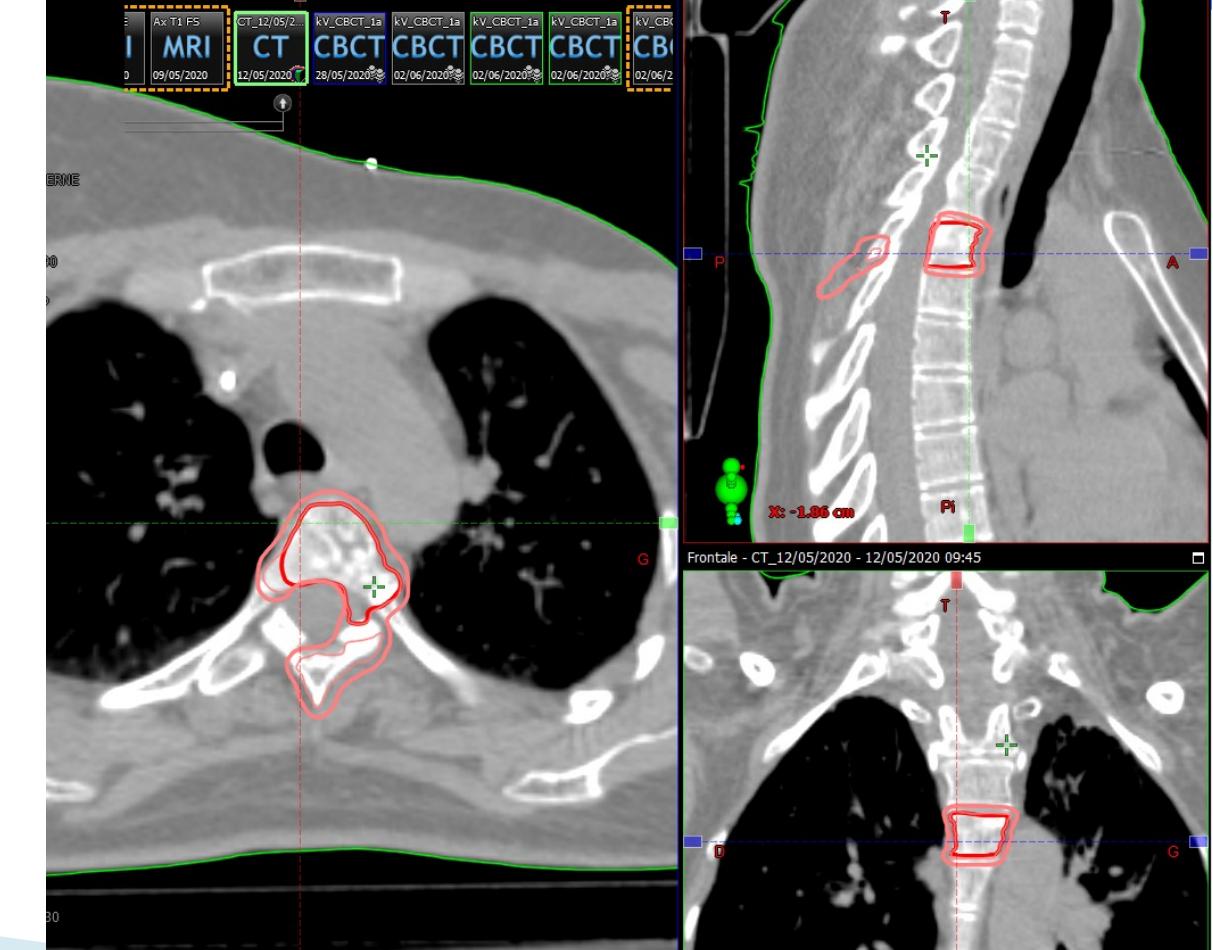
• Résultats

- Marge du PTV

Intra : GTV +2 à 3mm

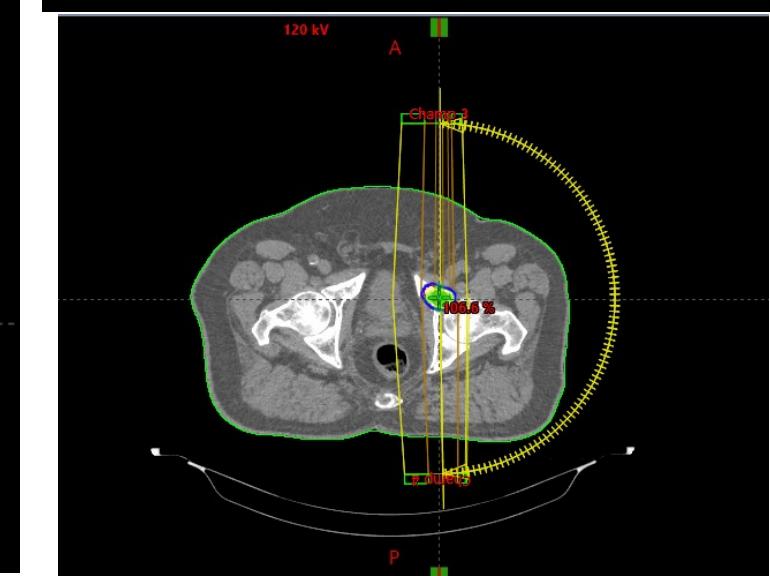
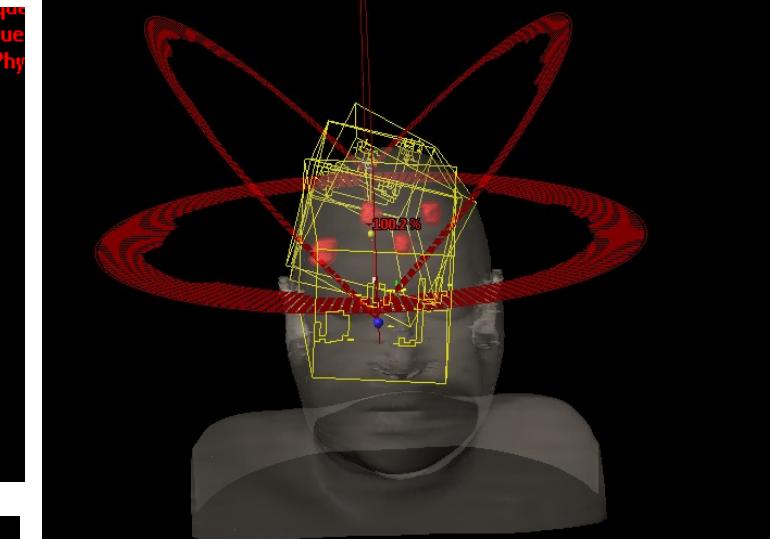
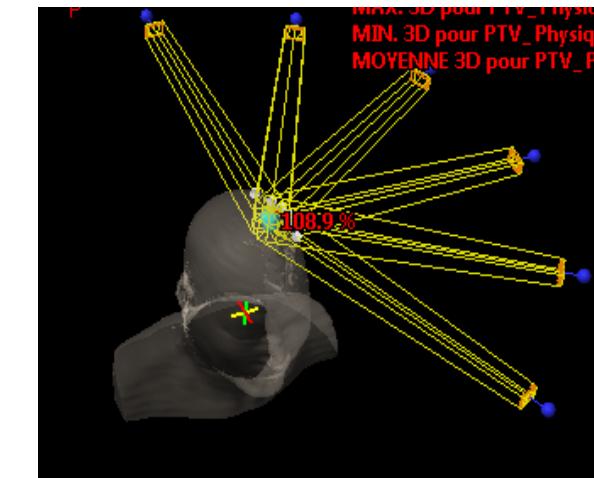
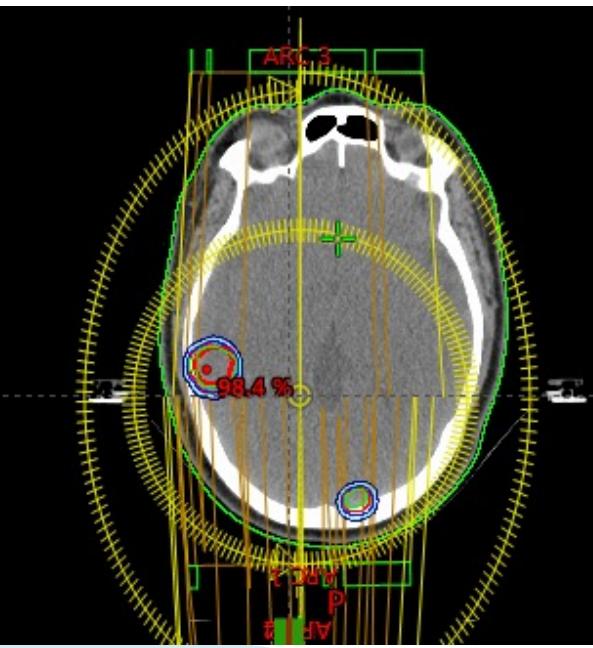
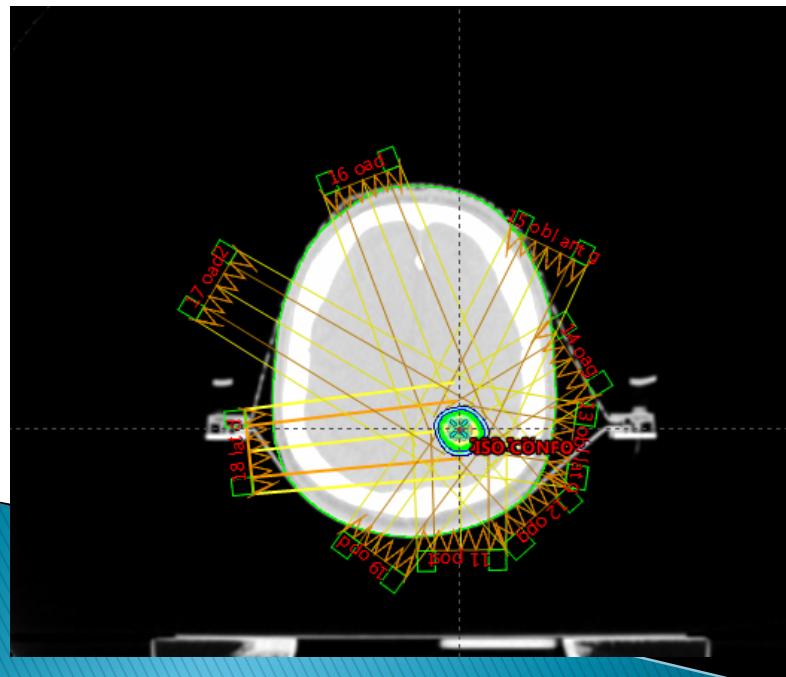


Extra Os : CTV +2 mm



• Résultats

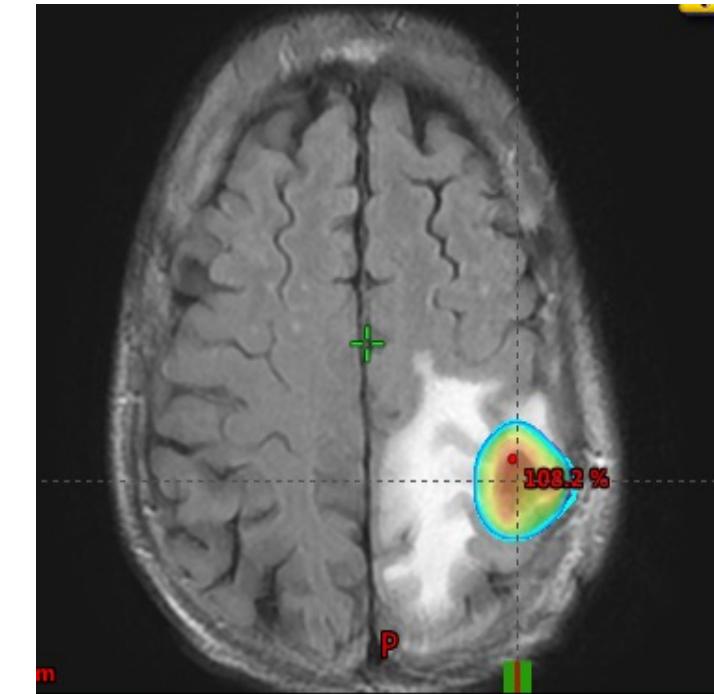
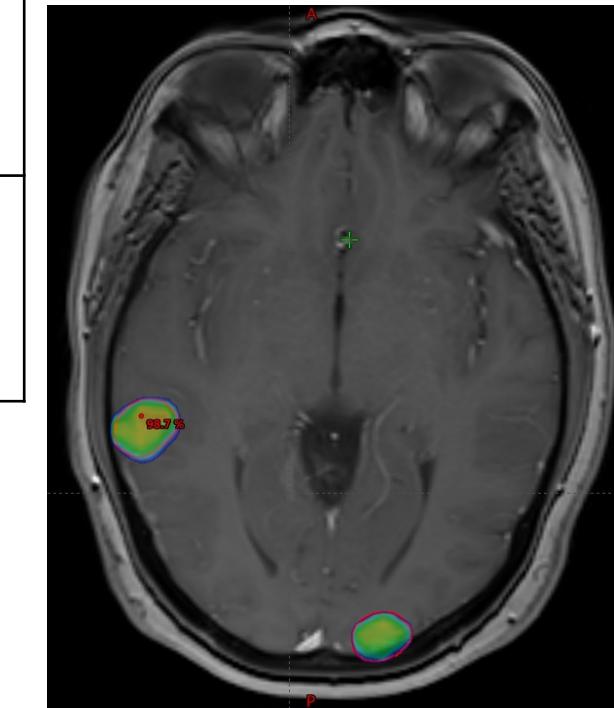
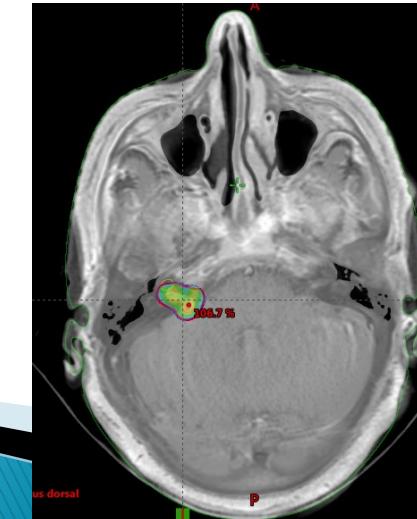
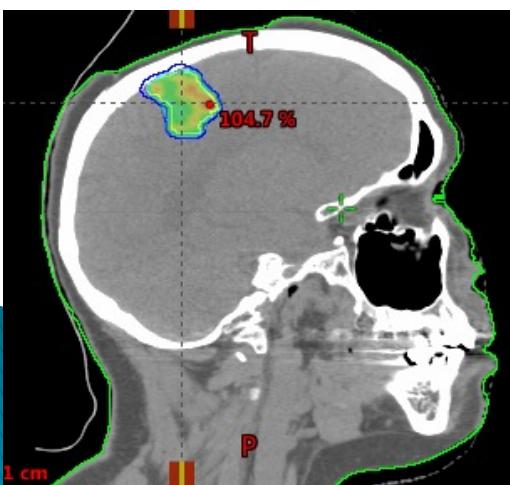
- Balistique de traitement : SRS
- 10 patients traités en technique IMRT
- 97 patients traités en technique VMAT



• Résultats

- Couverture des volumes cibles : Stéréotaxie intracrânienne

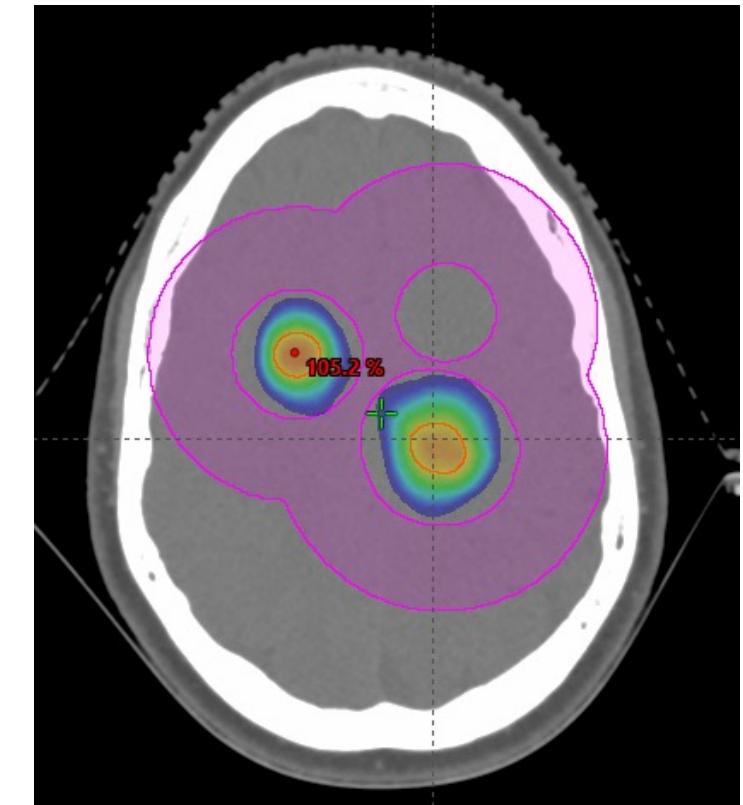
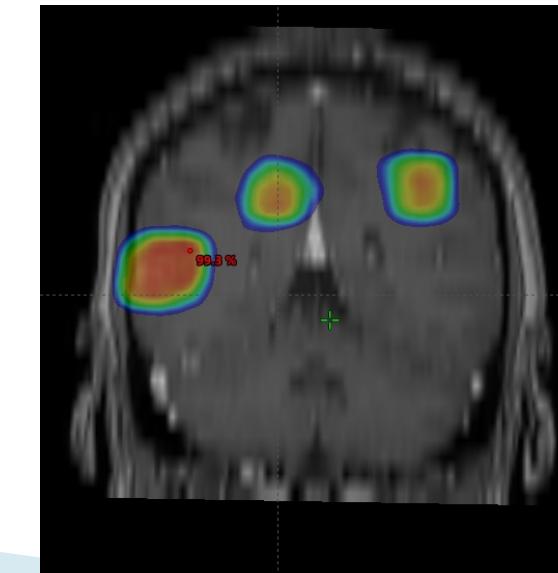
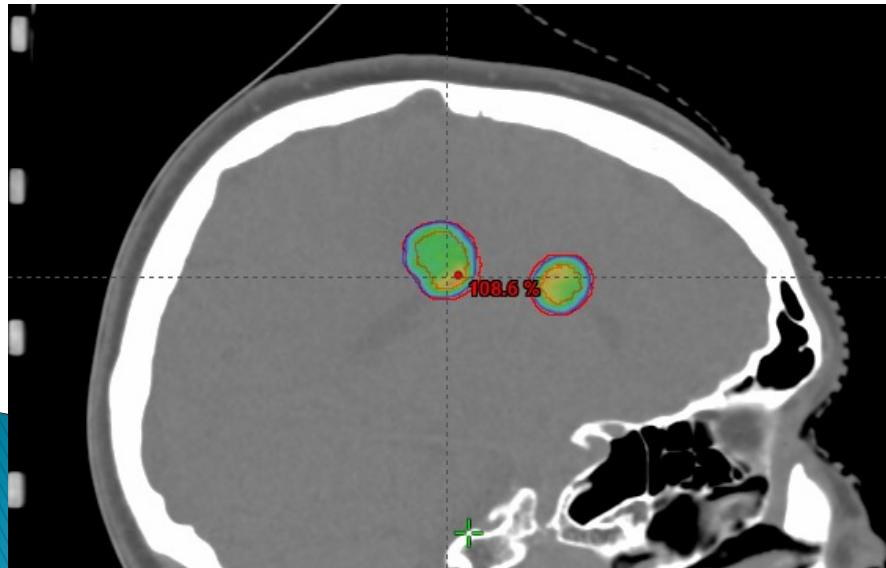
GTV	99.2 %
PTV	90 %



• Résultats

- Evaluation dosimétrique :

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



• Résultats

- Contraintes de l'encéphale sain

5 fractions

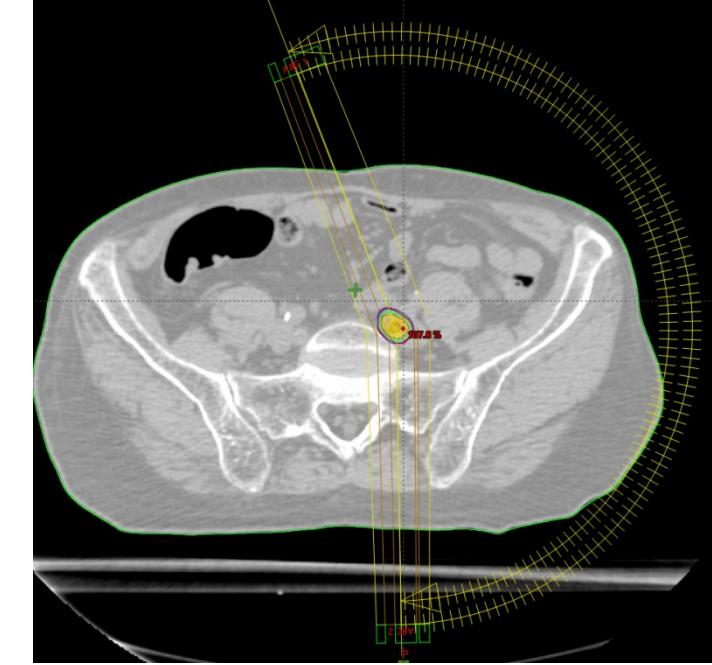
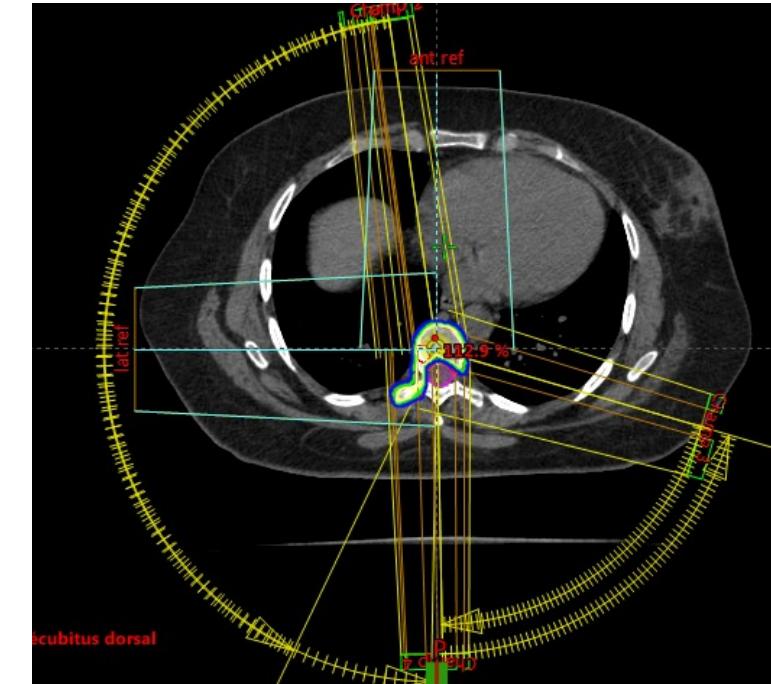
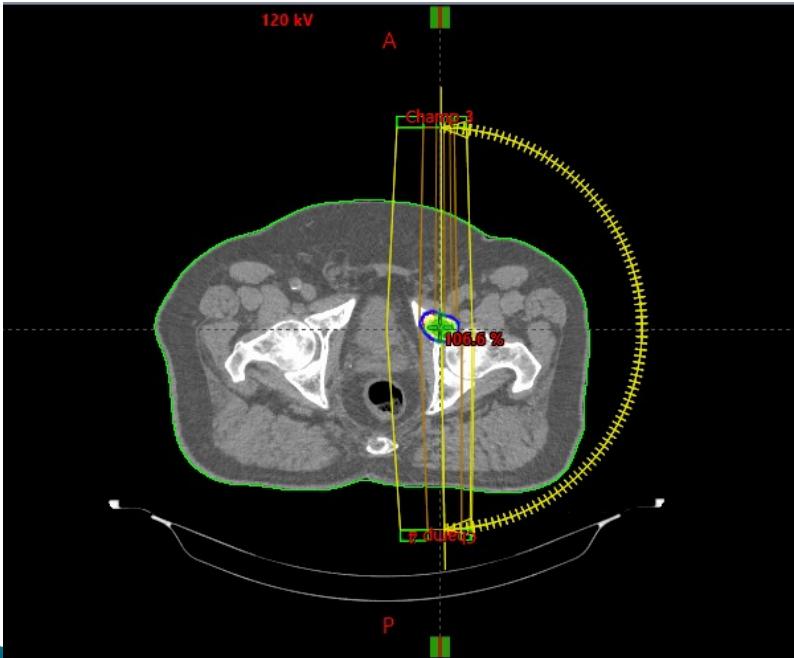
V28.8Gy <3-7ml	3.1ml
V24Gy < 20 ml	9.8ml

3 fractions

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

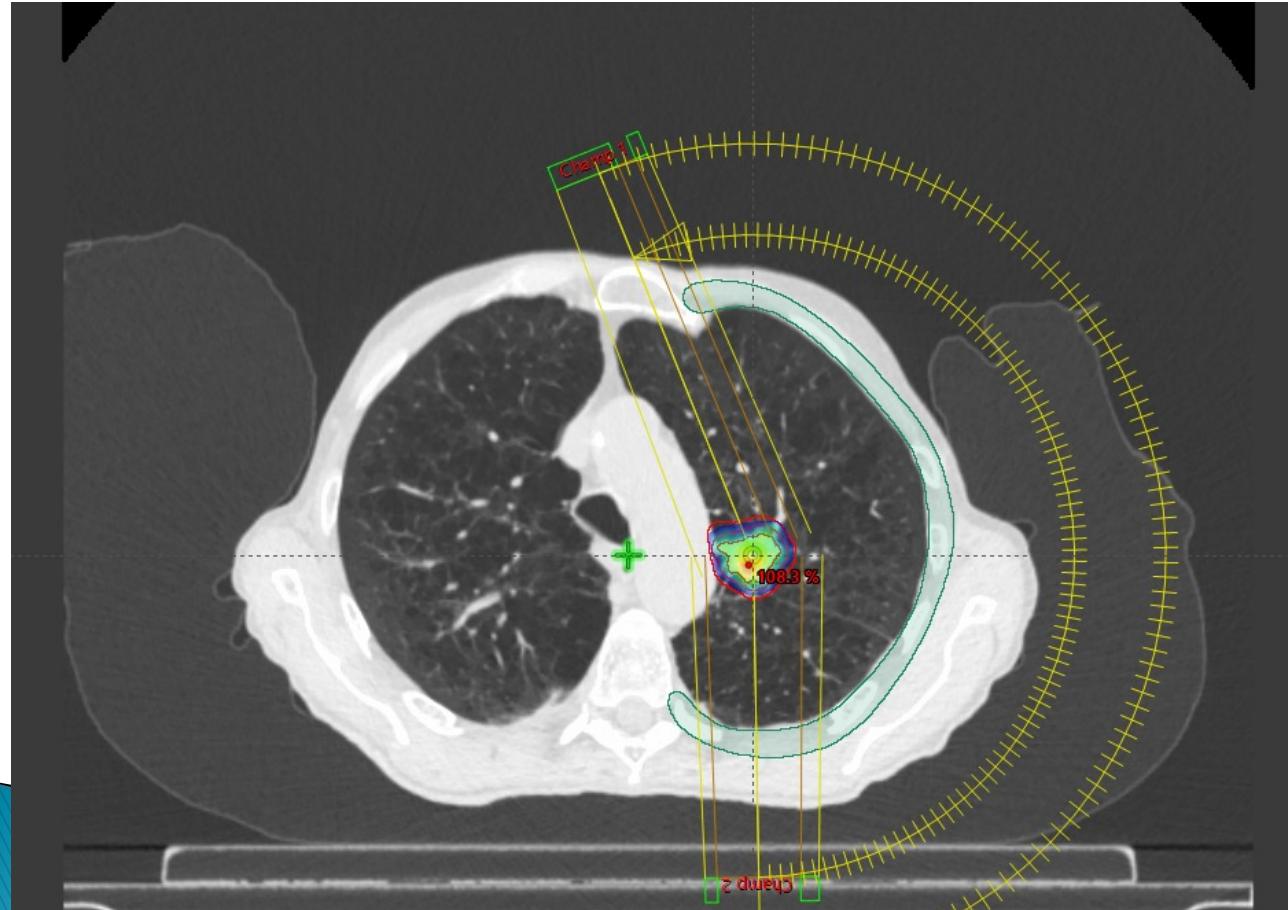
• Résultats

- Balistique de traitement : SBRT OS



• Résultas

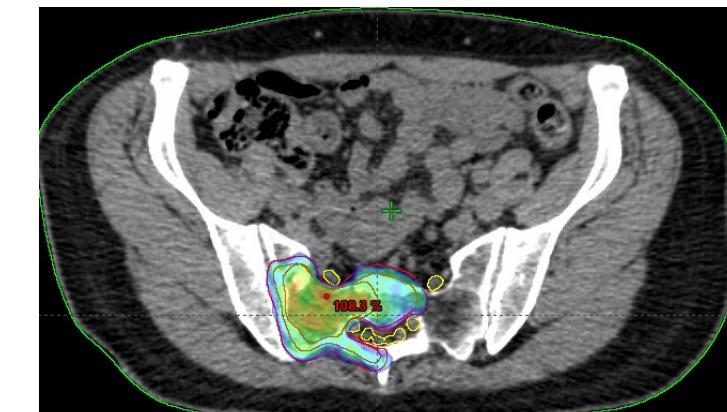
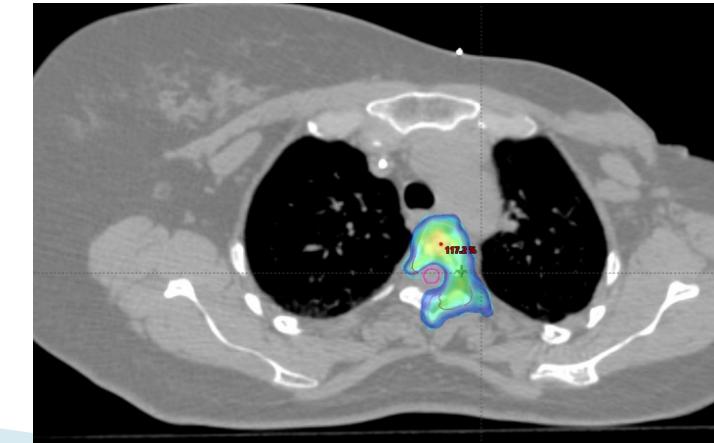
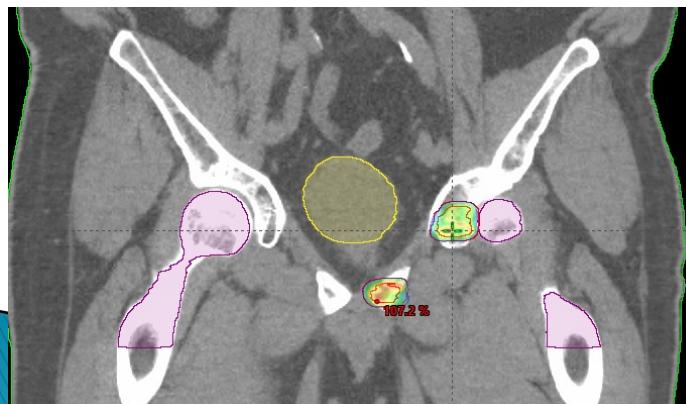
- Balistique de traitement : SBRT Poumon



• Résultats

- Couverture des volumes cibles : SBRT OS

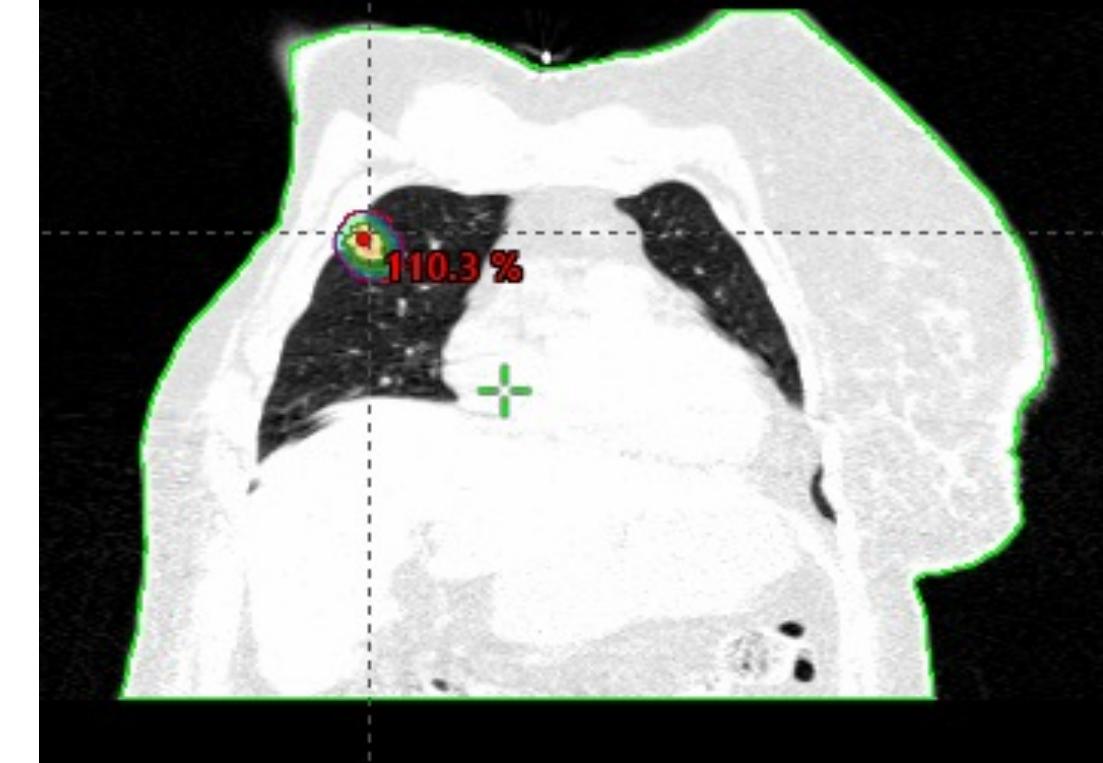
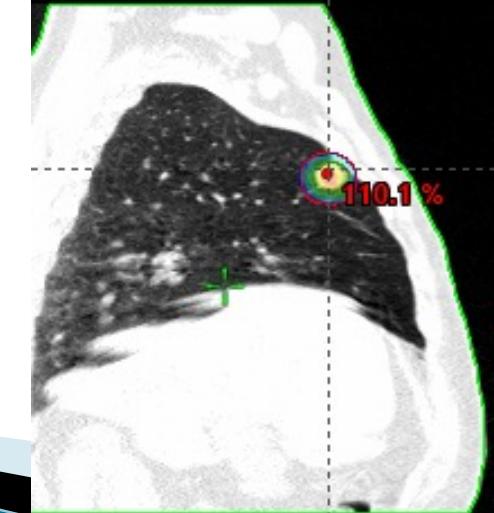
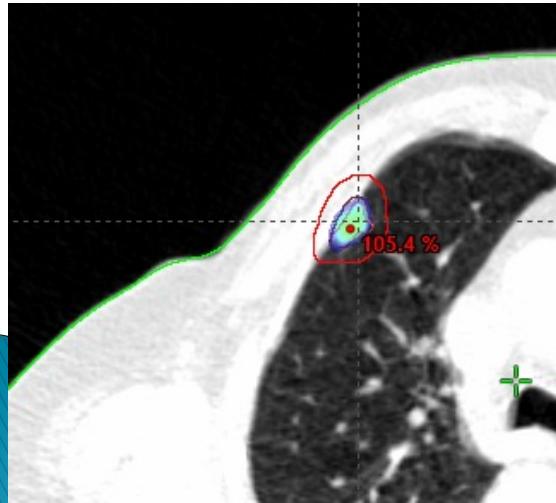
GTV	98.5 %
PTV	88 %



• Résultats

- Couverture des volumes cibles : SBRT Poumon

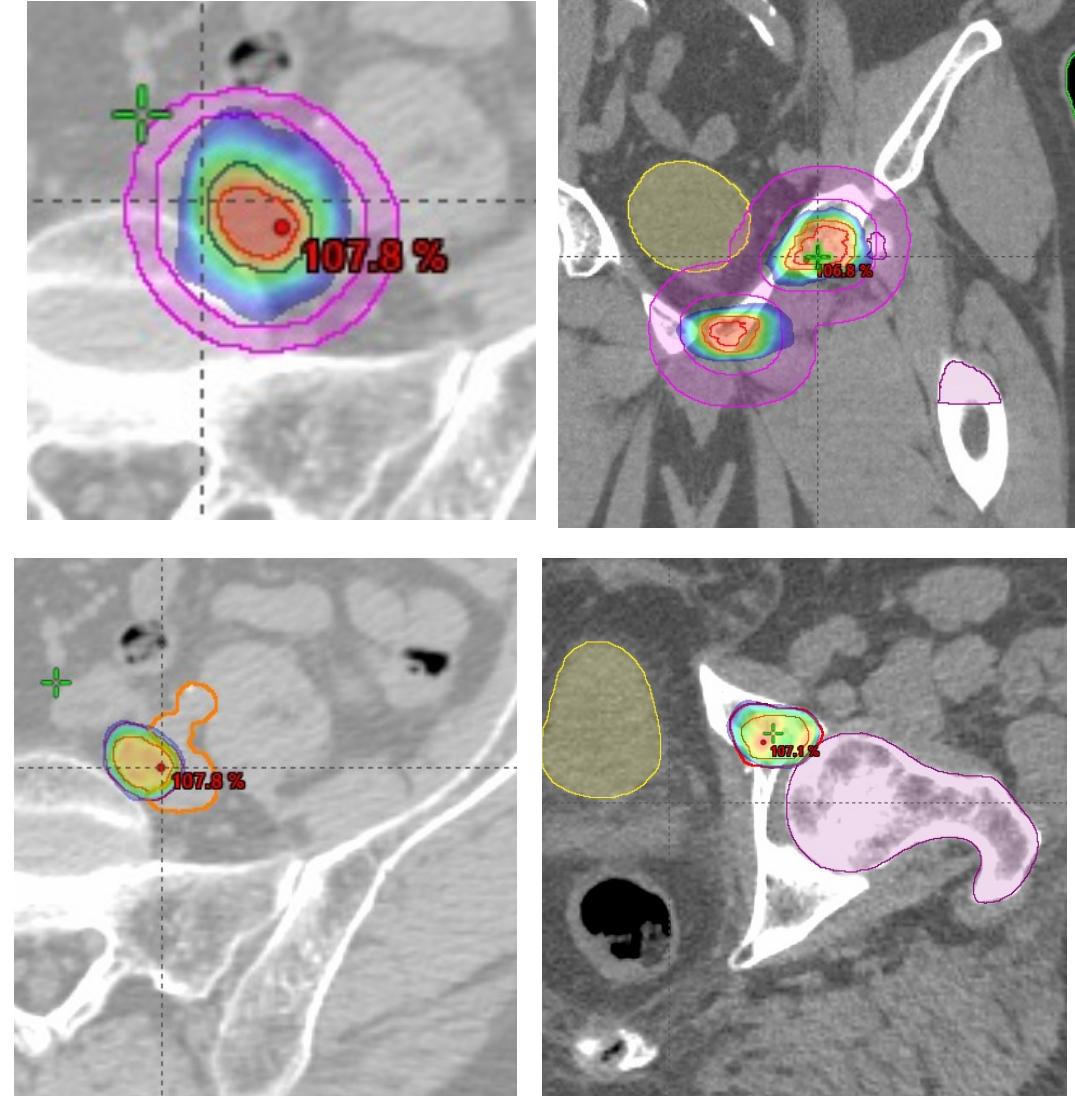
GTV	96.5 %
PTV	85 %



• 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%

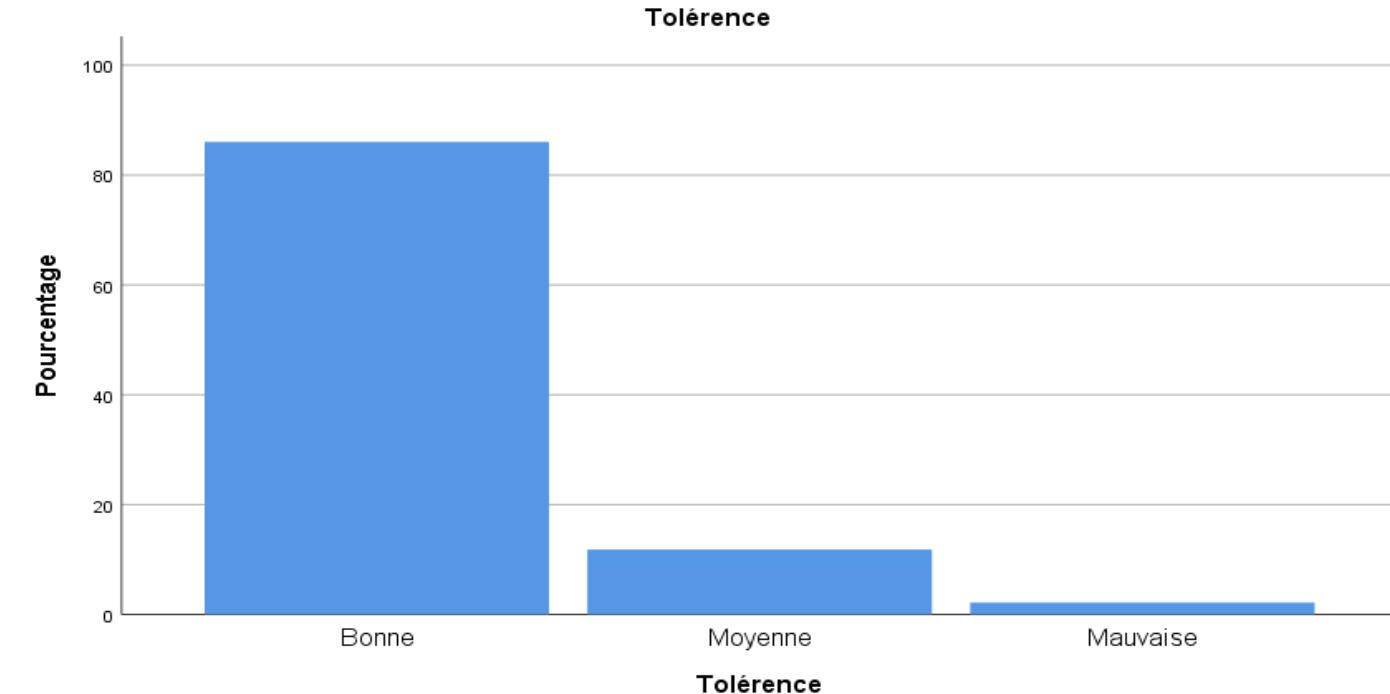
❖ Tolérance :

Bonne : 80/82.5%

Moy: 11/ 11.3%

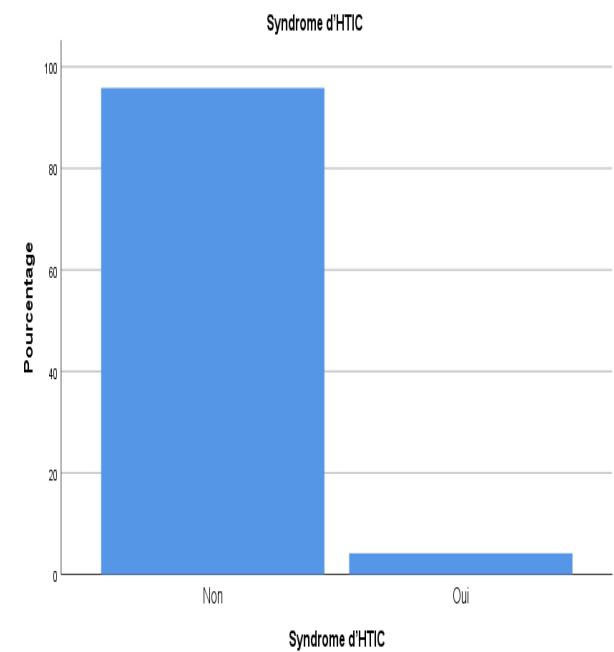
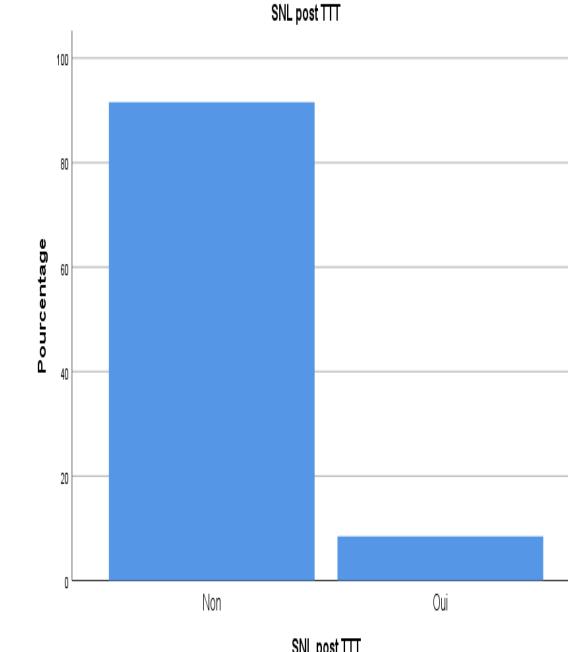
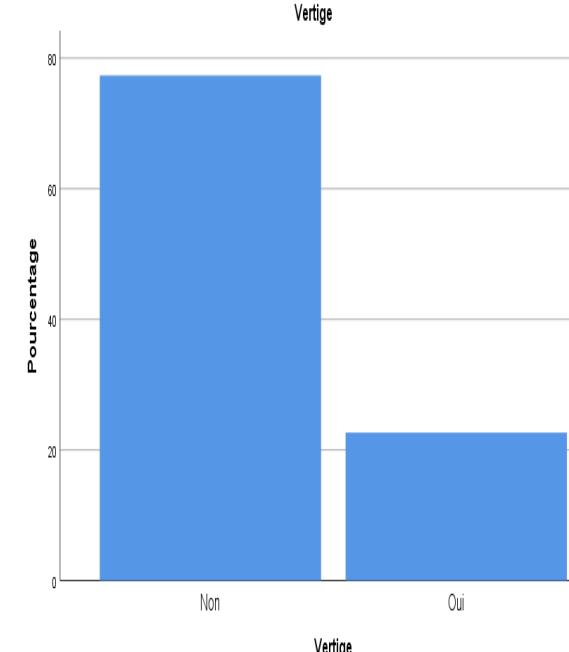
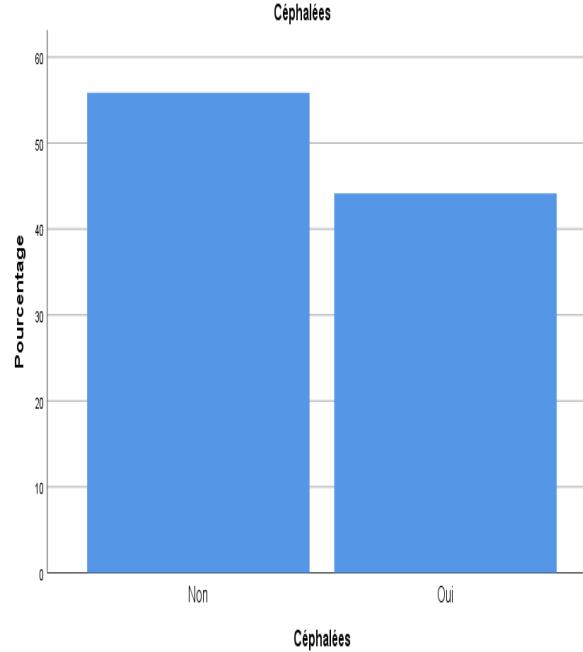
Mauvaise : 2/ 2.1%

NP: 4 /4.1%



• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

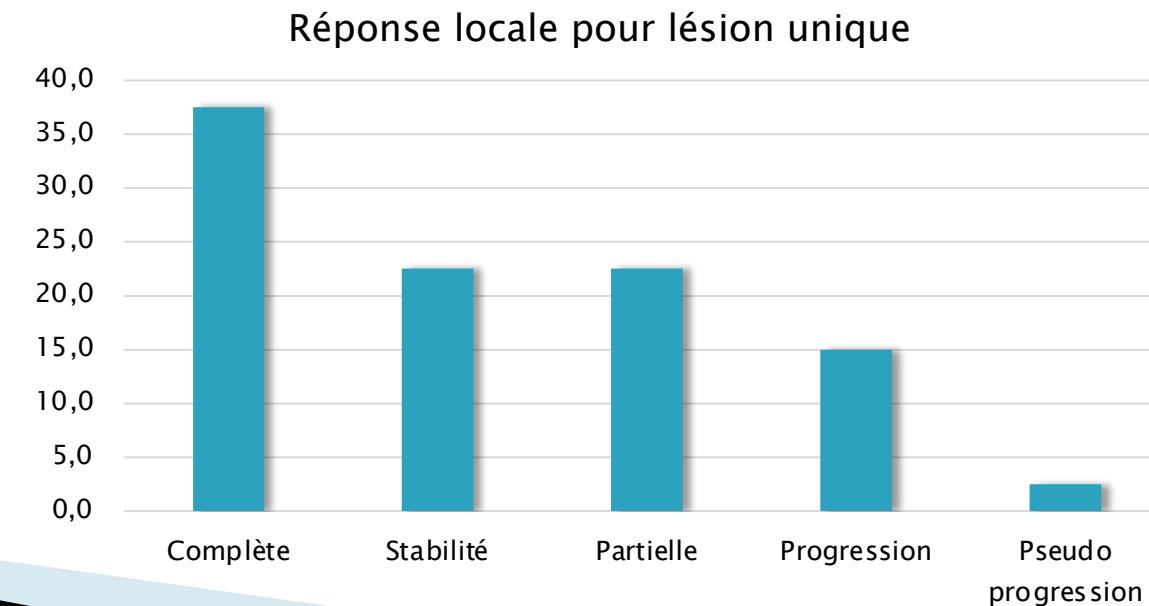


• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

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

- ❖ Réponse locale :
Lésion unique :

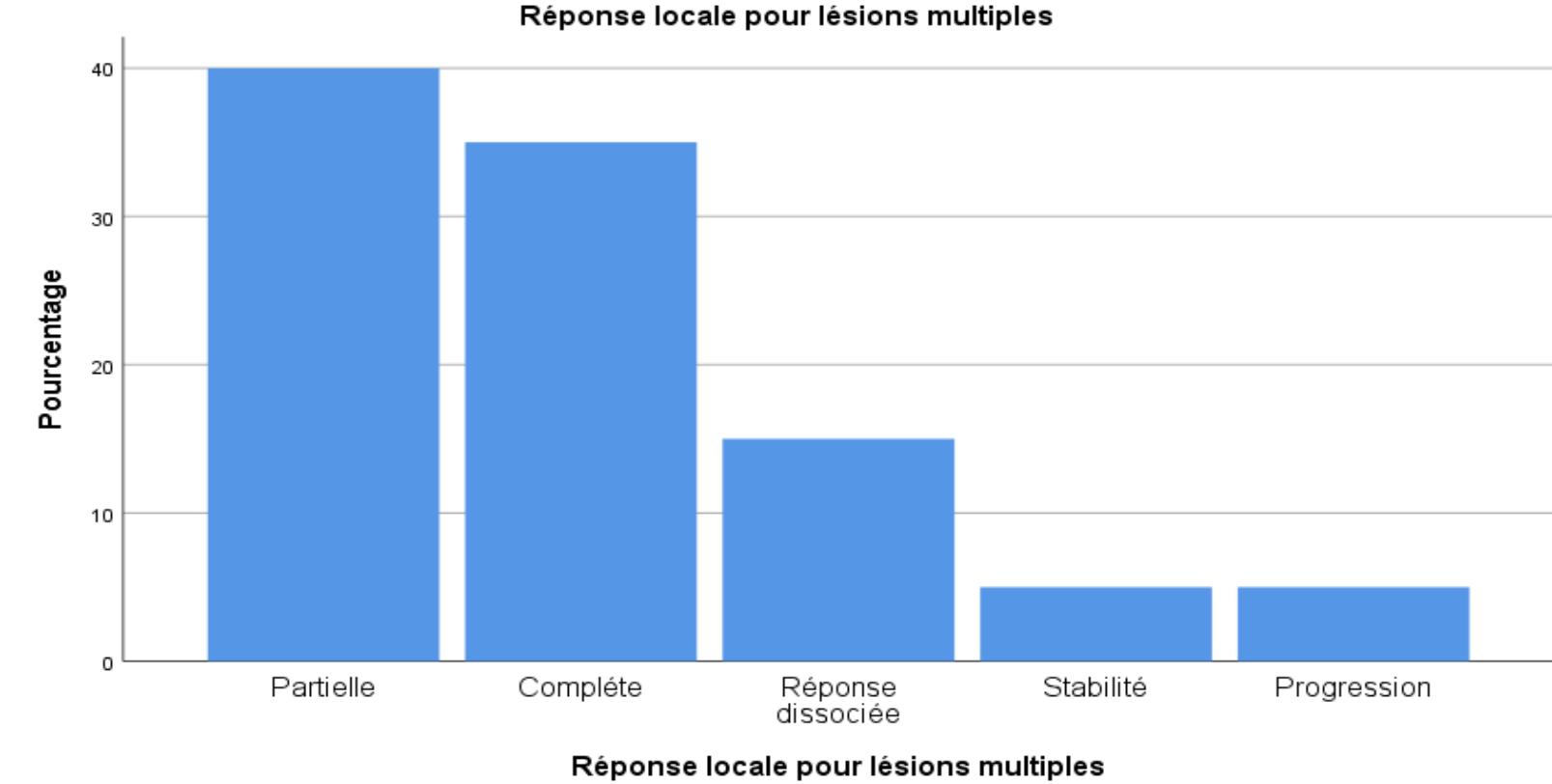


• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

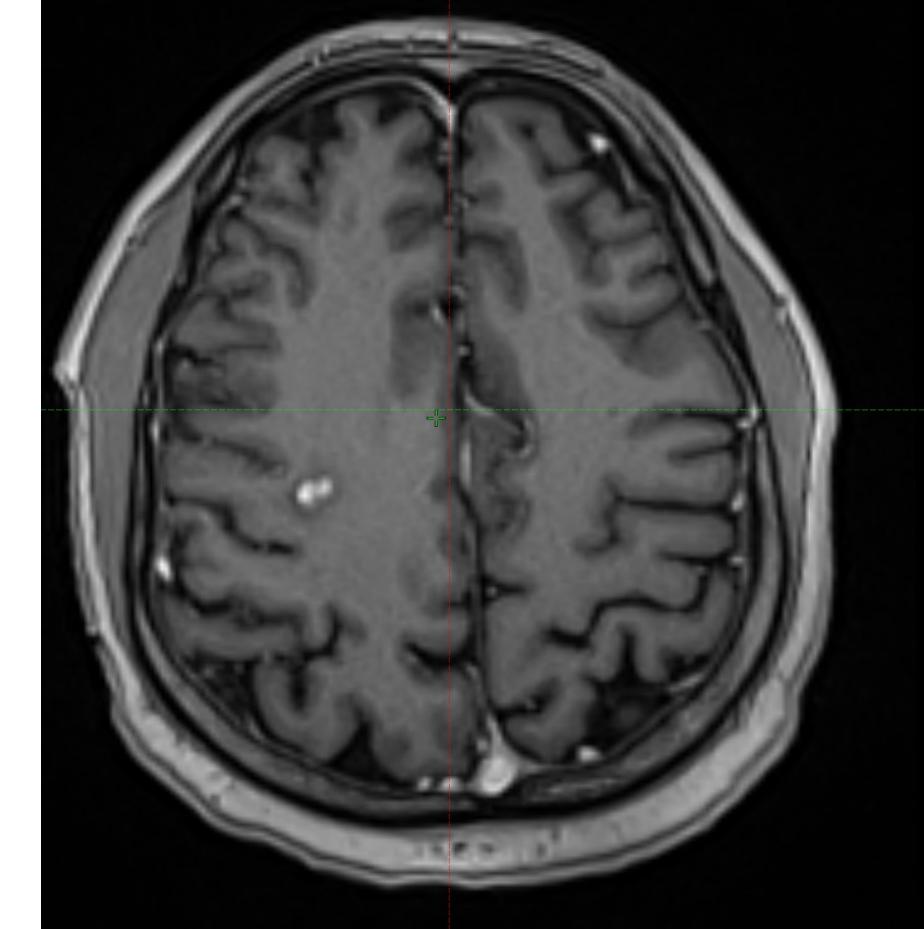
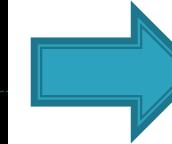
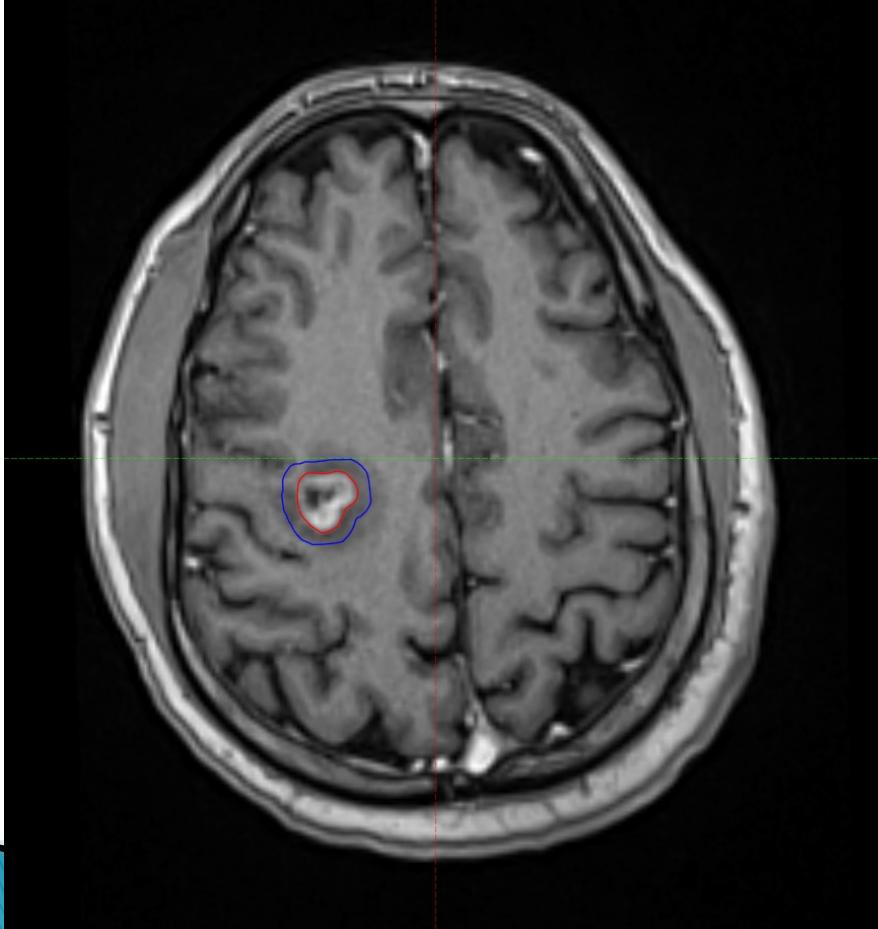
❖ Réponse locale :

Lésions multiples :



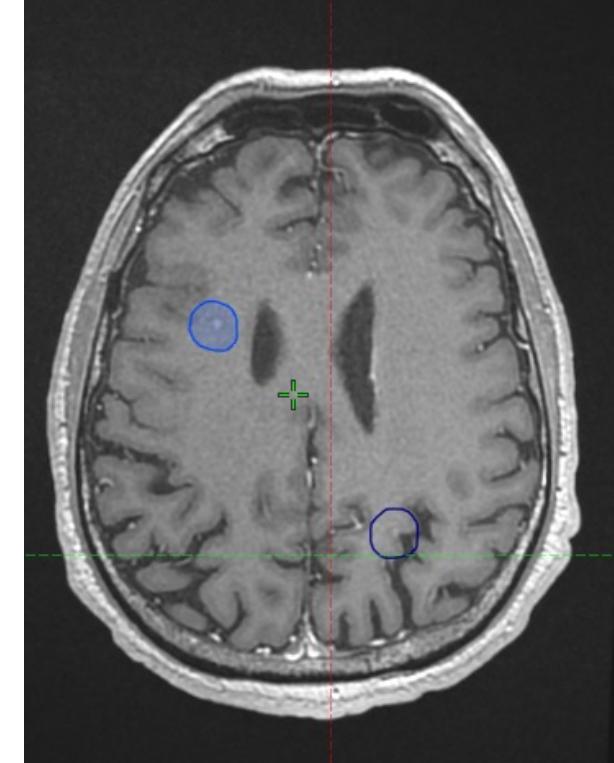
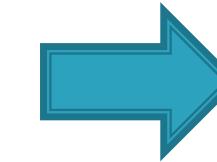
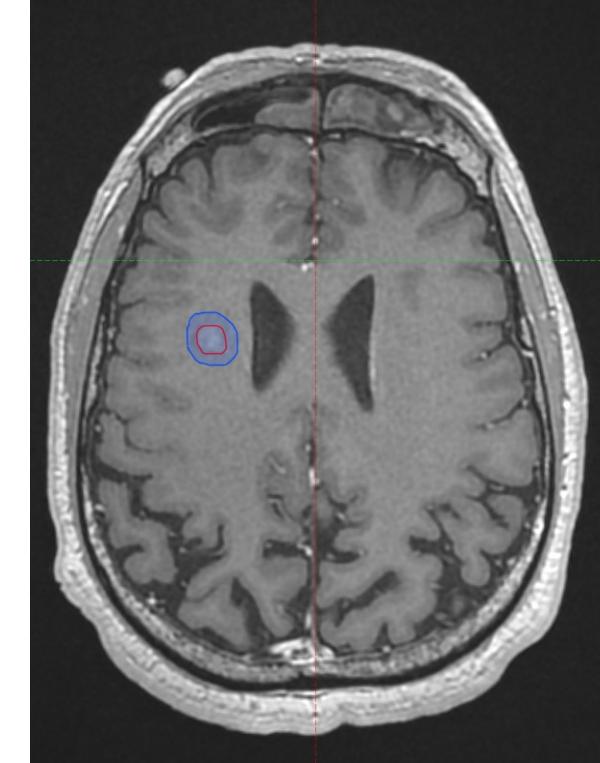
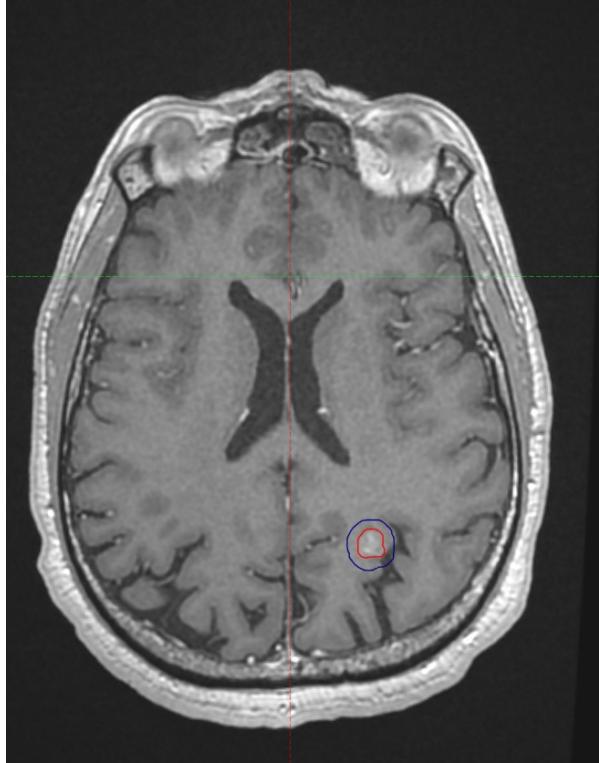
• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :



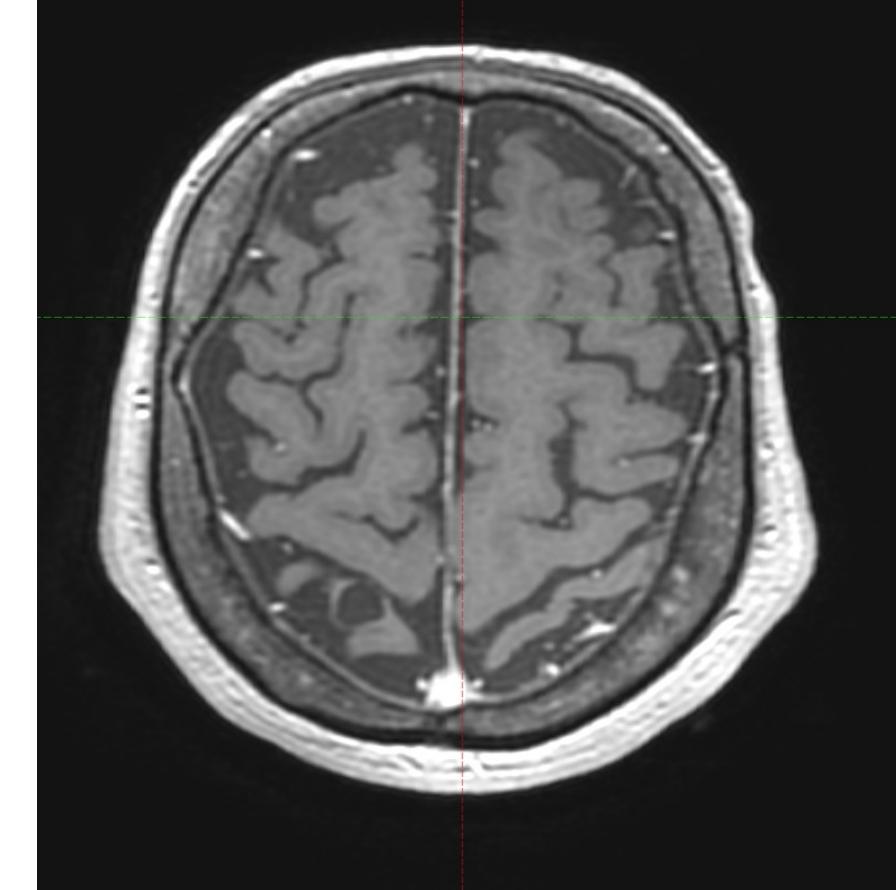
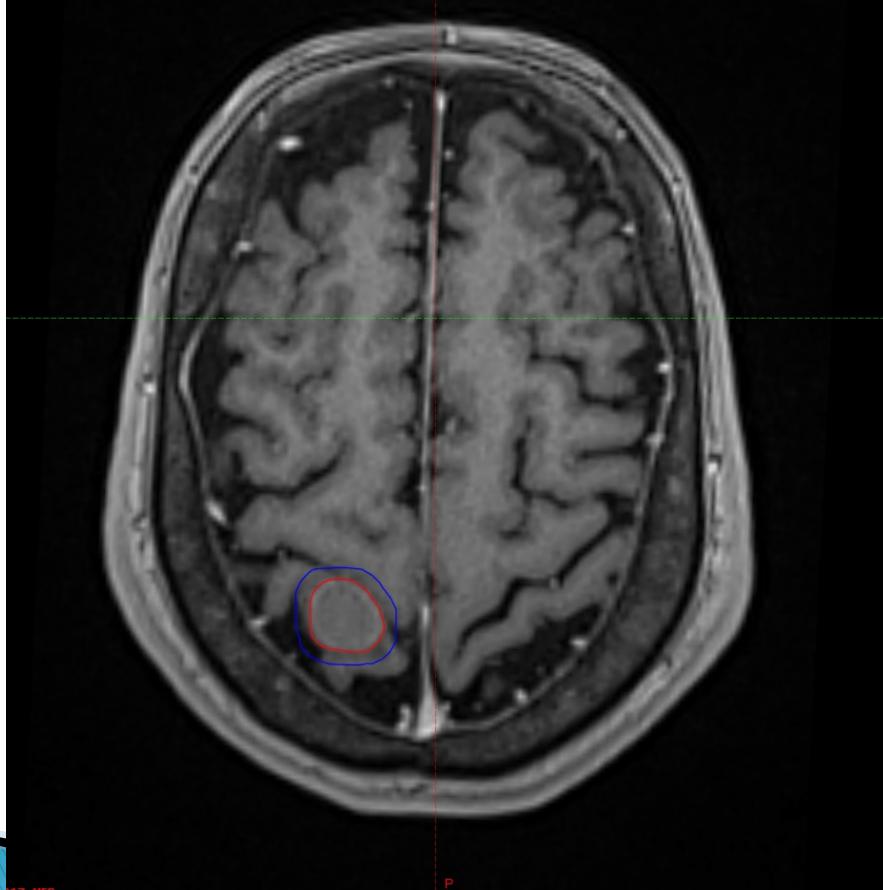
• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :



• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :



• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

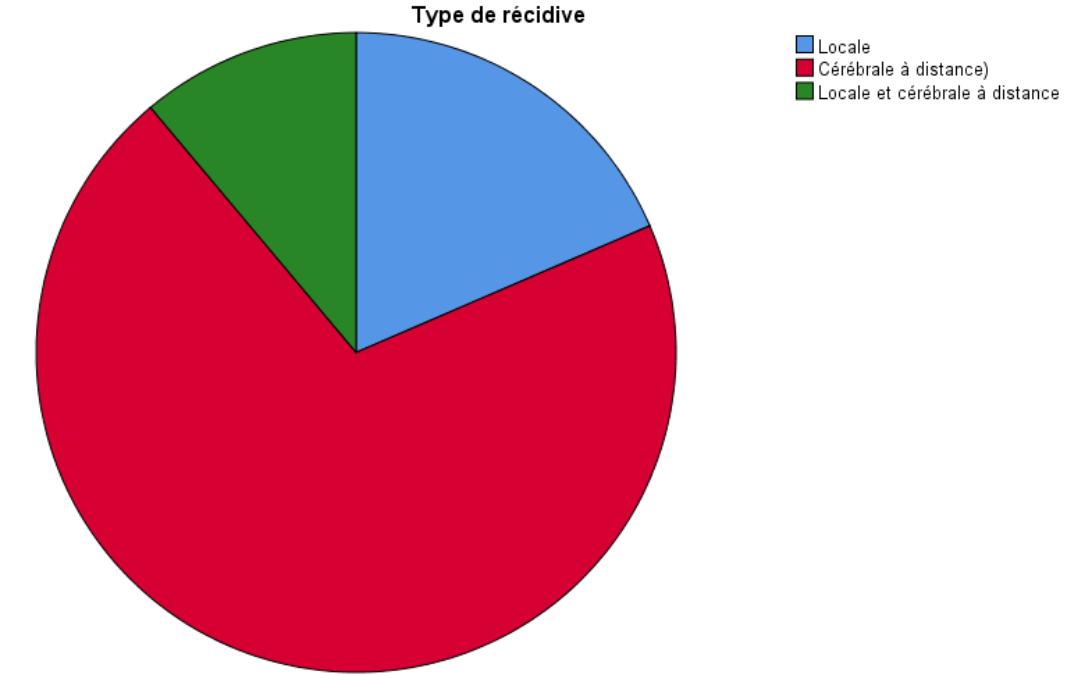
❖ Récidive : 27,8%

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

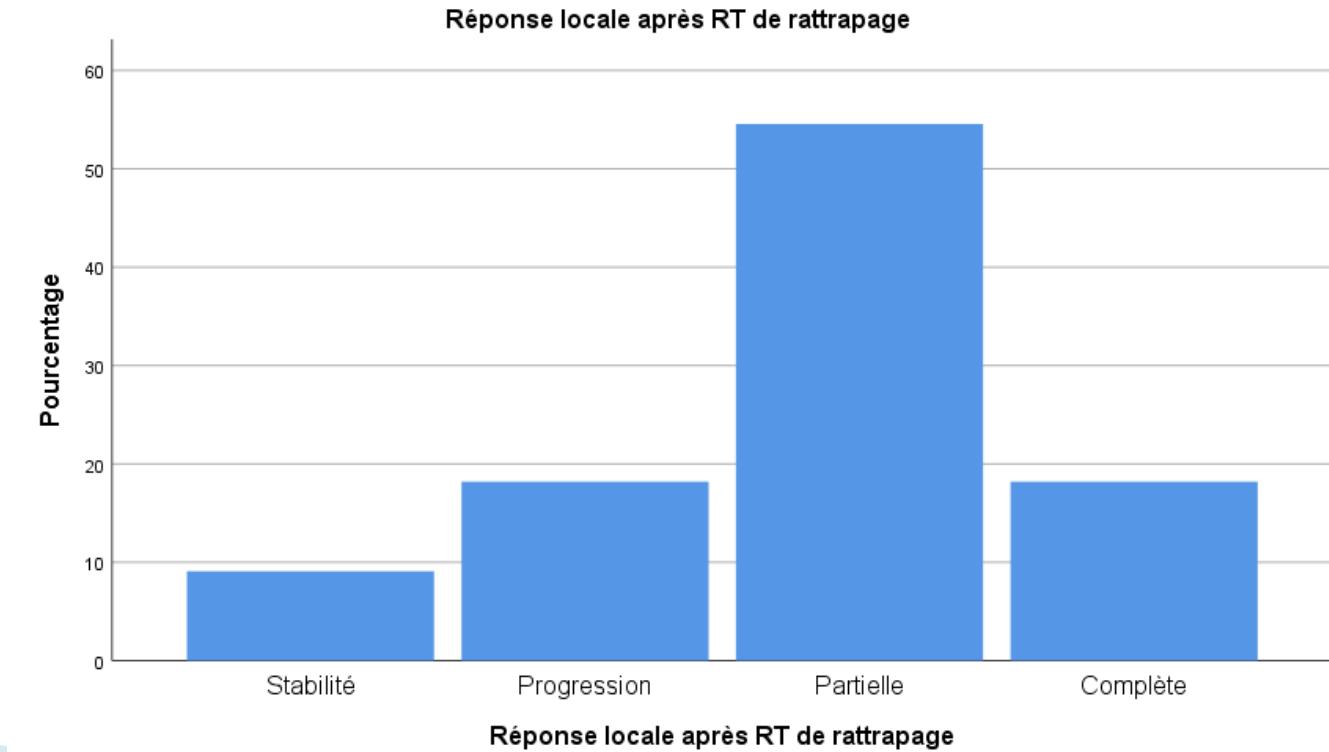
-Stéréotaxie : 70%

5 fr : 69.23%

3 fr : 30.76%

❖ Evolution :

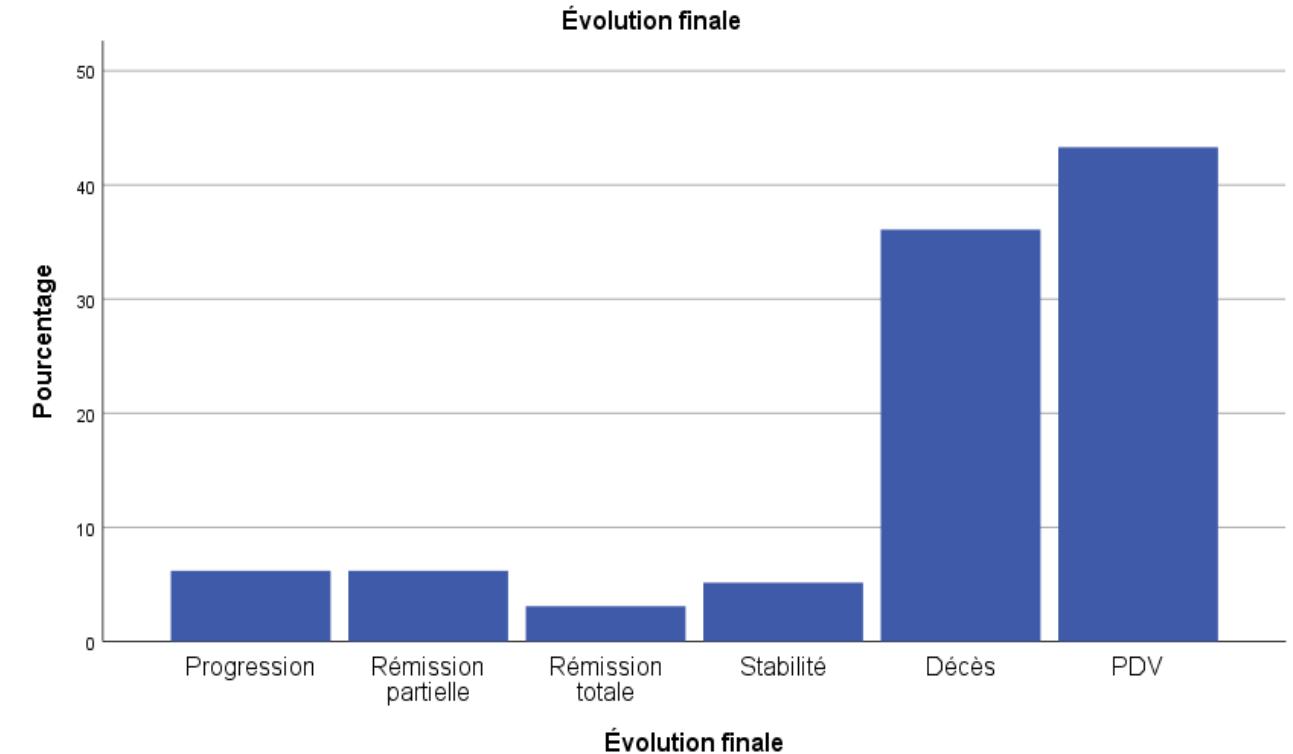
Recul moyen : 19,78 mois



• Résultats

Stéréotaxie intra cérébrale :

- ❖ 2^{ème} récidive : 35%
- ❖ Délai moyen : 9,5 mois
- ❖ RT de rattrapage : 5/7 patients

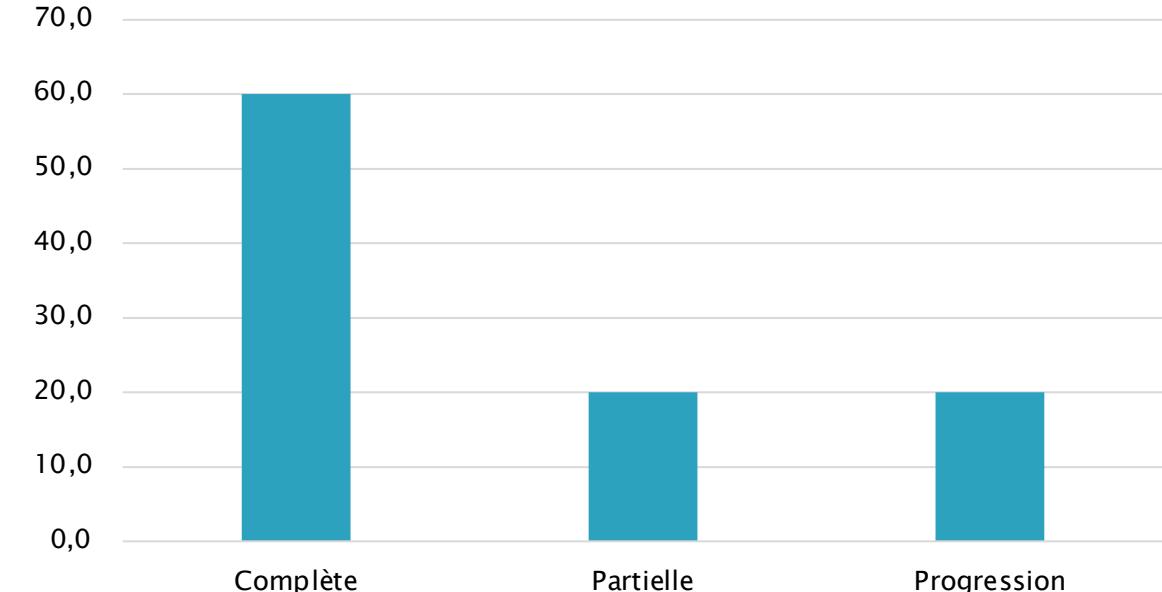


• Résultats

Stéréotaxie extra cérébrale :

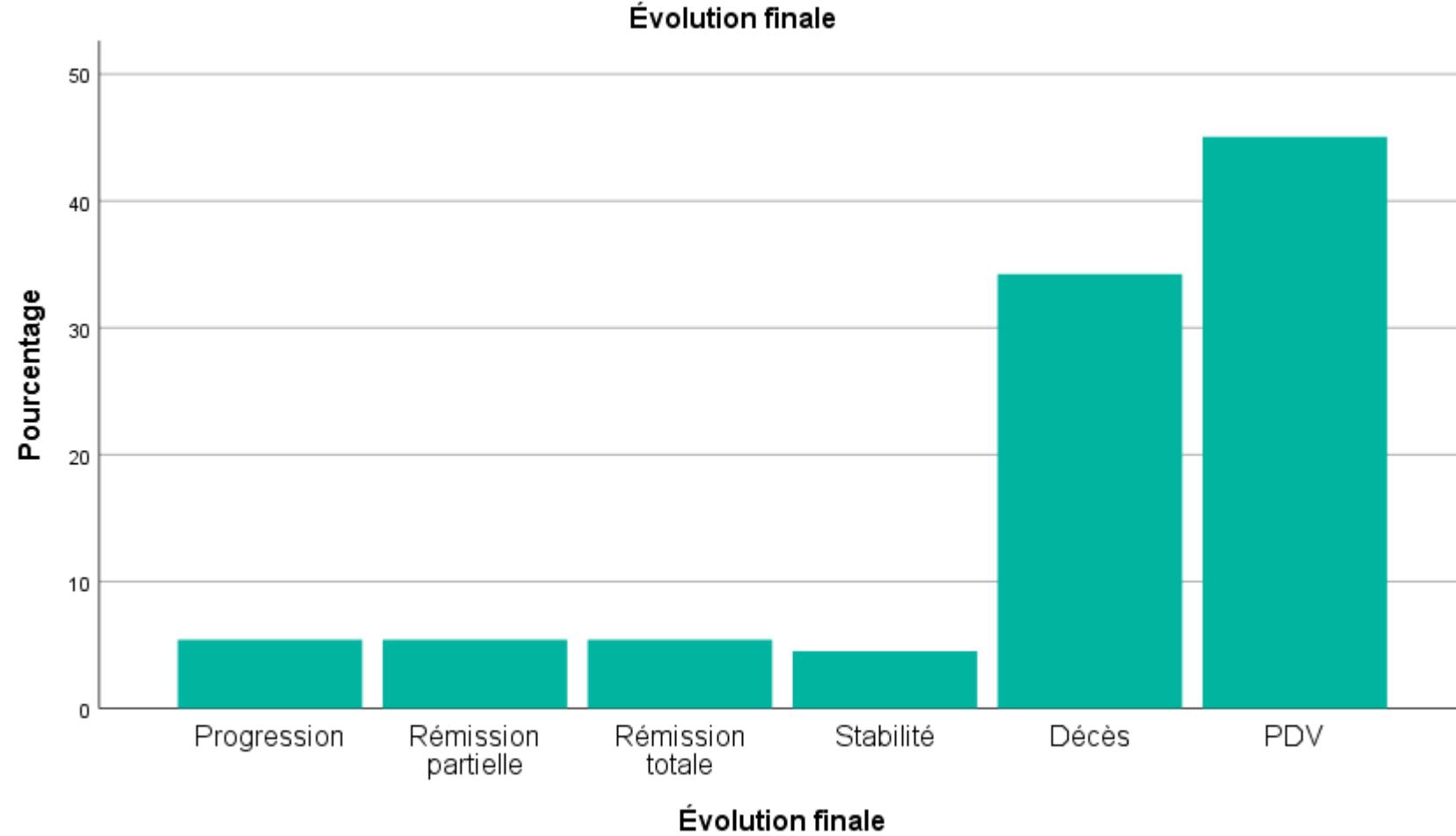
- ❖ Tolérance : Bonne 92,8%
- ❖ Recul moyen : 33 mois
- ❖ Réponse locale :
Lésion unique

Réponse locale pour lésion unique

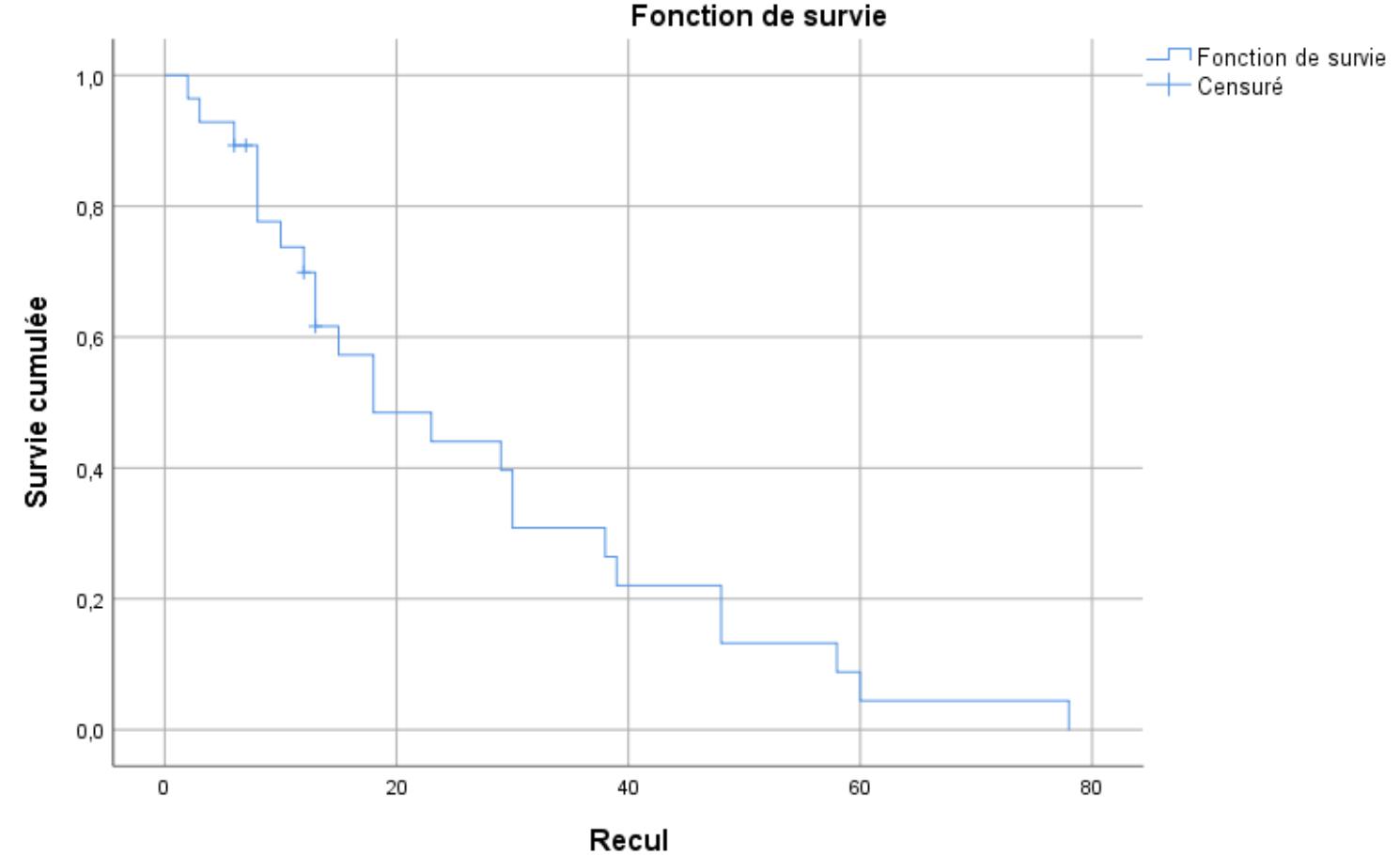


Lésions multiples : Réponse complète : 2/4 patients

• Résultats



• Résultats



• Conclusion

- La grande précision de la radiothérapie stéréotaxique nécessite toute une procédure extrêmement complexe à mettre en place avant de débuter 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

